

PORT DE CAEN-OUISTREHAM

DRAGAGE ET GESTION DES SEDIMENTS DU BASSIN SAINT-PIERRE DU PORT DE CAEN, INCLUANT LA CREATION D'UNE PLATEFORME DE TRI, TRANSIT ET TRAITEMENT DE SEDIMENTS, SITUEE SUR LA COMMUNE DE MONDEVILLE (14)

PIECE 4.2

Annexes de l'étude d'impact – Partie 2

Annexes 12 à 17



© 7ème ciel Images - F.Monier

SOMMAIRE

PIECE 4.2 : ANNEXES DE L'ETUDE D'IMPACT – PARTIE 2

Annexe 12 : Résultats des analyses sédimentaires sur le Bassin Saint-Pierre

Annexe 13 : Rapport naturaliste

Annexe 14 : Etude de dangers

Annexe 15 : procédures de gestion des ouvrages en temps de crue existents

Annexe 16 : - Bilan de l'opération de nivellement de mai 2022

Annexe 17 : Etude acoustique

PORT DE CAEN-OUISTREHAM

DRAGAGE ET GESTION DES SEDIMENTS DU BASSIN SAINT-PIERRE DU PORT DE CAEN, INCLUANT LA CREATION D'UNE PLATEFORME DE TRI, TRANSIT ET TRAITEMENT DE SEDIMENTS, SITUEE SUR LA COMMUNE DE MONDEVILLE (14)

PIECE 4

Annexes de l'étude d'impact

Annexe 12 : Résultats des analyses sédimentaires sur le bassin Saint-Pierre



CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS ET ANALYSES DE SEDIMENTS : BASSIN SAINT-PIERRE ET CANAL DE CAEN A LA MER



PORTS NORMANDS ASSOCIÉS
REF : E 170805

Titre du document

**CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS ET ANALYSES DE SEDIMENTS : BASSIN
SAINT-PIERRE ET CANAL DE CAEN A LA MER**

Etat Rapport final

Numéro de projet E 170805

Demandeur / Client Ports Normands Associés (PNA)

Dressé par

Antenne IDRA Ouest

Auteur

Antoine VAUGON – Ingénieur environnement IDRA
Thomas LAVIGNE – Technicien maritime IBL

Date / Parafe
contrôle



Contrôlé par

Alain DREAU – Responsable métier dragage et Maitrise d’Œuvre

Date / Parafe
contrôle



Approbation

Jean-Philippe BELLEC, Directeur

Date / Parafe
Approbation



Mots clés

Diagnostic – Sédiment – PNA - Analyses

| VERSION | DATE | REDACTEUR(S) | ÉTAT / MODIFICATIONS |
|---------|------------|----------------------|----------------------------------|
| 0 | 26/10/2018 | A. VAUGON / A. DREAU | Version initiale |
| 1 | 06/11/2018 | A. DREAU | Version amendée et remarques MOA |

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCTION / CONTEXTE..... | 5 |
| 2. MATERIEL ET METHODES | 6 |
| 2.1. DOCUMENTS DE REFERENCE..... | 6 |
| 2.2. PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE | 6 |
| 2.3. METHODOLOGIE D'INTERVENTION | 6 |
| 2.4. TRAITEMENT DES DONNEES ET ANALYSES | 8 |
| 2.4.1. Paramètres étudiés : référentiel Loi Eau | 8 |
| 2.4.2. Paramètres étudiés : référentiel Déchet / acceptation en ISD | 10 |
| 2.4.3. Paramètres étudiés : référentiel Déchet / caractère dangereux ou non..... | 11 |
| 3. RESULTATS DES ANALYSES..... | 14 |
| 3.1. ANALYSES PHYSIQUES | 14 |
| 3.1.1. Granulométries | 14 |
| 3.1.2. Densité, siccité | 14 |
| 3.2. ANALYSES CHIMIQUES VIS-A-VIS DU REFERENTIEL LOI EAU N1/N2 | 15 |
| 3.2.1. Eléments traces métalliques | 15 |
| 3.2.2. Polluants organiques | 15 |
| 3.3. ANALYSES CHIMIQUES VIS-A-VIS DU REFERENTIEL DECHET | 16 |
| 3.4. ANALYSES CHIMIQUES VIS-A-VIS DU REFERENTIEL DECHET : CARACTERISATION DE LA DANGEROSITE | 17 |
| 3.4.1. Critères HP-4 à HP8 8 et HP-10, HP11 et HP13 | 17 |
| 3.4.2. Critère HP-12 (dégagement d'un gaz à toxicité aiguë) | 17 |
| 3.4.1. Critère HP-14 (écotoxicité) | 17 |
| 4. CONCLUSIONS | 19 |
| REFERENCES / BIBLIOGRAPHIE | 20 |
| ANNEXE | |

Liste des figures

| | |
|---|-----------|
| Figure 1 : Ponton Seaborg équipé d'une TB 175 (photo GEOTEC, Bassin Saint-Pierre, Juillet 2018)..... | 7 |
| Figure 2 : Exemples de courbes granulométriques bimodales (respectivement échantillons P2-1 et P4-2) | 14 |

Liste des tableaux

| | |
|--|-----------|
| Tableau 1 : Stations d'échantillonnage et stratification prévue (PNA)..... | 7 |
| Tableau 2 : Classification granulométrique utilisée en sédimentologie | 8 |
| Tableau 3 : Niveaux de référence concernant les éléments traces (Arrêté du 9 août 2006 ; et du 17 juillet 2014) 9 | 9 |
| Tableau 4 : Niveaux N1/N2 concernant la qualité des sédiments (Arrêté du 8 février 2013)..... | 9 |
| Tableau 5 : Normes analytiques utilisées | 10 |
| Tableau 6 : Seuils réglementaires d'admissibilité en ISDI (Annexe II de Arrêté du 12/12/2014) | 11 |
| Tableau 7 : Niveaux S1 et N1 concernant la qualité des sédiments (Arrêté du 9 août 2006)..... | 13 |

1. INTRODUCTION / CONTEXTE

PNA envisage la réalisation de travaux dans le domaine du port de Caen – Ouistreham. **Il s'agit de draguer les fonds de certains secteurs du bassin Saint Pierre à Caen et du canal de Caen à la mer, afin de restituer des tirants d'eau nécessaires aux navires.** Ces opérations nécessiteront par la suite le dragage et l'évacuation des sédiments présents sur ces sites.

Le choix entre les différentes destinations envisageables pour les sédiments extraits (clapage en mer, dépôt en chambre de dépôt, évacuation en installation de stockage de déchet, valorisation...) dépend, outre des considérations technico-économiques, des caractéristiques physico-chimiques des sédiments et notamment du degré et de la nature des pollutions qu'ils contiennent.

PNA cherche donc à déterminer la qualité des matériaux à draguer ou excaver et le degré, la nature et la dangerosité des pollutions présentes, au regard de la réglementation en vigueur.

Les sociétés IDRA Environnement et IDRA Bio Littoral ont été mandatées par Ports Normands Associés pour réaliser la campagne de prélèvements et d'analyses des sédiments, IBL ayant en charge le volet logistique terrain et prélèvements, et IDRA le volet suivi analytique et interprétation.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. DOCUMENTS DE REFERENCE

Dans le cadre de la présente étude, les principaux documents suivants ont été consultés :

- CCTP du marché n°2017-052 relatif à la campagne de prélèvements et d'analyses de sédiments ; Février 2018 ;
- Relevés de la réunion préparatoire PNA (3/05/2018) relative à la campagne d'échantillonnage.
- Rapport BRGM-RP-61420-FR « Test du protocole d'écotoxicologie (critère HP14) pour l'évaluation du caractère dangereux de sédiments destinés à une gestion à terre », Janvier 2013.
- Rapport INERIS-DRC-15-149793-06416A « Classification réglementaire des déchets – Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité », 4 février 2016.
- Rapport INERIS-DRC-14-141679-08275A « Propriété de danger des déchets HP 12 – Proposition d'une méthode d'évaluation et premiers résultats », Avril 2015.
- Rapport INERIS INERIS-DRC-16-149793-00431A & CEREMA « Valorisation de sédiments en technique routière – GT1 – Evaluation de la dangerosité de seuils et confrontation à des données françaises », Mars 2016.
- Bathymétrie et plan de positionnement Autocad dwg PNA « Bassin_sondages » et « Canal_sondage » des stations d'échantillonnage.

2.2. PLAN D'ECHANTILLONNAGE

Le plan d'échantillonnage mis en œuvre répond aux exigences du cahier des charges émis par le Maître d'Ouvrage (2017-052 CCTP v2 du 9/02/2018).

Celui-ci a fait l'objet d'une validation préalable par la DDTM (via le Maître d'Ouvrage), sur la base des prescriptions de la Circulaire n°2000-62 du 14 juin 2000, « relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire défini par arrêté interministériel ».

La localisation prévisionnelle des stations est présentée en **Planche 1**.

2.3. METHODOLOGIE D'INTERVENTION

La méthodologie d'échantillonnage est basée sur un carottage stratifié, visant à caractériser au mieux les horizons rencontrés et répondant à la stratégie de dragage. Le découpage suivant par station était prévu au CCTP, sur la base de la bathymétrie du secteur d'investigation :

| POINT | HAUTEUR DE SEDIMENTS A DRAGUER | NOMBRE D'ECHANTILLONS POUR ANALYSE |
|-------|--------------------------------|---|
| P1 | P = 5 – 3 = 2 m | 2 échantillons : entre 0 et 1 m et entre 1 et 2 m |
| P2 | P = 4,7 – 3 = 1,7 m | 2 échantillons : entre 0 et 0,85 m et entre 0,85 et 1,7 m |
| P3 | P = 4,6 – 3,5 = 1.1 m | 1 échantillon |

| POINT | HAUTEUR DE SEDIMENTS A DRAGUER | NOMBRE D'ECHANTILLONS POUR ANALYSE |
|-------|--------------------------------|---|
| P4 | P = 4,9 – 3,5 = 1,4 m | 2 échantillons : entre 0 et 0,7 m et entre 0,7 et 1,4 m |
| P5 | P = 3,6 – 3 = 0,6 m | 1 échantillon |
| P6 | P = 4,3 – 3,5 = 0,8 m | 1 échantillon |

| | | | | | |
|-----------|---------------------|---|------------|------------------------|---|
| P7 | P = 5 – 3 = 2 m | 2 échantillons : entre 0 et 1 m et entre 1 et 2 m | P9 | P = 4,7 – 3 = 1,7 m | 2 échantillons : entre 0 et 0,85 m et entre 0,85 et 1,7 m |
| P8 | P = 4,8 – 3 = 1,8 m | 2 échantillons : entre 0 et 0,90 m et entre 0,90 et 1,8 m | P10 | P = 3,8 – 3 = 0,80 m | 1 échantillon |
| | | | P11 | P = 4,1 – 3 = 1,1 m | 1 échantillon |
| | | | P12 | P = 4,2 – 3,5 = 0,70 m | 1 échantillon |

Tableau 1 : Stations d'échantillonnage et stratification prévue (PNA)

Les carottages ont été réalisés depuis un ponton flottant (« SEABORG » GEOTEC), lequel embarquait une carotteuse de type GEOTEC TB175. Au niveau du bassin Saint-Pierre, certains sondages ont pu être complétés directement depuis les pannes proches par IBL.



Figure 1 : Ponton Seaborg équipé d'une TB 175 (photo GEOTEC, Bassin Saint-Pierre, Juillet 2018)

La carotteuse est munie de différents systèmes de paniers et de billes à succion pour maintenir au maximum les sédiments lors de la remontée de la foreuse. Celle-ci est aussi équipée de gaines PVC (tubage) pour permettre la récupération des échantillons en limitant leur remaniement.

Chaque carotte prélevée a été doublée ou triplée afin de collecter suffisamment de matériau pour porter l'ensemble du programme analytique.

Le rapport de mission complet de terrain (GEOTEC) est joint en **Annexe 1** au présent rapport, illustrant les échantillons extraits et les cotes d'objectif atteintes.

Remarque : Les sédiments se sont avérés très fluides, surtout sur la strate haute et n'ont pas permis pour cet horizon un maintien systématique dans le carottier. De fait, pour palier à cet aléa mais néanmoins disposer d'une analyse représentative de cet horizon, nous avons opté en accord avec le Maître d'Ouvrage pour des prélèvements de surface réalisés à la benne VanVeen.

Le recellement final des stations est présenté dans le **Tableau 1** de l'**Annexe 1**, incluant le résumé des modalités d'intervention (carottier ou benne) pour chaque station.

La campagne de prélèvements s'est déroulée du **23 juillet 2018** au **26/07/2018**.

2.4. TRAITEMENT DES DONNEES ET ANALYSES

2.4.1. Paramètres étudiés : référentiel Loi Eau

2.4.1.1. Paramètres physiques

Chaque échantillon de sédiment a fait l'objet d'une analyse granulométrique, dont la classification couramment utilisée en sédimentologie est reportée sur le tableau suivant :

| | | |
|-----------------|------------------|---------------|
| Argiles | | < 2 µm |
| Limons | | 2 - 63 µm |
| Sables | Sables fins | 63 - 200 µm |
| | Sables grossiers | 200 - 2000 µm |
| Graviers | | 2 - 20 mm |
| Cailloux | | 20 - 200 mm |

Tableau 2 : Classification granulométrique utilisée en sédimentologie

L'analyse granulométrique a été réalisée par **diffraction laser** selon la norme ISO 13320-1 (2009) au laboratoire EUROFINs, accrédité COFRAC. Le choix de cette technique a été justifiée par la finesse du faciès sédimentaire dominant rencontré. Cette analyse porte uniquement sur la fraction < 2 mm, fraction sur laquelle portent aussi les analyses chimiques présentées ci-après.

Les paramètres physiques Densité et Siccité ont aussi été analysés car souvent utiles pour la préparation des opérations de dragage.

2.4.1.2. Paramètres chimiques

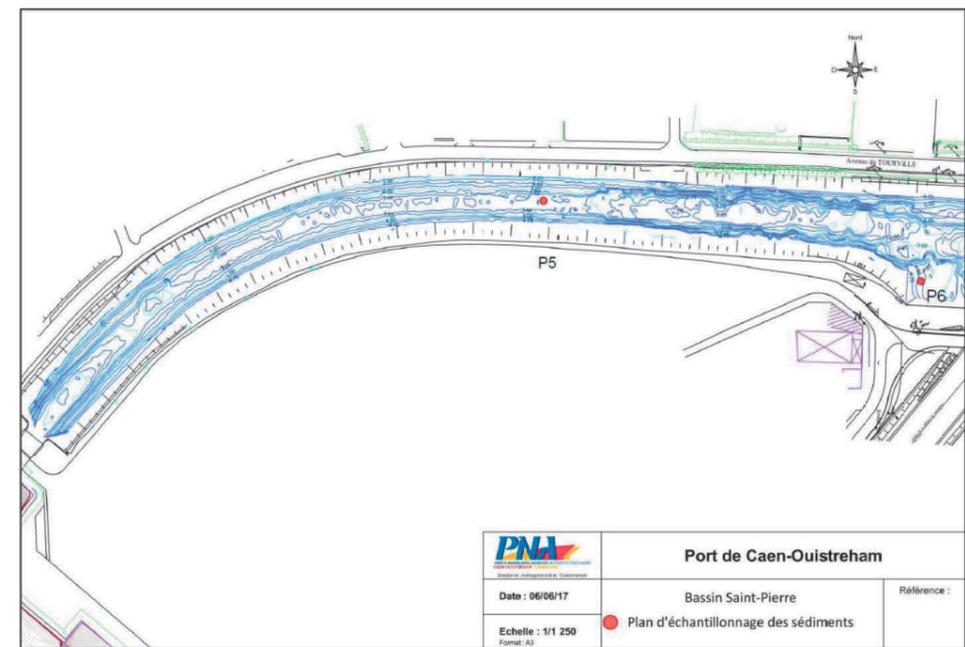
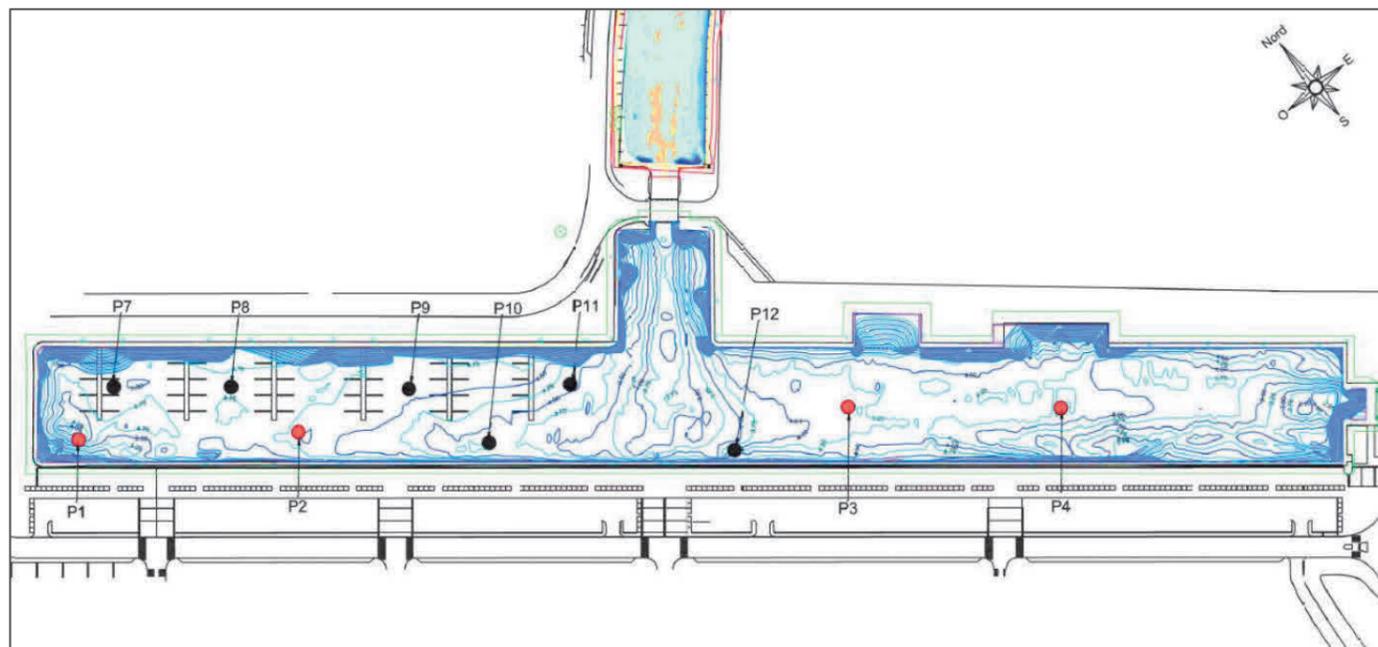
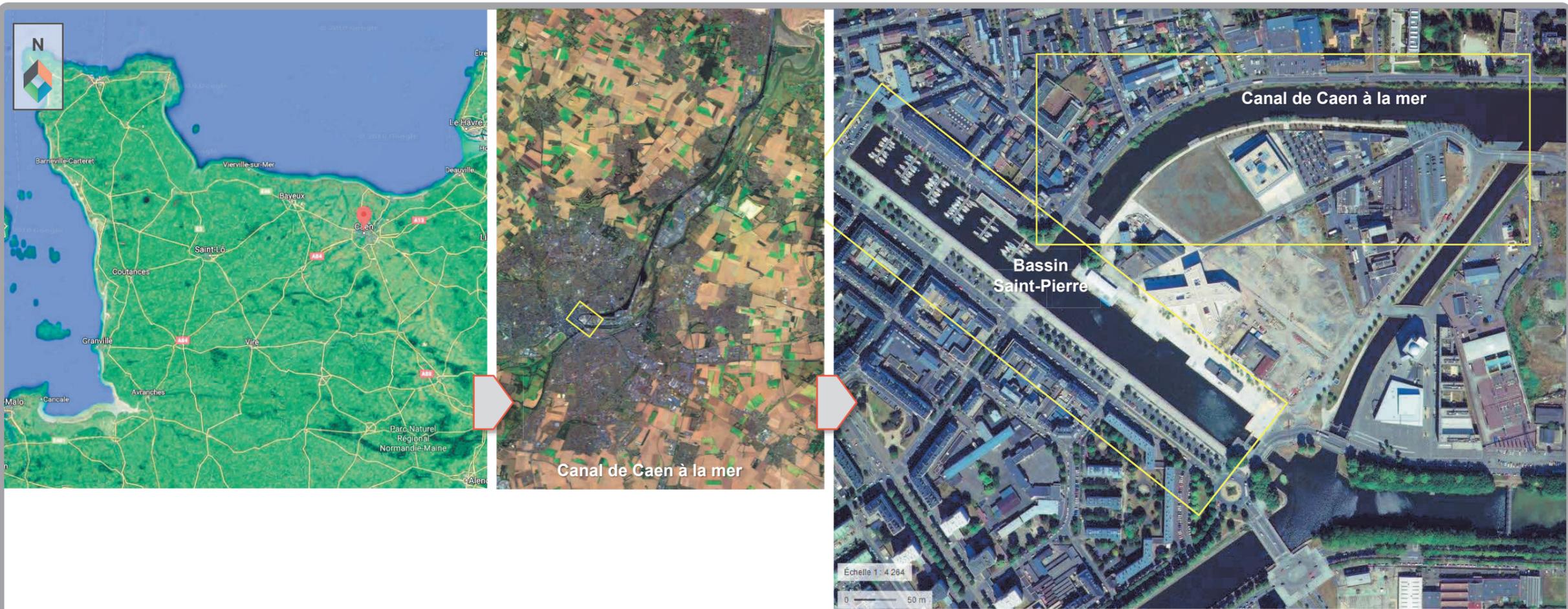
La série d'analyse chimique **sur chaque échantillon** consiste à déterminer la situation des sédiments au regard des **seuils N1 et N2** définis par les Arrêtés du 9 août 2006, du 8 février 2013 et du 17 juillet 2014 « relatifs aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement ».

Sont visés les paramètres suivants :

- **Éléments traces métalliques** : 8 métaux : As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn + Al et Fe ;
- **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques** (16 composés : Naphtalène, Acénaphthène, Acénaphthylène, Fluorène, Anthracène, Phénanthrène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo [a] anthracène, Chrysène, Benzo [b] fluoranthène, Benzo [k] fluoranthène, Benzo [a] pyrène, Di benzo [a,h] anthracène, Benzo [g,h,i] pérylène, Indéno [1,2,3-cd] pyrène), somme des HAP ;
- **PolyChloroBiphényles** (7 PCB indicateurs : CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153 et CB180), somme des PCB_i ;
- **Organostanniques** (TBT, DBT, MBT).

Complétés par les paramètres suivants :

- Azote NTK,



| | | |
|----------------------------------|--|-------------|
| | Port de Caen-Ouistreham | |
| | Bassin Saint-Pierre | Référence : |
| | ● Plan d'échantillonnage des sédiments | |
| Date : 06/06/17 | | |
| Echelle : 1/1 250 Format : A3 | | |

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Source: Orthophotographie GoogleEarth et Géoportail

| | | |
|-----------|------|------|
| Demandeur | B.E. | B.E. |
| | | |

- Phosphore total,

Les **valeurs seuil N1/N2** constituent le référentiel utilisé pour donner une première approximation de la qualité chimique des sédiments issus des opérations de dragage ou donnant lieu à une remobilisation de sédiments au sens large. Ces seuils sont aussi dressés sur la base de potentiel écotoxique pour le milieu.

| Métaux (mg/kg) | Niveau N1 | Niveau N2 |
|-------------------|-----------|-----------|
| Arsenic (As) | 25 | 50 |
| Cadmium (Cd) | 1,2 | 2,4 |
| Chrome (Cr) | 90 | 180 |
| Cuivre (Cu) | 45 | 90 |
| Mercure (Hg) | 0,4 | 0,8 |
| Nickel (Ni) | 37 | 74 |
| Plomb (Pb) | 100 | 200 |
| Zinc (Zn) | 276 | 552 |
| PCB (mg/kg) | Niveau N1 | Niveau N2 |
| PCB congénère 28 | 0,005 | 0,01 |
| PCB congénère 52 | 0,005 | 0,01 |
| PCB congénère 101 | 0,01 | 0,02 |
| PCB congénère 118 | 0,01 | 0,02 |
| PCB congénère 138 | 0,02 | 0,04 |
| PCB congénère 153 | 0,02 | 0,04 |
| PCB congénère 180 | 0,01 | 0,05 |
| TBT (µg/kg) | Niveau N1 | Niveau N2 |
| TBT | 100 | 400 |

Tableau 3 : Niveaux de référence concernant les éléments traces (Arrêté du 9 août 2006 ; et du 17 juillet 2014)

| HAP (mg/kg) | Niveau N1 | Niveau N2 |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Naphtalène | 0,16 | 1,13 |
| Acénaphthylène | 0,04 | 0,34 |
| Acénaphthène | 0,015 | 0,26 |
| Acénaphthène | 0,02 | 0,28 |
| Phénanthrène | 0,24 | 0,87 |
| Anthracène | 0,085 | 0,59 |
| Fluoranthène | 0,6 | 2,85 |
| Pyrène | 0,5 | 1,5 |
| Benzo(a)anthracène | 0,26 | 0,93 |
| Chrysène | 0,38 | 1,59 |
| Benzo(b)fluoranthène | 0,4 | 0,9 |
| Benzo(k)fluoranthène | 0,2 | 0,4 |
| Benzo(a)pyrène | 0,43 | 1,015 |
| Dibenzo(ah)anthracène | 0,06 | 0,16 |
| Benzo(ghi)pérylène | 1,7 | 5,65 |
| Indéno (123-cd)pyrène | 1,7 | 5,65 |

Tableau 4 : Niveaux N1/N2 concernant la qualité des sédiments (Arrêté du 8 février 2013)

Les analyses chimiques sont réalisées suivant la normalisation en vigueur et conformément aux prescriptions de la Circulaire « Dragage » n°2000-62 du 14 juin 2000. Pour mémoire, les normes analytiques utilisées sont rappelées dans le tableau suivant :

| | Paramètre à analyser | Méthode - Norme utilisée |
|------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Paramètres physico-chimiques | COT | NF ISO 10 694 |
| | Matière sèche | NF ISO 12 880 |
| | Granulométrie | Laser (NF 13320) |
| | Perte au feu | NF EN 12880 |
| | Phosphore | Pr X 33 010 |
| | Azote Kjeldahl | NF ISO 11-261 / NF EN 13342 |
| | Métaux | ICP/AES – NF EN ISO 11885 |
| | PCB | XP X 33-012 |
| | HAP | GC/MS - XP X 33-012 |
| TBT | XP T 90-250 | |

Tableau 5 : Normes analytiques utilisées

Nota : Les limites de détection et de quantification (LD / LQ) du laboratoire (EUROFINS ENVIRONNEMENT) respectent les seuils réglementaires des Arrêtés relatifs aux niveaux N1/N2.

2.4.2. Paramètres étudiés : référentiel Déchet / acceptation en ISD

Dès lors qu'un sédiment est extrait du milieu aquatique, **il relève en effet du statut de déchet** et à cet égard doit être caractérisé en tant que tel : d'une part son caractère inertes/non inerte (sa capacité à relarguer des contaminants dans le milieu naturel lors de sa mise en œuvre) et d'autre part son caractère dangereux ou non.

Chaque échantillon a fait l'objet d'une série d'analyses telles que définies à l'**Arrêté du 12 décembre 2014** « relatif aux conditions d'admission des **déchets inertes** dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées, notamment son annexe II ».

L'essai de **lixiviation est réalisé selon la norme analytique NF EN 12457-2**, et concerne les paramètres suivants :

- Eléments traces (Arsenic, Baryum, Cadmium, Chrome total, Cuivre, Mercure, Molybdène, Nickel, Plomb, Antimoine, Sélénium, Zinc)
- Chlorure,
- Fluorure,
- Sulfate,
- Indice phénols,
- Carbone organique total (COT),
- Fraction soluble (FS)

A noter que le référentiel Déchet prévoit l'analyses de certains paramètres sur bruts déjà renseignés dans le référentiel Loi Eau (cf. supra), à savoir les HAP, PCB, COT, auxquels s'ajoutent les analyses suivantes :

- BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène)
- HCT (Hydrocarbures Totaux), C10 à C40

Les résultats sont comparés aux seuils réglementaires d'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) de l'arrêté du **12 décembre 2014** et rappelés dans le

Tableau 6 :

| Paramètres analysés sur brut (en mg/kg de matière sèche) | Seuils ISDI |
|--|---------------------|
| COT | 30 000 ¹ |
| BTEX | 6 |
| PCB (somme des 7 congénères) | 1 |
| Hydrocarbures C10 à C40 | 500 |
| HAP | 50 |
| Paramètres analysés sur éluat (en mg/kg de matière sèche) | Seuils ISDI |
| Arsenic | 0,5 |
| Baryum | 20 |
| Chrome | 0,5 |
| Cuivre | 2 |
| Molybdène | 0,5 |
| Nickel | 0,4 |
| Plomb | 0,5 |
| Zinc | 4 |
| Cadmium | 0,04 |
| Mercurure | 0,01 |
| Antimoine | 0,06 |
| Sélénium | 0,1 |
| Chlorure ² | 800 |
| Fluorure | 10 |
| Sulfate ¹ | 1 000 ³ |
| Indice phénols | 1 |
| COT ⁴ | 500 |
| Fraction Soluble ¹ | 4 000 |

Tableau 6 : Seuils réglementaires d'admissibilité en ISDI (Annexe II de Arrêté du 12/12/2014)

2.4.3. Paramètres étudiés : référentiel Déchet / caractère dangereux ou non

Au-delà de sa capacité à éluer les contaminants, un déchet doit faire l'objet d'une caractérisation de sa dangerosité, selon les critères dits « **HP-1 à HP-15** » du Code de

¹ Pour les sols, une valeur limite plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluat, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,0.

² Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.

³ Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S = 10 l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local.

⁴ Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0. Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluat si le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche.

l'Environnement (R. 541-8), renvoyant à la Directive Cadre Déchet (2014/955/UE) quant aux méthodes d'évaluation des propriétés de dangers des déchets (Annexe III).

L'article R.541-8 définit le caractère dangereux ou non dangereux des déchets :

- « Déchet dangereux : tout déchet qui présente une ou plusieurs des propriétés de dangers énumérées à l'annexe I au présent article. Ils sont signalés par un astérisque dans la liste des déchets de l'annexe II au présent article.
- Déchet non dangereux : tout déchet qui ne présente aucune des propriétés qui rendent un déchet dangereux. »

Ainsi, l'on distingue (Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité / INERIS DRC-15-149793-06416A, Février 2016) :

- les propriétés de danger pour lesquelles l'évaluation repose sur la réalisation de tests : HP-1, HP-2, HP-3, HP-12 et HP-14 ;
- les propriétés de danger pour lesquelles l'évaluation repose sur la connaissance en substances du déchet et l'application de règles de calcul, à savoir HP-4, HP-5, HP-6, HP-7, HP-8, HP-10, HP-11 et HP-13 ;
- les propriétés pour lesquelles il n'existe à l'heure actuelle aucune méthode d'évaluation, et pour lesquelles l'attribution se fait a priori, sur la base de la connaissance du déchet, et de son origine, à savoir HP-9 et HP-15 ;

Pour autant, tous ces critères ne sont pas applicables aux sédiments : ainsi les **critères HP-1, HP-2 et HP-3** (respectivement : risque « Explosif », « Comburant », « Inflammable »,) relèvent de substances issues de déchets spécifiques ou de contamination massive pour lesquelles aucun élément de composition ou du site investigué ne permet d'envisager la présence de telles substances en quantités susceptibles d'attribuer au sédiment un caractère explosif, comburant ou inflammable. **Ces 3 critères ne sont donc pas ici évalués.**

Pour les critères **HP-4 à HP-8, HP-10 et HP-11**, l'évaluation des propriétés de danger repose sur la connaissance en substances du déchet et l'application de règles de calcul couramment utilisées (phrases de risque) et s'appuie directement sur le rapport de l'INERIS / CEREMA (INERIS-DRC-16-149793-00431A) : *valorisation de sédiments en techniques routière - GT1, évaluation de la dangerosité : proposition de seuils et confrontation à des données françaises*, de Mars 2016. Ce rapport retranspose directement l'approche utilisée dans le guide de définition de la dangerosité des déchets de 2016, spécifiquement à la matrice sédimentaire en proposant des seuils au-delà desquels le sédiment peut être considéré comme dangereux ou doit faire l'objet d'investigations approfondies.

Pour le **critère HP-9**, la propriété doit être évaluée « selon les règles définies par les documents de référence ou par la législation des États membres », lesquelles n'existent pas encore en France. **Ce critère n'est donc pas évalué ici.**

Pour le **critère HP-12** (« dégagement d'un gaz à toxicité aiguë ») : La propriété qui se produirait au contact de l'eau ou d'un acide est très peu probable vu que le sédiment est déjà présent dans le milieu aquatique. Cependant, compte tenu de la charge en matière organique constatée et d'une gestion à terre d'un matériau en l'état d'aérobie, il a été décidé de tester ce critère.

Le protocole d'analyse mis en œuvre au laboratoire s'est basé sur l'état de l'art le plus récent en la matière, à savoir le rapport d'étude INERIS (DRC-14-141679-08275A, Avril 2015) : « *Propriété de danger des déchets HP12 - Proposition d'une méthode d'évaluation et premiers résultats* ».

Le critère **HP-14** (caractère **écotoxicologique**), pour les sédiments, a fait l'objet d'un protocole mis au point par le BRGM à la demande du Ministère. Ce protocole « HP14-sédiment », tel que décrit dans le *Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité des déchets* (INERIS, fév. 2016) et **dans sa version dite « optimisée au seuils »** a été mis en œuvre sur les échantillons collectés :

Le protocole prévoit le déclenchement de la batterie de bio-essais (sur les matrices liquides et sur les sédiments bruts centrifugés) permettant de statuer sur ce critère, **sur la base d'un dépassement ou non des seuils S1** Loi Eau, et du seuil N1 pour le **TBT**.

Ces niveaux de référence (Arrêté du 9 août 2006) sont rappelés dans le **Tableau 7** ci-après :

| Métaux (en mg/kg de sédiment sec) | Niveau S1 |
|--|-----------|
| Arsenic (As) | 30 |
| Cadmium (Cd) | 2 |
| Chrome (Cr) | 150 |
| Cuivre (Cu) | 100 |
| Mercure (Hg) | 1 |
| Nickel (Ni) | 50 |
| Plomb (Pb) | 100 |
| Zinc (Zn) | 300 |
| PCB (en mg/kg de sédiment sec) | Niveau S1 |
| PCB totaux | 0,68 |
| HAP (en mg/kg de sédiment sec) | Niveau S1 |
| Somme des 16 HAP | 22,8 |
| Organostannique (en µg/kg de sédiment sec) | Niveau N1 |
| Tributylétain (TBT) | 100 |

Tableau 7 : Niveaux S1 et N1 concernant la qualité des sédiments (Arrêté du 9 août 2006)

En cas de dépassement de ces seuils S1, ou N1 pour le TBT, les **tests écotoxicologiques** sont enclenchés en phases successives, chaque phase dépendant du résultat de la précédente :

- Etape 1 : Vibrio fisheri (dit microtox®) après centrifugation ;
- Etape 2 : larves de bivalves, Vibrio fisheri et Daphnia magna puis Brachionus calyciflorus (si un des 3 tests révèle > 10 % de UT) sur éluat (lixiviation) ;
- Etape 3 : Tests sur végétaux (ISO 11269-2) sur sédiments centrifugés.

Ces étapes sont résumées dans le logigramme en **Annexe 3** du présent rapport.

Enfin, concernant le **critère HP-15**, la Directive Déchets indique les mentions de danger suivantes relatives aux déchets :

- Le danger d'explosion en masse en cas d'incendie,
- Le caractère explosif à l'état sec,
- La formation potentielle de peroxydes explosifs,
- Le risque d'explosion en cas de chauffage en ambiance confinée.

Aucune procédure spécifique concernant la propriété de danger HP-15 n'a encore été établie en France. **Ce critère ne peut donc être évalué ici.**

3. RESULTATS DES ANALYSES

L'ensemble des bulletins analytiques du laboratoire figure en **Annexe 2**.

3.1. ANALYSES PHYSIQUES

3.1.1. Granulométries

La médiane granulométrique et la répartition des classes granulométriques (sables grossiers, sables fins à moyens, limons et argiles) sont présentées en **Planche 2**.

Les résultats des analyses granulométriques indiquent des sédiments de **type majoritairement limoneux** pour 12 des 17 échantillons collectés, avec des médianes (D50) de distribution granulométrique comprises entre **15 et 56 µm**, et une fraction limoneuse représentant entre 55 et 80 % de la distribution des particules.

Les 5 échantillons P2-1, P2-2, P4-1, P4-2 et P12, font exceptions : la fraction dominante analysée est sableuse avec des médianes parfois supérieures à 1 mm. Ce constat s'explique en analysant de plus près les courbes granulométriques qui sont sur ces échantillons de **type bimodale**, à savoir la présence d'une fraction limoneuse d'une part et d'autre part un 2nd pic associé aux classes de sables grossiers (1000 à 1200 µm). Cette distribution hétérogène (voir les écarts types très marqués sur ces échantillons en **Annexe 2**) traduit la présence d'une fraction plus grossière de taille bien cernée, mais non forcément majoritaire en termes de volume.

A noter que les refus de tamis à 2 mm (tableau **Planche 3**) sont aussi souvent corrélés avec la présence de cette fraction, avec des valeurs comprises entre 20 et 35% du poids brut de chaque échantillon.

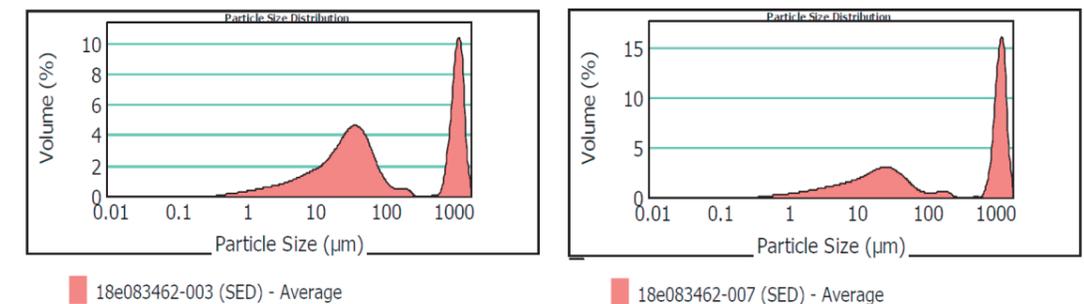


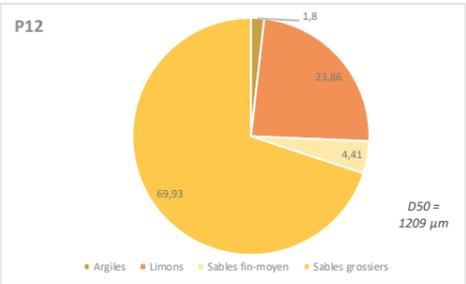
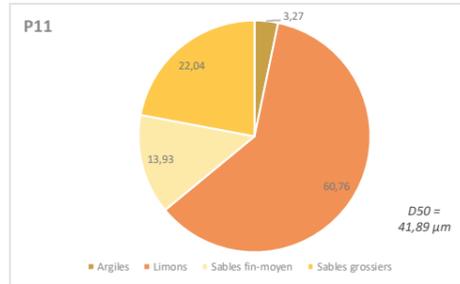
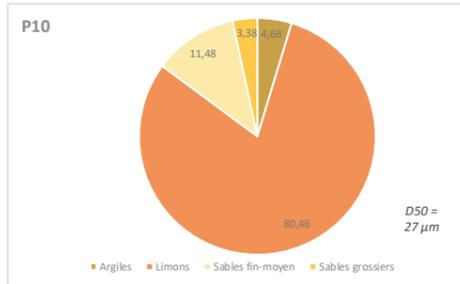
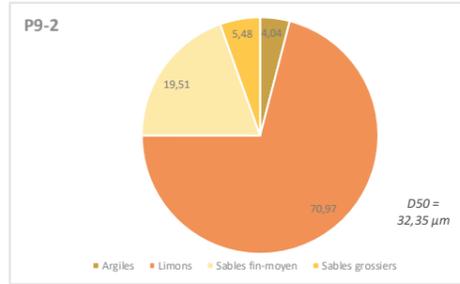
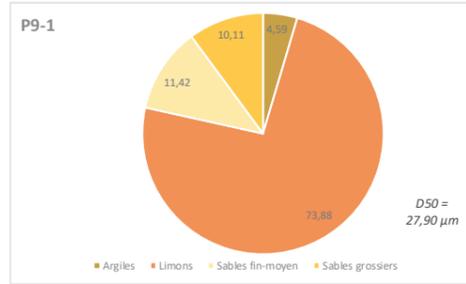
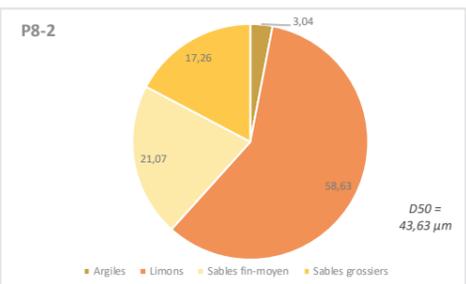
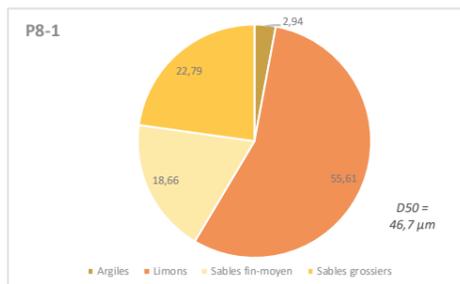
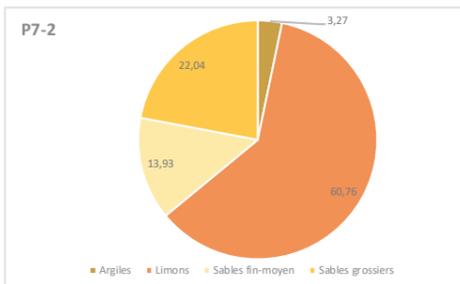
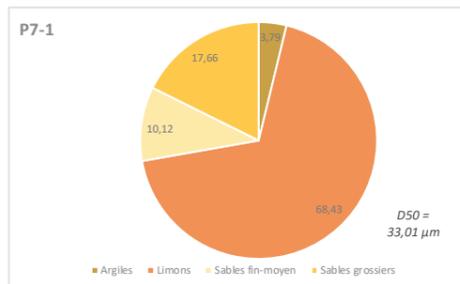
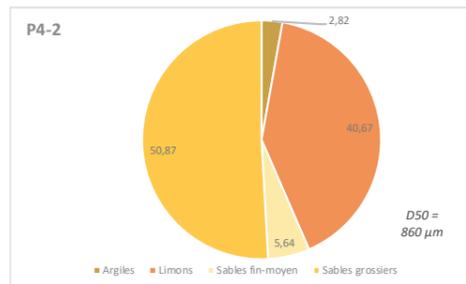
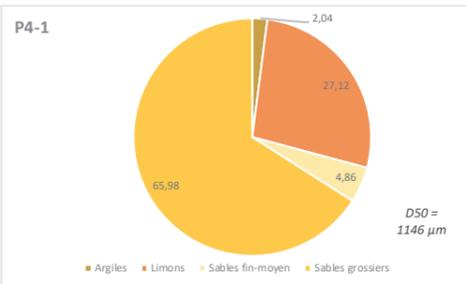
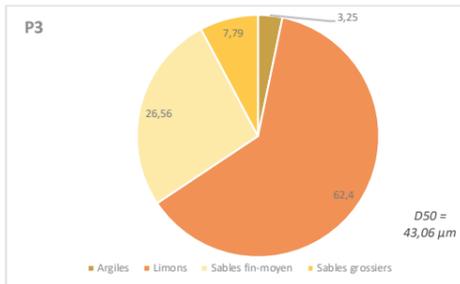
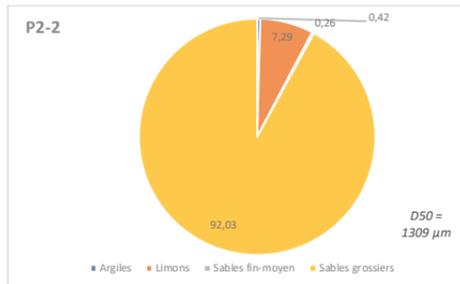
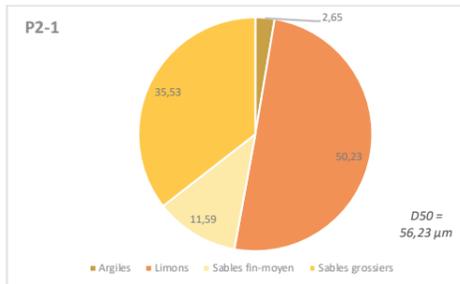
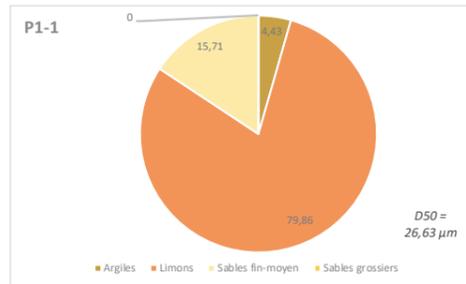
Figure 2 : Exemples de courbes granulométriques bimodales (respectivement échantillons P2-1 et P4-2)

3.1.2. Densité, siccité

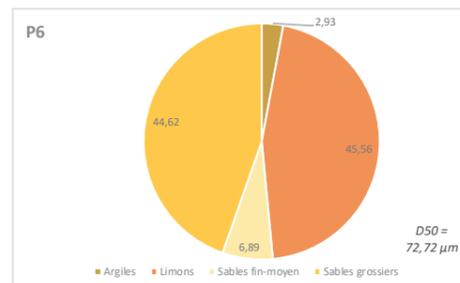
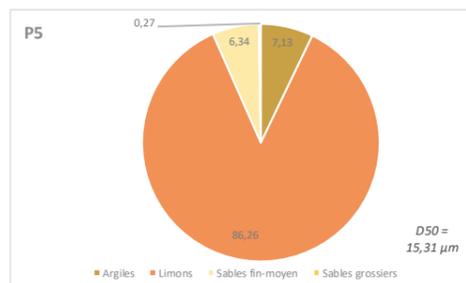
Les masses volumiques mesurées oscillent entre 0,9 sur les échantillons les plus limoneux avec des refus de tamis à 2 mm les plus faibles, à 1,30 voire 1,54 sur les échantillons où la fraction sableuse grossière est la plus marquée.

Les siccités mesurées oscillent entre 18 et 51,9 %, avec une **valeur moyenne de 1,20**.

Bassin Saint-Pierre



Canal de Caen à la mer



RESULTATS DES ANALYSES GRANULOMETRIQUES

Source: Laboratoires Eurofins Environnement

Demandeur



B.E.



B.E.



| Localisation | | PNA - Bassin Saint-Pierre | | | | | | | | | | | | | | | | PNA - Canal de Caen à la Mer | | Référentiel "Loi Eau" | | | Gestion à terre |
|---|----------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------------------|--|-----------------------|-----------------|---|-----------------|
| | | P1-1_DL | P2-1_DL | P2-2_DL | P3_DL | P4-1_DL | P4-2_DL | P7-1_DL | P7-2_DL | P8-1_DL | P8-2_DL | P9-1_DL | P9-2_DL | P10_DL | P11_DL | P12_DL | P5_DL | P6_DL | Arrêtés du 09/08/2006, du 8/02/2013 et du 17/07/2014 | | | Seuils dangerosité selon recommandation INERIS/CEREMA (étude Fév. 2017) | |
| Stations | | 24/07/2018 | 25/07/2018 | 26/07/2018 | 24/07/2018 | 24/07/2018 | 23/07/2018 | 25/07/2018 | 26/07/2018 | 25/07/2018 | 26/07/2018 | 25/07/2018 | 26/07/2018 | 25/07/2018 | 25/07/2018 | 25/07/2018 | 24/07/2018 | 24/07/2018 | | | | | |
| Date de prélèvement | | 18E083462-001 | 18E083462-003 | 18E083462-004 | 18E083462-005 | 18E083462-006 | 18E083462-007 | 18E083462-010 | 18E083462-011 | 18E083462-012 | 18E083462-013 | 18E083462-014 | 18E083462-015 | 18E083462-016 | 18E083462-017 | 18E083462-018 | 18E083462-008 | 18E083462-009 | | | | | |
| Référence laboratoire | | CARACTERISTIQUES PHYSIQUES | | | | | | | | | | | | | | | | N1 | N2 | S1 | INERIS / CEREMA | | |
| Matière sèche | en % prod brut | 18,6 | 23,1 | 51,9 | 29,2 | 43,8 | 41,9 | 23 | 34,3 | 22,8 | 44,8 | 25,2 | 40,4 | 21,1 | 23,9 | 32,3 | 31,1 | 29,5 | | | | | |
| Perte au feu | en % MS | 15,1 | 15,1 | 10,7 | 16,5 | 10,6 | 13,1 | 14,5 | 14,7 | 16 | 9,71 | 15 | 13,7 | 15,4 | 15,9 | 10,3 | 14 | 14,3 | | | | | |
| Refus pondéral à 2 mm | en % prod brut | 19,6 | 35,6 | 24,7 | 12,1 | 23,8 | 29,2 | 39 | 30,1 | 2,09 | 19,3 | 33,5 | 25,6 | 23,5 | 24,6 | 21,3 | 54,6 | 53,4 | | | | | |
| Masse volumique | g/cm3 | 0,94 | 1,09 | 1,54 | 1,46 | 1,26 | 1,34 | 1,13 | 1,12 | 0,97 | 1,14 | 1,48 | 1,1 | 0,94 | 1,17 | 1,26 | 1,36 | 1,24 | | | | | |
| NUTRIMENTS / ANIONS / CATIONS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aluminium | en mg/kg-1 MS | 22300 | 19400 | 5850 | 12700 | 11800 | 12500 | 15600 | 11100 | 20500 | 10500 | 18400 | 12500 | 18600 | 16900 | 13300 | 13600 | 14600 | | | | | |
| COT | mg/kg MS | 68100 | 75200 | 18600 | 58800 | 37800 | 49000 | 64600 | 50100 | 74200 | 44000 | 71700 | 55400 | 67100 | 64900 | 54300 | 61000 | 62100 | | | | | |
| Azote Kjeldahl | g/kg MS | 6 | 5,7 | 3,1 | 5 | 3,1 | 4 | 5,3 | 6,5 | 6,1 | 3,3 | 5,2 | 4,9 | 6,7 | 5,1 | 3,2 | 7,8 | 5,3 | | | | | |
| Phosphore p205 | mg/Kg P | 8540 | 2460 | 3010 | 2150 | 3350 | 3590 | 2290 | 5300 | 2960 | 3780 | 2570 | 4870 | 2810 | 2460 | 1380 | 3360 | 2900 | | | | | |
| Phosphore | mg/kg MS | 3730 | 1070 | 1320 | 938 | 1460 | 1570 | 1000 | 2320 | 1290 | 1650 | 1120 | 2130 | 1230 | 1080 | 601 | 1470 | 1270 | | | | | |
| ELEMENTS TRACES METALLIQUES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic (As) | mg/kg MS | 11,5 | 10,8 | 6,02 | 8,17 | 10,8 | 14 | 11,7 | 9,87 | 23,5 | 8,86 | 13,6 | 10,9 | 10,6 | 9,87 | 8,92 | 13,2 | 9,63 | 25 | 50 | 30 | 330 | |
| Cuivre (Cu) | mg/kg MS | 97,6 | 110 | 94,1 | 28,4 | 46,4 | 65,7 | 107 | 130 | 115 | 114 | 113 | 144 | 62,3 | 47,3 | 43,1 | 68,8 | 50,8 | 45 | 90 | 100 | 4000 | |
| Nickel (Ni) | mg/kg MS | 34,1 | 37,9 | 11,3 | 28,7 | 25,8 | 25,9 | 35,3 | 24,1 | 43,6 | 22,1 | 41,6 | 25,3 | 35,7 | 34,1 | 28,5 | 27,6 | 29,5 | 37 | 74 | 50 | 130 | |
| Plomb (Pb) | mg/kg MS | 82,9 | 78,8 | 386 | 29 | 97,5 | 141 | 76,6 | 388 | 79,2 | 356 | 92,9 | 369 | 46,7 | 38 | 47,9 | 133 | 72,3 | 100 | 200 | 100 | 510 | |
| Zinc (Zn) | mg/kg MS | 344 | 513 | 481 | 158 | 231 | 341 | 471 | 763 | 501 | 513 | 502 | 659 | 296 | 215 | 218 | 297 | 230 | 276 | 552 | 300 | 7230 | |
| Mercurie (Hg) | mg/kg MS | 0,58 | 0,43 | 3,27 | 0,25 | 0,45 | 0,62 | 0,32 | 4,38 | 0,27 | 1,17 | 0,52 | 3,78 | 0,37 | 0,33 | <0,10 | 0,66 | 0,39 | 0,4 | 0,8 | 1 | 500 | |
| Cadmium (Cd) | mg/kg MS | 0,96 | 0,97 | 1,71 | 0,77 | 1,84 | 1,64 | 1,03 | 3,07 | 1,03 | 2,09 | 1,41 | 3,36 | 0,93 | 0,87 | 0,86 | 1,82 | 1,1 | 1,2 | 2,4 | 2 | 530 | |
| Chrome (Cr) | mg/kg MS | 47,2 | 48,5 | 29,7 | 37,6 | 54,4 | 57,3 | 45,8 | 56,5 | 53 | 38,7 | 59,8 | 62,8 | 48,6 | 45,7 | 40,5 | 57,4 | 48,5 | 90 | 180 | 150 | 250 | |
| MICROPOLLUANTS ORGANIQUES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polychlorobiphényles (PCBi) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| .CB 28 | en mg.kg-1 | 0,0018 | 0,001 | 0,0052 | <0,001 | 0,0028 | <0,001 | 0,001 | 0,008 | <0,001 | 0,0074 | <0,0017 | 0,017 | <0,0027 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,005 | 0,01 | | | |
| .CB 52 | en mg.kg-1 | 0,0046 | 0,0028 | 0,016 | <0,001 | 0,046 | 0,0054 | 0,0023 | 0,026 | 0,0017 | 0,033 | 0,0053 | 0,043 | 0,034 | <0,001 | <0,001 | 0,0024 | <0,001 | 0,005 | 0,01 | | | |
| .CB 101 | en mg.kg-1 | 0,0032 | 0,0045 | 0,011 | <0,001 | 0,0055 | 0,0022 | 0,0025 | 0,026 | 0,0022 | 0,022 | 0,0054 | 0,046 | 0,0079 | <0,001 | <0,001 | 0,0042 | 0,0013 | 0,01 | 0,02 | | | |
| .CB 118 | en mg.kg-1 | 0,0015 | 0,0044 | 0,0088 | 0,001 | 0,0052 | 0,0024 | 0,0034 | 0,012 | 0,0031 | 0,016 | 0,0034 | 0,011 | <0,0027 | <0,001 | 0,002 | 0,0037 | <0,001 | 0,01 | 0,02 | | | |
| .CB 138 | en mg.kg-1 | 0,0033 | 0,0087 | 0,014 | 0,0019 | 0,0085 | 0,0028 | 0,0067 | 0,02 | 0,0072 | 0,028 | 0,0059 | 0,019 | 0,055 | 0,001 | 0,0028 | 0,0058 | <0,001 | 0,02 | 0,04 | | | |
| .CB 153 | en mg.kg-1 | 0,0036 | 0,0081 | 0,015 | 0,0026 | 0,018 | 0,0036 | 0,0092 | 0,022 | 0,0068 | 0,033 | 0,0063 | 0,021 | <0,0027 | 0,0015 | 0,0055 | 0,0075 | <0,001 | 0,02 | 0,04 | | | |
| .CB 180 | en mg.kg-1 | 0,0021 | 0,0045 | 0,0051 | <0,001 | 0,0035 | <0,001 | 0,0058 | 0,0086 | 0,0047 | 0,012 | 0,0037 | 0,0078 | <0,0027 | <0,001 | 0,0014 | 0,0027 | <0,001 | 0,01 | 0,02 | | | |
| Somme des PCBi | en mg.kg-1 | 0,02 | 0,034 | 0,075 | 0,0055 | 0,09 | 0,016 | 0,031 | 0,12 | 0,026 | 0,15 | 0,03 | 0,16 | 0,097 | 0,0025 | 0,012 | 0,026 | 0,0013 | - | - | 0,68 | 50 | |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Naphtalène | en mg.kg-1 | 0,075 | 0,036 | 0,054 | 0,011 | 0,1 | 0,14 | 0,015 | 0,14 | 0,029 | 0,048 | 0,051 | 0,34 | 0,032 | 0,027 | 0,028 | 0,19 | 0,42 | 0,16 | 1,13 | | 1000 | |
| Acénaphylène | en mg.kg-1 | 0,13 | 0,044 | 0,16 | 0,021 | 0,11 | 0,19 | 0,039 | 0,42 | 0,038 | 0,098 | 0,17 | 0,48 | 0,23 | 0,028 | 0,03 | 0,16 | 0,093 | 0,04 | 0,34 | | 500 | |
| Acénaphthène | en mg.kg-1 | 0,08 | 0,093 | 0,1 | 0,017 | 0,21 | 0,36 | 0,086 | 0,23 | 0,081 | 0,089 | 0,15 | 0,33 | 0,04 | 0,071 | 0,085 | 1,1 | 2,8 | 0,015 | 0,26 | | | |
| Fluorène | en mg.kg-1 | 0,1 | 0,12 | 0,22 | 0,032 | 0,44 | 0,51 | 0,11 | 0,48 | 0,097 | 0,16 | 0,11 | 0,54 | 0,11 | 0,1 | 0,071 | 0,96 | 1,7 | 0,02 | 0,28 | | | |
| Phénanthrène | en mg.kg-1 | 0,41 | 0,28 | 1,5 | 0,15 | 2,1 | 2,5 | 0,29 | 2,7 | 0,23 | 0,95 | 0,62 | 3,8 | 0,19 | 0,19 | 0,36 | 6,4 | 12 | 0,24 | 0,87 | | 50000 | |
| Anthracène | en mg.kg-1 | 0,18 | 0,082 | 0,52 | 0,05 | 0,83 | 0,8 | 0,081 | 0,81 | 0,072 | 0,36 | 0,16 | 1,2 | 0,071 | 0,072 | 0,1 | 2,2 | 3,2 | 0,085 | 0,59 | | | |
| Fluoranthène | en mg.kg-1 | 1,3 | 0,69 | 4,2 | 0,47 | 3,6 | 5,4 | 0,75 | 6,1 | 0,6 | 3 | 1,5 | 10 | 0,39 | 0,41 | 0,85 | 12 | 23 | 0,6 | 2,85 | | 50000 | |
| Pyrène | en mg.kg-1 | 0,96 | 0,59 | 3,2 | 0,29 | 2,5 | 4,2 | 0,69 | 5,4 | 0,52 | 2,5 | 1,3 | 9,3 | 0,29 | 0,3 | 0,61 | 9,4 | 17 | 0,5 | 1,5 | | | |
| Benzo(a)anthracène | en mg.kg-1 | 0,84 | 0,34 | 2,3 | 0,24 | 1,6 | 3 | 0,37 | 3,8 | 0,34 | 1,3 | 1,1 | 4,3 | 0,22 | 0,25 | 0,52 | 6,6 | 11 | 0,26 | 0,93 | | 1000 | |
| Chrysène | en mg.kg-1 | 0,66 | 0,39 | 2,6 | 0,19 | 1,7 | 3 | 0,44 | 4,8 | 0,38 | 1,7 | 0,99 | 5,9 | 0,25 | 0,25 | 0,42 | 6,4 | 8,2 | 0,38 | 1,59 | | 1000 | |
| Benzo(b)fluoranthène | en mg.kg-1 | 1,4 | 0,59 | 3,3 | 0,43 | 2,2 | 3 | 0,81 | 6,3 | 0,64 | 2,5 | 1,6 | 7,7 | 0,34 | 0,35 | 0,92 | 7,7 | 15 | 0,4 | 0,9 | | 1000 | |
| Benzo(k)fluoranthène | en mg.kg-1 | 0,53 | 0,31 | 0,81 | 0,14 | 0,78 | 1,8 | 0,35 | 0,85 | 0,3 | 1,1 | 0,49 | 1,9 | 0,2 | 0,11 | 0,22 | 1,7 | 3,9 | 0,2 | 0,4 | | | |
| Benzo(a)pyrène | en mg.kg-1 | 1,1 | 0,37 | 2 | 0,32 | 1,4 | 2,3 | 0,5 | 3,8 | 0,38 | 1,4 | 1,6 | 3,8 | 0,29 | 0,25 | 0,65 | 5,6 | 9,8 | 0,43 | 1,015 | | 1000 | |
| Dibenzo(ah)anthracène | en mg.kg-1 | 0,46 | 0,23 | 0,69 | 0,11 | 0,57 | 1 | 0,32 | 1,6 | 0,24 | 0,78 | 0,74 | 2,6 | 0,12 | 0,12 | 0,19 | 2,5 | 4,4 | 0,06 | 0,16 | | 1000 | |
| Benzo(ghi)perylène | en mg.kg-1 | 0,73 | 0,37 | 1,7 | 0,29 | 0,99 | 2 | 0,5 | 3,2 | 0,39 | 1,3 | 1 | 3,5 | 0,22 | 0,22 | 0,44 | 4,3 | 8 | 1,7 | 5,65 | | | |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyrène | en mg.kg-1 | 0,71 | 0,33 | 1,9 | 0,36 | 1,2 | 2,2 | 0,4 | 3,3 | 0,34 | 1,1 | 0,93 | 3,3 | 0,21 | 0,25 | 0,5 | 5,2 | 9,7 | 1,7 | 5,65 | | 10000 | |
| Somme des HAP | en mg.kg-1 | 9,7 | 4,9 | 25 | 3,1 | 20 | 32 | 5,8 | 44 | 4,7 | 18 | 13 | 59 | 3,2 | 3 | 6 | 72 | 130 | - | - | 22,8 | 500 | |
| Composés organostanniques | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MBT | en µg.kg-1 | 4,7 | 24 | 6,1 | 9,6 | <2,5 | <2,5 | 110 | 66 | 26 | 25 | 9,6 | 77 | 3,5 | 6,8 | 34 | 58 | 110 | | | | | |
| DBT | en µg.kg-1 | 9,6 | 50 | 7,1 | 10 | 3,5 | <2,5 | 190 | 120 | 47 | 80 | 73 | 140 | 4,3 | 7,7 | 48 | 53 | 280 | | | | | |
| TBT | en µg.kg-1 | 16 | 47 | 4 | 10 | <2,5 | <2,5 | 140 | 77 | 48 | 76 | 170 | 91 | 3,9 | 5,7 | 69 | 30 | 250 | 100 | 400 | 100 | 3000000 | |

SYNTHESE QUALITATIVE DES RESULTATS – REFERENTIELS LOI EAU ET DECHETS

Source analyses : Eurofins Environnement

| | |
|---------------------------------|-------|
| Valeur au dessus de N1 | 0,45 |
| Valeur au dessus de N2 | 0,190 |
| Valeur au dessus de N2 et de S1 | 346 |

| | |
|--------|--|
| S1 | Valeur seuil Loi Eau à considérer pour le déclenchement des essais de dangerosité HP14, selon protocole HP14 (Guide INERIS 2016) |
| CEREMA | Proposition de valeurs seuils (CEREMA / INERIS) caractérisant la dangerosité des sédiments, selon les critères HP 4 à 11 et HP 13 de l'annexe III de la directive Cadre Déchets n°2008/98 UE. Rapport INERIS Février 2017. |
| n.a. | Paramètre Non Analysé |

Planche 3

DIAGNOSTIC SÉDIMENTAIRES BASSIN SAINT-CHARLES ET CANAL DE CAEN À LA MER

Demandeur

B.E.

B.E.

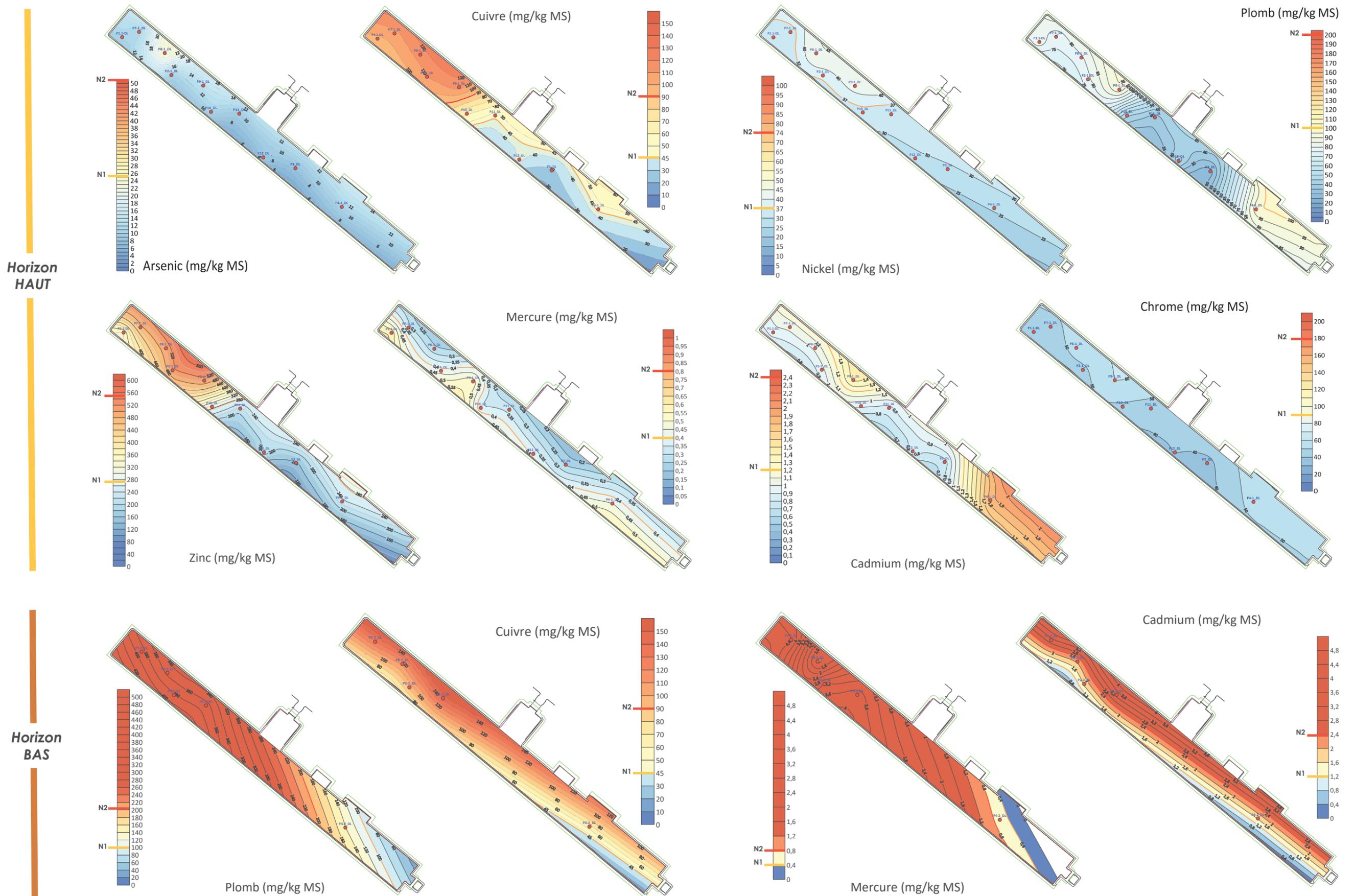


| Localisation | PNA - Bassin Saint-Pierre | | | | | | | | | | | | | | | | PNA Canal de Caen à la Mer | | Critères d'admission des déchets dans les décharges | | |
|---|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---|--|---|
| | PNA - Bassin Saint-Pierre | | | | | | | | | | | | | | | | PNA Canal de Caen à la Mer | | Directive Européenne du 19 décembre 2012 | | |
| Stations | P1.1-DL | P2-1_DL | P2-2_DL | P3_DL | P4-1_DL | P4-2_DL | P7-1_DL | P7-2_DL | P8-1_DL | P8-2_DL | P9-1_DL | P9-2_DL | P10_DL | P11_DL | P12_DL | P5_DL | P6_DL | Arrêté du 12 décembre 2014 | Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) | Installation de Stockage de Déchets non inertes et Non Dangereux (ISDND) | Installation de Stockage de Déchets Non Inertes et Dangereux (ISDD) |
| Date | 24/07/2018 | 25/07/2018 | 26/07/2018 | 24/07/2018 | 24/07/2018 | 23/07/2018 | 25/07/2018 | 26/07/2018 | 25/07/2018 | 26/07/2018 | 25/07/2018 | 26/07/2018 | 25/07/2018 | 25/07/2018 | 25/07/2018 | 24/07/2018 | 24/07/2018 | | | | |
| Ref Laboratoire | 18E083462-001 | 18E083462-003 | 18E083462-004 | 18E083462-005 | 18E083462-006 | 18E083462-007 | 18E083462-010 | 18E083462-011 | 18E083462-012 | 18E083462-013 | 18E083462-014 | 18E083462-015 | 18E083462-016 | 18E083462-017 | 18E083462-018 | 18E083462-008 | 18E083462-009 | | | | |
| Analyses réalisées sur brut | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polluants organiques sur brut | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - COT sur brut | mg/kg MS | 68 100 | 75 200 | 18 600 | 58 800 | 37 800 | 49 000 | 64 600 | 50 100 | 74 200 | 44 000 | 71 700 | 55 400 | 67 100 | 64 900 | 54 300 | 61 000 | 62 100 | < 30 000 * | < 50 000 | - |
| - Somme des PCBi (Σ7) | mg/kg Ms | 0,02 | 0,034 | 0,075 | 0,0055 | 0,09 | 0,016 | 0,031 | 0,12 | 0,026 | 0,15 | 0,03 | 0,16 | 0,097 | 0,0025 | 0,012 | 0,026 | 0,0013 | < 1 | - | - |
| - Somme des HAP (Σ16 US-EPA) | mg/kg Ms | 9,7 | 4,9 | 25 | 3,1 | 20 | 32 | 5,8 | 44 | 4,7 | 18 | 13 | 59 | 3,2 | 3 | 6 | 72 | 130 | < 50 | - | - |
| - Somme des BTEX | mg/kg Ms | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | < 6 | - | - |
| - Indice HC (C10-C40) | mg/kg Ms | 3020 | 513 | 1640 | 2830 | 812 | 1060 | 506 | 3660 | 517 | 1370 | 646 | 1640 | 504 | 465 | 315 | 2130 | 1750 | < 500 | - | - |
| Analyses réalisées sur l'éluat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Micropolluants minéraux (métaux lourds) sur éluats | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - Arsenic | mg/kg sec | <0.41 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.21 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | < 0,5 | < 2 | < 25 |
| - Baryum | mg/kg sec | 0,72 | 0,43 | 0,33 | 0,75 | 0,34 | 0,34 | 0,26 | 0,83 | 0,33 | 0,33 | 0,28 | 0,34 | 0,66 | 0,33 | 0,28 | 0,41 | 0,59 | < 20 | < 100 | < 300 |
| - Chrome | mg/kg sec | <0.21 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | < 0,5 | < 10 | < 70 |
| - Cuivre | mg/kg sec | <0.41 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.21 | <0.20 | 0,3 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | < 2 | < 25 | < 100 |
| - Molybdène | mg/kg sec | 0,21 | 0,4 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | 0,13 | 0,28 | 0,41 | 0,35 | 0,22 | 0,1 | 0,15 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,23 | < 0,5 | < 10 | < 30 |
| - Nickel | mg/kg sec | <0.21 | <0.10 | <0.10 | 0,14 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | 0,14 | <0.10 | 0,14 | <0.10 | <0.10 | 0,15 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | < 0,4 | < 10 | < 40 |
| - Plomb | mg/kg sec | <0.21 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | 0,12 | 0,42 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | 0,21 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | < 0,5 | < 10 | < 50 |
| - Zinc | mg/kg sec | <0.41 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.21 | <0.20 | 0,23 | 1,05 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 0,34 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | < 4 | < 50 | < 200 |
| - Cadmium | mg/kg sec | <0.004 | <0.002 | <0.002 | 0,002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0,004 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0,002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | < 0,04 | < 1 | < 5 |
| - Mercure | mg/kg sec | <0.002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0,003 | <0.001 | 0,002 | <0.001 | <0.005 | 0,001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | < 0,01 | < 0,2 | < 2 |
| - Antimoine | mg/kg sec | 0,11 | 0,24 | 0,068 | 0,03 | 0,076 | 0,058 | 0,05 | 0,21 | 0,29 | 0,21 | 0,13 | 0,1 | 0,071 | 0,046 | 0,057 | 0,075 | 0,094 | < 0,06 | < 0,7 | < 5 |
| - Sélénium | mg/kg sec | 0,029 | 0,015 | <0.01 | 0,023 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0,017 | 0,016 | 0,014 | <0.01 | 0,011 | 0,018 | 0,017 | <0.01 | <0.01 | 0,012 | < 0,1 | < 0,5 | < 7 |
| Autres paramètres sur éluat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - COT | mg/kg MS | 920 | 680 | 360 | 590 | 430 | 380 | 210 | 730 | 660 | 350 | 570 | 490 | 730 | 790 | 370 | 320 | 670 | < 500 * | < 800 | < 1 000 |
| - Fraction soluble | mg/kg MS | 91 000 | 23 700 | 7 850 | 24 900 | 15 600 | 11 600 | 5 730 | 14 200 | 25 900 | 16 900 | 20 200 | 12 400 | 34 800 | 33 800 | 20 700 | 19 200 | 29 000 | < 4 000* | < 60 000 | < 100 000 |
| - Chlorures | mg/kg MS | 36 600 | 11 200 | 2 220 | 10 300 | 6 700 | 5 290 | 2 600 | 5 590 | 12 800 | 6 220 | 8 880 | 4 700 | 15 300 | 11 900 | 8 440 | 7 720 | 11 300 | < 800 * | < 15 000 | < 25 000 |
| - Fluorures | mg/kg MS | 7,79 | 5,6 | <5.00 | <5.00 | 5,93 | 5,18 | <5.00 | <5.00 | 5,29 | <5.00 | 5,54 | <5.00 | <5.00 | 6,71 | <5.00 | <5.00 | 6,34 | < 10 | < 150 | < 500 |
| - Sulfates | mg/kg MS | 8 250 | 1 180 | 995 | 2 490 | 380 | 1 360 | 524 | 1 260 | 1 160 | 1 260 | 1 070 | 792 | 3 170 | 1 190 | 1 740 | 2 800 | 3 020 | < 1 000 * | < 20 000 | < 50 000 |
| - Indices phénols | mg/kg Ms | <1.03 | <0.51 | <0.51 | <0.50 | <0.52 | <0.51 | <0.50 | <0.51 | <0.50 | <0.50 | <0.50 | <0.50 | <0.50 | <0.50 | <0.50 | <0.50 | <0.50 | < 1 | - | - |

SYNTHESE QUALITATIVE DES RESULTATS – REFERENTIELS DECHETS (ISDI)

Source analyses : Eurofins Environnement

| | | |
|--|--|---|
| Demandeur | B.E. | B.E. |
|  <small>PORTS NORMANDS ASSOCIES AUTORITE PORTUAIRE CAEN-QUISTREHAM CHERBOURG</small> |  <small>idra ENVIRONNEMENT</small> |  <small>idradio LABORATOIRE</small> |



SYNTHÈSE QUALITATIVE DES RESULTATS (N1/N2) – REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE DE LA CONTAMINATION PAR STRATE

Source analyses : Eurofins Environnement

Interpolation : Surfer v15, méthode par « Krigeage » & « Minimum curvature »

| | | |
|-----------|------|------|
| Demandeur | B.E. | B.E. |
| | | |

3.2. ANALYSES CHIMIQUES VIS-A-VIS DU REFERENTIEL LOI EAU N1/N2

Les résultats des analyses chimiques sont synthétisés en **Planche 3** :

3.2.1. Eléments traces métalliques

Sur les 17 échantillons analysés, **15 présentent des niveaux de dégradation pour les éléments traces métalliques (ETM)**. Seuls les échantillons P3 et P12 sont exemptes de dépassement des seuils réglementaires N1 ou N2, établis par le Groupe GEODE et l'IFREMER respectivement sur la base de 2 fois la médiane nationale des concentrations rencontrées dans les ports pour le seuil N1 et 4 fois pour le seuil N2.

Les principaux éléments traces déclassant sont le **Cuivre** avec des valeurs **dépassant dans 9 cas sur 15 le seuil N2** (90 mg/kg MS). Le **Plomb**, le **Zinc**, le **Mercure** et le **Cadmium** dépassent tous les seuils N2 associés sur plus de 2 échantillons.

En termes de répartition, les stations les plus impactées, au niveau du bassin Saint-Pierre, en nombre de dépassements des seuils réglementaires sont P2-2, P7-2, P8-2, et P9-2, **soit systématiquement les horizons bas du carottage**.

Plusieurs cartes de répartitions des concentrations en ETM au sein du bassin Saint-Pierre ont été réalisées par interpolation⁵ entre les mesures de concentration par station et par paramètre (méthode du « krigeage » ou du « minimum curvature ») (**Planche 5**). Celles-ci mettent en exergue ou confirment :

- Une contamination plus importante **sur l'horizon inférieur** (strate basse >1m) correspondant à des dépôts plus anciens et concernant les paramètres **Plomb, Cuivre, et Cadmium** (1,2 à 2 fois le seuil N2), et **Mercure** (6 fois le seuil N2).
- Une imprégnation du milieu plus marquée sur le secteur Nord-Ouest du bassin, correspondant à la zone des postes de plaisance d'une part, mais aussi à un **exutoire pluvial collectant un bassin versant urbain conséquent** se jetant dans l'angle Ouest du bassin. Les paramètres concernés sont ici le **Cuivre**, le **Zinc** et le **Plomb**.

Concernant le **Canal de Caen à la mer**, les stations P5 et P6 indiquent pour les ETM un dépassement des seuils N1 pour le Cuivre, Plomb, Zinc, Mercure, Cadmium sur P5 et uniquement en Cuivre pour P6, ces niveaux de dépassement restant médian par rapport aux seuils réglementaires.

3.2.2. Polluants organiques

3.2.2.1. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

L'ensemble des stations est impacté en HAP. Seules les stations P3, P10 et P11 ne présentent pas de dépassement des seuils N2. A noter que les concentrations atteignent des valeurs en somme des 16 HAP_{US-EPA} comprises entre 3 et 130 mg/kg MS, ce qui correspond pour des sédiments à des valeurs très fortes, les valeurs les plus fortes étant localisées sur les 2 stations du Canal de Caen à la mer (72 et 130 mg/kg MS).

⁵ Ces cartes doivent être considérées comme indicatives du fait d'un maillage des stations relativement réduit en particulier sur l'horizon bas, et donnant une tendance des gradients de répartition.

3.2.2.2. Polychlorobiphényles (PCB)

Concernant les 7 PCB indicateurs, ceux-ci sont détectés sur toutes les stations. **8 échantillons présentent des dépassements de seuils N1, dont 6 dépassent aussi les seuils N2**.

On relève à nouveau une contamination plus marquée pour l'horizon bas échantillonné, soit des dépassements N2 sur les stations **P2-2, P7-2, P8-2, P9-2**.

3.2.2.3. Organostanniques (TBT)

Le paramètre réglementé **Tributylétain** est peu présent : 3 échantillons dépassent le seuil N1 de 100 µg/kg MS (**P7-1, P9-1 et P6**) avec des valeurs comprises entre 130 à 250 µg/kg MS, localisées au niveau des postes de plaisance.

Quelques soient les échantillons considérés, les sédiments du bassin Saint-Pierre et du canal de Caen à la mer présentent un niveau de dégradation avéré, voire très fort, au regard du référentiel Loi Eau, et ne pourraient vraisemblablement pas prétendre à une ré-immersion.

3.3. ANALYSES CHIMIQUES VIS-A-VIS DU REFERENTIEL DECHET

Comparés aux seuils de l'arrêté du 12 décembre 2014, les résultats d'analyse des échantillons indiquent des **dépassements des seuils inertes sur 7 paramètres récurrents (Planche 4)** :

- **COT sur Brut** : valeurs comprises entre 37 800 et 75 200 mg/kg MS, pour un seuil ISDND à 30 000 mg/kg MS ;
- **COT sur éluat** : valeurs comprises entre 570 et 920 mg/kg MS, pour un seuil ISDND à 500 mg/kg MS ;
- **Indice Hydrocarbure (C10-C40)** : valeurs comprises entre 506 et 3660 mg/kg MS, pour un seuil ISDND à 500 mg/kg MS ;
- **Fraction soluble** : valeurs comprises entre 5 730 et 91 000 mg/kg MS, pour un seuil ISDND à 4 000 mg/kg MS ;
- **Chlorures** : valeurs comprises entre 2 220 et 36 600 mg/kg MS pour un seuil ISDND à 800 mg/kg MS ;
- **Sulfates** : valeurs comprises entre 1 160 et 8 250 mg/kg MS, pour un seuil ISDND à 1000 mg/kg MS.
- **8 stations dépassent la valeur seuil inerte pour la somme des 16HAP** (seuil à 50 mg/kg MS) : P9-2, P6 et P6.
- **L'Antimoine est aussi détecté de manière récurrente avec un dépassement du seuil inerte** (valeurs comprises entre 0.068 et 0.29 mg/kg MS, pour un seuil inerte à 0.06 mg/kg MS).

Si les dépassements associés aux paramètres Chlorures, Fraction soluble et Sulfates restent cohérents avec le milieu étudié sous influence marine où un déclassement systématique des seuils inertes est constaté, d'autres paramètres sont ici déclassant du fait de polluants non liés à cette origine.

A noter que **tous les éléments traces métalliques** (sauf pour l'Arsenic) sont ici détectés, sans pour autant afficher un dépassement des seuils inertes.

Au regard des concentrations mesurées, tous les échantillons de sédiments du bassin Saint-Pierre et du Canal de Caen à la mer sont considérés comme non inertes (non acceptables en ISDI), dans le cas d'une gestion à terre.

3.4. ANALYSES CHIMIQUES VIS-A-VIS DU REFERENTIEL DECHET : CARACTERISATION DE LA DANGEROUSITE

3.4.1. Critères HP-4 à HP8 8 et HP-10, HP11 et HP13

La **Planche 3** présente une comparaison des concentrations sur brut aux valeurs seuils recommandées par l'INERIS sur sédiment.

Quels que soient les paramètres considérés, aucun dépassement n'est constaté :

- Pour les ETM, les concentrations sont plus faibles d'un facteur 1,3 (Plomb) à 158 (Cadmium) ;
- Pour les 7 PCBi, les concentrations sont inférieures au seuil de dangerosité d'un facteur 1250 ;
- Pour pour les HAP, les concentrations sont plus faibles d'un facteur 3,84 pour la somme des 16 HAP à 4160 pour l'Anthracène.
- Enfin, pour le TBT, le seuil de 3 000 mg/kg MS proposé n'est jamais atteint (facteur 12 000).

Au regard des valeurs rencontrées, critères de dangerosité

Sur la base des paramètres pris en compte dans le rapport CEREMA-INERIS et des valeurs seuils proposées, les résultats sur les sédiments du bassin Saint-Pierre et du Canal de Caen à la mer présentent une non dangerosité vis-à-vis des propriétés de danger « HP-4 à HP-8, HP-10, HP-11 et HP-13 ».

3.4.2. Critère HP-12 (dégagement d'un gaz à toxicité aiguë)

Concernant le critère HP-12, les mesures de dégagement gazeux (bulletins laboratoire en **Annexe 2**) n'ont détecté aucune émission gazeuse sur aucun des échantillons de sédiment.

Sur la base du protocole proposé dans le rapport INERIS, les résultats sur les sédiments du bassin Saint-Pierre et du Canal de Caen à la mer indiquent une non dangerosité vis-à-vis de la propriété de danger « HP-12 ».

3.4.1. Critère HP-14 (écotoxicité)

3.4.1.1. Analyses chimiques

La première étape du protocole HP14 INERIS/BRGM repose sur une analyse comparative des concentrations de contaminant sur brut aux seuils « S1 » Loi Eau, et N1 pour le paramètre TBT. Ces résultats figurent dans le tableau **Planche 3**.

Sur les 17 échantillons analysés, 5 peuvent être d'emblée considérés comme non dangereux vis-à-vis de la propriété de danger HP-14 : P3, P4, P10, P11, P12, aucun dépassement des valeurs seuil S1 ou N1 TBT n'ayant été relevé.

Néanmoins, compte tenu des fortes concentrations en contaminants relevées, tous les échantillons ont néanmoins fait l'objet d'essais écotoxiques (2nde étape du protocole dédié).

3.4.1.2. Essais écotoxiques

Les 17 échantillons ont été testés selon la démarche dite « au seuil », où les valeurs seuils sont respectivement de 20 % pour l'essai de toxicité chronique par inhibition de la reproduction du rotifère *Brachionus calyciflorus* (NF ISO 20666) et de 50 % pour les essais de toxicité aiguë par inhibition de la luminescence de la bactérie *Vibrio fischeri* (NF EN ISO 11 348-3) et par inhibition de l'émergence et de la croissance foliaire de semences sur l'avoine *Avena sativa*.

Le déchet est qualifié de dangereux si l'effet inhibiteur observé à la concentration seuil de 1% ou 10% est respectivement supérieur à 20 % ou à 50 %.

Les essais (cf. bulletins en **Annexe 2**), ont montré que :

- L'éluat des sédiments ne présente pas de toxicité aiguë ni chronique susceptible de leur conférer un caractère dangereux ;
- Les sédiments ne présentent pas de toxicité aiguë vis-à-vis de l'émergence de semences (*Avena sativa*) susceptible de leur conférer un caractère dangereux ;
- Les sédiments ne présentent pas de toxicité aiguë vis-à-vis de la croissance de l'avoine (*Avena sativa*).

Sur la base du protocole proposé dans le rapport INERIS et des critères proposés, les résultats sur les sédiments du bassin Saint-Pierre et du Canal de Caen à la mer indiquent une non dangerosité vis-à-vis de la propriété de danger « HP-14 ».

4. CONCLUSIONS

Le diagnostic sédimentaire réalisé dans le bassin Saint-Pierre et le canal de Caen à la mer en Juillet 2018 a permis de mettre en évidence les constats suivants :

- Des **sédiments présentant une granulométrie limoneuse dominante**, avec pour quelques stations une distribution bimodale indiquant la présence d'une fraction sableuse ;
- Un **dépassement de seuils Loi Eau N1 voire N2 observé sur l'ensemble des 17 échantillons collectés**, avec une présence bien plus marquée des contaminants dans l'horizon bas à draguer, et plutôt localisée dans le secteur Nord-Ouest du bassin pour les ETM ;
- **Des dépassements quasi systématiques des seuils ISDI**, lesquels dépassements sont inhérents à la fois aux paramètres relevant de l'influence marine sur les sédiments (chlorures, fraction soluble), mais aussi d'autres contaminants déclassants.
- **Une absence de dangerosité caractérisée** au regard du référentiel déchet en l'état actuel des protocoles de caractérisation pour les critères HP-1 à HP-15.

Sur cette base, les sédiments extraits de leur milieu aquatique répondent à une catégorie de déchets classés non dangereux, non inertes (DND).

Dans l'hypothèse d'un stockage définitif, ces sédiments devront rejoindre une ISDND habilitée : soit de type monospécifique sédiment, soit apte à recevoir des matériaux de ce type et à en gérer les effluents.

Cependant, du fait de leur catégorisation en déchets non dangereux, ces matériaux peuvent aussi réglementairement prétendre à une valorisation.

Leur finesse granulométrique leur confère des propriétés en l'état peu structurantes ; moyennant un processus de traitement visant à restructurer les matériaux par ajout d'une fraction grossière et/ou en formulation avec un liant, ils pourraient potentiellement être réemployer dans des opérations d'aménagement (couche de remblais, merlon paysager ou anti-bruit, etc...). Des essais de type géomécanique seront alors nécessaires (PROCTOR / IPI, GTR, ...).

Leur propriété imperméable intrinsèque permettrait de confirmer un réemploi possible en couche de barrière passive (essai complémentaire au perméamètre sont par exemple envisageables).

Dans tous les cas, si une filière de réemploi est envisagée, il conviendra de cadrer les modalités de gestion des matériaux vis-à-vis des risques de percolation et d'éluion des contaminants néanmoins présents en concentration non négligeables. Ce cadrage pourra consister à définir la viabilité environnementale de chaque filière avec une approche d'analyse des risques environnementaux (ERE), voire sanitaires (ERS) selon les usages (étude des voies de transfert et exposition à long termes). Des essais de percolation peuvent par exemple permettre de bien cerner le comportement des contaminants à long termes.

REFERENCES / BIBLIOGRAPHIE

• Références réglementaires ou à portée légale :

Arrêté du 9 août 2006 – modifiant l'arrêté du 23 février 2001 fixant les prescriptions générales applicables aux travaux de dragage et rejet y afférent soumis à déclaration en application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau et relevant de la rubrique 3.4.0 (2° [a, II], 2° [b, II] et 3° [b]) de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié.

Arrêté du 8 février 2013 – complémentaire à l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

Arrêté du 17 juillet 2014 – complémentaire à l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

Arrêté du 12 décembre 2014 – relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées, notamment son annexe II.

Circulaire n°2000-62 du 14 juin 2000 – relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire défini par l'arrêté interministériel. Instructions techniques portant sur le prélèvement et l'analyse des déblais de dragage – volet échantillonnage.

JOUE, 2002. – Décision du Conseil du 19 décembre 2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE.

MEEDDAT, 2008. – Circulaire Dragage - Procédures relatives à la gestion des sédiments lors de travaux ou d'opérations impliquant des dragages ou curages maritimes et fluviaux. NOR : DEVO0814441C.

• Références guides/échantillonnage/analyses/normes/sédiment :

AQUAREF, 2011. – Guide des prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques, échantillonnage et analyse des eaux et des sédiments en milieu continental. Rapport avec la participation de l'INERIS, BRGM, CEMAGREF, LNE. – 96p.

AQUAREF, 2011. – Guide d'échantillonnage et de pré-traitement des sédiments en milieu continental pour les analyses physico-chimiques de la DCE – ONEMA, MEDDTL –24p.

BRGM, 2013 – Test du protocole d'écotoxicologie (critère HP14) pour l'évaluation du caractère dangereux de sédiments destinés à une gestion à terre. Rapport BRGM RP-61420-FR.

Circulaire n°2000-62 du 14 juin 2000 – relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire défini par l'arrêté interministériel. Instructions techniques portant sur le prélèvement et l'analyse des déblais de dragage – volet échantillonnage ; pp 7-9.

ENV. CANADA, 1994. – Document d'orientation sur le prélèvement et la préparation de sédiments en vue de leur caractérisation physico-chimique et d'essais biologiques – Rapport SPE 1/RM/29 – Série de la protection et de l'environnement – 178p ;

FOURNIER J., BONNOT-COURTOIS C., PARIS R., VOLDOIRE O., LE VOT M., 2012. Analyses granulométriques, principes et méthodes. CNRS, Dinard, 99 p.

INERIS, 2016 – *Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité* / INERIS DRC-15-149793-06416A, Février 2016. 54p + annexes.

INERIS, 2015 – *Propriété de danger des déchets HP 12 – Proposition d'une méthode d'évaluation et premiers résultats*. Rapport d'étude DRC-14-141679-08275A. Avril 2015.

INERIS, CEREMA, 2016 – *Valorisation de sédiments en technique routière – GT1 – Evaluation de la dangerosité de seuils et confrontation à des données françaises*. Rapport INERIS DRC-16-149793-00431A. Mars 2016.

ISO 5667-12, *Qualité de l'eau – Échantillonnage – Partie 12 : Guide général pour l'échantillonnage des sédiments*.

ISO 5667-17, *Qualité de l'eau – Échantillonnage – Partie 17: Lignes directrices pour l'échantillonnage des sédiments en suspension*.

MURDOCH & MACKNIGHT, 1991. – *Handbook of Techniques for Aquatic Sediments Sampling* – CRC Press, Inc., Boca Raton, FL – 210p ;

UNEP, 2007. – *Manuel d'échantillonnage et d'analyse des sédiments. Programme des Nations Unies pour l'Environnement - Plan d'action pour la méditerranée*. UNEP(DEPI)/MED WG.321/Inf.4 – 29p.

ANNEXE 1

RAPPORT DE CAMPAGNE TERRAIN ET DESCRIPTIF DES PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS



INVESTIGATIONS GEOLOGIQUES

Projet de dragage du bassin Saint Pierre et du canal

18/04337/CAEN

14000 - CAEN

Bassin Saint Pierre et Canal de Caen à la Mer

03/08/2018

COMPTE-RENDU D'INTERVENTION

**Projet de dragage du Bassin Saint Pierre et
 du Canal de Caen à la Mer**

18/04337/CAEN

14000 - CAEN

| Référence : 18/04337/CAEN | | | | Établi par | Vérifié par | Approuvé par |
|---------------------------|------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|-------------|----------------------------|
| Indice | Date | Modifications Observations | Nbre pages Texte + Annexes | | | |
| 0 | 03/08/2018 | Première émission | 24 | P.ANCIAN | M.DESTOMBES | G.GALLIEN & T.PORTENART |
| A | | | | | | |
| B | | | | | | |
| C | | | | | | |

NB : l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| INVESTIGATIONS GEOLOGIQUES..... | 1 |
| I. CADRE DE L'INTERVENTION | 4 |
| I.1. INTERVENANTS | 4 |
| I.2. PROJET, DOCUMENTS RECUS ET HYPOTHESES..... | 4 |
| I.3. MISSION | 4 |
| II. MOYENS MATERIELS ET HUMAINS | 5 |
| II.1. LE SITE | 5 |
| II.2. MOYENS MATERIELS ET HUMAINS..... | 5 |
| III. JOURNAL D'INTERVENTION | 7 |
| IV. OPERATION ET METHODOLOGIE | 9 |
| V. DONNEES DES RECONNAISSANCES | 10 |
| V.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOLS..... | 10 |
| V.2. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES | 10 |
| Conditions générales | 11 |
| Conditions générales (SUITE) | 12 |
| ANNEXES..... | 13 |

I. CADRE DE L'INTERVENTION

I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de IDRA BIO LITTORAL, GEOTEC a réalisé une campagne de prélèvements par carottage sur différentes zones du bassin Saint Pierre et du Canal de Caen à la Mer à Caen - 14000, dans le cadre du projet de dragage.

I.2. PROJET, DOCUMENTS RECUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GEOTEC :

| <i>Documents</i> | <i>Émetteur</i> | <i>Référence</i> | <i>Date</i> | <i>Échelle</i> | <i>Cote altimétrique</i> | <i>Remarques</i> |
|---|-----------------|---|-------------|----------------|--------------------------|------------------|
| CCTP | PNA | MA 2015_043 O CCTP | - | - | - | |
| Programme d'échantillonnage des sédiments du canal | PNA | | 06/06/17 | 1/1250 | oui | |
| Programme d'échantillonnage des sédiments du bassin | PNA | CA-EP- Bassin st Pierre Bassin ST Pierre sondages | 08/02/18 | 1/1250 | oui | |

Le projet consiste en un approfondissement de certaines zones par dragages du port afin d'atteindre les tirants d'eau nécessaires aux navires attendus.

I.3. MISSION

Conformément à son offre Réf. 2018/04337/CAEN IndA du 16/07/18, GEOTEC a reçu pour mission la réalisation de prélèvements de sédiments avec la transmission des échantillons prélevés directement sur site à la société IDRA, dans le but de caractériser les matériaux de dragages. Le nombre de stations à échantillonner a été défini par PNA et se résume de la manière suivante :

- Canal de Caen à la mer : 2 stations notées point 5 et point 6.
- Bassin Saint Pierre : 10 stations notées point 1 à 4 et point 7 à 12.

Sur chaque station, il a été réalisé des carottes de sol de 1.5 à 2m de long. Le nombre de carottes a été calculé pour obtenir la quantité de matière suffisante pour IDRA. Le nombre ainsi que les coordonnées des stations ont été fournis par PNA.

Aucune mission géotechnique au sens de la norme NFP 94-500 ne nous a été confiée.

II. MOYENS MATERIELS ET HUMAINS

II.1. LE SITE

Le site étudié se trouve en commune de CAEN (14000), dans le bassin Saint-Pierre et dans le canal de Caen à la mer.

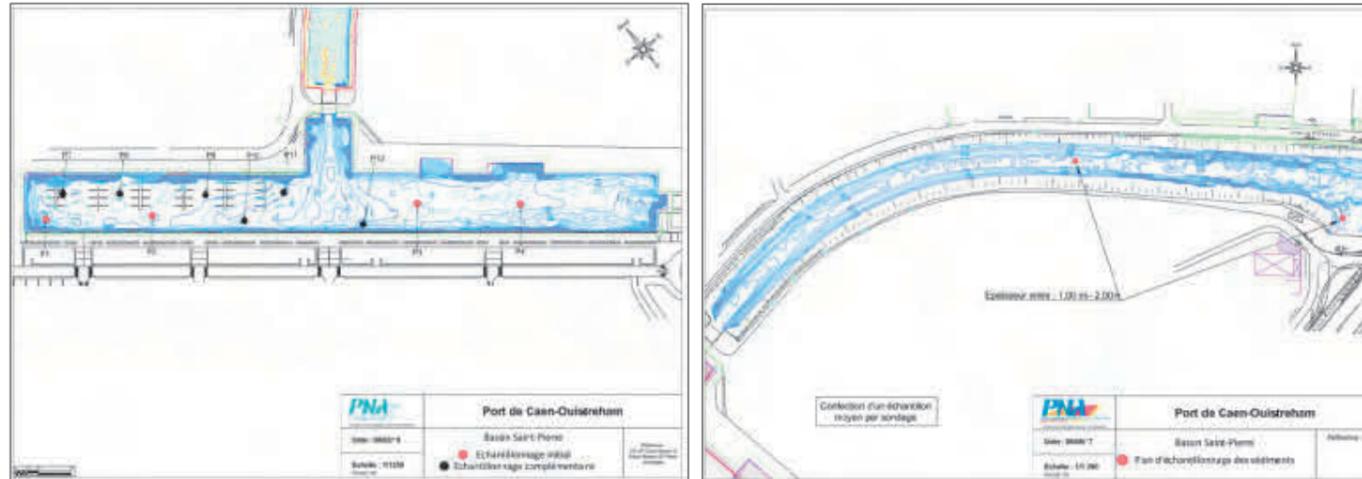


Figure 1 – Plan du site et localisation des prélèvements

II.2. MOYENS MATERIELS ET HUMAINS

Le ponton flottant « SEABORG » de GEOTEC a été mobilisé pour réaliser la campagne de prélèvements. Les caractéristiques de ce ponton sont :

- 11 m de long par 5 m de large
- 3 pieux de 12 m de long

La sondeuse embarquée était une machine de forage de type GEOTEC TB175.



Figure 2 : Ponton Seaborg équipé d'une TB 175

Les moyens mis en œuvre au cours de la présente campagne ont permis la prise d'échantillons au travers des sols jusqu'à 2m par rapport au Fond Bathymétrique (FB).

Pour réaliser les prélèvements demandés, GEOTEC a utilisé un carottier \varnothing 114 LS de 2,0m de long avec différents systèmes de paniers et de billes à succion.

Ce carottier a été équipé de gaines PVC pour permettre la récupération des échantillons.

Le personnel à bord du ponton était constitué de l'équipe de sondage (sondeur et aide-sondeur) du marin en charge du déplacement et du technicien en charge du positionnement du ponton et du suivi des prélèvements.

Un technicien de la société IDRA était également à quai pour récupérer les échantillons prélevés et en assurer flaconnage. Sur chaque station, les sédiments ont été conditionnés sur site par IDRA.

*
* * *

III. JOURNAL D'INTERVENTION

19/07/2018

Mobilisation du matériel sur site : montage du ponton, mise à l'eau et chargement de la sondeuse.
Mise à quai du ponton au quai Hyppolyte Lefevre.

20/07/2018

Mise à quai du ponton au bassin Saint Pierre.

23/07/2018

Positionnement sur le **point 4** :

- Réalisation de 4 passes avec le carottier, seulement 2 échantillons sous gaines ont pu être réalisés. Le reste a été prélevé dans des sacs de prélèvement. Le matériau carotté étant très fluide, il retombe du carottier. Plusieurs méthodes sont utilisées pour essayer de maintenir les matériaux dans le carottier mais les matériaux sont trop fluides et ne sont pas de sédiments meubles.
- Déplacement du ponton de quelques mètres pour tester un nouveau point à proximité immédiate.

Positionnement sur le **point 4bis** :

- Réalisation de 1 passe, aucun échantillon n'a pu être remonté.

Positionnement sur le **point 1** :

- Réalisation de 3 passes, aucun échantillon sous gaine n'a pu être réalisé du fait de la fluidité des sédiments qui ne sont pas des sédiments meubles. L'ensemble des échantillons collectés ont été prélevés dans un sac.

Mise à quai du ponton dans le bassin St-Pierre.

24/07/2018

Positionnement sur le **point 5** :

- Réalisation de 2 passes, 2 échantillons sous gaine sont récupérés.

Positionnement sur le **point 6** :

- Réalisation de 2 passes, 2 échantillons sous gaine sont récupérés.

Etant donné les difficultés de carottage dans le bassin Saint Pierre, le ponton est laissé au quai Hyppolyte Lefevre et les prélèvements sont continués à la benne Van Veen, pour prélever la strate supérieure.

Positionnement avec l'annexe sur le **point 1** et sur les **points 3 à 4** :

- Réalisation de prélèvements à la benne Van Veen.

25/07/2018

Positionnement avec l'annexe sur le **point 2** et sur les **points 7 à 12** :

- Réalisation de prélèvements à la benne Van Veen.

26/07/2018

Nouvelle tentative de carottage à l'aide de la sondeuse sur le ponton. Les points 7, 8, 9 ont été légèrement décalés pour permettre au ponton de manœuvrer et d'approcher au plus près des points théoriques tout en restant à distance des bateaux amarrés au ponton de plaisance.

Positionnement sur le **point 9** :

- Réalisation de 2 passes, 2 échantillons sous gaine sont récupérés.

Positionnement sur le **point 2** :

- Réalisation de 2 passes, 2 échantillons sous gaine sont récupérés.

Positionnement sur le **point 8** :

- Réalisation de 2 passes, le taux de récupération est très faible. Manœuvre avec le ponton pour se rapprocher du point théorique tout en gardant une distance suffisante avec les bateaux amarrés.

- Réalisation de 2 passes, 2 échantillons sous gaine sont récupérés.

Positionnement sur le **point 7** :

- Réalisation de 4 passes dont une avec un taux de récupération extrêmement faible.

Positionnement sur le **point 1** :

- Aucune récupération possible malgré plusieurs tentatives de carottage.

- En parallèle, utilisation par IDRA d'un carottier à main pour récupérer le volume restant.

Le tableau ci-après récapitule les coordonnées des prélèvements ainsi que la cote du fond bathymétrique mesurée au droit du prélèvement et la cote basse de l'échantillon.

| Station | Méthode de prélèvement | Date | Coordonnées (Lambert 93 – CC49) | | Cote du fond bathymétrique (mCM) | Longueur de carottage (m) | Récupération (m) | Cote des matériaux prélevés (mCM) | Cote de la base du prélèvement (mCM) |
|---------|------------------------|---------|---------------------------------|-----------|----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| | | | X | Y | | | | | |
| P4 | Carottage - 2 gaines | 23-juil | 1455776.3 | 8225567.9 | 5.04 | 1.50 | 0.9 ; 0.9 | de 5.04 à 3.54 | 3.54 |
| P4bis | Carottage | | 1455775.1 | 8225550.8 | 4.40 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| P1 | Carottage | | 1455440.8 | 8225873.8 | 5.73 | 0.20 | 0.20 | de 5.73 à 5.53 | 5.53 |
| P5 | Carottage - 2 gaines | 24-juil | 1455985.6 | 8225873.8 | 4.00 | 2.00 | 1.8 ; 1.8 | de 4.0 à 2.2 | 2.20 |
| P6 | Carottage - 2 gaines | | 1456201.9 | 8225829.8 | 4.61 | 2.00 | 1.35 ; 1.0 | de 4.61 à 3.25 | 3.26 |
| P1 | Benne | | 1455440.8 | 8225828.7 | 5.77 | 0.20 | 0.20 | de 5.77 à 5.57 | 5.57 |
| P3 | Benne | | 1455708.9 | 8225622.0 | 4.70 | 0.20 | 0.20 | de 4.7 à 4.5 | 4.50 |
| P4 | Benne | | 1455776.3 | 8225567.9 | 5.24 | 0.20 | 0.20 | de 5.24 à 5.04 | 5.04 |
| P2 | Benne | 25-juil | 1455517.1 | 8225771.3 | 4.34 | 0.20 | 0.20 | de 4.34 à 4.14 | 4.14 |
| P7 | Benne | | 1455470.9 | 8225833.3 | 4.63 | 0.20 | 0.20 | de 4.63 à 4.43 | 4.43 |
| P8 | Benne | | 1455506.1 | 8225797.4 | 4.33 | 0.20 | 0.20 | de 4.33 à 4.13 | 4.13 |
| P9 | Benne | | 1455568.5 | 8225746.4 | 4.46 | 0.20 | 0.20 | de 4.46 à 4.26 | 4.26 |
| P10 | Benne | | 1455568.5 | 8225710.9 | 3.88 | 0.20 | 0.20 | de 3.88 à 3.68 | 3.68 |
| P11 | Benne | | 1455626.0 | 8225635.3 | 3.71 | 0.20 | 0.20 | de 3.71 à 3.51 | 3.51 |
| P12 | Benne | | 1455662.2 | 8225635.7 | 4.68 | 0.20 | 0.20 | de 4.68 à 4.48 | 4.48 |
| P9 | Carottage - 2 gaines | | 1455561.7 | 8225742.0 | 4.84 | 1.80 | 0.9 ; 0.8 | 3.94 à 3.04 | 3.04 |
| P2 | Carottage - 2 gaines | 26-juil | 1455517.9 | 8225766.0 | 5.04 | 2.00 | 1 ; 0.85 | de 4.04 à 3.04 | 3.04 |
| P8 | Carottage - 3 gaines | | 1455502.9 | 8225799.2 | 5.06 | 2.00 | 0.4 ; 0.4 ; 0.4 | 3.46 à 3.06 | 3.06 |
| P7 | Carottage - 3 gaines | | 145573.4 | 8225823.6 | 5.06 | 2.00 | 0.7 ; 0.6 ; 0.6 | 3.76 à 3.06 | 3.06 |

Tableau 1 – Synthèse des prélèvements réalisés

Etant donné la fluidité importante des sédiments constituant le fond du bassin Saint Pierre, lorsqu'une passe de 2 m a été réalisée et que la récupération était inférieure à 2 m, il a été considéré que les sédiments présents dans le carottier, qui étaient plus cohésifs, correspondaient à la fin de la passe, et les sédiments fluides en tête avaient été chassés lors de l'introduction du carottier dans le terrain.

La précision de l'altitude des points et des prélèvements, du fait de la précision de l'outil GNSS, des légers mouvements du ponton et de l'annexe, et aux outils, est de plus ou moins 10cm environ.

IV. OPERATION ET METHODOLOGIE

Les opérations de prélèvement ont eu des difficultés à être réalisées vis-à-vis de la cohésion très faible des sédiments et de leur fluidité importante. Afin d'optimiser au mieux les moyens mis en œuvre et répondre aux objectifs établis, les opérateurs ont suivi les pratiques d'intervention habituelles et ont procédé à des ajustements du carottier et/ou des modifications. Des moyens alternatifs ont également été mis en place avec la benne Van Veen afin de pouvoir répondre à la demande de volume de sédiments pour les essais sur la strate supérieure. Ces éléments sont indiqués ci-dessous :

- Les paniers de récupération situés au bas des carottiers ont été installés pour chaque prélèvement afin d'éviter la perte des échantillons pendant la remontée de l'outil à bord du ponton. Ces paniers faisaient l'objet d'un contrôle après chaque test pour vérifier leurs états et leurs intégrités.
- Parmi les différentes tentatives pour essayer de maintenir les matériaux dans le carottier, le panier au bas du carottier a été assoupli, puis doublé d'un textile pour essayer d'augmenter l'effet « valve », puis remplacé par du textile uniquement, puis remis en place en supprimant certaines de ses lamelles, puis le carottier a été descendu sans panier, et enfin le carottier a été remplacé par un tube plus large, de 2m de long. Ces différents ajustements ont permis de réaliser la campagne en s'adaptant aux sédiments qui localement ne s'apparentaient pas à des sédiments meubles ou des faciès compacts, mais plutôt à des sédiments fluides, tout en fournissant un volume de sédiment suffisant pour IDRA BIO LITTORAL.
- La longueur du carottier a été adaptée aux cotes de reconnaissances attendues : longueur de prise d'échantillons dans le carottier : 2m.

V. DONNEES DES RECONNAISSANCES

V.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOLS

Selon notre connaissance de la zone de travail en question, le faciès suivant a été rencontré :

- **Des vases noires et riches en matière organique** dans le bassin Saint Pierre ;
- **Des vases noires puis une argile grisâtre à débris végétaux** dans le canal.

V.2. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages figure sur le schéma d'implantation en annexe.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions de site, dans un cercle de diamètre 5m autour des coordonnées indiquées. Certains points ont dû être décalés du fait de la présence des bateaux à proximité du point théorique.

Les coordonnées des points de prélèvement ont été relevées à l'aide d'un outil GNSS couplé en RTK au réseau Téria.

Les coordonnées des prélèvements sont données dans le système de projection Lambert 93 CC49.

Les cotes de nivellement sont reportées au zéro du nivellement général de France (NGF 69) puis transformée en Cote Marine (0.00 mCM = -4.08 mNGF - OUISTREHAM)

Nous restons au service des responsables du projet pour tout renseignement ou complément.

*
* *
*

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'article R 214-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accès aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnisations correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes (NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

CONDITIONS GENERALES (SUITE)

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ni lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis. Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses reconnaissances ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la déféctuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

| | | | | |
|---|-----------|----------------------------|-------------|-----------------|
|  LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | <i>P1</i> | Bassin Saint Pierre | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
5.77 mCM

0.20 m Fond bathymétrique
5.57 mCM

ANNEXES

PHOTOS DES PRELEVEMENTS



| | | | | |
|---|-----------|----------------------------|------|--------------|
|  LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | <i>P2</i> | Bassin Saint Pierre | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
4.34 mCM

0.20 m Fond bathymétrique
4.14 mCM



1.00 m Fond bathymétrique
4.04 mCM

2.00 m Fond bathymétrique
3.04 mCM



| | | | | |
|---|-----------|----------------------------|------|--------------|
|  LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | <i>P3</i> | Bassin Saint Pierre | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
4.70 mCM

0..0 m Fond bathymétrique
4.50 mCM



| | | | | |
|---|---------|----------------------------|------|--------------|
|  LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | P4 | Bassin Saint Pierre | CAEN | Juillet 2018 |

0 m Fond Bathymétrique
5.04 mCM

1.50 m Fond Bathymétrique
3.54 mNGF



| | | | | |
|---|---------|----------------------------|------|--------------|
|  LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | P5 | Canal de Caen à la mer | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
4,00 mCM

1.80 m Fond bathymétrique
2.20 mNGF



| | | | | |
|---|---------|----------------------------|------|--------------|
|  LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | P6 | Canal de Caen à la mer | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
4.61 mCM

2.00 m Fond bathymétrique
3.25 mCM



| | | | | |
|---|---------|----------------------------|------|--------------|
|  LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | P7 | Bassin Saint Pierre | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
4.63 mCM

0.20 m Fond bathymétrique
4.43 mCM



1.30 m Fond bathymétrique
3.76 mCM

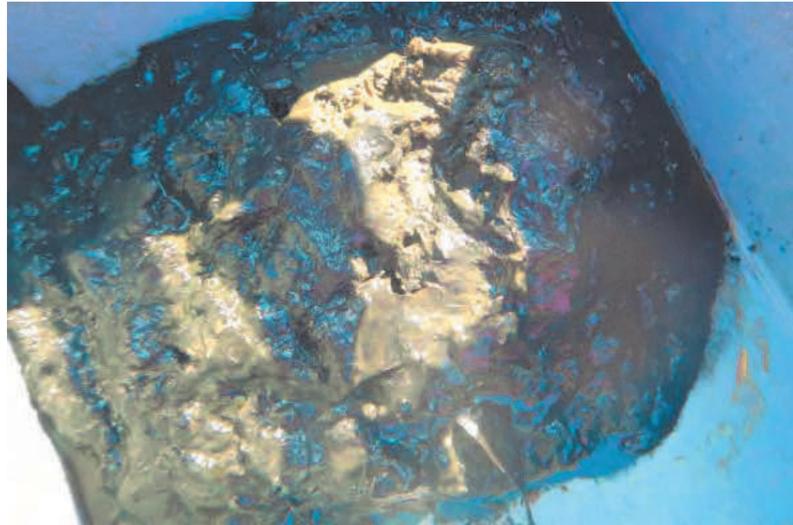
2.00 m Fond bathymétrique
3.06 mCM



| | | | | |
|--|-----------|----------------------------|------|--------------|
|  <small>LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE</small> | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | <i>P8</i> | Bassin Saint Pierre | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
4.33 mCM

0.20 m Fond bathymétrique
4.13 mCM



1.40 m Fond bathymétrique
3.46 mCM

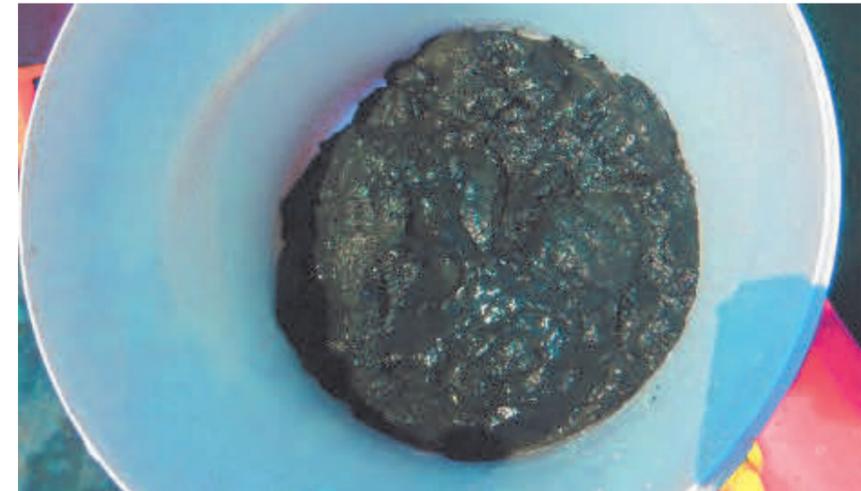
2.00 m Fond bathymétrique
3.06 mCM



| | | | | |
|--|-----------|----------------------------|------|--------------|
|  <small>LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE</small> | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | <i>P9</i> | Bassin Saint Pierre | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
4.46 mCM

0.20 m Fond bathymétrique
4.26 mNGF



1.10 m Fond bathymétrique
3.94 mCM

1.80 m Fond bathymétrique
3.04 mCM



| | | | | |
|--|------------|----------------------------|------|--------------|
|  <small>LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE</small> | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | <i>P10</i> | Bassin Saint Pierre | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
3,88 mCM

0.20 m Fond bathymétrique
3.68 mCM



| | | | | |
|--|------------|----------------------------|------|--------------|
|  <small>LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE</small> | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | <i>P11</i> | Bassin Saint Pierre | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
3.71 mCM

0.20 m Fond bathymétrique
3.51 mCM



| | | | | |
|--|------------|----------------------------|------|--------------|
|  <small>LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE</small> | Sondage | Dossier 2018/04337/CAEN | Lieu | Date |
| | <i>P12</i> | Bassin Saint Pierre | CAEN | Juillet 2018 |

0.00 m Fond bathymétrique
4.68 mNGF

0.20 m Fond bathymétrique
4.48 mNGF



ANNEXE 2

BULLETINS D'ANALYSES LABORATOIRE (EUROFINS)

IDRA ENVIRONNEMENT
Monsieur Alain DREAU
La Haye de Pan
35170 BRUZ

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

Coordinateur de projet client : Stéphanie André / StephanieAndre@eurofins.com / +33 3 88 02 33 85

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Ech | Matrice | | Référence échantillon |
|--------|-----------|-------|-----------------------|
| 001 | Sédiments | (SED) | P1-1_DL |
| 003 | Sédiments | (SED) | P2-1_DL |
| 004 | Sédiments | (SED) | P2-2_DL |
| 005 | Sédiments | (SED) | P3_DL |
| 006 | Sédiments | (SED) | P4-1_DL |
| 007 | Sédiments | (SED) | P4-2_DL |
| 008 | Sédiments | (SED) | P5_DL |
| 009 | Sédiments | (SED) | P6_DL |
| 010 | Sédiments | (SED) | P7-1_DL |
| 011 | Sédiments | (SED) | P7-2_DL |
| 012 | Sédiments | (SED) | P8-1_DL |
| 013 | Sédiments | (SED) | P8-2_DL |
| 014 | Sédiments | (SED) | P9-1_DL |
| 015 | Sédiments | (SED) | P9-2_DL |
| 016 | Sédiments | (SED) | P10_DL |
| 017 | Sédiments | (SED) | P11_DL |
| 018 | Sédiments | (SED) | P12_DL |
| 019 | Sédiments | (SED) | P1-1_H14-H12 |
| 021 | Sédiments | (SED) | P2-1_H14-H12 |
| 022 | Sédiments | (SED) | P2-2_H14-H12 |
| 023 | Sédiments | (SED) | P3_H14-H12 |
| 024 | Sédiments | (SED) | P4-1_H14-H12 |
| 025 | Sédiments | (SED) | P4-2_H14-H12 |
| 026 | Sédiments | (SED) | P5_H14-H12 |
| 027 | Sédiments | (SED) | P6_H14-H12 |
| 028 | Sédiments | (SED) | P7-1_H14-H12 |
| 029 | Sédiments | (SED) | P7-2_H14-H12 |
| 030 | Sédiments | (SED) | P8-1_H14-H12 |
| 031 | Sédiments | (SED) | P8-2_H14-H12 |
| 032 | Sédiments | (SED) | P9-1_H14-H12 |
| 033 | Sédiments | (SED) | P9-2_H14-H12 |
| 034 | Sédiments | (SED) | P10_H14-H12 |
| 035 | Sédiments | (SED) | P11_H14-H12 |
| 036 | Sédiments | (SED) | P12_H14-H12 |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|---------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|
| Référence client : | | P1-1_DL | P2-1_DL | P2-2_DL | P3_DL | P4-1_DL |
| Matrice : | | SED | SED | SED | SED | SED |
| Date de prélèvement : | | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | | 01/08/2018 | 31/07/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 25/07/2018 |

Préparation Physico-Chimique

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|---|------------|---|------------|---|------------|---|------------|
| XXS06 : Séchage à 40°C | | * | - | * | - | * | - | * | - |
| LSA07 : Matière sèche | % P.B. | * | 18.6 ±0.93 | * | 23.1 ±1.16 | * | 51.9 ±2.60 | * | 29.2 ±1.46 |
| XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm | % P.B. | * | 19.6 | * | 35.6 | * | 24.7 | * | 12.1 |

Mesures physiques

| | | | | | | | | | |
|---|-------|---|--------------------|---|--------------------|---|--------------------|---|--------------------|
| LS08F : Granulométrie laser à pas variable (0 à 2 000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm | | | | | | | | | |
| Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm | % | * | Cf détail ci-joint |
| Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm | % | * | Cf détail ci-joint |
| Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm | % | * | Cf détail ci-joint |
| Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm | % | * | Cf détail ci-joint |
| Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm | % | * | Cf détail ci-joint |
| LS918 : Masse volumique sur échantillon brut | g/cm³ | | 0.94 | | 1.09 | | 1.54 | | 1.46 |
| LS995 : Perte au feu à 550°C | % MS | | 15.1 | | 15.1 | | 10.7 | | 16.5 |

Analyses immédiates

| | | | | | | |
|-----------------------------|----|--|-----|--|-----|-----|
| LSL4H : pH H2O | | | | | | |
| pH extrait à l'eau | | | 8.1 | | 8.3 | 8.7 |
| Température de mesure du pH | °C | | 22 | | 23 | 21 |

Indices de pollution

| | | | | | | | | | | | |
|---|------------|---|--------------|---|--------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|
| LS916 : Azote Kjeldahl (NTK) | g/kg M.S. | * | 6.0 ±1.09 | * | 5.7 ±1.04 | * | 3.1 ±0.58 | * | 5.0 ±0.91 | * | 3.1 ±0.58 |
| LSSKM : Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments) | mg/kg M.S. | * | 68100 ±10215 | * | 75200 ±11280 | * | 18600 ±2790 | * | 58800 ±8820 | * | 37800 ±5670 |

Métaux

| | | | | | | | | | | | |
|---|------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|
| XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant | | * | - | * | - | * | - | * | - | * | - |
| LS862 : Aluminium (Al) | mg/kg M.S. | * | 22300 ±5129 | * | 19400 ±4462 | * | 5850 ±1346 | * | 12700 ±2921 | * | 11800 ±2714 |
| LS865 : Arsenic (As) | mg/kg M.S. | * | 11.5 ±2.55 | * | 10.8 ±2.40 | * | 6.02 ±1.366 | * | 8.17 ±1.828 | * | 10.8 ±2.40 |
| LS874 : Cuivre (Cu) | mg/kg M.S. | * | 97.6 ±14.83 | * | 110 ±17 | * | 94.1 ±14.32 | * | 28.4 ±4.88 | * | 46.4 ±7.36 |
| LS881 : Nickel (Ni) | mg/kg M.S. | * | 34.1 ±4.80 | * | 37.9 ±5.33 | * | 11.3 ±1.65 | * | 28.7 ±4.05 | * | 25.8 ±3.64 |
| LS882 : Phosphore (P) | mg/kg M.S. | * | 3730 ±485 | * | 1070 ±139 | * | 1320 ±172 | * | 938 ±122 | * | 1460 ±190 |
| LS883 : Plomb (Pb) | mg/kg M.S. | * | 82.9 ±24.87 | * | 78.8 ±23.64 | * | 386 ±116 | * | 29.0 ±8.70 | * | 97.5 ±29.25 |
| LS894 : Zinc (Zn) | mg/kg M.S. | * | 344 ±72 | * | 513 ±108 | * | 481 ±101 | * | 158 ±33 | * | 231 ±49 |
| LSA09 : Mercure (Hg) | mg/kg M.S. | * | 0.58 ±0.116 | * | 0.43 ±0.086 | * | 3.27 ±0.654 | * | 0.25 ±0.050 | * | 0.45 ±0.090 |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|---------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|
| Référence client : | | P1-1_DL | P2-1_DL | P2-2_DL | P3_DL | P4-1_DL |
| Matrice : | | SED | SED | SED | SED | SED |
| Date de prélèvement : | | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | | 01/08/2018 | 31/07/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 25/07/2018 |

Métaux

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|
| LS931 : Cadmium (Cd) | mg/kg M.S. | * | 0.96 ±0.240 | * | 0.97 ±0.243 | * | 1.71 ±0.428 | * | 0.77 ±0.193 | * | 1.84 ±0.460 |
| LS934 : Chrome (Cr) | mg/kg M.S. | * | 47.2 ±9.44 | * | 48.5 ±9.70 | * | 29.7 ±5.94 | * | 37.6 ±7.52 | * | 54.4 ±10.88 |
| LSA6B : Phosphore total (P2O5) | mg/kg M.S. | | 8540 | | 2460 | | 3010 | | 2150 | | 3350 |

Hydrocarbures totaux

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---|-----------|---|---------|---|-----------|---|-----------|---|----------|
| LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) | | | | | | | | | | | |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) | mg/kg M.S. | * | 3020 ±453 | * | 513 ±77 | * | 1640 ±246 | * | 2830 ±425 | * | 812 ±122 |
| HCT (nC10 - nC16) (Calcul) | mg/kg M.S. | | 4.78 | | 14.5 | | 176 | | 15.9 | | 43.4 |
| HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) | mg/kg M.S. | | 54.0 | | 94.8 | | 369 | | 33.2 | | 179 |
| HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) | mg/kg M.S. | | 276 | | 256 | | 627 | | 210 | | 451 |
| HCT (>nC30 - nC40) (Calcul) | mg/kg M.S. | | 2690 | | 148 | | 464 | | 2570 | | 139 |

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|-------------|
| LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs) | | | | | | | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg M.S. | * | 0.075 ±0.0188 | * | 0.036 ±0.0090 | * | 0.054 ±0.0135 | * | 0.011 ±0.0028 | * | 0.1 ±0.03 |
| Acénaphthylène | mg/kg M.S. | * | 0.13 ±0.039 | * | 0.044 ±0.0132 | * | 0.16 ±0.048 | * | 0.021 ±0.0063 | * | 0.11 ±0.033 |
| Acénaphthène | mg/kg M.S. | * | 0.08 ±0.020 | * | 0.093 ±0.0233 | * | 0.1 ±0.03 | * | 0.017 ±0.0043 | * | 0.21 ±0.053 |
| Fluorène | mg/kg M.S. | * | 0.1 ±0.03 | * | 0.12 ±0.030 | * | 0.22 ±0.055 | * | 0.032 ±0.0080 | * | 0.44 ±0.110 |
| Phénanthrène | mg/kg M.S. | * | 0.41 ±0.103 | * | 0.28 ±0.070 | * | 1.5 ±0.38 | * | 0.15 ±0.038 | * | 2.1 ±0.53 |
| Anthracène | mg/kg M.S. | * | 0.18 ±0.054 | * | 0.082 ±0.0246 | * | 0.52 ±0.156 | * | 0.05 ±0.015 | * | 0.83 ±0.249 |
| Fluoranthène | mg/kg M.S. | * | 1.3 ±0.33 | * | 0.69 ±0.173 | * | 4.2 ±1.05 | * | 0.47 ±0.118 | * | 3.6 ±0.90 |
| Pyrène | mg/kg M.S. | * | 0.96 ±0.240 | * | 0.59 ±0.148 | * | 3.2 ±0.80 | * | 0.29 ±0.073 | * | 2.5 ±0.63 |
| Benzo(a)-anthracène | mg/kg M.S. | * | 0.84 ±0.210 | * | 0.34 ±0.085 | * | 2.3 ±0.57 | * | 0.24 ±0.060 | * | 1.6 ±0.40 |
| Chrysène | mg/kg M.S. | * | 0.66 ±0.165 | * | 0.39 ±0.098 | * | 2.6 ±0.65 | * | 0.19 ±0.048 | * | 1.7 ±0.43 |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg M.S. | * | 1.4 ±0.35 | * | 0.59 ±0.148 | * | 3.3 ±0.83 | * | 0.43 ±0.108 | * | 2.2 ±0.55 |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg M.S. | * | 0.53 ±0.133 | * | 0.31 ±0.078 | * | 0.81 ±0.203 | * | 0.14 ±0.035 | * | 0.78 ±0.195 |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg M.S. | * | 1.1 ±0.47 | * | 0.37 ±0.157 | * | 2.0 ±0.85 | * | 0.32 ±0.136 | * | 1.4 ±0.60 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg M.S. | * | 0.46 ±0.115 | * | 0.23 ±0.058 | * | 0.69 ±0.173 | * | 0.11 ±0.028 | * | 0.57 ±0.143 |
| Benzo(ghi)Pérylène | mg/kg M.S. | * | 0.73 ±0.183 | * | 0.37 ±0.093 | * | 1.7 ±0.43 | * | 0.29 ±0.073 | * | 0.99 ±0.248 |
| Indeno (1,2,3-cd) Pyrène | mg/kg M.S. | * | 0.71 ±0.178 | * | 0.33 ±0.083 | * | 1.9 ±0.48 | * | 0.36 ±0.090 | * | 1.2 ±0.30 |
| Somme des HAP | mg/kg M.S. | | 9.7 | | 4.9 | | 25 | | 3.1 | | 20 |

Polychlorobiphényles (PCBs)

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|--------|---|-----------------|
| LSA42 : PCB congénères réglementaires (7) | | | | | | | | | | | |
| PCB 28 | mg/kg M.S. | * | 0.0018 ±0.00054 | * | 0.001 ±0.0003 | * | 0.0052 ±0.00156 | * | <0.001 | * | 0.0028 ±0.00084 |
| PCB 52 | mg/kg M.S. | * | 0.0046 ±0.00138 | * | 0.0028 ±0.00085 | * | 0.016 ±0.0048 | * | <0.001 | * | 0.046 ±0.0138 |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Référence client : | P1-1_DL | P2-1_DL | P2-2_DL | P3_DL | P4-1_DL |
| Matrice : | SED | SED | SED | SED | SED |
| Date de prélèvement : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | 01/08/2018 | 31/07/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 25/07/2018 |

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

| | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| PCB 101 mg/kg M.S. | * 0.0032 ±0.00097 | * 0.0045 ±0.00135 | * 0.011 ±0.0033 | * <0.001 | * 0.0055 ±0.00165 |
| PCB 118 mg/kg M.S. | * 0.0015 ±0.00048 | * 0.0044 ±0.00133 | * 0.0088 ±0.00264 | * 0.001 ±0.0003 | * 0.0052 ±0.00157 |
| PCB 138 mg/kg M.S. | * 0.0033 ±0.00086 | * 0.0087 ±0.00219 | * 0.014 ±0.0035 | * 0.0019 ±0.00053 | * 0.0085 ±0.00214 |
| PCB 153 mg/kg M.S. | * 0.0036 ±0.00075 | * 0.0081 ±0.00163 | * 0.015 ±0.0030 | * 0.0026 ±0.00056 | * 0.018 ±0.0036 |
| PCB 180 mg/kg M.S. | * 0.0021 ±0.00074 | * 0.0045 ±0.00158 | * 0.0051 ±0.00179 | * <0.001 | * 0.0035 ±0.00123 |
| SOMME PCB (7) mg/kg M.S. | 0.02 | 0.034 | 0.075 | 0.0055 | 0.09 |

Composés Volatils

| | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| LS0XU : Benzène mg/kg M.S. | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| LS0Y4 : Toluène mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0XW : Ethylbenzène mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0Y6 : o-Xylène mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0Y5 : m+p-Xylène mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0IK : Somme des BTEX mg/kg M.S. | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.300 |

Organoétains

| | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| LS2GK : Dibutylétain cation (DBT) µg/kg M.S. | * 9.6 ±2.90 | * 50 ±15 | * 7.1 ±2.15 | * 10 ±3 | * 3.5 ±1.10 |
| LS2GL : Tributylétain cation (TBT) µg/kg M.S. | * 16 ±6 | * 47 ±16 | * 4.0 ±1.40 | * 10 ±4 | * <2.5 |
| LS2IJ : Tétra-butylétain (TeBT) µg Sn/kg M.S. | <15 | <15 | <15 | <15 | <15 |
| LS2IK : Monobutylétain cation (MBT) µg/kg M.S. | * 4.7 ±1.65 | * 24 ±8 | * 6.1 ±2.13 | * 9.6 ±3.36 | * <2.5 |
| LS2IL : Triphénylétain cation (TPHT) µg Sn/kg M.S. | * 2.5 ±1.09 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 |
| LS2IM : MonoOctylétain cation (MOT) µg Sn/kg M.S. | * <2.0 | * 16 ±6 | * <2.0 | * <2.0 | * 2.3 ±0.92 |
| LS2IN : DiOctylétain cation (DOT) µg Sn/kg M.S. | * <2.0 | * 7.0 ±2.46 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 |
| LS2IP : Tricyclohexylétain cation (TcHexT) µg Sn/kg M.S. | * <2.0 | * 8.5 ±2.98 | * 16 ±6 | * 2.6 ±0.91 | * <2.0 |

Lixiviation

| | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures | Fait | Fait | Fait | Fait | Fait |
| Lixiviation 1x24 heures | Fait | Fait | Fait | Fait | Fait |
| Refus pondéral à 4 mm % P.B. | <0.1 | 33.4 | 14.7 | 28.7 | 19.3 |
| XXS4D : Pesée échantillon lixiviation | | | | | |
| Volume ml | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 |
| Masse g | 11.7 | 24.2 | 23.7 | 25.9 | 23.7 |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Référence client : | P1-1_DL | P2-1_DL | P2-2_DL | P3_DL | P4-1_DL |
| Matrice : | SED | SED | SED | SED | SED |
| Date de prélèvement : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | 01/08/2018 | 31/07/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 25/07/2018 |

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat

| | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|--------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| pH (Potentiel d'Hydrogène) | 8.00 ±1.200 | 8.2 ±1.23 | 8.1 ±1.22 | 8.6 ±1.29 | 8.2 ±1.23 |
| Température de mesure du pH °C | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |

LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat

| | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Conductivité corrigée automatiquement à 25°C µS/cm | 5440 ±544 | 3810 ±381 | 1040 ±104 | 3910 ±391 | 2240 ±224 |
| Température de mesure de la conductivité °C | 20.9 | 21.7 | 21.8 | 21.7 | 21.4 |

LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat

| | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|------------------------------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| Résidus secs à 105 °C mg/kg M.S. | 91000 ±18200 | 23700 ±4740 | 7850 ±1570 | 24900 ±4980 | 15600 ±3120 |
| Résidus secs à 105°C (calcul) % MS | 9.1 | 2.4 | 0.8 | 2.5 | 1.6 |

Indices de pollution sur éluat

| | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|--|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat mg/kg M.S. | 920 ±322 | 680 ±238 | 360 ±127 | 590 ±207 | 430 ±151 |
| LS04Y : Chlorures sur éluat mg/kg M.S. | 36600 ±7320 | 11200 ±2240 | 2220 ±444 | 10300 ±2060 | 6700 ±1340 |
| LSN71 : Fluorures sur éluat mg/kg M.S. | 7.79 ±1.091 | 5.60 ±0.784 | <5.00 | <5.00 | 5.93 ±0.830 |
| LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat mg/kg M.S. | 8250 ±1238 | 1180 ±177 | 995 ±149 | 2490 ±374 | 380 ±57 |
| LSM90 : Indice phénol sur éluat mg/kg M.S. | <1.03 | <0.51 | <0.51 | <0.50 | <0.52 |

Métaux sur éluat

| | 001 | 003 | 004 | 005 | 006 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| LSM04 : Arsenic (As) sur éluat mg/kg M.S. | <0.41 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.21 |
| LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat mg/kg M.S. | 0.72 ±0.094 | 0.43 ±0.056 | 0.33 ±0.043 | 0.75 ±0.098 | 0.34 ±0.044 |
| LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat mg/kg M.S. | <0.21 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat mg/kg M.S. | <0.41 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.21 |
| LSM19 : Molybdène (Mo) sur éluat mg/kg M.S. | 0.21 ±0.105 | 0.40 ±0.200 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat mg/kg M.S. | <0.21 | <0.10 | <0.10 | 0.14 ±0.027 | <0.10 |
| LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat mg/kg M.S. | <0.21 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat mg/kg M.S. | <0.41 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.21 |
| LS04W : Mercure (Hg) sur éluat mg/kg M.S. | <0.002 | 0.001 ±0.0005 | 0.001 ±0.0005 | 0.001 ±0.0005 | <0.001 |
| LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat mg/kg M.S. | 0.11 ±0.028 | 0.24 ±0.060 | 0.068 ±0.0170 | 0.03 ±0.008 | 0.076 ±0.0190 |
| LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat mg/kg M.S. | <0.004 | <0.002 | <0.002 | 0.002 ±0.0006 | <0.002 |
| LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat mg/kg M.S. | 0.029 ±0.0102 | 0.015 ±0.0053 | <0.01 | 0.023 ±0.0081 | <0.01 |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

Table with 7 columns: N° Echantillon, Référence client, Matrice, Date de prélèvement, Date de début d'analyse, and columns for samples 007-012.

Préparation Physico-Chimique

Table for 'Préparation Physico-Chimique' with columns for sample IDs and values.

Mesures physiques

Table for 'Mesures physiques' including granulometry and mass measurements for various samples.

Analyses immédiates

Table for 'Analyses immédiates' showing pH and temperature measurements.

Indices de pollution

Table for 'Indices de pollution' showing nitrogen and organic carbon indices.

Métaux

Table for 'Métaux' listing various metals (Al, As, Cu, Ni, P, Pb, Zn, Hg) and their concentrations.

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

Table with 7 columns: N° Echantillon, Référence client, Matrice, Date de prélèvement, Date de début d'analyse, and columns for samples 007-012.

Métaux

Table for 'Métaux' showing concentrations of Cadmium, Chrome, and Phosphore.

Hydrocarbures totaux

Table for 'Hydrocarbures totaux' showing total hydrocarbon concentrations for various samples.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

Table for 'HAPs' listing 16 polycyclic aromatic hydrocarbon compounds and their concentrations.

Polychlorobiphényles (PCBs)

Table for 'PCBs' showing concentrations of 7 polychlorinated biphenyl congeners.

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 007 P4-2_DL SED | 008 P5_DL SED | 009 P6_DL SED | 010 P7-1_DL SED | 011 P7-2_DL SED | 012 P8-1_DL SED |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Référence client : | | | | | | |
| Matrice : | | | | | | |
| Date de prélèvement : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | 25/07/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 31/07/2018 | 01/08/2018 | 31/07/2018 |

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : **PCB congénères réglementaires (7)**

| PCB | Unité | 007 | 008 | 009 | 010 | 011 | 012 |
|---------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| PCB 101 | mg/kg M.S. | * 0.0022 ±0.00067 | * 0.0042 ±0.00126 | * 0.0013 ±0.00040 | * 0.0025 ±0.00076 | * 0.026 ±0.0078 | * 0.0022 ±0.00067 |
| PCB 118 | mg/kg M.S. | * 0.0024 ±0.00074 | * 0.0037 ±0.00112 | * <0.001 | * 0.0034 ±0.00103 | * 0.012 ±0.0036 | * 0.0031 ±0.00094 |
| PCB 138 | mg/kg M.S. | * 0.0028 ±0.00074 | * 0.0058 ±0.00147 | * <0.001 | * 0.0067 ±0.00169 | * 0.02 ±0.005 | * 0.0072 ±0.00181 |
| PCB 153 | mg/kg M.S. | * 0.0036 ±0.00075 | * 0.0075 ±0.00151 | * <0.001 | * 0.0092 ±0.00185 | * 0.022 ±0.0044 | * 0.0068 ±0.00138 |
| PCB 180 | mg/kg M.S. | * <0.001 | * 0.0027 ±0.00095 | * <0.001 | * 0.0058 ±0.00203 | * 0.0086 ±0.00301 | * 0.0047 ±0.00165 |
| SOMME PCB (7) | mg/kg M.S. | 0.016 | 0.026 | 0.0013 | 0.031 | 0.12 | 0.026 |

Composés Volatils

| Composé | Unité | 007 | 008 | 009 | 010 | 011 | 012 |
|-------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| LS0XU : Benzène | mg/kg M.S. | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| LS0Y4 : Toluène | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0XW : Ethylbenzène | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0Y6 : o-Xylène | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0Y5 : m+p-Xylène | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0IK : Somme des BTEX | mg/kg M.S. | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.300 |

Organoétains

| Composé | Unité | 007 | 008 | 009 | 010 | 011 | 012 |
|---|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| LS2GK : Dibutylétain cation (DBT) | µg/kg M.S. | * <2.5 | * 53 ±16 | * 280 ±84 | * 190 ±57 | * 120 ±36 | * 47 ±14 |
| LS2GL : Tributylétain cation (TBT) | µg/kg M.S. | * <2.5 | * 30 ±11 | * 250 ±88 | * 140 ±49 | * 77 ±27 | * 48 ±17 |
| LS2IJ : Tétrabutylétain (TeBT) | µg Sn/kg M.S. | <15 | <15 | <15 | <15 | <15 | <15 |
| LS2IK : Monobutylétain cation (MBT) | µg/kg M.S. | * <2.5 | * 58 ±20 | * 110 ±39 | * 110 ±39 | * 66 ±23 | * 26 ±9 |
| LS2IL : Triphénylétain cation (TPHT) | µg Sn/kg M.S. | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 |
| LS2IM : MonoOctylétain cation (MOT) | µg Sn/kg M.S. | * 2.1 ±0.84 | * 5.5 ±2.20 | * 33 ±13 | * 56 ±22 | * 11 ±4 | * 12 ±5 |
| LS2IN : DiOctylétain cation (DOT) | µg Sn/kg M.S. | * <2.0 | * <2.0 | * 7.8 ±2.74 | * 18 ±6 | * <2.0 | * 6.3 ±2.21 |
| LS2IP : Tricyclohexylétain cation (TcHexT) | µg Sn/kg M.S. | * 17 ±6 | * 19 ±7 | * 18 ±6 | * 23 ±8 | * 84 ±29 | * 6.6 ±2.31 |

Lixiviation

| Paramètre | Unité | 007 | 008 | 009 | 010 | 011 | 012 |
|--|--------|------|------|------|------|------|------|
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures | | Fait | Fait | Fait | Fait | Fait | Fait |
| Lixiviation 1x24 heures | | | | | | | |
| Refus pondéral à 4 mm | % P.B. | 8.0 | 39.6 | 26.5 | 26.4 | 48.2 | 25.8 |
| XXS4D : Pesée échantillon lixiviation | | | | | | | |
| Volume | ml | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 |
| Masse | g | 25.5 | 24.3 | 24.2 | 24.9 | 23.6 | 24.3 |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 007 P4-2_DL SED | 008 P5_DL SED | 009 P6_DL SED | 010 P7-1_DL SED | 011 P7-2_DL SED | 012 P8-1_DL SED |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Référence client : | | | | | | |
| Matrice : | | | | | | |
| Date de prélèvement : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | 25/07/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 31/07/2018 | 01/08/2018 | 31/07/2018 |

Analyses immédiates sur éluat

| Paramètre | Unité | 007 | 008 | 009 | 010 | 011 | 012 |
|--|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| LSQ13 : Mesure du pH sur éluat | | | | | | | |
| pH (Potentiel d'Hydrogène) | | 8.2 ±1.23 | 8.3 ±1.25 | 8.00 ±1.200 | 8.2 ±1.23 | 8.1 ±1.22 | 8.1 ±1.22 |
| Température de mesure du pH | °C | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat | | | | | | | |
| Conductivité corrigée automatiquement à 25°C | µS/cm | 2010 ±201 | 2950 ±295 | 4230 ±423 | 1040 ±104 | 2060 ±206 | 4260 ±426 |
| Température de mesure de la conductivité | °C | 21.6 | 21.5 | 21.3 | 21.4 | 21.5 | 21.1 |
| LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat | | | | | | | |
| Résidus secs à 105 °C | mg/kg M.S. | 11600 ±2320 | 19200 ±3840 | 29000 ±5800 | 5730 ±1146 | 14200 ±2840 | 25900 ±5180 |
| Résidus secs à 105°C (calcul) | % MS | 1.2 | 1.9 | 2.9 | 0.6 | 1.4 | 2.6 |

Indices de pollution sur éluat

| Paramètre | Unité | 007 | 008 | 009 | 010 | 011 | 012 |
|--|------------|-------------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|
| LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat | mg/kg M.S. | 380 ±134 | 320 ±113 | 670 ±235 | 210 ±75 | 730 ±256 | 660 ±231 |
| LS04Y : Chlorures sur éluat | mg/kg M.S. | 5290 ±1058 | 7720 ±1544 | 11300 ±2260 | 2600 ±520 | 5590 ±1118 | 12800 ±2560 |
| LSN71 : Fluorures sur éluat | mg/kg M.S. | 5.18 ±0.725 | <5.00 | 6.34 ±0.888 | <5.00 | <5.00 | 5.29 ±0.741 |
| LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat | mg/kg M.S. | 1360 ±204 | 2800 ±420 | 3020 ±453 | 524 ±79 | 1260 ±189 | 1160 ±174 |
| LSM90 : Indice phénol sur éluat | mg/kg M.S. | <0.51 | <0.50 | <0.50 | <0.50 | <0.51 | <0.50 |

Métaux sur éluat

| Paramètre | Unité | 007 | 008 | 009 | 010 | 011 | 012 |
|---|------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| LSM04 : Arsenic (As) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat | mg/kg M.S. | 0.34 ±0.044 | 0.41 ±0.053 | 0.59 ±0.077 | 0.26 ±0.034 | 0.83 ±0.108 | 0.33 ±0.043 |
| LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 0.30 ±0.060 | <0.20 | <0.20 |
| LSM19 : Molybdène (Mo) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.10 | 0.15 ±0.075 | 0.23 ±0.115 | 0.13 ±0.065 | 0.28 ±0.140 | 0.41 ±0.205 |
| LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | 0.14 ±0.027 |
| LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.10 | <0.10 | <0.10 | 0.12 ±0.022 | 0.42 ±0.076 | <0.10 |
| LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 0.23 ±0.044 | 1.05 ±0.200 | <0.20 |
| LS04W : Mercuré (Hg) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.003 ±0.0012 | <0.001 |
| LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat | mg/kg M.S. | 0.058 ±0.0145 | 0.075 ±0.0188 | 0.094 ±0.0235 | 0.05 ±0.013 | 0.21 ±0.053 | 0.29 ±0.073 |
| LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.004 ±0.0009 | <0.002 |
| LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.01 | <0.01 | 0.012 ±0.0042 | <0.01 | 0.017 ±0.0060 | 0.016 ±0.0056 |

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 013 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Référence client : | P8-2_DL | P9-1_DL | P9-2_DL | P10_DL | P11_DL | P12_DL |
| Matrice : | SED | SED | SED | SED | SED | SED |
| Date de prélèvement : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 02/08/2018 | 02/08/2018 |

Préparation Physico-Chimique

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------|---|------------|---|------------|---|------------|---|------------|---|------------|---|------------|
| XXS06 : Séchage à 40°C | | * | - | * | - | * | - | * | - | | | | |
| LSA07 : Matière sèche | % P.B. | * | 44.8 ±2.24 | * | 25.2 ±1.26 | * | 40.4 ±2.02 | * | 21.1 ±1.05 | * | 23.9 ±1.20 | * | 32.3 ±1.62 |
| XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm | % P.B. | * | 19.3 | * | 33.5 | * | 25.6 | * | 23.5 | * | 24.6 | * | 21.3 |

Mesures physiques

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| LS08F : Granulométrie laser à pas variable (0 à 2 000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm | | | | | | | | | | | | | |
| Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm | % | | * Cf détail ci-joint |
| Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm | % | | * Cf détail ci-joint |
| Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm | % | | * Cf détail ci-joint |
| Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm | % | | * Cf détail ci-joint |
| Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm | % | | * Cf détail ci-joint |
| LS918 : Masse volumique sur échantillon brut | g/cm ³ | | 1.14 | 1.48 | 1.10 | 0.94 | 1.17 | 1.26 | | | | | |
| LS995 : Perte au feu à 550°C | % MS | | 9.71 | 15.0 | 13.7 | 15.4 | 15.9 | 10.3 | | | | | |

Analyses immédiates

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| LSL4H : pH H2O | | | | | | | | |
| pH extrait à l'eau | | | 8.7 | 9.0 | 8.8 | 8.0 | 8.5 | 8.2 |
| Température de mesure du pH | °C | | 22 | 21 | 22 | 22 | 23 | 23 |

Indices de pollution

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---|-------------|---|--------------|---|-------------|---|--------------|---|-------------|---|-------------|
| LS916 : Azote Kjeldahl (NTK) | g/kg M.S. | * | 3.3 ±0.61 | * | 5.2 ±0.95 | * | 4.9 ±0.89 | * | 6.7 ±1.22 | * | 5.1 ±0.93 | * | 3.2 ±0.59 |
| LSSKM : Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments) | mg/kg M.S. | * | 44000 ±6600 | * | 71700 ±10755 | * | 55400 ±8310 | * | 67100 ±10065 | * | 64900 ±9735 | * | 54300 ±8145 |

Métaux

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|
| XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant | | * | - | * | - | * | - | * | - | * | - | * | - |
| LS862 : Aluminium (Al) | mg/kg M.S. | * | 10500 ±2415 | * | 18400 ±4232 | * | 12500 ±2875 | * | 18600 ±4278 | * | 16900 ±3887 | * | 13300 ±3059 |
| LS865 : Arsenic (As) | mg/kg M.S. | * | 8.86 ±1.978 | * | 13.6 ±3.01 | * | 10.9 ±2.42 | * | 10.6 ±2.36 | * | 9.87 ±2.197 | * | 8.92 ±1.991 |
| LS874 : Cuivre (Cu) | mg/kg M.S. | * | 114 ±17 | * | 113 ±17 | * | 144 ±22 | * | 62.3 ±9.64 | * | 47.3 ±7.49 | * | 43.1 ±6.89 |
| LS881 : Nickel (Ni) | mg/kg M.S. | * | 22.1 ±3.13 | * | 41.6 ±5.84 | * | 25.3 ±3.57 | * | 35.7 ±5.02 | * | 34.1 ±4.80 | * | 28.5 ±4.02 |
| LS882 : Phosphore (P) | mg/kg M.S. | * | 1650 ±215 | * | 1120 ±146 | * | 2130 ±277 | * | 1230 ±160 | * | 1080 ±140 | * | 601 ±78 |
| LS883 : Plomb (Pb) | mg/kg M.S. | * | 356 ±107 | * | 92.9 ±27.87 | * | 369 ±111 | * | 46.7 ±14.01 | * | 38.0 ±11.40 | * | 47.9 ±14.37 |
| LS894 : Zinc (Zn) | mg/kg M.S. | * | 513 ±108 | * | 502 ±105 | * | 659 ±138 | * | 296 ±62 | * | 215 ±45 | * | 218 ±46 |
| LSA09 : Mercure (Hg) | mg/kg M.S. | * | 1.17 ±0.234 | * | 0.52 ±0.104 | * | 3.78 ±0.756 | * | 0.37 ±0.074 | * | 0.33 ±0.066 | * | <0.10 |

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 013 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Référence client : | P8-2_DL | P9-1_DL | P9-2_DL | P10_DL | P11_DL | P12_DL |
| Matrice : | SED | SED | SED | SED | SED | SED |
| Date de prélèvement : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 02/08/2018 | 02/08/2018 |

Métaux

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|---|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|---|-------------|---|-------------|
| LS931 : Cadmium (Cd) | mg/kg M.S. | * | 2.09 ±0.523 | * | 1.41 ±0.353 | * | 3.36 ±0.840 | * | 0.93 ±0.233 | * | 0.87 ±0.218 | * | 0.86 ±0.215 |
| LS934 : Chrome (Cr) | mg/kg M.S. | * | 38.7 ±7.74 | * | 59.8 ±11.96 | * | 62.8 ±12.56 | * | 48.6 ±9.72 | * | 45.7 ±9.14 | * | 40.5 ±8.10 |
| LSA6B : Phosphore total (P2O5) | mg/kg M.S. | | 3780 | 2570 | 4870 | 2810 | 2460 | 1380 | | | | | |

Hydrocarbures totaux

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|---|-----------|------|---------|------|-----------|------|---------|---|---------|---|---------|
| LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) | | | | | | | | | | | | | |
| Indice Hydrocarbures (C10-C40) | mg/kg M.S. | * | 1370 ±206 | * | 646 ±97 | * | 1640 ±246 | * | 504 ±76 | * | 465 ±70 | * | 315 ±47 |
| HCT (nC10 - nC16) (Calcul) | mg/kg M.S. | | 127 | 16.5 | 166 | 2.28 | 30.4 | 6.09 | | | | | |
| HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) | mg/kg M.S. | | 252 | 89.0 | 329 | 46.6 | 67.1 | 35.3 | | | | | |
| HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) | mg/kg M.S. | | 590 | 310 | 674 | 222 | 181 | 146 | | | | | |
| HCT (>nC30 - nC40) (Calcul) | mg/kg M.S. | | 406 | 231 | 469 | 234 | 186 | 128 | | | | | |

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|---|---------------|----|---------------|-----|-------------|-----|---------------|---|---------------|---|---------------|
| LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs) | | | | | | | | | | | | | |
| Naphtalène | mg/kg M.S. | * | 0.048 ±0.0120 | * | 0.051 ±0.0128 | * | 0.34 ±0.085 | * | 0.032 ±0.0080 | * | 0.027 ±0.0068 | * | 0.028 ±0.0070 |
| Acénaphthylène | mg/kg M.S. | * | 0.098 ±0.0294 | * | 0.17 ±0.051 | * | 0.48 ±0.144 | * | 0.23 ±0.069 | * | 0.028 ±0.0084 | * | 0.03 ±0.009 |
| Acénaphthène | mg/kg M.S. | * | 0.089 ±0.0223 | * | 0.15 ±0.038 | * | 0.33 ±0.083 | * | 0.04 ±0.010 | * | 0.071 ±0.0178 | * | 0.085 ±0.0213 |
| Fluorène | mg/kg M.S. | * | 0.16 ±0.040 | * | 0.11 ±0.028 | * | 0.54 ±0.135 | * | 0.11 ±0.028 | * | 0.1 ±0.03 | * | 0.071 ±0.0178 |
| Phénanthrène | mg/kg M.S. | * | 0.95 ±0.238 | * | 0.62 ±0.155 | * | 3.8 ±0.95 | * | 0.19 ±0.048 | * | 0.19 ±0.048 | * | 0.36 ±0.090 |
| Anthracène | mg/kg M.S. | * | 0.36 ±0.108 | * | 0.16 ±0.048 | * | 1.2 ±0.36 | * | 0.071 ±0.0213 | * | 0.072 ±0.0216 | * | 0.1 ±0.03 |
| Fluoranthène | mg/kg M.S. | * | 3.0 ±0.75 | * | 1.5 ±0.38 | * | 10 ±3 | * | 0.39 ±0.098 | * | 0.41 ±0.103 | * | 0.85 ±0.213 |
| Pyrène | mg/kg M.S. | * | 2.5 ±0.63 | * | 1.3 ±0.33 | * | 9.3 ±2.33 | * | 0.29 ±0.073 | * | 0.3 ±0.08 | * | 0.61 ±0.153 |
| Benzo(a)-anthracène | mg/kg M.S. | * | 1.3 ±0.33 | * | 1.1 ±0.28 | * | 4.3 ±1.07 | * | 0.22 ±0.055 | * | 0.25 ±0.063 | * | 0.52 ±0.130 |
| Chrysène | mg/kg M.S. | * | 1.7 ±0.43 | * | 0.99 ±0.248 | * | 5.9 ±1.48 | * | 0.25 ±0.063 | * | 0.25 ±0.063 | * | 0.42 ±0.105 |
| Benzo(b)fluoranthène | mg/kg M.S. | * | 2.5 ±0.63 | * | 1.6 ±0.40 | * | 7.7 ±1.93 | * | 0.34 ±0.085 | * | 0.35 ±0.088 | * | 0.92 ±0.230 |
| Benzo(k)fluoranthène | mg/kg M.S. | * | 1.1 ±0.28 | * | 0.49 ±0.123 | * | 1.9 ±0.48 | * | 0.2 ±0.05 | * | 0.11 ±0.028 | * | 0.22 ±0.055 |
| Benzo(a)pyrène | mg/kg M.S. | * | 1.4 ±0.60 | * | 1.6 ±0.68 | * | 3.8 ±1.62 | * | 0.29 ±0.123 | * | 0.25 ±0.106 | * | 0.65 ±0.276 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kg M.S. | * | 0.78 ±0.195 | * | 0.74 ±0.185 | * | 2.6 ±0.65 | * | 0.12 ±0.030 | * | 0.12 ±0.030 | * | 0.19 ±0.048 |
| Benzo(ghi)Pérylène | mg/kg M.S. | * | 1.3 ±0.33 | * | 1.0 ±0.25 | * | 3.5 ±0.88 | * | 0.22 ±0.055 | * | 0.22 ±0.055 | * | 0.44 ±0.110 |
| Indeno (1,2,3-cd) Pyrène | mg/kg M.S. | * | 1.1 ±0.28 | * | 0.93 ±0.233 | * | 3.3 ±0.83 | * | 0.21 ±0.053 | * | 0.25 ±0.063 | * | 0.5 ±0.13 |
| Somme des HAP | mg/kg M.S. | | 18 | 13 | 59 | 3.2 | 3.0 | 6.0 | | | | | |

Polychlorobiphényles (PCBs)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|---|-----------------|---|-----------------|---|---------------|---|---------------|---|--------|---|--------|
| LSA42 : PCB congénères réglementaires (7) | | | | | | | | | | | | | |
| PCB 28 | mg/kg M.S. | * | 0.0074 ±0.00222 | * | <0.0017 | * | 0.017 ±0.0051 | * | <0.0027 | * | <0.001 | * | <0.001 |
| PCB 52 | mg/kg M.S. | * | 0.033 ±0.0099 | * | 0.0053 ±0.00159 | * | 0.043 ±0.0129 | * | 0.034 ±0.0102 | * | <0.001 | * | <0.001 |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 013 P8-2_DL SED | 014 P9-1_DL SED | 015 P9-2_DL SED | 016 P10_DL SED | 017 P11_DL SED | 018 P12_DL SED |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Référence client : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Matrice : | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 02/08/2018 | 02/08/2018 |
| Date de prélèvement : | | | | | | |
| Date de début d'analyse : | | | | | | |

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

| Substance | Unité | 013 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 |
|---------------|------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| PCB 101 | mg/kg M.S. | * 0.022 ±0.0066 | * 0.0054 ±0.00162 | * 0.046 ±0.0138 | * 0.0079 ±0.00237 | * <0.001 | * <0.001 |
| PCB 118 | mg/kg M.S. | * 0.016 ±0.0048 | * 0.0034 ±0.00103 | * 0.011 ±0.0033 | * <0.0027 | * <0.001 | * 0.002 ±0.0006 |
| PCB 138 | mg/kg M.S. | * 0.028 ±0.0070 | * 0.0059 ±0.00149 | * 0.019 ±0.0048 | * 0.055 ±0.0138 | * 0.001 ±0.0003 | * 0.0028 ±0.00074 |
| PCB 153 | mg/kg M.S. | * 0.033 ±0.0066 | * 0.0063 ±0.00128 | * 0.021 ±0.0042 | * <0.0027 | * 0.0015 ±0.00037 | * 0.0055 ±0.00112 |
| PCB 180 | mg/kg M.S. | * 0.012 ±0.0042 | * 0.0037 ±0.00130 | * 0.0078 ±0.00273 | * <0.0027 | * <0.001 | * 0.0014 ±0.00050 |
| SOMME PCB (7) | mg/kg M.S. | 0.15 | 0.03 | 0.16 | 0.097 | 0.0025 | 0.012 |

Composés Volatils

| Substance | Unité | 013 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 |
|------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| LS0XU : Benzène | mg/kg M.S. | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| LS0Y4 : Toluène | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0XW : Ethylbenzène | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0Y6 : o-Xylène | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0Y5 : m+p-Xylène | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS0IK : Somme des BTEX | mg/kg M.S. | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.300 |

Organoétains

| Substance | Unité | 013 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 |
|--|---------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| LS2GK : Dibutylétain cation (DBT) | µg/kg M.S. | * 80 ±24 | * 73 ±22 | * 140 ±42 | * 4.3 ±1.33 | * 7.7 ±2.33 | * 48 ±14 |
| LS2GL : Tributylétain cation (TBT) | µg/kg M.S. | * 76 ±27 | * 170 ±60 | * 91 ±32 | * 3.9 ±1.37 | * 5.7 ±2.00 | * 69 ±24 |
| LS2IJ : Tétrabutylétain (TeBT) | µg Sn/kg M.S. | <15 | <15 | <15 | <15 | <15 | <15 |
| LS2IK : Monobutylétain cation (MBT) | µg/kg M.S. | * 25 ±9 | * 9.6 ±3.36 | * 77 ±27 | * 3.5 ±1.23 | * 6.8 ±2.38 | * 34 ±12 |
| LS2IL : Triphénylétain cation (TPhT) | µg Sn/kg M.S. | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 |
| LS2IM : MonoOctylétain cation (MOT) | µg Sn/kg M.S. | * <2.0 | * 4.3 ±1.72 | * 31 ±12 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 |
| LS2IN : DiOctylétain cation (DOT) | µg Sn/kg M.S. | * <2.0 | * 4.1 ±1.45 | * 2.3 ±0.83 | * <2.0 | * <2.0 | * <2.0 |
| LS2IP : Tricyclohexylétain cation (TcHexT) | µg Sn/kg M.S. | * 21 ±7 | * 14 ±5 | * 110 ±39 | * <2.0 | * <2.0 | * 2.2 ±0.77 |

Lixiviation

| Substance | Unité | 013 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 |
|---------------------------------------|--------|------|-------|-------|------|------|-------|
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures | | Fait | Fait | Fait | Fait | Fait | Fait |
| Lixiviation 1x24 heures | % P.B. | 21.9 | 25.0 | 31.0 | 44.6 | 18.0 | 37.3 |
| Refus pondéral à 4 mm | | | | | | | |
| XXS4D : Pesée échantillon lixiviation | | | | | | | |
| Volume | ml | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 |
| Masse | g | 24.2 | 25.00 | 24.00 | 24.3 | 23.8 | 26.00 |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 013 P8-2_DL SED | 014 P9-1_DL SED | 015 P9-2_DL SED | 016 P10_DL SED | 017 P11_DL SED | 018 P12_DL SED |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Référence client : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Matrice : | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 01/08/2018 | 02/08/2018 | 02/08/2018 |
| Date de prélèvement : | | | | | | |
| Date de début d'analyse : | | | | | | |

Analyses immédiates sur éluat

| Substance | Unité | 013 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| LSQ13 : Mesure du pH sur éluat | | | | | | | |
| pH (Potentiel d'Hydrogène) | | 8.1 ±1.22 | 8.2 ±1.23 | 8.2 ±1.23 | 8.00 ±1.200 | 8.2 ±1.23 | 8.3 ±1.25 |
| Température de mesure du pH | °C | 21 | 20 | 22 | 21 | 22 | 22 |
| LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat | | | | | | | |
| Conductivité corrigée automatiquement à 25°C | µS/cm | 1170 ±117 | 3270 ±327 | 1770 ±177 | 4730 ±473 | 4530 ±453 | 3020 ±302 |
| Température de mesure de la conductivité | °C | 21.8 | 20.7 | 22.0 | 21.2 | 22.2 | 21.8 |
| LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat | | | | | | | |
| Résidus secs à 105 °C | mg/kg M.S. | 16900 ±3380 | 20200 ±4040 | 12400 ±2480 | 34800 ±6960 | 33800 ±6760 | 20700 ±4140 |
| Résidus secs à 105°C (calcul) | % MS | 1.7 | 2.0 | 1.2 | 3.5 | 3.4 | 2.1 |

Indices de pollution sur éluat

| Substance | Unité | 013 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 |
|---|------------|------------|-------------|-----------|-------------|-------------|------------|
| LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat | mg/kg M.S. | 350 ±123 | 570 ±200 | 490 ±172 | 730 ±256 | 790 ±277 | 370 ±130 |
| LS04Y : Chlorures sur éluat | mg/kg M.S. | 6220 ±1244 | 8880 ±1776 | 4700 ±940 | 15300 ±3060 | 11900 ±2380 | 8440 ±1688 |
| LSN71 : Fluorures sur éluat | mg/kg M.S. | <5.00 | 5.54 ±0.776 | <5.00 | <5.00 | 6.71 ±0.939 | <5.00 |
| LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat | mg/kg M.S. | 1260 ±189 | 1070 ±161 | 792 ±119 | 3170 ±476 | 1190 ±179 | 1740 ±261 |
| LSM90 : Indice phénol sur éluat | mg/kg M.S. | <0.50 | <0.50 | <0.50 | <0.50 | <0.50 | <0.50 |

Métaux sur éluat

| Substance | Unité | 013 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 |
|----------------------------------|------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| LSM04 : Arsenic (As) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat | mg/kg M.S. | 0.33 ±0.043 | 0.28 ±0.036 | 0.34 ±0.044 | 0.66 ±0.086 | 0.33 ±0.043 | 0.28 ±0.036 |
| LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LSM19 : Molybdène (Mo) sur éluat | mg/kg M.S. | 0.35 ±0.175 | 0.22 ±0.110 | 0.10 ±0.050 | 0.15 ±0.075 | 0.14 ±0.070 | 0.16 ±0.080 |
| LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.10 | 0.14 ±0.027 | <0.10 | <0.10 | 0.15 ±0.029 | <0.10 |
| LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.10 | <0.10 | 0.21 ±0.038 | <0.10 | <0.10 | <0.10 |
| LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.20 | <0.20 | 0.34 ±0.065 | <0.20 | <0.20 | <0.20 |
| LS04W : Mercure (Hg) sur éluat | mg/kg M.S. | 0.002 ±0.0009 | <0.001 | <0.005 | 0.001 ±0.0005 | <0.001 | <0.001 |
| LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat | mg/kg M.S. | 0.21 ±0.053 | 0.13 ±0.033 | 0.1 ±0.03 | 0.071 ±0.0177 | 0.046 ±0.0115 | 0.057 ±0.0143 |
| LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat | mg/kg M.S. | <0.002 | <0.002 | 0.002 ±0.0006 | <0.002 | <0.002 | <0.002 |
| LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat | mg/kg M.S. | 0.014 ±0.0049 | <0.01 | 0.011 ±0.0039 | 0.018 ±0.0063 | 0.017 ±0.0060 | <0.01 |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 019 | 021 | 022 | 023 | 024 |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------|------------------|
| Référence client : | P1-1_H14-H1 2 | P2-1_H14-H1 2 | P2-2_H14-H1 2 | P3_H14-H12 | P4-1_H14-H1 2 |
| Matrice : | SED | SED | SED | SED | SED |
| Date de prélèvement : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 |

Sous-traitance | Eurofins Expertises Environnementales

| Y0MC : Dégagement toxique de gaz | | Absence de dégagement toxique |
|---|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| IY031 : Tamisage, centrifugation | g/kg | cf. rapport |
| IY00H : Lixiviation | | cf. rapport |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat | | | | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | % (CE 50) | cf. rapport |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | % (CE 50) | cf. rapport |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | % (CE 50) | cf. rapport |
| IX00A : Test Brachionus | | | | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | % (CE 20) | cf. rapport |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | % (CE 50) | cf. rapport |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence | % (CE 50) | cf. rapport |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 025 | 026 | 027 | 028 | 029 | 030 |
|---------------------------|------------------|------------|------------|------------------|------------------|------------------|
| Référence client : | P4-2_H14-H1 2 | P5_H14-H12 | P6_H14-H12 | P7-1_H14-H1 2 | P7-2_H14-H1 2 | P8-1_H14-H1 2 |
| Matrice : | SED | SED | SED | SED | SED | SED |
| Date de prélèvement : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 |

Sous-traitance | Eurofins Expertises Environnementales

| Y0MC : Dégagement toxique de gaz | | Absence de dégagement toxique |
|---|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| IY031 : Tamisage, centrifugation | g/kg | cf. rapport |
| IY00H : Lixiviation | | cf. rapport |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat | | | | | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | % (CE 50) | cf. rapport |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | % (CE 50) | cf. rapport |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | % (CE 50) | cf. rapport |
| IX00A : Test Brachionus | | | | | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | % (CE 20) | cf. rapport |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | % (CE 50) | cf. rapport |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence | % (CE 50) | cf. rapport |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

| N° Echantillon | 031 | 032 | 033 | 034 | 035 | 036 |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Référence client : | P8-2_H14-H1 2 | P9-1_H14-H1 2 | P9-2_H14-H1 2 | P10_H14-H12 | P11_H14-H12 | P12_H14-H12 |
| Matrice : | SED | SED | SED | SED | SED | SED |
| Date de prélèvement : | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 | 20/07/2018 |
| Date de début d'analyse : | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 | 19/10/2018 |

Sous-traitance | Eurofins Expertises Environnementales

| Y0MC : Dégagement toxique de gaz | | Absence de dégagement toxique cf. rapport |
|---|-----------|--|--|--|--|--|--|
| IY031 : Tamissage, centrifugation | g/kg | cf. rapport |
| IY00H : Lixiviation | | cf. rapport |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat | | | | | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | % (CE 50) | cf. rapport |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | % (CE 50) | cf. rapport |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | % (CE 50) | cf. rapport |
| IX00A : Test Brachionus | | | | | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | % (CE 20) | cf. rapport |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | % (CE 50) | cf. rapport |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence | % (CE 50) | cf. rapport |

D : détecté / ND : non détecté

| Observations | N° Ech | Réf client |
|--|---|--|
| Lixiviation : Conformément aux exigences de la norme NF EN 12457-2, votre échantillonnage n'a pas permis de fournir les 2kg requis au laboratoire. | (001) (003) (004) (005) (006) (007) (008) (009) (010) (011) (013) (015) (016) (017) (018) | P1-1_DL / P2-1_DL / P2-2_DL / P3_DL / P4-1_DL / P4-2_DL / P5_DL / P6_DL / P7-1_DL / P7-2_DL / P8-2_DL / P9-2_DL / P10_DL / P11_DL / P12_DL / |

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E083462

Version du : 24/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Date de réception : 24/07/2018

Annule et remplace la version AR-18-LK-151369-01, qui doit être détruite ou nous être renvoyée

Référence Dossier : N° Projet : E170805b

Nom Projet : PNA

Nom Commande : PNA

Référence Commande : 10001717

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 22 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Anne-Charlotte Soulé De Lafont
Coordinateur Projets Clients

Annexe technique

Dossier N° : 18E083462

N° de rapport d'analyse :AR-18-LK-151369-02

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-369994

Nom projet : PNA

Référence commande : 10001717

Sédiments

| Code | Analyse | Principe et référence de la méthode | LQI | Unité | Prestation réalisée sur le site de : | | |
|-------|--|--|--|---------------|---|--|-----------|
| IX00A | Test Brachionus | Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666 | | | Prestation soustraite à Eurofins Expertises Environnementales SAS | | |
| | Brachionus calyciflorus CE20/48h Brachionus calyciflorus CE50/48h | | | | | % (CE 20) % (CE 50) | |
| IX248 | Test plantes émergence et croissance - 1 semence | Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2 | | % (CE 50) | | | |
| IY00H | Lixiviation | Lixiviation - NF EN 12457-2 | | | | | |
| IY00Q | Test Microtox sur éluat | Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3 | | | | | |
| | | | | | | Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | % (CE 50) |
| | | | | | | Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | % (CE 50) |
| | | | | | | Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | % (CE 50) |
| IY031 | Tamassage, centrifugation | Technique - | | g/kg | | | |
| IY0MC | Dégagement toxique de gaz | Technique [Critère HP12] - | | | | | |
| LS04W | Mercure (Hg) sur éluat | ICP/MS - NF EN ISO 17294-2 / NF EN 16192 | 0.001 | mg/kg M.S. | Eurofins Analyse pour l'Environnement France | | |
| LS04Y | Chlorures sur éluat | Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrométrie visible automatisée] - NF EN 16192 - NF ISO 15923-1 | 10 | mg/kg M.S. | | | |
| LS04Z | Sulfate (SO4) sur éluat | | 50 | mg/kg M.S. | | | |
| LS08F | Granulométrie laser à pas variable (0 à 2 000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm | Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne | | | | | |
| | | | | | | | % |
| | | | | | | | % |
| | | | | | | | % |
| | | | | | | | % |
| LS0IK | Somme des BTEX | Calcul - Calcul | | mg/kg M.S. | | | |
| LS0XU | Benzène | HS - GC/MS [Extraction méthanolique] - NF EN ISO 22155 (sol) ou Méthode interne (boue,séd) | 0.1 | mg/kg M.S. | | | |
| LS0XW | Ethylbenzène | | 0.2 | mg/kg M.S. | | | |
| LS0Y4 | Toluène | | 0.2 | mg/kg M.S. | | | |
| LS0Y5 | m+p-Xylène | | 0.2 | mg/kg M.S. | | | |
| LS0Y6 | o-Xylène | | 0.2 | mg/kg M.S. | | | |
| LS2GK | Dibutylétain cation (DBT) | | GC/MS/MS [Dérivation, extraction Solide/Liquide] - XP T 90-250 | 2.5 | µg Sn/kg M.S. | | |
| LS2GL | Tributylétain cation (TBT) | | | 2.5 | µg Sn/kg M.S. | | |
| LS2IJ | Tétrabutylétain (TeBT) | 15 | | µg Sn/kg M.S. | | | |
| LS2IK | Monobutylétain cation (MBT) | 2.5 | | µg Sn/kg M.S. | | | |
| LS2IL | Triphénylétain cation (TPHT) | 2 | | µg Sn/kg M.S. | | | |
| LS2IM | MonoOctylétain cation (MOT) | 2 | | µg Sn/kg M.S. | | | |
| LS2IN | DiOctylétain cation (DOT) | 2 | | µg Sn/kg M.S. | | | |
| LS2IP | Tricyclohexylétain cation (TcHexT) | 2 | | µg Sn/kg M.S. | | | |
| LS862 | Aluminium (Al) | ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B | 5 | mg/kg M.S. | | | |
| LS865 | Arsenic (As) | | 1 | mg/kg M.S. | | | |
| LS874 | Cuivre (Cu) | | 5 | mg/kg M.S. | | | |
| LS881 | Nickel (Ni) | | 1 | mg/kg M.S. | | | |

Annexe technique

Dossier N° : 18E083462

N° de rapport d'analyse :AR-18-LK-151369-02

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-369994

Nom projet : PNA

Référence commande : 10001717

Sédiments

| Code | Analyse | Principe et référence de la méthode | LQI | Unité | Prestation réalisée sur le site de : | | | |
|-------|---|---|-----|------------|--------------------------------------|------------|------------|---|
| LS882 | Phosphore (P) | | 1 | mg/kg M.S. | | | | |
| LS883 | Plomb (Pb) | | 5 | mg/kg M.S. | | | | |
| LS894 | Zinc (Zn) | | 5 | mg/kg M.S. | | | | |
| LS916 | Azote Kjeldahl (NTK) | Volumétrie [Minéralisation] - NF EN 13342 - Méthode interne (Sols) | 0.5 | g/kg M.S. | | | | |
| LS918 | Masse volumique sur échantillon brut | Gravimétrie - Méthode interne | | g/cm³ | | | | |
| LS919 | Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul) | GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN ISO 16703 (Sols) - NF EN 14039 (Boue, Sédiments) | 15 | | | | | |
| | | | | | | mg/kg M.S. | | |
| | | | | | | mg/kg M.S. | | |
| | | | | | | mg/kg M.S. | | |
| | | | | | | mg/kg M.S. | | |
| LS931 | Cadmium (Cd) | ICP/MS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 17294-2 - NF EN 13346 Méthode B | 0.1 | mg/kg M.S. | | | | |
| LS934 | Chrome (Cr) | | 0.1 | mg/kg M.S. | | | | |
| LS995 | Perte au feu à 550°C | Gravimétrie - NF EN 12879 (annulée) | 0.1 | % MS | | | | |
| LSA07 | Matière sèche | Gravimétrie - NF EN 12880 | 0.1 | % P.B. | | | | |
| LSA09 | Mercure (Hg) | SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols) | 0.1 | mg/kg M.S. | | | | |
| LSA33 | Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs) Naphthalène Acénaphthylène Acénaphthène Fluorène Phénanthrène Anthracène Fluoranthène Pyrène Benzo-(a)-anthracène Chrysène Benzo(b)fluoranthène Benzo(k)fluoranthène Benzo(a)pyrène Dibenzo(a,h)anthracène Benzo(ghi)Pérylène Indeno (1,2,3-cd) Pyrène Somme des HAP | GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment) | | | | | | |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | 0.002 | mg/kg M.S. |
| | | | | | | | LSA36 | Lixiviation 1x24 heures Lixiviation 1x24 heures Refus pondéral à 4 mm |
| LSA42 | PCB congénères réglementaires (7) PCB 28 PCB 52 PCB 101 | GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 16167 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment) | | | | | | |
| | | | | | | 0.001 | mg/kg M.S. | |
| | | | | | | 0.001 | mg/kg M.S. | |
| | | | | | | 0.001 | mg/kg M.S. | |

Annexe technique

Dossier N° : 18E083462

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-369994

Nom projet : PNA

Référence commande : 10001717

Sédiments

| Code | Analyse | Principe et référence de la méthode | LQI | Unité | Prestation réalisée sur le site de : |
|-------|---|---|-------------|--------------------|--------------------------------------|
| | PCB 118 | | 0.001 | mg/kg M.S. | |
| | PCB 138 | | 0.001 | mg/kg M.S. | |
| | PCB 153 | | 0.001 | mg/kg M.S. | |
| | PCB 180 | | 0.001 | mg/kg M.S. | |
| | SOMME PCB (7) | | | mg/kg M.S. | |
| LSA6B | Phosphore total (P2O5) | Calcul - Calcul | | mg/kg M.S. | |
| LSL4H | pH H2O pH extrait à l'eau Température de mesure du pH | Potentiométrie - Adaptée de NF ISO 10390 (Sédiment) et NF EN 12176 | | °C | |
| LSM04 | Arsenic (As) sur éluat | ICP/AES - NF EN ISO 11885 / NF EN 16192 | 0.2 | mg/kg M.S. | |
| LSM05 | Baryum (Ba) sur éluat | | 0.1 | mg/kg M.S. | |
| LSM11 | Chrome (Cr) sur éluat | | 0.1 | mg/kg M.S. | |
| LSM13 | Cuivre (Cu) sur éluat | | 0.2 | mg/kg M.S. | |
| LSM19 | Molybdène (Mo) sur éluat | | 0.1 | mg/kg M.S. | |
| LSM20 | Nickel (Ni) sur éluat | | 0.1 | mg/kg M.S. | |
| LSM22 | Plomb (Pb) sur éluat | | 0.1 | mg/kg M.S. | |
| LSM35 | Zinc (Zn) sur éluat | | 0.2 | mg/kg M.S. | |
| LSM46 | Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat Résidus secs à 105 °C Résidus secs à 105°C (calcul) | Gravimétrie - NF T 90-029 / NF EN 16192 | 2000 0.2 | mg/kg M.S. % MS | |
| LSM68 | Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat | Spectrophotométrie (IR) [Oxydation à chaud en milieu acide] - NF EN 16192 - NF EN 1484 (Sols) - Méthode interne (Hors Sols) | 50 | mg/kg M.S. | |
| LSM90 | Indice phénol sur éluat | Flux continu - NF EN ISO 14402 (adaptée sur sédiment, boue) - NF EN 16192 | 0.5 | mg/kg M.S. | |
| LSM97 | Antimoine (Sb) sur éluat | ICP/MS - NF EN ISO 17294-2 / NF EN 16192 | 0.002 | mg/kg M.S. | |
| LSN05 | Cadmium (Cd) sur éluat | | 0.002 | mg/kg M.S. | |
| LSN41 | Sélénium (Se) sur éluat | | 0.01 | mg/kg M.S. | |
| LSN71 | Fluorures sur éluat | Electrométrie [Potentiometrie] - NF T 90-004 (adaptée sur sédiment, boue) - NF EN 16192 | 5 | mg/kg M.S. | |
| LSQ02 | Conductivité à 25°C sur éluat Conductivité corrigée automatiquement à 25°C Température de mesure de la conductivité | Potentiométrie [Méthode à la sonde] - NF EN 27888 / NF EN 16192 | | µS/cm °C | |
| LSQ13 | Mesure du pH sur éluat pH (Potentiel d'Hydrogène) Température de mesure du pH | Potentiométrie - NF EN ISO 10523 / NF EN 16192 | | °C | |
| LSSKM | Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments) | Combustion [sèche] - NF EN 13137 | 1000 | mg/kg M.S. | |
| XXS01 | Minéralisation eau régale - Bloc chauffant | Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B | | | |
| XXS06 | Séchage à 40°C | Séchage - NF ISO 11464 - NF EN 16179 (sol) (Le laboratoire travaillera sur | | | |
| XXS07 | Refus Pondéral à 2 mm | Tamissage - NF ISO 11464 - NF EN 16179 (sol) (Le laboratoire travaillera sur | 1 | % P.B. | |
| XXS4D | Pesée échantillon lixiviation Volume Masse | Gravimétrie - NF EN 12457-2 | | ml g | |

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E083462

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-151369-02

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-369994

Nom projet : N° Projet : E170805b

Référence commande : 10001717

PNA

Nom Commande : PNA

Sédiments

| Référence Eurofins | Référence Client | Date&Heure Prélèvement | Code-barre | Nom flacon |
|--------------------|------------------|------------------------|------------|------------|
| 18E083462-001 | P1-1_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-003 | P2-1_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-004 | P2-2_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-005 | P3_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-006 | P4-1_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-007 | P4-2_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-008 | P5_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-009 | P6_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-010 | P7-1_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-011 | P7-2_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-012 | P8-1_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-013 | P8-2_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-014 | P9-1_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-015 | P9-2_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-016 | P10_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-017 | P11_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-018 | P12_DL | 20/07/2018 08:00:00 | | |
| 18E083462-019 | P1-1_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-021 | P2-1_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-022 | P2-2_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-023 | P3_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-024 | P4-1_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-025 | P4-2_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-026 | P5_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-027 | P6_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-028 | P7-1_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-029 | P7-2_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-030 | P8-1_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-031 | P8-2_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-032 | P9-1_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-033 | P9-2_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-034 | P10_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-035 | P11_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |
| 18E083462-036 | P12_H14-H12 | 20/07/2018 12:00:00 | | |

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :
18e083462-001 (SED) - Average

Opérateur :
FPEP

Date de l'analyse :
vendredi 10 août 2018 16:46:05

Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

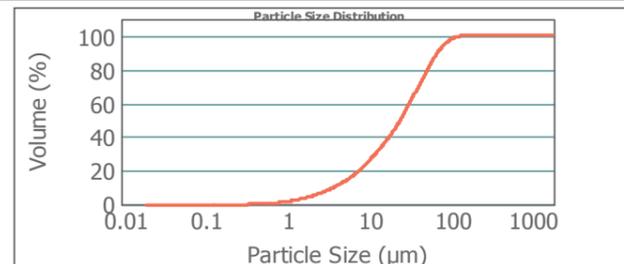
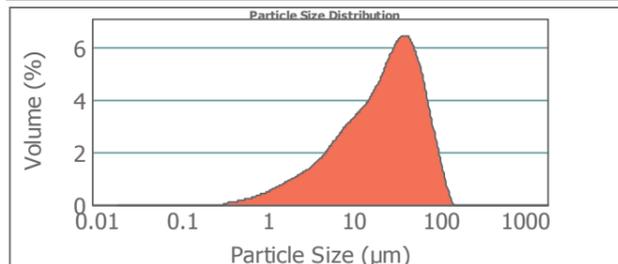
| | | | | | | |
|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------|
| Surface spécifique : | Moyenne : | Médiane : | Variance : | Ecart type : | Rapport moyenne/médiane : | Mode : |
| 0.656 m ² /g | 33.872 μm | 26.632 μm | 827.853 μm ² | 28.772 μm | 1.271 μm | 43.396 μm |

*** Pourcentages cumulés :**

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 4.43%
Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 40.89%
Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 84.29%
Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 100.00%
Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 4.43%
Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 36.46%
Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 34.37%
Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 24.75%
Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 43.40%
Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 15.71%
Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 0.00%



18e083462-001 (SED) - Average vendredi 10 août 2018 16:46:05

| Size (μm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 1.40 | 8.000 | 4.34 | 30.000 | 11.55 | 150.000 | 0.01 | 500.000 | 0.00 | 1500.000 | 0.00 | 8.000 | 0.00 |
| 1.000 | 3.03 | 10.000 | 9.20 | 40.000 | 9.39 | 200.000 | 0.00 | 600.000 | 0.00 | 2000.000 | 0.00 | 15.000 | 0.00 |
| 2.000 | 1.48 | 15.000 | 1.62 | 50.000 | 9.03 | 250.000 | 0.00 | 800.000 | 0.00 | | | 16.000 | 0.00 |
| 2.500 | 4.05 | 16.000 | 6.06 | 63.000 | 12.27 | 300.000 | 0.00 | 900.000 | 0.00 | | | 20.000 | 0.00 |
| 4.000 | 9.71 | 20.000 | 13.43 | 100.000 | 3.43 | 400.000 | 0.00 | 1000.000 | 0.00 | | | 30.000 | 0.00 |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | | | 150.000 | |

| Size (μm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 19.67 | 30.000 | 54.32 | 150.000 | 99.99 | 500.000 | 100.00 | 1500.000 | 100.00 | 8.000 | 10.78 |
| 1.000 | 1.40 | 10.000 | 24.01 | 40.000 | 65.87 | 200.000 | 100.00 | 600.000 | 100.00 | 2000.000 | 100.00 | 10.000 | 13.02 |
| 2.000 | 4.43 | 15.000 | 33.20 | 50.000 | 75.25 | 250.000 | 100.00 | 800.000 | 100.00 | | | 15.000 | 17.99 |
| 2.500 | 5.91 | 16.000 | 34.83 | 63.000 | 84.29 | 300.000 | 100.00 | 900.000 | 100.00 | | | 16.000 | 18.93 |
| 4.000 | 9.96 | 20.000 | 40.89 | 100.000 | 96.56 | 400.000 | 100.00 | 1000.000 | 100.00 | | | 20.000 | 22.64 |

Paramètre d'analyse

| | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|-----------------|
| Type d'instrument : | Malvern Mastersizer 2000 | Durée d'analyse : | 2 X 30 secondes |
| Gamme de mesure : | Préparateur Hydro MU 0.020 μm à 2000 μm | Indice de réfraction : | 1.33 |
| Logiciel : | Malvern Application 5.60 | Liquide : | Water 800 mL |
| Modèle optique : | Fraunhofer | Obscurisation : | 11.56 % |

Vitesse de la pompe : 3000 rpm *- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure*

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :
18e083462-003 (SED) - Average

Opérateur :
FPEP

Date de l'analyse :
mercredi 8 août 2018 09:07:35

Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

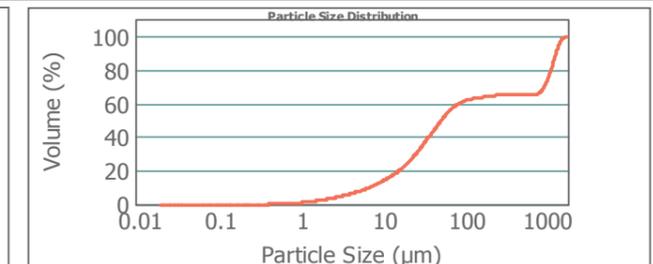
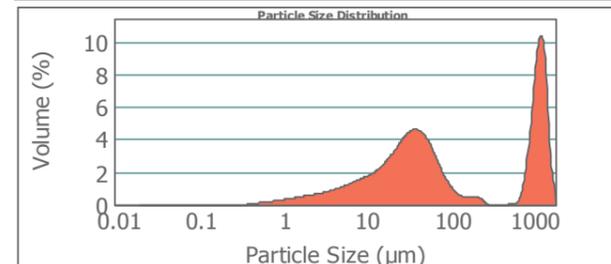
| | | | | | | |
|-----------------------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------|
| Surface spécifique : | Moyenne : | Médiane : | Variance : | Ecart type : | Rapport moyenne/médiane : | Mode : |
| 0.381 m ² /g | 488.136 μm | 56.231 μm | 391640.136 μm ² | 625.811 μm | 8.68 μm | 1349.899 μm |

*** Pourcentages cumulés :**

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 2.65%
Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 22.64%
Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 52.88%
Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 63.82%
Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 2.65%
Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 19.99%
Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 24.08%
Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 17.09%
Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 30.24%
Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 10.93%
Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 36.18%



18e083462-003 (SED) - Average mercredi 8 août 2018 09:07:35

| Size (μm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.84 | 8.000 | 2.24 | 30.000 | 8.27 | 150.000 | 0.90 | 500.000 | 0.00 | 1500.000 | 8.08 | 8.000 | 0.00 |
| 1.000 | 1.81 | 10.000 | 4.97 | 40.000 | 6.64 | 200.000 | 0.65 | 600.000 | 0.39 | 2000.000 | | 15.000 | 0.00 |
| 2.000 | 1.81 | 15.000 | 1.62 | 50.000 | 6.15 | 250.000 | 0.25 | 800.000 | 1.13 | | | 16.000 | 0.00 |
| 2.500 | 0.83 | 16.000 | 0.94 | 63.000 | 7.70 | 300.000 | 0.00 | 900.000 | 2.36 | | | 20.000 | 0.00 |
| 4.000 | 5.08 | 20.000 | 9.17 | 100.000 | 2.33 | 400.000 | 0.00 | 1000.000 | 23.32 | | | 30.000 | 0.00 |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | | | 150.000 | |

| Size (μm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 10.78 | 30.000 | 31.82 | 150.000 | 62.92 | 500.000 | 64.72 | 1500.000 | 91.92 | 8.000 | 13.02 |
| 1.000 | 0.84 | 10.000 | 13.02 | 40.000 | 40.09 | 200.000 | 63.82 | 600.000 | 64.72 | 2000.000 | 100.00 | 10.000 | 17.99 |
| 2.000 | 2.65 | 15.000 | 17.99 | 50.000 | 46.73 | 250.000 | 64.47 | 800.000 | 65.11 | | | 15.000 | 18.93 |
| 2.500 | 3.49 | 16.000 | 18.93 | 63.000 | 52.88 | 300.000 | 64.72 | 900.000 | 66.24 | | | 16.000 | 22.64 |
| 4.000 | 5.70 | 20.000 | 22.64 | 100.000 | 60.59 | 400.000 | 64.72 | 1000.000 | 68.60 | | | 20.000 | |

Paramètre d'analyse

| | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|-----------------|
| Type d'instrument : | Malvern Mastersizer 2000 | Durée d'analyse : | 2 X 30 secondes |
| Gamme de mesure : | Préparateur Hydro MU 0.020 μm à 2000 μm | Indice de réfraction : | 1.33 |
| Logiciel : | Malvern Application 5.60 | Liquide : | Water 800 mL |
| Modèle optique : | Fraunhofer | Obscurisation : | 12.04 % |

Vitesse de la pompe : 3000 rpm *- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure*

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) : 18e083462-004 (SED) - Average
Date de l'analyse : lundi 6 août 2018 14:40:30

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

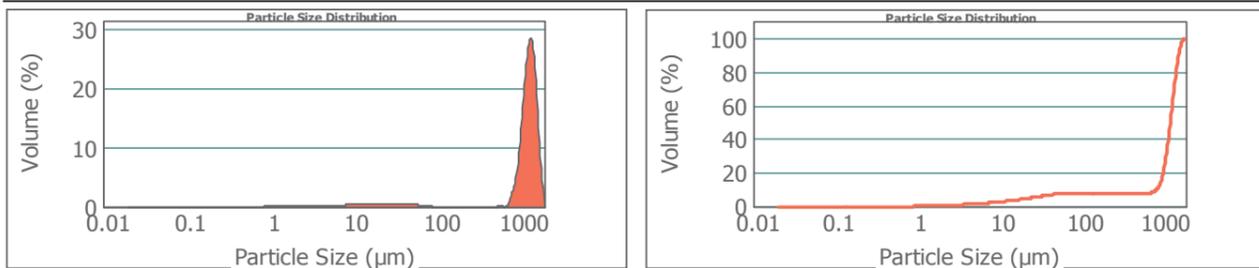
Opérateur : PKB8
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

Données statistique

Surface spécifique : Moyenne : Médiane : Variance : Ecart type : Rapport moyenne/médiane : Mode :
0.0635 m²/g 1239.... μm 1309.6... μm 185024.711 μm² 430.144 μm 0.946 μm 1375.454 μm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 0.42%
Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 4.25%
Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 7.71%
Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 7.97%
Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 0.42%
Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 3.83%
Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 2.96%
Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 0.76%
Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 3.47%
Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 0.25%
Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 92.03%



18e083462-004 (SED) - Average lundi 6 août 2018 14:40:30

| Size (μm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.02 | 8.000 | 0.43 | 30.000 | 0.98 | 150.000 | 0.00 | 500.000 | 0.00 | 1500.000 | 24.74 |
| 1.000 | 0.40 | 10.000 | 0.93 | 40.000 | 0.68 | 200.000 | 0.00 | 600.000 | 0.43 | 2000.000 | |
| 2.000 | 0.17 | 15.000 | 0.17 | 50.000 | 0.51 | 250.000 | 0.00 | 800.000 | 2.21 | | |
| 2.500 | 0.48 | 16.000 | 0.25 | 63.000 | 0.25 | 300.000 | 0.00 | 900.000 | 4.25 | | |
| 4.000 | 1.03 | 20.000 | 1.30 | 100.000 | 0.00 | 400.000 | 0.00 | 1000.000 | 60.39 | | |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | | |

| Size (μm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 2.10 | 30.000 | 5.55 | 150.000 | 7.97 | 500.000 | 7.97 | 1500.000 | 75.26 |
| 1.000 | 0.02 | 10.000 | 2.53 | 40.000 | 6.53 | 200.000 | 7.97 | 600.000 | 7.97 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.000 | 0.42 | 15.000 | 3.46 | 50.000 | 7.21 | 250.000 | 7.97 | 800.000 | 8.40 | | |
| 2.500 | 0.59 | 16.000 | 3.63 | 63.000 | 7.71 | 300.000 | 7.97 | 900.000 | 10.62 | | |
| 4.000 | 1.07 | 20.000 | 4.25 | 100.000 | 7.97 | 400.000 | 7.97 | 1000.000 | 14.87 | | |

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
Indice de réfraction : 1.33
0.020 μm à 2000 μm
Liquide : Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60
Obscurisation : 9.10 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm
- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) : 18e083462-005 (SED) - Average
Date de l'analyse : jeudi 9 août 2018 09:26:14

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

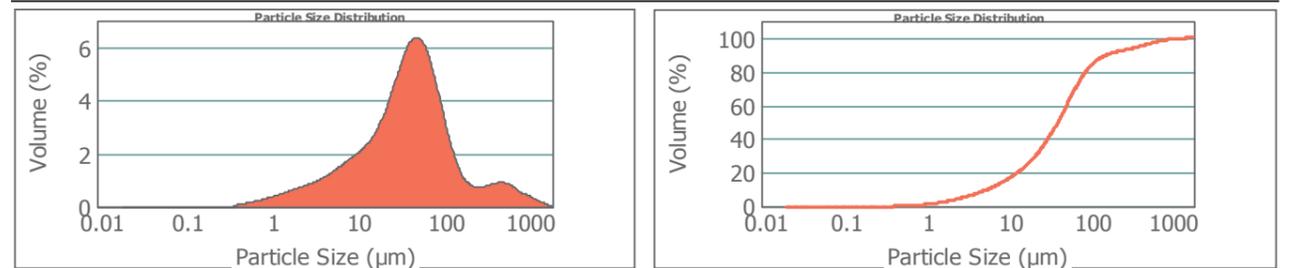
Opérateur : FPEP
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

Données statistique

Surface spécifique : Moyenne : Médiane : Variance : Ecart type : Rapport moyenne/médiane : Mode :
0.471 m²/g 93.251 μm 43.060 μm 31937.491 μm² 178.71 μm 2.165 μm 52.604 μm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 3.25%
Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 26.63%
Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 65.65%
Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 91.01%
Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 3.25%
Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 23.38%
Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 29.48%
Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 34.90%
Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 39.02%
Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 25.36%
Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 8.99%



18e083462-005 (SED) - Average jeudi 9 août 2018 09:26:14

| Size (μm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 1.04 | 8.000 | 2.63 | 30.000 | 10.09 | 150.000 | 2.41 | 500.000 | 1.07 | 1500.000 | 0.15 |
| 1.000 | 2.21 | 10.000 | 5.74 | 40.000 | 9.01 | 200.000 | 1.20 | 600.000 | 1.41 | 2000.000 | |
| 2.000 | 1.03 | 15.000 | 1.07 | 50.000 | 9.54 | 250.000 | 0.87 | 800.000 | 0.41 | | |
| 2.500 | 0.48 | 16.000 | 4.16 | 63.000 | 15.64 | 300.000 | 1.48 | 900.000 | 0.32 | | |
| 4.000 | 6.04 | 20.000 | 10.38 | 100.000 | 7.30 | 400.000 | 1.29 | 1000.000 | 0.79 | | |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | | |

| Size (μm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 13.03 | 30.000 | 37.01 | 150.000 | 88.60 | 500.000 | 95.84 | 1500.000 | 99.85 |
| 1.000 | 1.04 | 10.000 | 15.66 | 40.000 | 47.10 | 200.000 | 91.01 | 600.000 | 96.91 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.000 | 3.25 | 15.000 | 21.40 | 50.000 | 56.11 | 250.000 | 92.21 | 800.000 | 98.32 | | |
| 2.500 | 4.28 | 16.000 | 22.46 | 63.000 | 65.65 | 300.000 | 93.08 | 900.000 | 98.74 | | |
| 4.000 | 6.99 | 20.000 | 26.63 | 100.000 | 81.29 | 400.000 | 94.55 | 1000.000 | 99.06 | | |

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
Indice de réfraction : 1.33
0.020 μm à 2000 μm
Liquide : Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60
Obscurisation : 14.54 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm
- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e083462-006 (SED) - Average

Date de l'analyse :

lundi 6 août 2018 14:48:44

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Opérateur :

PKB8

Résultat de la source :

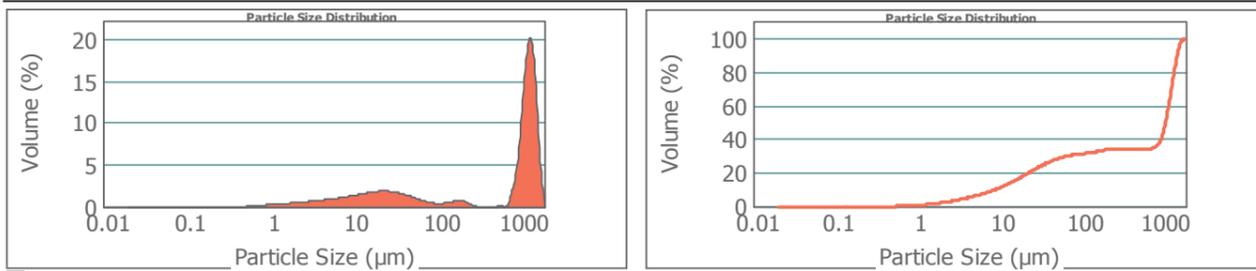
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

Surface spécifique : Moyenne : Médiane : Variance : Ecart type : Rapport moyenne/médiane : Mode :
0.275 m²/g 889.202 µm 1146.4... µm 418558.39 µm² 646.96 µm 0.775 µm 1358.919 µm

* Pourcentages cumulés :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 2.04%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 17.73%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 29.16%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 33.19%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 2.04%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 15.69%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 9.90%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 5.56%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 11.43%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 4.03%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 66.81%



18e083462-006 (SED) - Average lundi 6 août 2018 14:48:44

| Size (µm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.57 | 8.000 | 1.76 | 30.000 | 3.10 | 150.000 | 1.19 | 500.000 | 0.00 | 1500.000 | 16.50 | 2000.000 | 16.50 |
| 1.000 | 1.47 | 10.000 | 3.87 | 40.000 | 1.96 | 200.000 | 0.83 | 600.000 | 0.32 | 2000.000 | 16.50 | 2000.000 | 16.50 |
| 2.000 | 0.72 | 15.000 | 0.70 | 50.000 | 1.53 | 250.000 | 0.17 | 800.000 | 1.75 | 2000.000 | 16.50 | 2000.000 | 16.50 |
| 2.500 | 1.96 | 16.000 | 2.55 | 63.000 | 1.72 | 300.000 | 0.00 | 900.000 | 3.33 | 2000.000 | 16.50 | 2000.000 | 16.50 |
| 4.000 | 4.15 | 20.000 | 4.83 | 100.000 | 1.12 | 400.000 | 0.00 | 1000.000 | 43.89 | 2000.000 | 16.50 | 2000.000 | 16.50 |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | 2000.000 | | 2000.000 | |

| Size (µm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 8.87 | 30.000 | 22.56 | 150.000 | 32.00 | 500.000 | 34.20 | 1500.000 | 83.50 | 2000.000 | 100.00 |
| 1.000 | 0.57 | 10.000 | 10.62 | 40.000 | 25.67 | 200.000 | 33.19 | 600.000 | 34.20 | 2000.000 | 100.00 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.000 | 2.04 | 15.000 | 14.49 | 50.000 | 27.63 | 250.000 | 34.02 | 800.000 | 34.52 | 2000.000 | 100.00 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.500 | 2.76 | 16.000 | 15.19 | 63.000 | 29.16 | 300.000 | 34.20 | 900.000 | 36.27 | 2000.000 | 100.00 | 2000.000 | 100.00 |
| 4.000 | 4.72 | 20.000 | 17.73 | 100.000 | 30.89 | 400.000 | 34.20 | 1000.000 | 39.60 | 2000.000 | 100.00 | 2000.000 | 100.00 |

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
Indice de réfraction : 1.33
0.020 µm à 2000 µm
Liquide : Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60
Obscurisation : 9.99 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) :

18e083462-007 (SED) - Average

Date de l'analyse :

lundi 6 août 2018 14:55:02

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Opérateur :

PKB8

Résultat de la source :

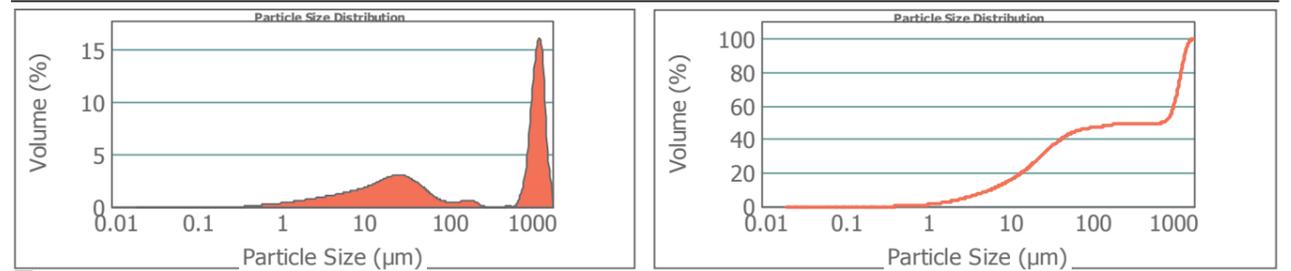
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

Surface spécifique : Moyenne : Médiane : Variance : Ecart type : Rapport moyenne/médiane : Mode :
0.384 m²/g 701.873 µm 860.242 µm 466083.927 µm² 682.703 µm 0.815 µm 1402.581 µm

* Pourcentages cumulés :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 2.82%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 24.12%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 43.49%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 48.38%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 2.82%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 21.30%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 16.63%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 7.63%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 19.37%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 4.89%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 51.62%



18e083462-007 (SED) - Average lundi 6 août 2018 14:55:02

| Size (µm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.84 | 8.000 | 2.32 | 30.000 | 5.41 | 150.000 | 1.00 | 500.000 | 0.00 | 1500.000 | 13.85 | 2000.000 | 13.85 |
| 1.000 | 1.98 | 10.000 | 5.17 | 40.000 | 3.54 | 200.000 | 0.75 | 600.000 | 0.15 | 2000.000 | 13.85 | 2000.000 | 13.85 |
| 2.000 | 0.96 | 15.000 | 0.97 | 50.000 | 2.74 | 250.000 | 0.18 | 800.000 | 1.04 | 2000.000 | 13.85 | 2000.000 | 13.85 |
| 2.500 | 2.63 | 16.000 | 3.67 | 63.000 | 2.79 | 300.000 | 0.00 | 900.000 | 2.14 | 2000.000 | 13.85 | 2000.000 | 13.85 |
| 4.000 | 5.58 | 20.000 | 7.69 | 100.000 | 1.10 | 400.000 | 0.00 | 1000.000 | 33.51 | 2000.000 | 13.85 | 2000.000 | 13.85 |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | 2000.000 | | 2000.000 | |

| Size (µm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 11.98 | 30.000 | 31.80 | 150.000 | 47.38 | 500.000 | 49.32 | 1500.000 | 86.15 | 2000.000 | 100.00 |
| 1.000 | 0.84 | 10.000 | 14.31 | 40.000 | 37.21 | 200.000 | 48.38 | 600.000 | 49.32 | 2000.000 | 100.00 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.000 | 2.82 | 15.000 | 19.47 | 50.000 | 40.75 | 250.000 | 49.13 | 800.000 | 49.46 | 2000.000 | 100.00 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.500 | 3.78 | 16.000 | 20.44 | 63.000 | 43.49 | 300.000 | 49.32 | 900.000 | 50.50 | 2000.000 | 100.00 | 2000.000 | 100.00 |
| 4.000 | 6.40 | 20.000 | 24.12 | 100.000 | 46.27 | 400.000 | 49.32 | 1000.000 | 52.64 | 2000.000 | 100.00 | 2000.000 | 100.00 |

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
Indice de réfraction : 1.33
0.020 µm à 2000 µm
Liquide : Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60
Obscurisation : 9.20 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
 prestation réalisée sur le site de SAVERNE
 NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
 Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) : 18e083462-008 (SED) - Average
Date de l'analyse : jeudi 9 août 2018 08:51:28
Opérateur : FPEP
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

Données statistique

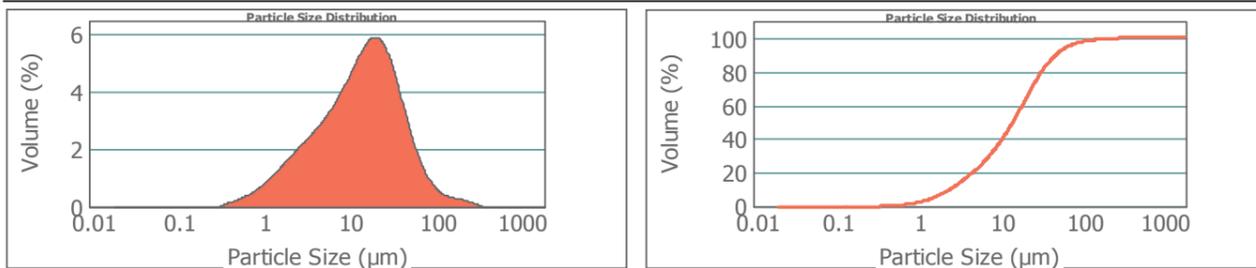
| | | | | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|---|-------------------------------|---|-------------------------|
| Surface spécifique : 0.948 m ² /g | Moyenne : 23.913 μm | Médiane : 15.310 μm | Variance : 942.819 μm ² | Ecart type : 30.705 μm | Rapport moyenne/médiane : 1.561 μm | Mode : 21.692 μm |
|---|----------------------------|----------------------------|---|-------------------------------|---|-------------------------|

*** Pourcentages cumulés :**

- Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 7.13%
- Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 59.92%
- Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 93.39%
- Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 99.39%
- Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

- Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 7.13%
- Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 52.79%
- Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 29.61%
- Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 9.86%
- Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 33.47%
- Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 6.00%
- Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 0.61%



18e083462-008 (SED) - Average jeudi 9 août 2018 08:51:28

| Size (μm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 2.12 | 8.000 | 5.90 | 30.000 | 9.07 | 150.000 | 0.57 | 500.000 | 0.00 | 1500.000 | 0.00 |
| 1.000 | 5.01 | 10.000 | 12.88 | 40.000 | 5.30 | 200.000 | 0.34 | 600.000 | 0.00 | 2000.000 | 0.00 |
| 2.000 | 2.53 | 15.000 | 2.30 | 50.000 | 3.86 | 250.000 | 0.18 | 800.000 | 0.00 | | |
| 2.500 | 6.78 | 16.000 | 8.34 | 63.000 | 4.03 | 300.000 | 0.09 | 900.000 | 0.00 | | |
| 4.000 | 14.06 | 20.000 | 15.23 | 100.000 | 1.39 | 400.000 | 0.00 | 1000.000 | 0.00 | | |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | | |

| Size (μm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 30.49 | 30.000 | 75.16 | 150.000 | 98.82 | 500.000 | 100.00 | 1500.000 | 100.00 |
| 1.000 | 2.12 | 10.000 | 36.40 | 40.000 | 84.22 | 200.000 | 99.39 | 600.000 | 100.00 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.000 | 7.13 | 15.000 | 49.28 | 50.000 | 89.53 | 250.000 | 99.73 | 800.000 | 100.00 | | |
| 2.500 | 9.66 | 16.000 | 51.58 | 63.000 | 93.39 | 300.000 | 99.91 | 900.000 | 100.00 | | |
| 4.000 | 16.44 | 20.000 | 59.92 | 100.000 | 97.43 | 400.000 | 100.00 | 1000.000 | 100.00 | | |

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 **Durée d'analyse :** 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU **Indice de réfraction :** 1.33
 0.020 μm à 2000 μm **Liquide :** Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60 **Obscurisation :** 12.16 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm *- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure*

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
 Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/ENV
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
 prestation réalisée sur le site de SAVERNE
 NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
 Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) : 18e083462-009 (SED) - Average
Date de l'analyse : mercredi 8 août 2018 09:46:15
Opérateur : FPEP
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

Données statistique

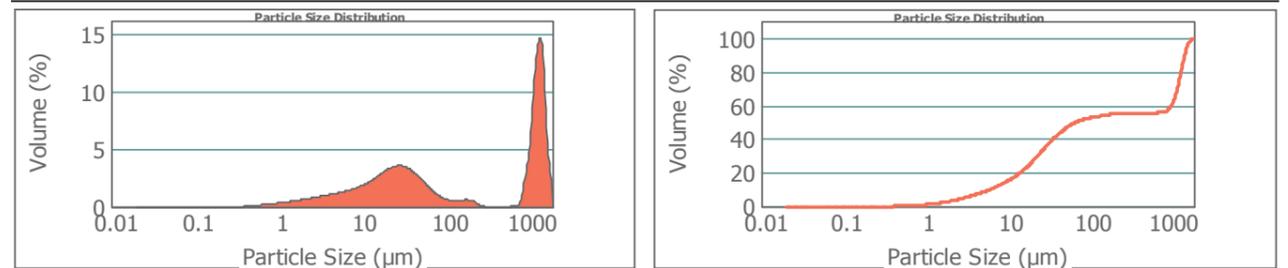
| | | | | | | |
|---|-----------------------------|----------------------------|--|-------------------------------|---|---------------------------|
| Surface spécifique : 0.409 m ² /g | Moyenne : 634.643 μm | Médiane : 72.724 μm | Variance : 476611.927 μm ² | Ecart type : 690.37 μm | Rapport moyenne/médiane : 8.726 μm | Mode : 1460.084 μm |
|---|-----------------------------|----------------------------|--|-------------------------------|---|---------------------------|

*** Pourcentages cumulés :**

- Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 2.93%
- Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 25.42%
- Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 48.49%
- Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 54.70%
- Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

- Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 2.93%
- Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 22.49%
- Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 19.73%
- Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 9.55%
- Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 23.07%
- Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 6.21%
- Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 45.30%



18e083462-009 (SED) - Average mercredi 8 août 2018 09:46:15

| Size (μm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.91 | 8.000 | 2.38 | 30.000 | 6.44 | 150.000 | 1.09 | 500.000 | 0.00 | 1500.000 | 14.01 |
| 1.000 | 2.02 | 10.000 | 5.57 | 40.000 | 4.23 | 200.000 | 0.68 | 600.000 | 0.07 | 2000.000 | 0.00 |
| 2.000 | 0.99 | 15.000 | 1.08 | 50.000 | 3.34 | 250.000 | 0.11 | 800.000 | 0.42 | | |
| 2.500 | 2.66 | 16.000 | 4.21 | 63.000 | 3.62 | 300.000 | 0.00 | 900.000 | 1.90 | | |
| 4.000 | 5.59 | 20.000 | 9.06 | 100.000 | 1.50 | 400.000 | 0.00 | 1000.000 | 28.11 | | |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | | |

| Size (μm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 12.17 | 30.000 | 34.48 | 150.000 | 53.61 | 500.000 | 55.49 | 1500.000 | 85.99 |
| 1.000 | 0.91 | 10.000 | 14.55 | 40.000 | 40.92 | 200.000 | 54.70 | 600.000 | 55.49 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.000 | 2.93 | 15.000 | 20.13 | 50.000 | 45.15 | 250.000 | 55.38 | 800.000 | 55.56 | | |
| 2.500 | 3.92 | 16.000 | 21.21 | 63.000 | 48.49 | 300.000 | 55.49 | 900.000 | 55.98 | | |
| 4.000 | 6.58 | 20.000 | 25.42 | 100.000 | 52.11 | 400.000 | 55.49 | 1000.000 | 57.88 | | |

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 **Durée d'analyse :** 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU **Indice de réfraction :** 1.33
 0.020 μm à 2000 μm **Liquide :** Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60 **Obscurisation :** 9.54 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm *- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure*

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
 Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/ENV
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) : 18e083462-010 (SED) - Average

Date de l'analyse : mardi 7 août 2018 15:29:34

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Opérateur : FPEP

Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

Données statistique

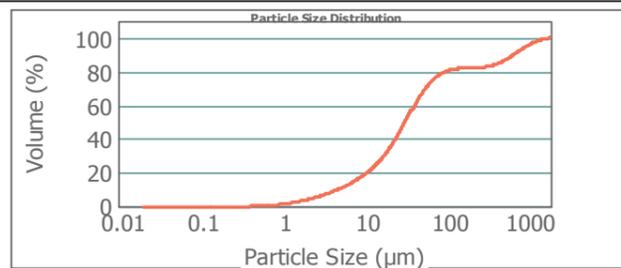
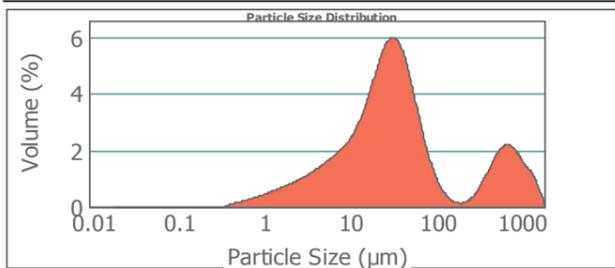
| | | | | | | |
|---|-----------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|---|-------------------------|
| Surface spécifique : 0.539 m ² /g | Moyenne : 175.278 μm | Médiane : 33.039 μm | Variance : 120706.681 μm ² | Ecart type : 347.428 μm | Rapport moyenne/médiane : 5.305 μm | Mode : 34.717 μm |
|---|-----------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|---|-------------------------|

*** Pourcentages cumulés :**

| |
|---|
| Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 3.79% |
| Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 32.45% |
| Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 72.22% |
| Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 82.15% |
| Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00% |

Pourcentages relatifs :

| |
|--|
| Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 3.79% |
| Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 28.66% |
| Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 33.06% |
| Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 16.64% |
| Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 39.77% |
| Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 9.93% |
| Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 17.85% |



18e083462-010 (SED) - Average mardi 7 août 2018 15:29:34

| Size (μm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 1.23 | 8.000 | 3.02 | 30.000 | 11.22 | 150.000 | 0.38 | 500.000 | 2.14 | 1500.000 | 1.27 |
| 1.000 | 2.56 | 10.000 | 7.06 | 40.000 | 8.04 | 200.000 | 0.19 | 600.000 | 4.03 | 2000.000 | |
| 2.000 | 1.19 | 15.000 | 1.41 | 50.000 | 6.71 | 250.000 | 0.31 | 800.000 | 1.64 | | |
| 2.500 | 3.20 | 16.000 | 7.51 | 63.000 | 1.22 | 300.000 | 1.34 | 900.000 | 3.86 | | |
| 4.000 | 7.08 | 20.000 | 13.80 | 100.000 | 2.05 | 400.000 | 1.86 | 1000.000 | | | |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | | |

| Size (μm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 15.26 | 30.000 | 46.25 | 150.000 | 81.77 | 500.000 | 85.73 | 1500.000 | 98.73 |
| 1.000 | 1.23 | 10.000 | 18.28 | 40.000 | 57.47 | 200.000 | 82.15 | 600.000 | 87.87 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.000 | 3.79 | 15.000 | 25.34 | 50.000 | 65.51 | 250.000 | 82.34 | 800.000 | 91.90 | | |
| 2.500 | 4.98 | 16.000 | 26.75 | 63.000 | 72.22 | 300.000 | 82.65 | 900.000 | 93.53 | | |
| 4.000 | 8.18 | 20.000 | 32.45 | 100.000 | 79.72 | 400.000 | 83.87 | 1000.000 | 94.87 | | |

Paramètre d'analyse

| | |
|---|--|
| Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 | Durée d'analyse : 2 X 30 secondes |
| Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 μm à 2000 μm | Indice de réfraction : 1.33 |
| Logiciel : Malvern Application 5.60 | Liquide : Water 800 mL |
| Modèle optique : Fraunhofer | Obscurisation : 7.29 % |
| Vitesse de la pompe : 3000 rpm | - L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure |

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) : 18e083462-012 (SED) - Average

Date de l'analyse : mardi 7 août 2018 16:48:24

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Opérateur : FPEP

Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

Données statistique

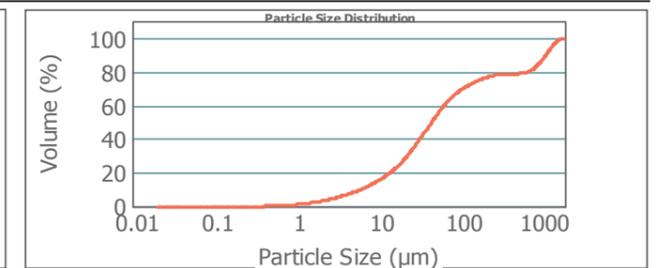
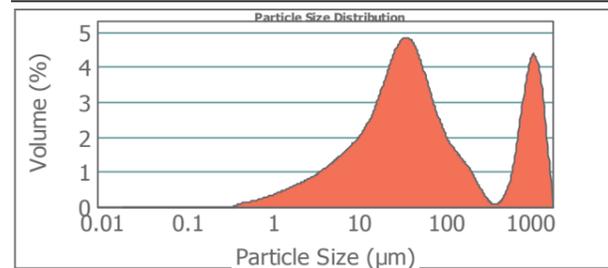
| | | | | | | |
|---|-----------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|---|-------------------------|
| Surface spécifique : 0.435 m ² /g | Moyenne : 293.578 μm | Médiane : 46.691 μm | Variance : 239662.542 μm ² | Ecart type : 489.553 μm | Rapport moyenne/médiane : 6.287 μm | Mode : 39.692 μm |
|---|-----------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|---|-------------------------|

*** Pourcentages cumulés :**

| |
|---|
| Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 2.94% |
| Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 25.92% |
| Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 58.55% |
| Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 75.71% |
| Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00% |

Pourcentages relatifs :

| |
|--|
| Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 2.94% |
| Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 22.97% |
| Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 26.17% |
| Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 23.63% |
| Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 32.63% |
| Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 17.16% |
| Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 24.29% |



18e083462-012 (SED) - Average mardi 7 août 2018 16:48:24

| Size (μm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.95 | 8.000 | 2.52 | 30.000 | 8.89 | 150.000 | 2.62 | 500.000 | 0.34 | 1500.000 | 3.75 |
| 1.000 | 1.99 | 10.000 | 5.66 | 40.000 | 6.94 | 200.000 | 1.50 | 600.000 | 2.19 | 2000.000 | |
| 2.000 | 0.95 | 15.000 | 1.08 | 50.000 | 6.47 | 250.000 | 0.79 | 800.000 | 1.92 | | |
| 2.500 | 2.60 | 16.000 | 4.29 | 63.000 | 9.43 | 300.000 | 0.46 | 900.000 | 2.30 | | |
| 4.000 | 5.87 | 20.000 | 10.34 | 100.000 | 5.12 | 400.000 | 0.13 | 1000.000 | 10.90 | | |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | | |

| Size (μm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 12.36 | 30.000 | 36.26 | 150.000 | 73.09 | 500.000 | 78.59 | 1500.000 | 96.25 |
| 1.000 | 0.95 | 10.000 | 14.88 | 40.000 | 45.15 | 200.000 | 75.71 | 600.000 | 78.93 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.000 | 2.94 | 15.000 | 20.54 | 50.000 | 52.08 | 250.000 | 77.21 | 800.000 | 81.12 | | |
| 2.500 | 3.89 | 16.000 | 21.62 | 63.000 | 58.55 | 300.000 | 78.00 | 900.000 | 83.05 | | |
| 4.000 | 6.49 | 20.000 | 25.92 | 100.000 | 67.98 | 400.000 | 78.46 | 1000.000 | 85.35 | | |

Paramètre d'analyse

| | |
|---|--|
| Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 | Durée d'analyse : 2 X 30 secondes |
| Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 μm à 2000 μm | Indice de réfraction : 1.33 |
| Logiciel : Malvern Application 5.60 | Liquide : Water 800 mL |
| Modèle optique : Fraunhofer | Obscurisation : 9.44 % |
| Vitesse de la pompe : 3000 rpm | - L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure |

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) :
18e083462-013 (SED) - Average

Date de l'analyse :
jeudi 9 août 2018 09:44:34

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

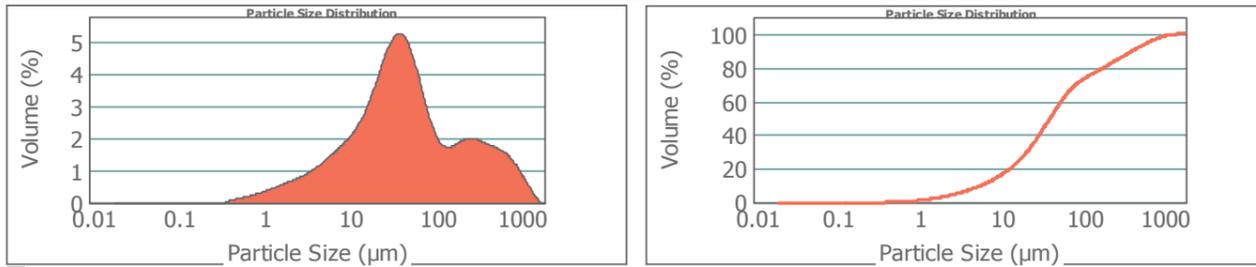
Opérateur :
FPEP

Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

Surface spécifique : Moyenne : Médiane : Variance : Ecart type : Rapport moyenne/médiane : Mode :
0.449 m²/g 143.414 µm 43.632 µm 59085.597 µm² 243.075 µm 3.286 µm 40.998 µm

* Pourcentages cumulés :
Pourcentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 3.04%
Pourcentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 26.63%
...
Pourcentages relatifs :
Pourcentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 3.04%
Pourcentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 23.59%
...
Pourcentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 20.07%



18e083462-013 (SED) - Average jeudi 9 août 2018 09:44:34

Table with 12 columns: Size (µm), Volume In %, Vol Under %. It provides detailed data for various particle sizes from 0.020 to 1500.000 µm.

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
Indice de réfraction : 1.33
...
Vitesse de la pompe : 3000 rpm - L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) :
18E083462-014 (SED) - Average

Date de l'analyse :
jeudi 30 août 2018 13:44:04

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

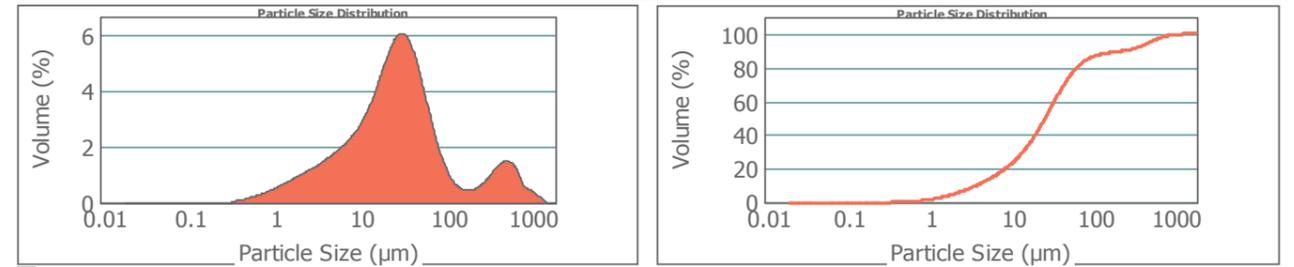
Opérateur :
FAMF

Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

Surface spécifique : Moyenne : Médiane : Variance : Ecart type : Rapport moyenne/médiane : Mode :
0.636 m²/g 88.160 µm 27.902 µm 33746.186 µm² 183.701 µm 3.159 µm 32.661 µm

* Pourcentages cumulés :
Pourcentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.59%
Pourcentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 38.18%
...
Pourcentages relatifs :
Pourcentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.59%
Pourcentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 33.59%
...
Pourcentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 10.78%



18E083462-014 (SED) - Average jeudi 30 août 2018 13:44:04

Table with 12 columns: Size (µm), Volume In %, Vol Under %. It provides detailed data for various particle sizes from 0.020 to 1500.000 µm.

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
Indice de réfraction : 1.33
...
Vitesse de la pompe : 3000 rpm - L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :
18e083462-015 (SED) - Average

Opérateur :
FPEP

Date de l'analyse :
jeudi 9 août 2018 09:51:27

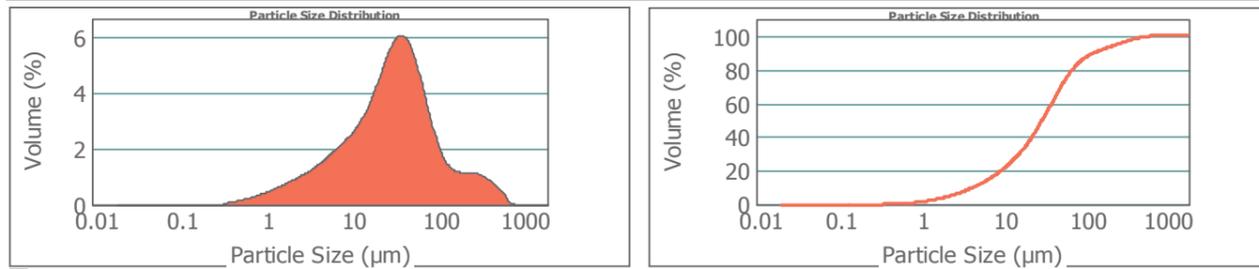
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

Surface spécifique : Moyenne : 0.583 m²/g Médiane : 62.002 µm Variance : 8968.665 µm² Ecart type : 94.703 µm Rapport moyenne/mediane : 1.916 µm Mode : 40.012 µm

*** Pourcentages cumulés :**
 Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.04%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 34.24%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 75.01%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 92.85%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
 Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.04%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 30.20%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 32.72%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 25.89%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 40.77%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 17.84%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 7.15%



18e083462-015 (SED) - Average jeudi 9 août 2018 09:51:27

| Size (µm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 1.35 | 8.000 | 3.34 | 30.000 | 11.10 | 150.000 | 2.24 | 500.000 | 0.68 | 1500.000 | 0.00 |
| 1.000 | 2.69 | 10.000 | 7.39 | 40.000 | 8.68 | 200.000 | 1.66 | 600.000 | 0.35 | 2000.000 | |
| 2.000 | 1.29 | 15.000 | 1.39 | 50.000 | 8.04 | 250.000 | 1.34 | 800.000 | 0.00 | | |
| 2.500 | 3.50 | 16.000 | 5.46 | 63.000 | 10.92 | 300.000 | 1.93 | 900.000 | 0.00 | | |
| 4.000 | 7.82 | 20.000 | 12.94 | 100.000 | 4.68 | 400.000 | 1.19 | 1000.000 | 0.00 | | |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | | |

| Size (µm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 16.65 | 30.000 | 47.18 | 150.000 | 98.97 | 500.000 | 100.00 | 1500.000 | 100.00 |
| 1.000 | 1.35 | 10.000 | 19.99 | 40.000 | 58.28 | 200.000 | 92.85 | 600.000 | 99.65 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.000 | 4.04 | 15.000 | 27.38 | 50.000 | 66.96 | 250.000 | 94.52 | 800.000 | 100.00 | | |
| 2.500 | 5.33 | 16.000 | 28.78 | 63.000 | 75.01 | 300.000 | 95.86 | 900.000 | 100.00 | | |
| 4.000 | 8.83 | 20.000 | 34.24 | 100.000 | 85.93 | 400.000 | 97.79 | 1000.000 | 100.00 | | |

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 **Durée d'analyse :** 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU **Indice de réfraction :** 1.33
 0.020 µm à 2000 µm **Liquide :** Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60 **Obscurisation :** 7.47 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm *- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure*

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
 Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :
18e083462-016 (SED) - Average

Opérateur :
PKB8

Date de l'analyse :
mardi 21 août 2018 10:33:17

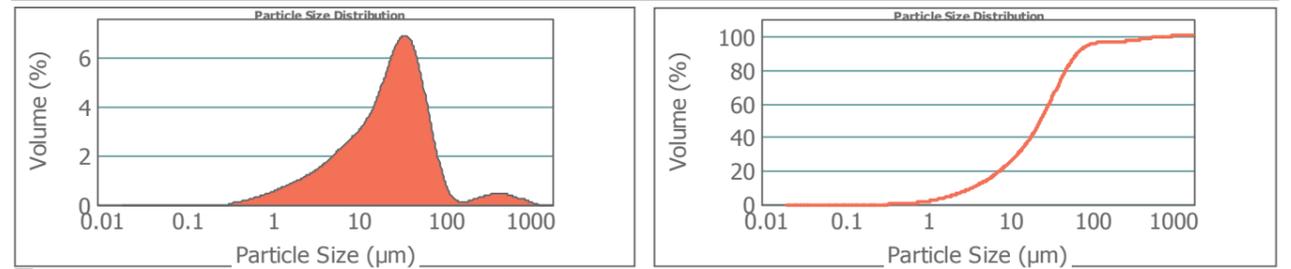
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

Surface spécifique : Moyenne : 0.664 m²/g Médiane : 49.312 µm Variance : 11130.05 µm² Ecart type : 105.499 µm Rapport moyenne/mediane : 1.826 µm Mode : 38.183 µm

*** Pourcentages cumulés :**
 Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.68%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 39.44%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 85.14%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 96.37%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
 Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.68%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 34.76%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 37.28%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 19.65%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 45.71%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 11.23%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 3.63%



18e083462-016 (SED) - Average mardi 21 août 2018 10:33:17

| Size (µm) | Volume In % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 1.56 | 8.000 | 3.88 | 30.000 | 12.72 | 150.000 | 0.21 | 500.000 | 0.54 | 1500.000 | 0.00 |
| 1.000 | 3.12 | 10.000 | 8.49 | 40.000 | 9.68 | 200.000 | 0.25 | 600.000 | 0.63 | 2000.000 | |
| 2.000 | 1.47 | 15.000 | 1.59 | 50.000 | 8.43 | 250.000 | 0.33 | 800.000 | 0.19 | | |
| 2.500 | 3.99 | 16.000 | 6.23 | 63.000 | 9.24 | 300.000 | 0.33 | 900.000 | 0.14 | | |
| 4.000 | 9.11 | 20.000 | 14.88 | 100.000 | 1.77 | 400.000 | 0.66 | 1000.000 | 0.16 | | |
| 8.000 | | 30.000 | | 150.000 | | 500.000 | | 1500.000 | | | |

| Size (µm) | Vol Under % |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.020 | 0.00 | 8.000 | 19.24 | 30.000 | 54.32 | 150.000 | 96.16 | 500.000 | 98.33 | 1500.000 | 100.00 |
| 1.000 | 1.56 | 10.000 | 23.13 | 40.000 | 67.04 | 200.000 | 96.37 | 600.000 | 98.87 | 2000.000 | 100.00 |
| 2.000 | 4.68 | 15.000 | 31.62 | 50.000 | 76.72 | 250.000 | 96.62 | 800.000 | 99.50 | | |
| 2.500 | 6.14 | 16.000 | 33.21 | 63.000 | 85.14 | 300.000 | 96.95 | 900.000 | 99.69 | | |
| 4.000 | 10.14 | 20.000 | 39.44 | 100.000 | 94.39 | 400.000 | 97.66 | 1000.000 | 99.84 | | |

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 **Durée d'analyse :** 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU **Indice de réfraction :** 1.33
 0.020 µm à 2000 µm **Liquide :** Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60 **Obscurisation :** 11.73 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm *- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure*

La Reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
 Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) : 18e083462-017 (SED) - Average
Date de l'analyse : mercredi 8 août 2018 09:51:29
Opérateur : FPEP
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

Données statistique

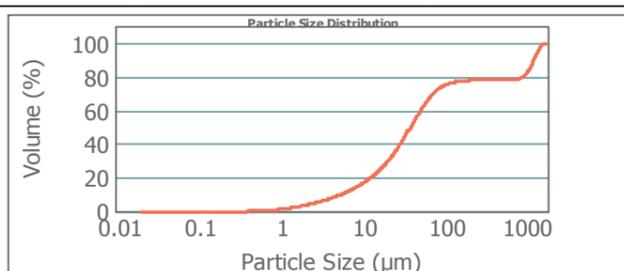
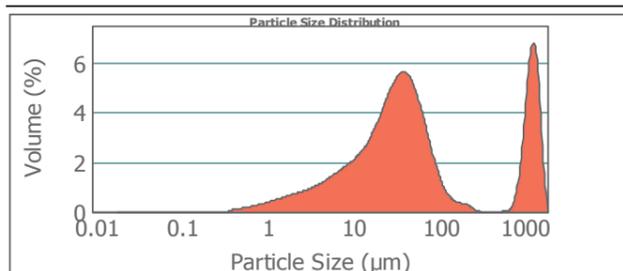
Table with 6 columns: Surface spécifique, Moyenne, Médiane, Variance, Ecart type, Rapport moyenne/médiane, Mode. Values: 0.466 m²/g, 325.637 µm, 41.890 µm, 307828.768 µm², 554.823 µm, 7.773 µm, 1378.559 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 3.27%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 27.21%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 64.03%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 77.52%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 3.27%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 23.94%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 29.21%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 21.10%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 36.82%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 13.49%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 22.48%



18e083462-017 (SED) - Average mercredi 8 août 2018 09:51:29

Table with 6 columns: Size (µm), Volume In %, Size (µm), Volume In %. Values range from 0.020 to 1500.000 µm.

Table with 6 columns: Size (µm), Vol Under %, Size (µm), Vol Under %. Values range from 0.020 to 1500.000 µm.

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
Indice de réfraction : 1.33
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Obscurisation : 13.99 %
Vitesse de la pompe : 3000 rpm
- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE
NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) : 18e083462-018 (SED) - Average
Date de l'analyse : mercredi 8 août 2018 09:25:33
Opérateur : FPEP
Résultat de la source : Moyenne de 2 mesures

Données statistique

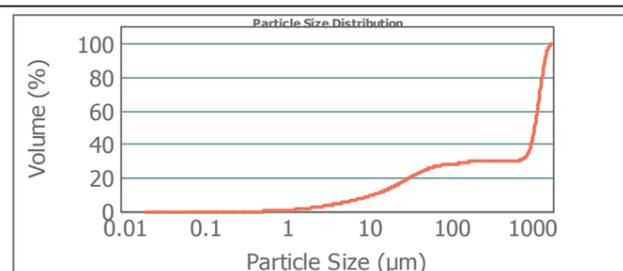
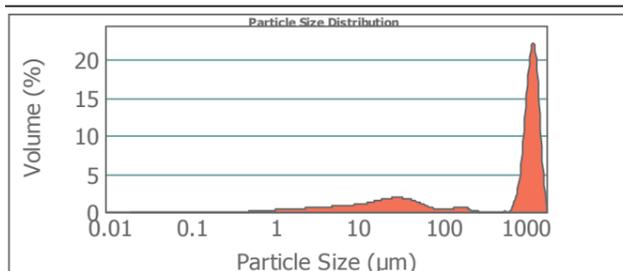
Table with 6 columns: Surface spécifique, Moyenne, Médiane, Variance, Ecart type, Rapport moyenne/médiane, Mode. Values: 0.23 m²/g, 961.147 µm, 1209.7... µm, 409300.861 µm², 639.766 µm, 0.794 µm, 1384.286 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.80%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 13.54%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 25.66%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 29.44%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.80%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 11.74%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 10.22%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 5.69%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 12.13%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 3.78%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 70.56%



18e083462-018 (SED) - Average mercredi 8 août 2018 09:25:33

Table with 6 columns: Size (µm), Volume In %, Size (µm), Volume In %. Values range from 0.020 to 1500.000 µm.

Table with 6 columns: Size (µm), Vol Under %, Size (µm), Vol Under %. Values range from 0.020 to 1500.000 µm.

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
Indice de réfraction : 1.33
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Obscurisation : 11.39 %
Vitesse de la pompe : 3000 rpm
- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-019 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1038 du 18/10/2018

SOMMAIRE

| | | |
|--------|--|----|
| I. | PRESENTATION DE L'ECHANTILLON..... | 4 |
| II. | VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*..... | 4 |
| III. | PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. | DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 | DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 | TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES..... | 5 |
| IV.2.1 | Tests de toxicité aiguë | 5 |
| IV.2.2 | Test de toxicité chronique | 6 |
| IV.3 | TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 | Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)..... | 7 |
| V. | DATES DES DIFFERENTES ETAPES | 7 |
| VI. | CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 | ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 | RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 | - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 | - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. | SYNTHESE DES RESULTATS | 12 |
| VIII. | CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 | TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 | TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 | TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

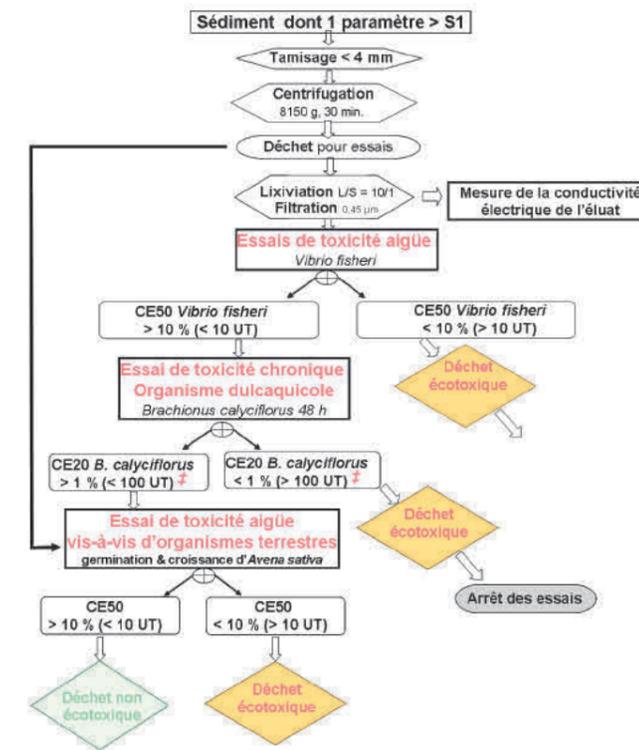
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-019 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-001.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (*Vibrio fischeri* ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 13/09/18.
 Centrifugation : 13/09/18.
 Lixiviation : 24-25/09/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 27/09/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 26-28/08/18.
- Test plantes : 26/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 25 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 21 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 10 830 |
| Eluats | 7,5 | 7,4 | 1 890 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-019 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-019 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

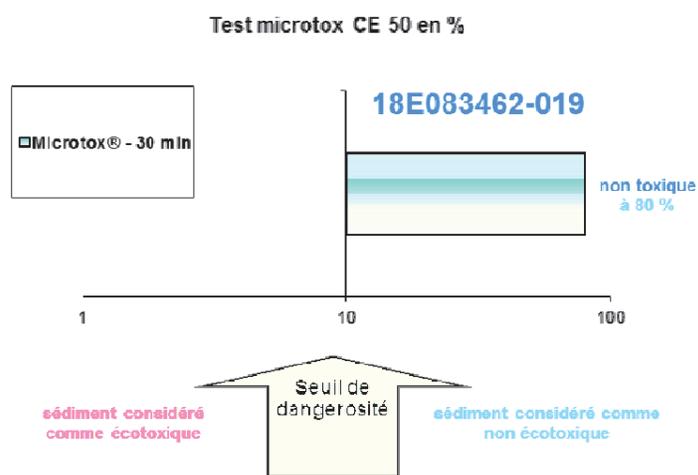


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-019 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

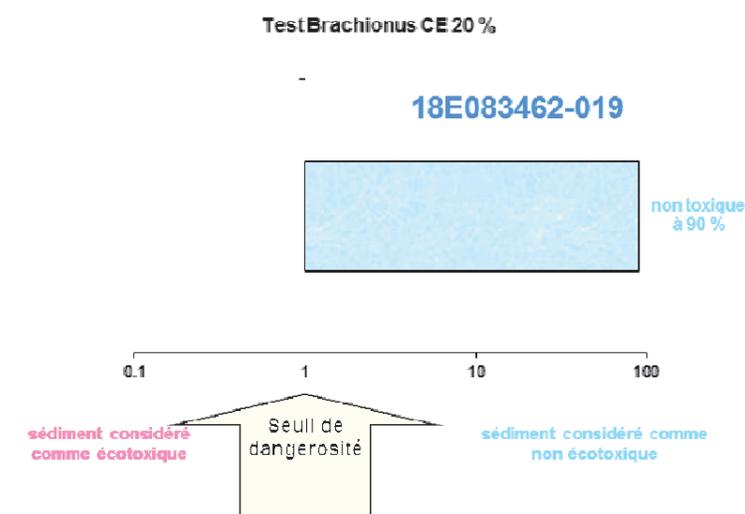


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 79 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-019 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | 44,8 % de MS (32,6-62,7) |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | 51,5 % de MS (33,0->79) |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-019 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

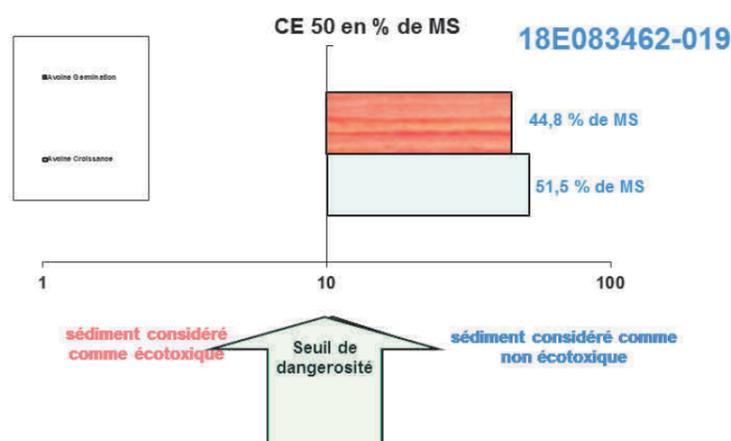


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-019 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-019 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-019 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-019 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-019 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) : 47 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,5.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O})$.CE 50-72h = 23,3 $\mu\text{g/L}$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 8,5.

A Maxéville, le 18 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-028182-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3
 Dossier N° : 18G009973 Date de réception : 10/09/2018
 Référence bon de commande : EUFRSA200069734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|--------------------------------|--------------|
| 001 | Sédiments | 18E083462-019 / P1-1_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-001** | Version AR-18-IY-028182-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-019 Page 2/3

Température de l'air de l'enceinte 15.4°C Date de réception 10/09/2018 10:48
 Prélèvement effectué par Prélevé par vos soins Début d'analyse 08/10/2018
 Date prélèvement 20/07/2018 12:00

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A : Test Brachionus Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>soins Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |

| Lixiviation | | | |
|--|----------|--------|--|
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |

| Divers | | | |
|--|-------------------------------|-------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| | Absence de dégagement toxique | | |
| RATP8 : Chimie Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| | / | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | cf. rapport | g/kg | |



Yves Barthel
Chef de Service



Christophe Breuzin
Responsable Dptmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
 Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.
 Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.
 Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.
 Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-021 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1039 du 18/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

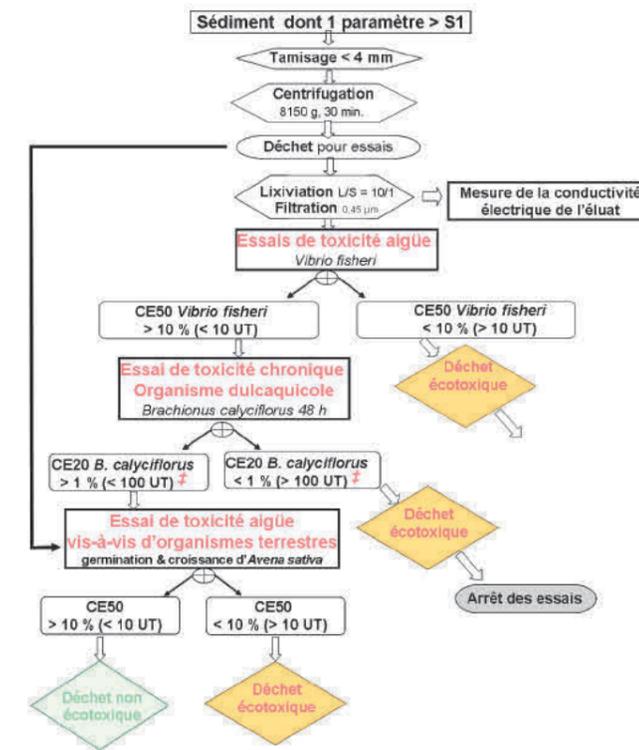
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-021 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-002.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 13/09/18.
 Centrifugation : 13/09/18.
 Lixiviation : 24-25/09/18.
 Date des essais définitifs :
 ➤ Test *Vibrio fischeri* : 27/09/18 (échantillon congelé avant analyse).
 ➤ Test Brachionus : 26-28/08/18.
 ➤ Test plantes : 26/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 72 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 57 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 12 690 |
| Eluats | 7,5 | 7,4 | 2 200 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-021 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-021 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

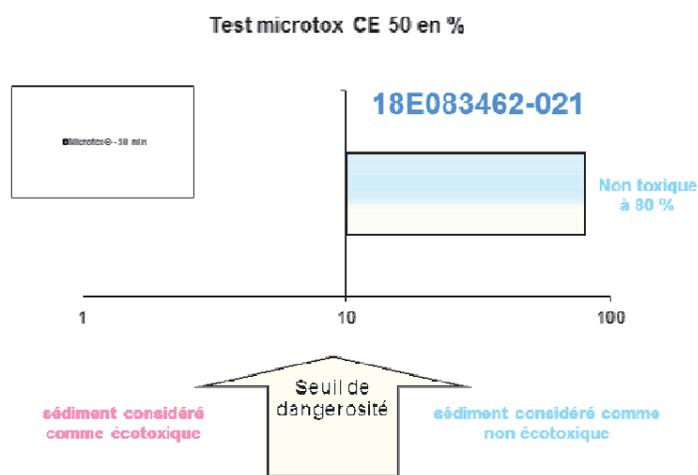


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-021 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

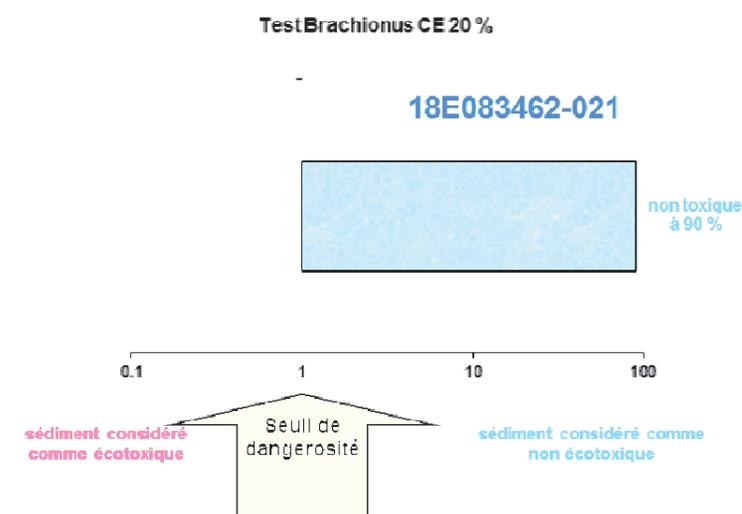


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 43 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-021 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 43 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 43 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-021 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

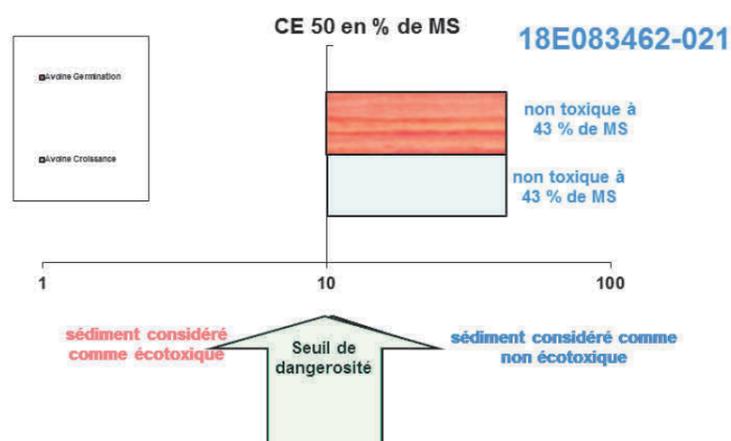


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-021 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-021 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-021 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-021 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-021 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $K_2Cr_2O_7$) : 47 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,3.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(CuSO_4, 5H_2O)$.CE 50-72h = 23,3 µg/L.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 8,5.

A Maxéville, le 18 octobre 2018
Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-028183-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3
Dossier N° : 18G009973 Date de réception : 10/09/2018

Référence bon de commande : EUFRSA200069734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|--------------------------------|--------------|
| 002 | Sédiments | 18E083462-021 / P2-1_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-00u** | Version AR-18-IY-028183-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-021 | Page 2/3

| | | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Température de l'air | 15.4°C | Date de réception | 10/09/2018 10:48 |
| Prélevement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 18/10/2018 |
| Date de prélevement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A BTe: t h r a è Q i o n d: Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00x BTe: t M i è r o t o H : d r é d a t Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY002 B L i H i v i a t i o n Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IXu48 BTe: t p a n t e: é m e r g e n e e t é r o i: : a n e e - 1 : e m e n e e Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |
| Lixiviation | | | |
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 B L i H i v i a t i o n 1 H u 4 C e d r e: Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |
| Divers | | | |
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC B D é g a g e m e n t t o H q d e l e g a z Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| Absence de dégagement toxique | | | |
| RATP8 B C Q i m i e Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| / | | | |
| IY031 B T a m i: a g e, è n t r i t d g a t i o n Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| cf. rapport | | | |
| g/kg | | | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Dptmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-022 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1040 du 18/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

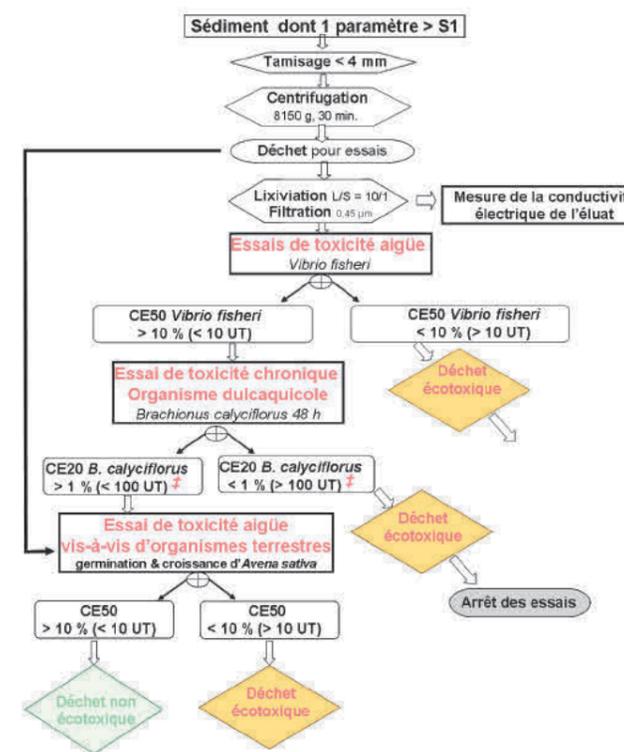
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-022 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-003.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 13/09/18.
 Centrifugation : 13/09/18.
 Lixiviation : 24-25/09/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 27/09/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 26-28/08/18.
- Test plantes : 26/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 65 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 23 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 15 100 |
| Eluats | 7,8 | 8,1 | 1 280 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-022 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-022 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

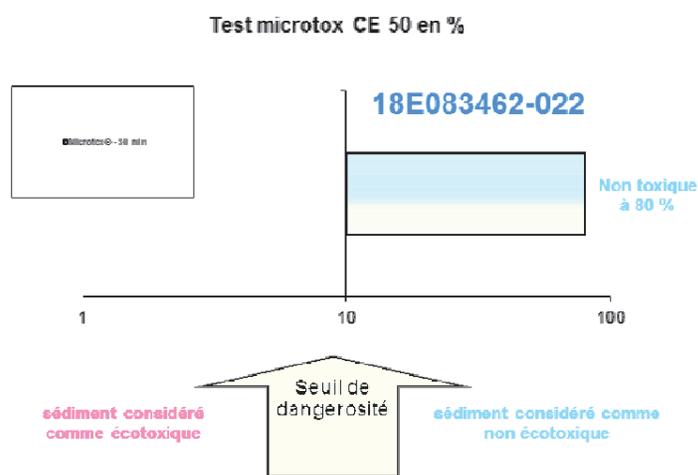


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-022 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

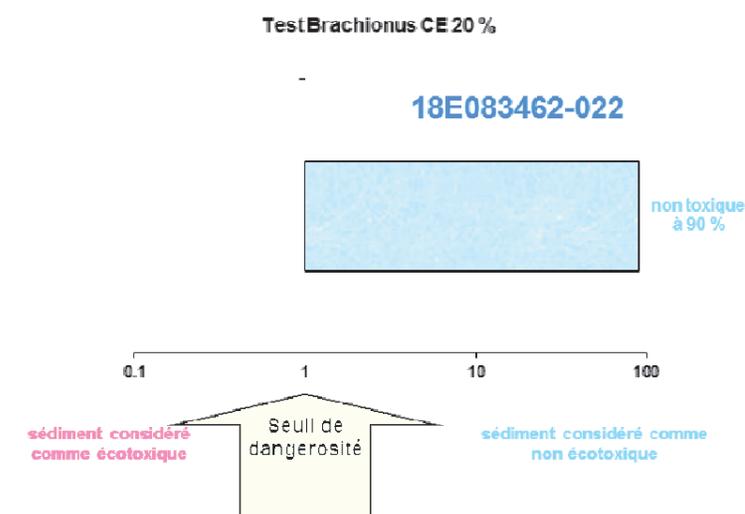


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 77 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-022 |
|--------|-------------|---------------------------|---------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | > 77 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | > 77 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-022 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

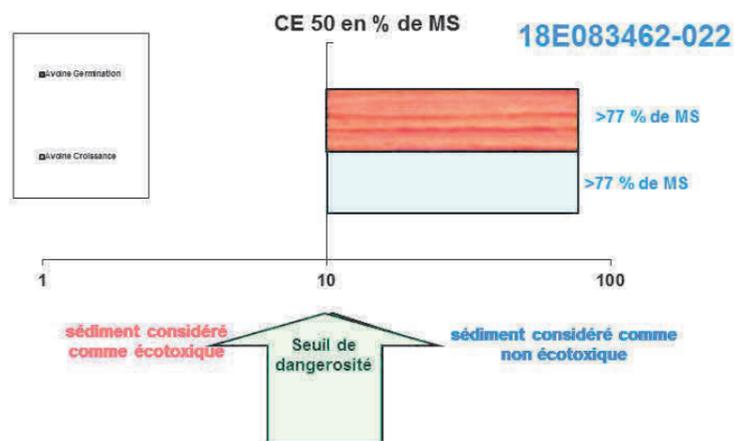


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-022 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-022 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-022 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-022 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-022 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) : 47 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,8.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O})$.CE 50-72h = 23,3 $\mu\text{g/L}$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 8,5.

A Maxéville, le 18 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-02818D-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3

Gossier N° : 189 006673

Gate de réception : 10/06/2018

Référence non de coU U ande : EF4RSA20006673D

| N° Ech | Matrice | Référence f chantillon | Observations |
|--------|-------------|--------------------------------|--------------|
| 003 | Sf diU ents | 18E083D62-022 / P2-2_H1D-H12 - | |

N° ech **18G009973-003** | Version AR-18-IY-02818D-01(23/10/2018) | Votre rf b 18E083D62-022 | Page 2/3

Température de l'air de l'enceinte 15.0°C Date de réception 10/06/2018 10:08
 Prélèvement effectué par Prf levf par vos soins Début d'analyse 18/10/2018
 Date prélèvement 20/07/2018 12:00

| Ecotoxicologie continentale | | Rf sultat | F nitf |
|---|------------|------------|--------|
| IX00A : Test Brachionus Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/D8h | cb rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/D8h | cb rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition LuUinescence de V. fischeri (5Uin) | cb rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition LuUinescence de V. fischeri (15Uin) | cb rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition LuUinescence de V. fischeri (30Uin) | cb rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |
| Lixiviation | | Rf sultat | F nitf |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustrait e à Eurofins Analyses pour l'EnvironneUent 4rance (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x2Dheures | / | | |
| Rebus pondf ral à DUU | / | % P.B. | |
| Givers | | Rf sultat | F nitf |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| Absence de dgageUent toxique | | | |
| RATP8 : Chimie Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| / | | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | | cb rapport | g/kg |



Yves Barthel
Chebde Service



Christophe Breuzin
Responsamte GptUt Lamratoire

La reproduction de ce rapport n'est autoris e que sous sa brUe intf grale. Il coUporte 3.00 page(s). Le prf sent rapport ne concerne que les onjets souUis à l'essai.

Pour df clarer, ou non, la contbrUitif à la spf cibcation, il n'a pas ff tenu expliciteUent coUpte de l'incertitude associf e au rf sultat. Tous les f lf Uents de traçamltif , ainsi que les incertitudes de Uesure, sont disponimtes sur deUande.
 Pour les rf sultats issus d'une sous-traitance, les rapports f Uis par des lamratoires accrf dif s sont disponimtes sur deUande.
 Lamratoire hamltif à vf riber la contbrUitif sanitaire des Uatf riaux et onjets entrant en contact avec l'eau destinf e à la consoUation huUaine.
 Lamratoire agrf f pour la rf alisation des prf lèveUents, des analyses terrain et des analyses des paraUètres du contrôle sanitaire des eaux - portf e df taillf e de l'agrff Uent disponimle sur deUande.
 Analyses effectués par un lamratoire agrf f par le Uinistère chargf de l'environneUent dans les conditions de l'arrêtf du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-023 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1041 du 18/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

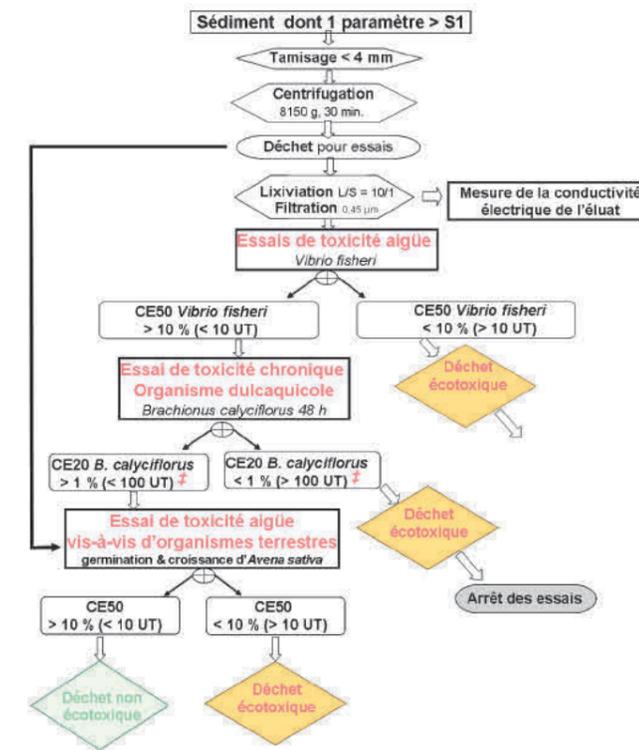
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-023 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-004.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon.
En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 13/09/18.
 Centrifugation : 13/09/18.
 Lixiviation : 24-25/09/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 27/09/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 26-28/08/18.
- Test plantes : 26/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 56 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 41 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 11 980 |
| Eluats | 7,4 | 8,0 | 1 600 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-023 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-023 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

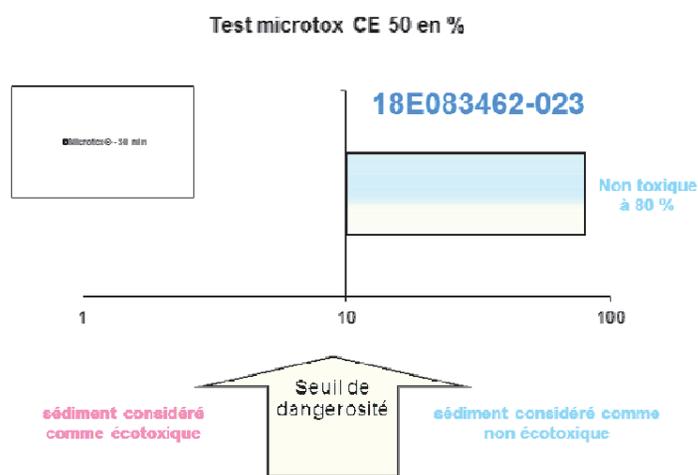


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-023 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

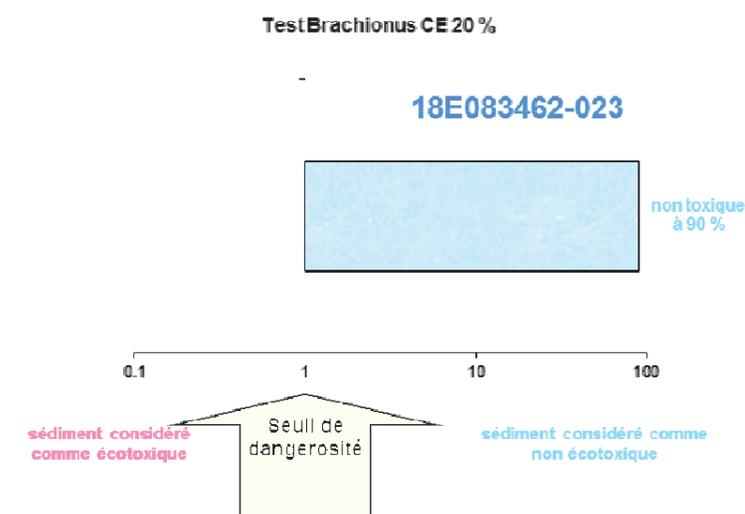


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 59 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-023 |
|--------|-------------|---------------------------|---------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | > 59 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | > 59 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)

En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-023 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

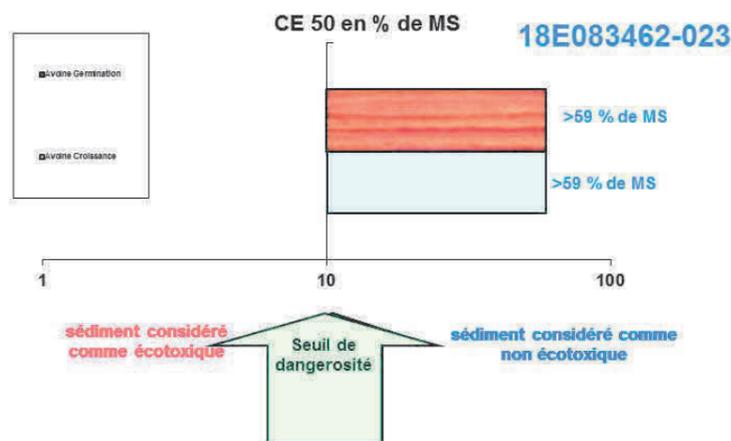


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-023 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-023 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-023 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-023 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-023 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) : 47 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,8.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O})$.CE 50-72h = 23,3 $\mu\text{g/L}$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 8,5.

A Maxéville, le 18 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-028185-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3
 Dossier N° : 18G009973 Date de réception : 10/09/2018

Référence bon de commande : EUFRSA200069734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|------------------------------|--------------|
| 004 | Sédiments | 18E083462-023 / P3_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-00u** | Version AR-18-IY-028185-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-023 | Page 2/3

| | | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Température de l'air | 15.4°C | Date de réception | 10/09/2018 10:48 |
| Prélevement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 18/10/2018 |
| Date de prélevement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------------------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A BTE: t h r a è Q i o n d: Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00x BTE: t MièrotoH: dr édat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY002 BLiHiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX4u8 BTE: t p a n t e: é m e r g e n e e t é r o i: : a n e e - 1 : e m e n e e Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |
| Lixiviation | | | |
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 BLiHiviation 1H4u Qèdre: Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |
| Divers | | | |
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC BDégagement toHqde l e gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| | Absence de dégagement toxique | | |
| RATP8 BCQmie Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| | / | | |
| IY031 BTami: age, è n t r i t d g a t i o n Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | cf. rapport | g/kg | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Dptmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-024 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1043 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

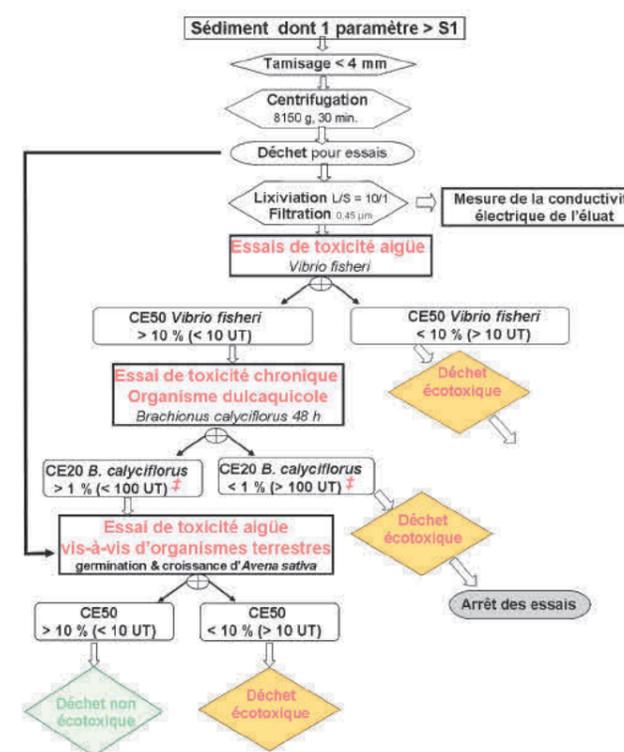
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-024 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-005.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 13/09/18.
 Centrifugation : 13/09/18.
 Lixiviation : 24-25/09/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 27/09/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 26-28/09/18.
- Test plantes : 26/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 50 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 35 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 11 600 |
| Eluats | 7,7 | 7,3 | 1 145 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-024 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-024 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

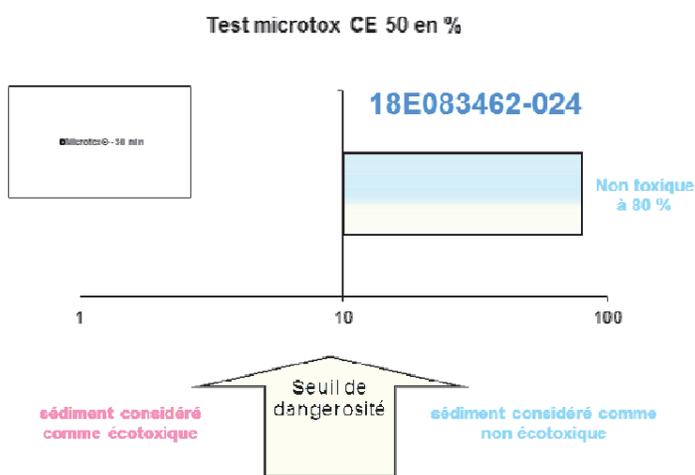


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-024 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

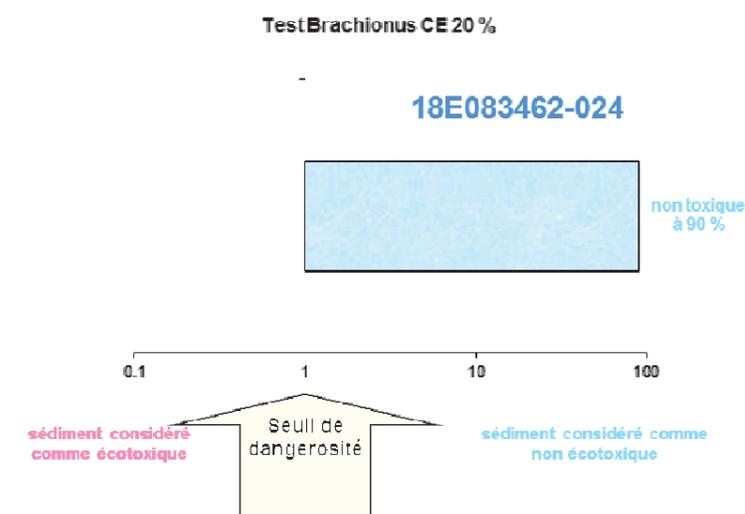


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 65 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-024 |
|--------|-------------|---------------------------|---------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | > 65 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | > 65 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)

En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-024 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

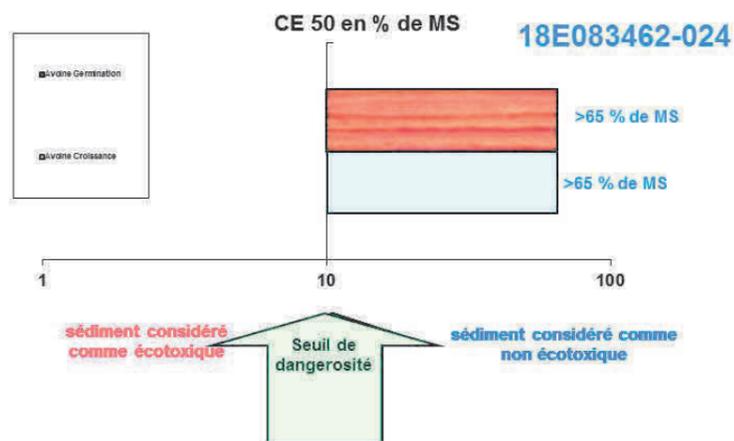


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-024 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-024 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-024 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-024 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-024 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) : 47 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,6.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O})$.CE 50-72h = 23,3 $\mu\text{g/L}$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 8,5.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-028186-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3
 Dossier N° : 18G009973 Date de réception : 10/09/2018
 Référence bon de commande : EUFRSA200069734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|--------------------------------|--------------|
| 005 | Sédiments | 18E083462-024 / P4-1_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-005** | Version AR-18-IY-028186-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-024 | Page 2/3

| | | | |
|---|-----------------------|--------------------------|------------------|
| Température de l'air de l'enceinte | 15.4°C | Date de réception | 10/09/2018 10:48 |
| Prélèvement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 19/10/2018 |
| Date prélèvement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------------------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A : Test Brachionus Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>soins</i> <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |
| Lixiviation | | | |
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |
| Divers | | | |
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| | Absence de dégagement toxique | | |
| RATP8 : Chimie Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| | / | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | cf. rapport | g/kg | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Dptmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-025 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1044 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

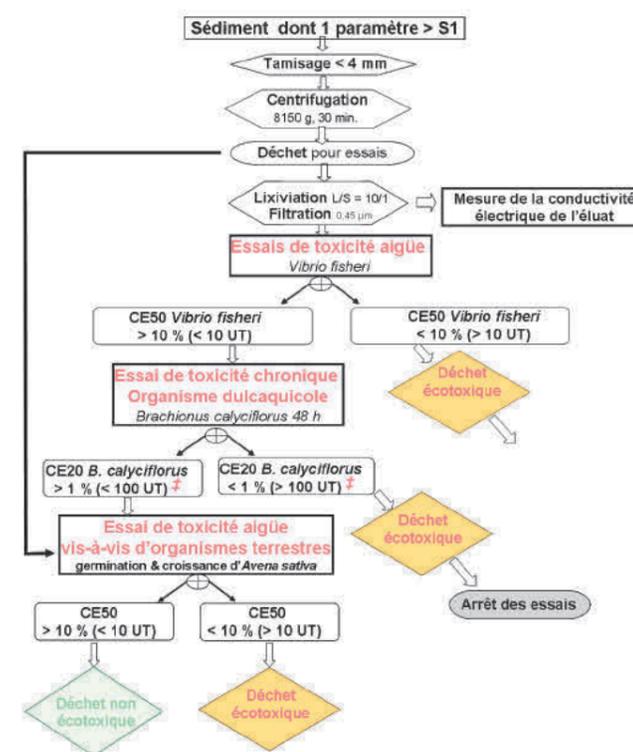
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-025 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-006.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 13/09/18.
 Centrifugation : 13/09/18.
 Lixiviation : 24-25/09/18.
 Date des essais définitifs :
 ➤ Test *Vibrio fischeri* : 27/09/18 (échantillon congelé avant analyse).
 ➤ Test Brachionus : 26-28/09/18.
 ➤ Test plantes : 26/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 62 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 42 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 11 320 |
| Eluats | 7,6 | 7,1 | 1 520 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-025 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-025 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

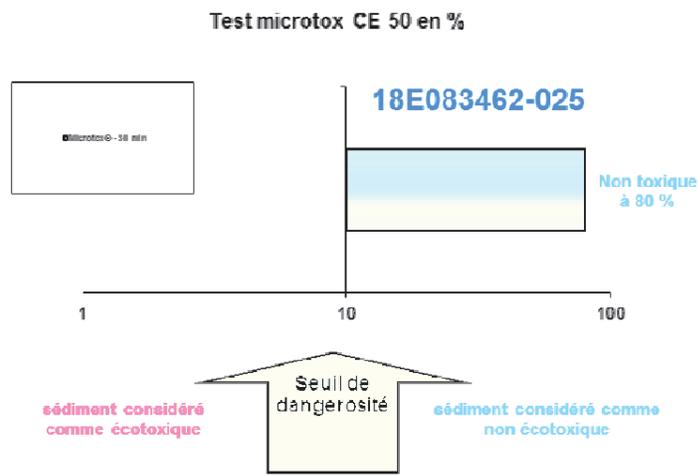


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-025 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

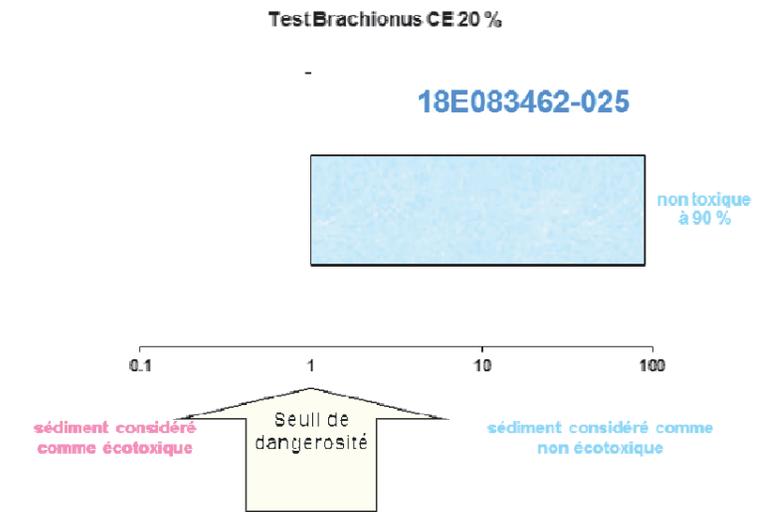


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 58 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-025 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 58 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 58 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-025 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

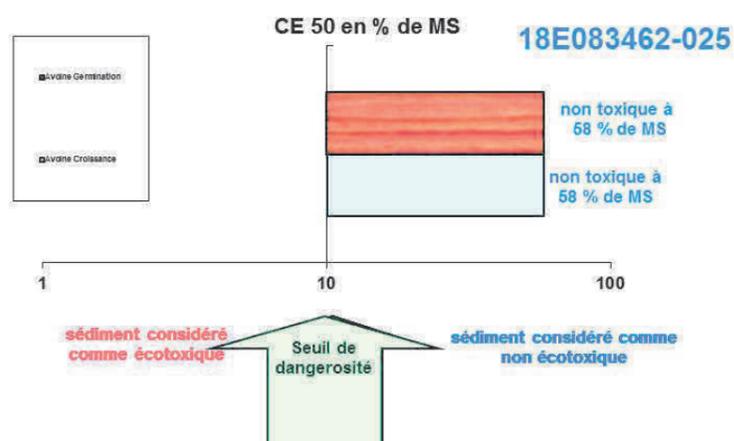


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-025 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-025 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-025 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-025 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-025 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr⁶⁺ (sous forme de K₂Cr₂O₇) : 47 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,1.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : (CuSO₄, 5H₂O).CE 50-72h = 23,3 µg/L.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 8,5.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-028187-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3

Dossier N° : 18G009973

Date de réception : 10/09/2018

Référence bon de commande : EUFRSA200069734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|--------------------------------|--------------|
| 006 | Sédiments | 18E083462-025 / P4-2_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-00u** | Version AR-18-IY-028187-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-025 | Page 2/3

| | | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Température de l'air | 15.4°C | Date de réception | 10/09/2018 10:48 |
| Prélevement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 19/10/2018 |
| Date de prélevement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A BTE: t h r a è Q i o n d: Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00x BTE: t M i è r o t o H : d r é d a t Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY002 B L i H v i a t i o n Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX4g8 BTE: t p a n t e: é m e r 6 e n e e t é r o i: : a n e e - 1 : e m e n e e Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |
| Lixiviation | | | |
| | Résultat | Unité | |
| LSA3u B L i H v i a t i o n 1 H 4 g C e d r e: Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |
| Divers | | | |
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC B D é 6 a 6 e m e n t t o H i q u e l e 6 a z Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| Absence de dégagement toxique | | | |
| RATP8 B C Q i m i e Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| / | | | |
| IY031 B T a m i: a 6 e, è n t r i t d é a t i o n Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| cf. rapport | | | |
| g/kg | | | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Dptmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-026 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1045 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

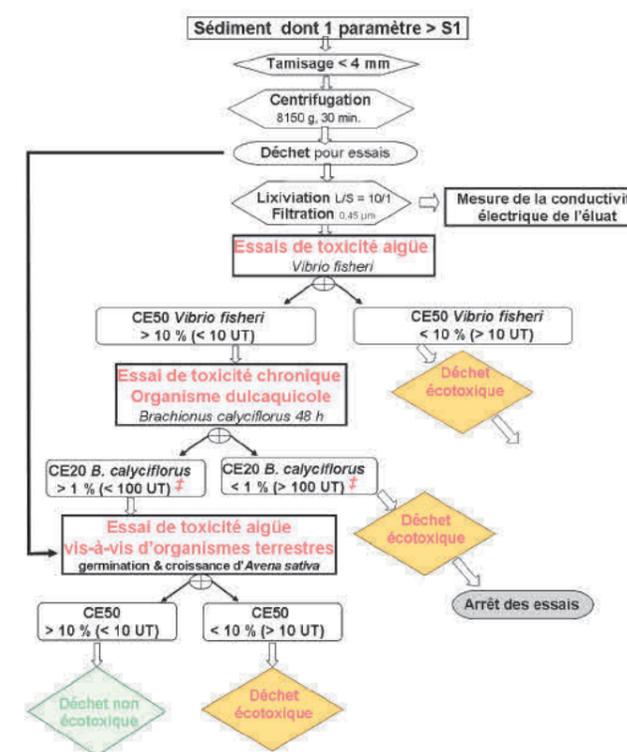
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-026 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-007.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 14/09/18.
 Centrifugation : 14/09/18.
 Lixiviation : 01-02/10/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 03-05/10/18.
- Test plantes : 26/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 62 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 28 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 10 630 |
| Eluats | 7,5 | 8,1 | 1 130 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-026 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-026 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

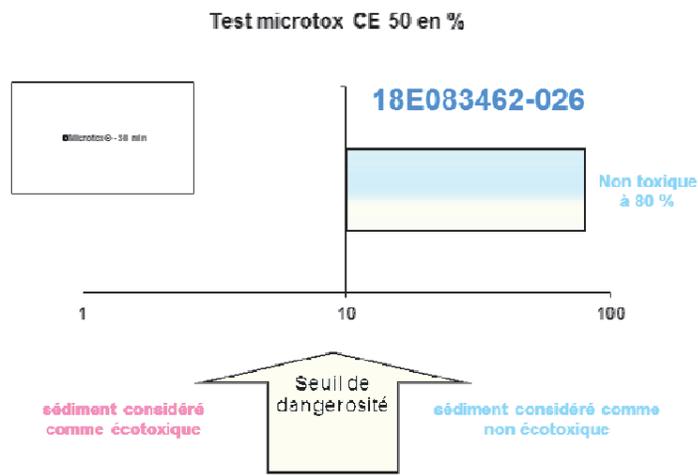


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-026 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

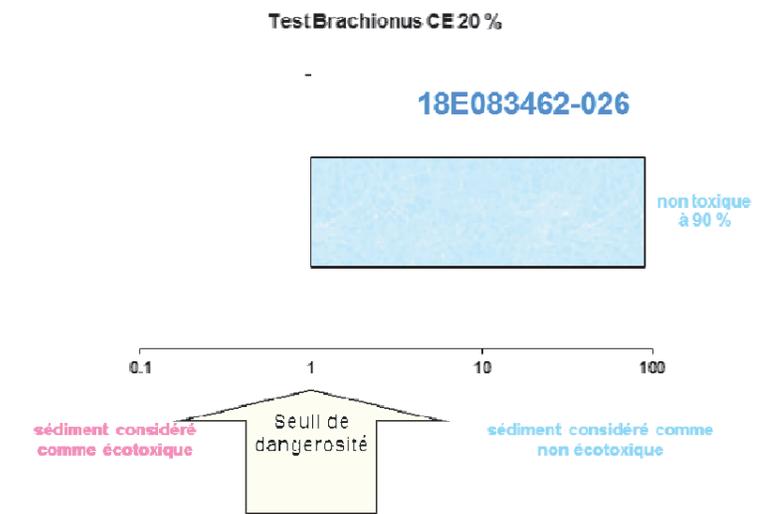


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 72 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-026 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 72 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 72 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-026 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

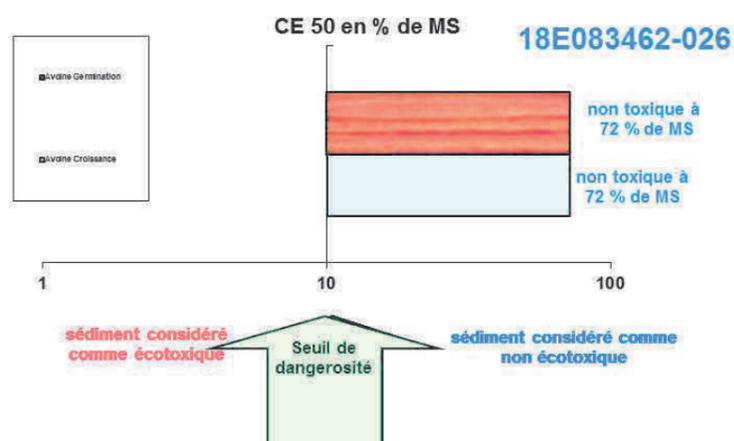


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-026 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-026 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-026 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-026 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-026 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,4.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : ($\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$).CE 50-72h = 23,3 $\mu\text{g/L}$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 8,5.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-028188-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3

Dossier N° : 18G009973

Date de réception : 10/09/2018

Référence bon de commande : EUFRSA200069734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|------------------------------|--------------|
| 007 | Sédiments | 18E083462-026 / P5_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-007** | Version AR-18-IY-028188-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-026 Page 2/3

| | | | |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Température de l'air de l'enceinte | 15.4°C | Date de réception | 10/09/2018 10:48 |
| Prélèvement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 19/10/2018 |
| Date prélèvement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A : Test Brachionus Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |

| Lixiviation | | | |
|--|----------|--------|--|
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |

| Divers | | | |
|--|-------------------------------|-------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| | Absence de dégagement toxique | | |
| RATP8 : Chimie Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| | / | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | cf. rapport | g/kg | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Dptmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-027 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1046 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

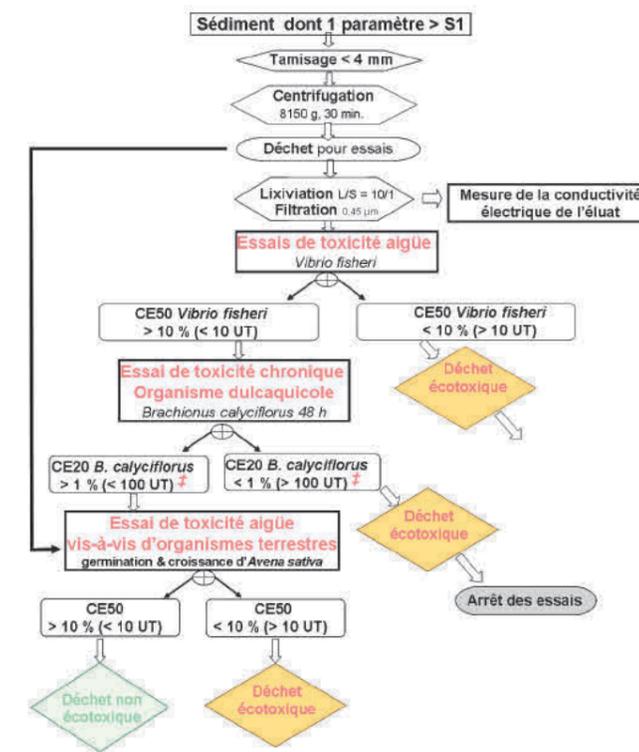
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-027 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-008.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 14/09/18.
 Centrifugation : 14/09/18.
 Lixiviation : 01-02/10/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 03-05/10/18.
- Test plantes : 26/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 63 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 38 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 17 010 |
| Eluats | 7,5 | 8,0 | 1 270 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-027 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-027 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

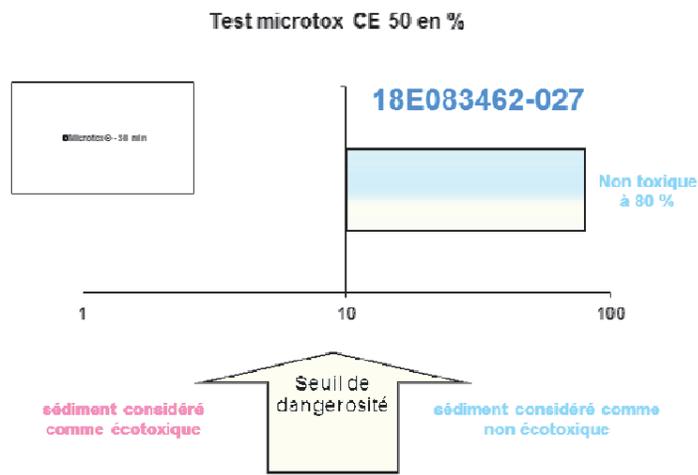


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-027 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

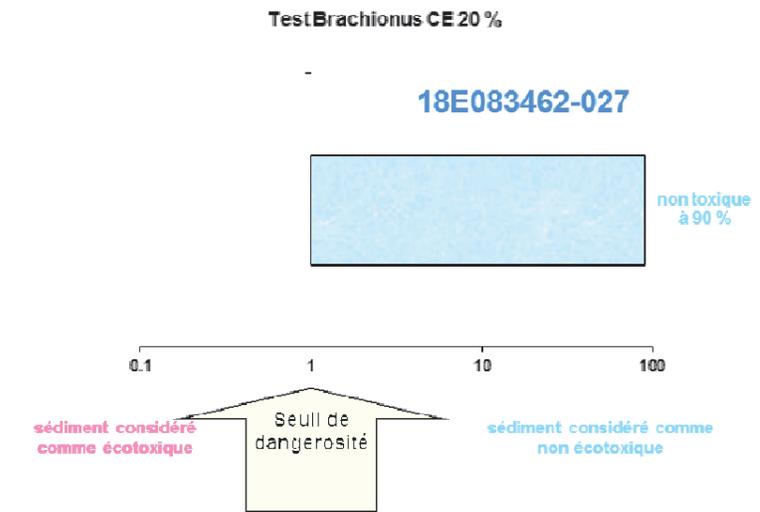


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 62 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-027 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 62 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 62 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-027 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

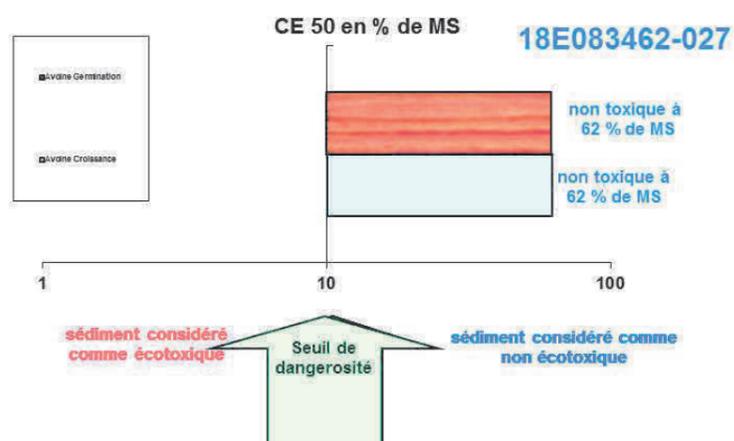


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-027 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-027 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-027 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-027 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-027 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,8.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O})$.CE 50-72h = 23,3 $\mu\text{g/L}$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 8,5.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-02818D-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3
 Gossier N° : 189 00DD73 Gate de réception : 10/0D/2018

Référence bon de commande : EUFRSA20006D734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|------------------------------|--------------|
| 008 | Sédiments | 18E083462-027 / P6_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-008** | Version AR-18-IY-02818D-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-027 Page 2/3

| | | | |
|---|-----------------------|--------------------------|------------------|
| Température de l'air de l'enceinte | 15.4°C | Date de réception | 10/0D/2018 10:48 |
| Prélèvement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 1D/10/2018 |
| Date prélèvement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A : Test Brachionus Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |

| Lixiviation | | | |
|--|----------|--------|--|
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |

| Givers | | | |
|--|-------------|-------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| RATP8 : Chimie Prestation réalisée par nos soins | / | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | g/kg | |
| <i>Technique -</i> | | | |



Yves Barthel
Chef de Service



Christophe Breuzin
Responsable Gpmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
 Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.
 Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.
 Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.
 Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-028 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1047 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

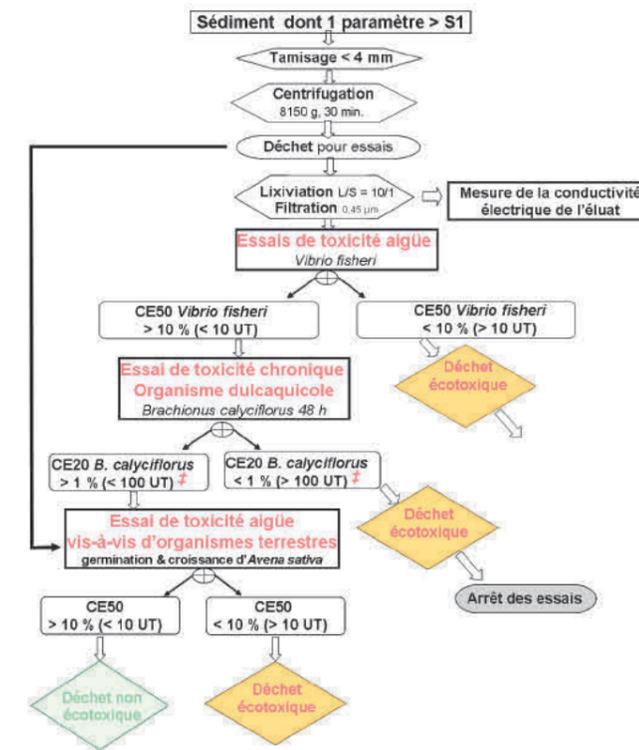
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-028 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-009.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (*Vibrio fischeri* ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota*, *Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 14/09/18.
 Centrifugation : 14/09/18.
 Lixiviation : 01-02/10/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 03-05/10/18.
- Test plantes : 27/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 65 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 38 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 13 600 |
| Eluats | 7,7 | 8,1 | 1 200 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-028 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-028 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

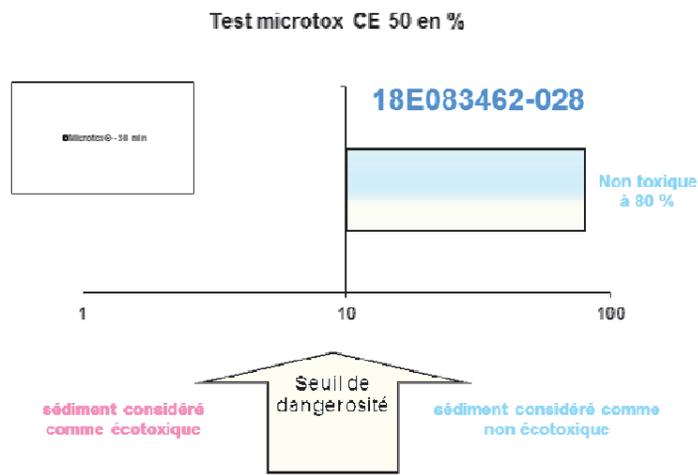


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-028 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

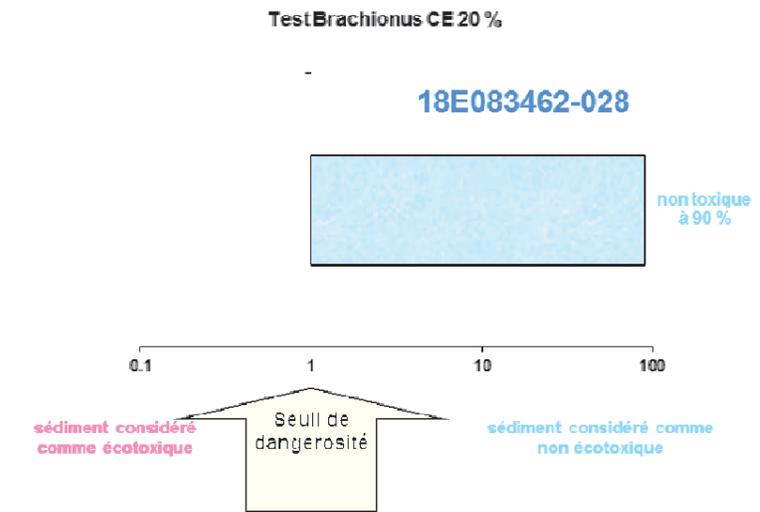


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 62 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-028 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 62 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 62 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-028 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

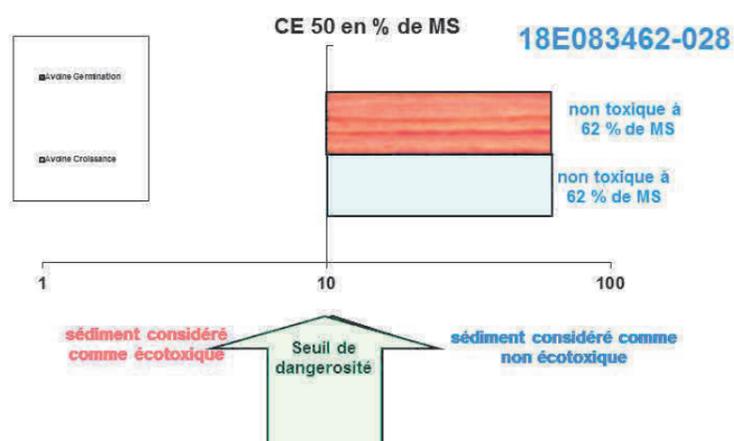


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-028 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-028 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-028 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-028 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-028 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,5.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O})$.CE 50-72h = 23,3 $\mu\text{g/L}$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 9,0.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-0281D0-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3

Gossier N° : 189 00DD73

Gate de réception : 10/0D/2018

Référence bon de commande : EUFRSA20006D734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|--------------------------------|--------------|
| 00D | Sédiments | 18E083462-028 / P7-1_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-009** | Version AR-18-IY-0281D0-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-028 Page 2/3

| | | | |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Température de l'air de l'enceinte | 15.4°C | Date de réception | 10/0D/2018 10:48 |
| Prélèvement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 1D/10/2018 |
| Date prélèvement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A : Test Brachionus Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |

| Lixiviation | | | |
|--|----------|--------|--|
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |

| Givers | | | |
|--|-------------------------------|-------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| | Absence de dégagement toxique | | |
| RATP8 : Chimie Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| | / | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | cf. rapport | g/kg | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Gpmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-029 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1048 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

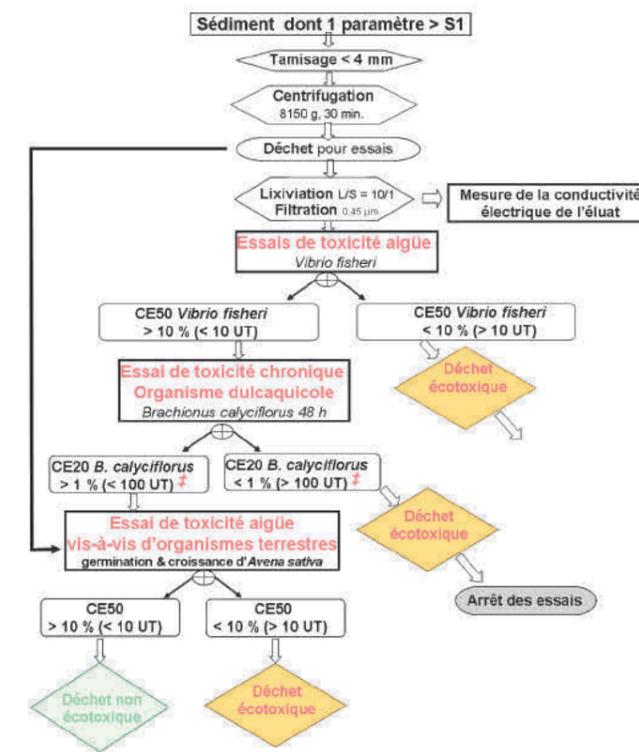
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-029 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-010.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (*Vibrio fischeri* ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
Type d'environnement : phytotron.
Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
Humidité relative : 70 %.
Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 14/09/18.
Centrifugation : 14/09/18.
Lixiviation : 01-02/10/18.
Date des essais définitifs :
➤ Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
➤ Test Brachionus : 03-05/10/18.
➤ Test plantes : 27/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 61 %.
Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 29 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 13 430 |
| Eluats | 7,6 | 6,5 | 1 150 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-029 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-029 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

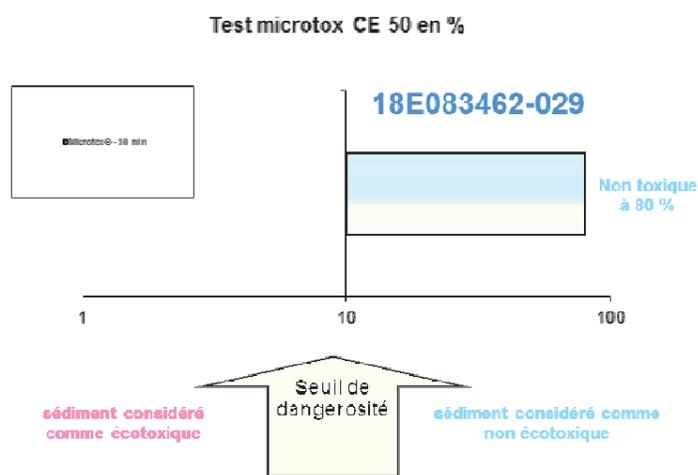


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-029 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

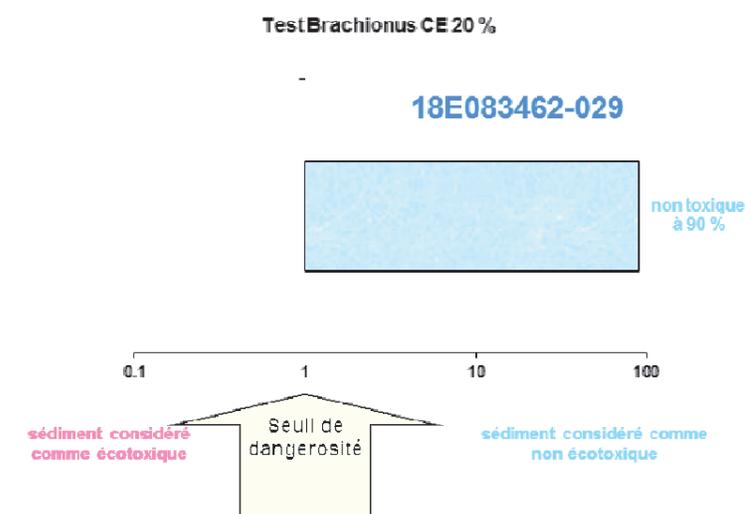


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 71 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-029 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 71 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 71 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-029 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

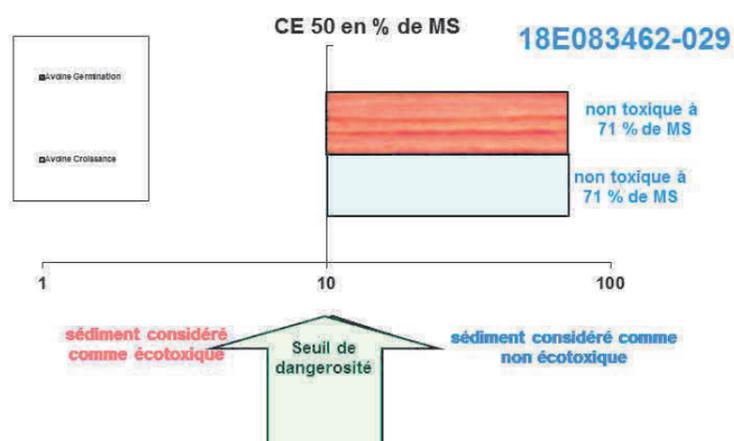


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-029 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-029 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-029 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-029 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-029 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $K_2Cr_2O_7$) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,0.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(CuSO_4, 5H_2O)$.CE 50-72h = 23,3 µg/L.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 9,0.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-0281D1-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3

Gossier N° : 189 00DD73

Gate de réception : 10/0D/2018

Référence bon de commande : EUFRSA20006D734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|-------------------------------|--------------|
| 010 | Sédiments | 18E083462-02D/ P7-2_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-010** | Version AR-18-IY-0281D1-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-02D Page 2/3

Température de l'air de l'enceinte 15.4°C Date de réception 10/0D/2018 10:48
 Prélèvement effectué par Prélevé par vos soins Début d'analyse 1D/10/2018
 Date prélèvement 20/07/2018 12:00

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A : Test Brachionus Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>soins Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |

| Lixiviation | | | |
|--|----------|--------|--|
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |

| Givers | | | |
|--|-------------------------------|-------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| | Absence de dégagement toxique | | |
| RATP8 : Chimie Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| | / | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | cf. rapport | g/kg | |



Yves Barthel
Chef de Service



Christophe Breuzin
Responsable Gpmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
 Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.
 Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.
 Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.
 Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-030 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1049 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

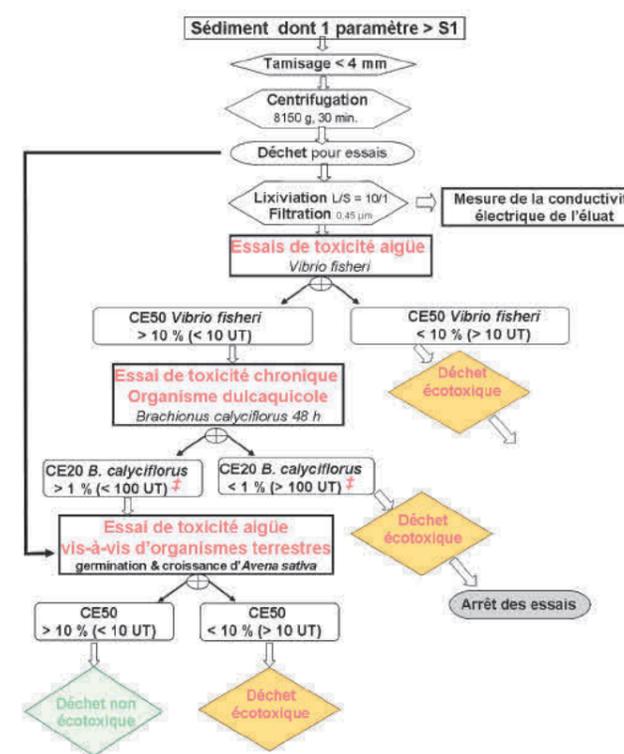
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-030 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-011.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 14/09/18.
 Centrifugation : 14/09/18.
 Lixiviation : 01-02/10/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 03-05/10/18.
- Test plantes : 27/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 74 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 45 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 12 290 |
| Eluats | 7,7 | 6,9 | 1 700 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-030 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-030 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

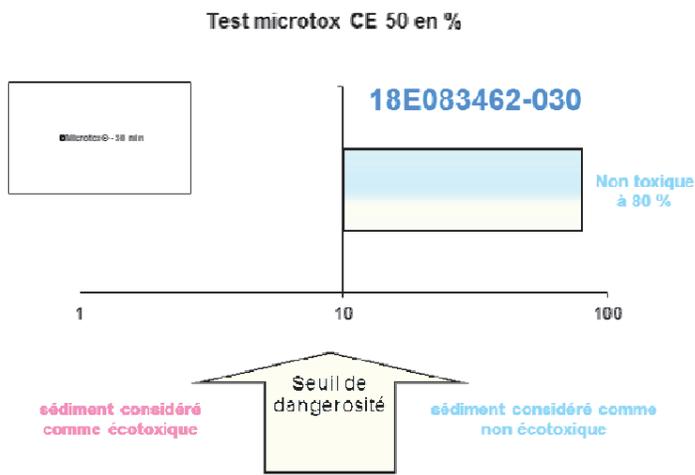


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-030 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

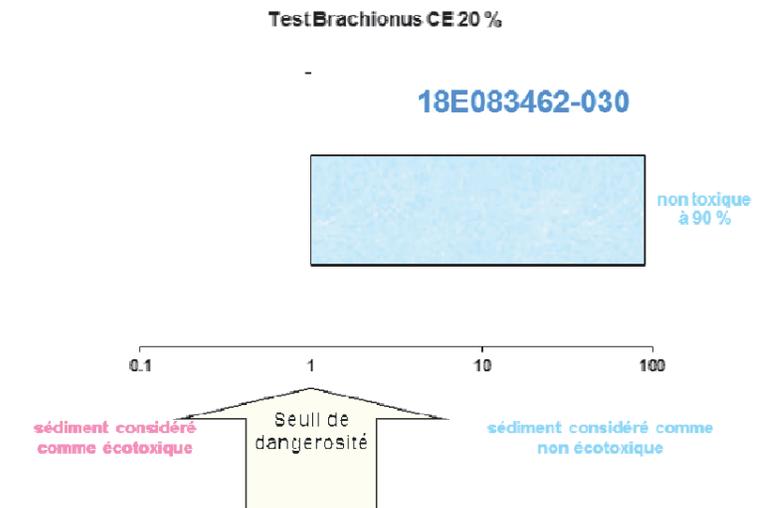


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 55 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-030 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 55 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 55 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-030 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

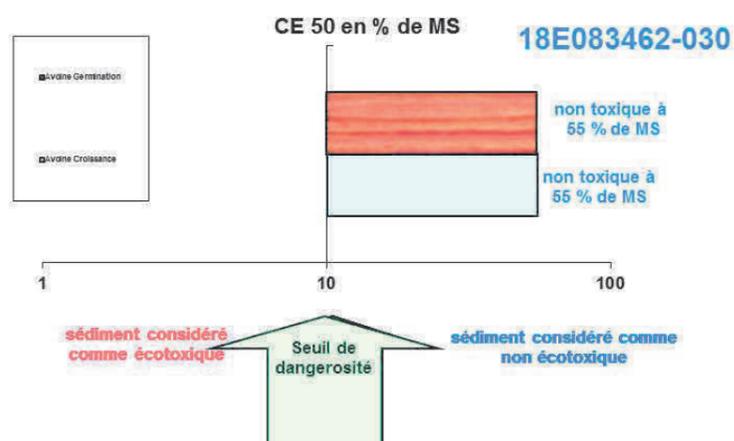


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-030 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-030 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-030 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-030 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-030 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,3.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O})$.CE 50-72h = 23,3 $\mu\text{g/L}$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 9,0.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-0281D2-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3
 Gossier N° : 189 00DD73 Gate de réception : 10/0D/2018
 Référence bon de commande : EUFRSA20006D734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|--------------------------------|--------------|
| 011 | Sédiments | 18E083462-030 / P8-1_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-011** | Version AR-18-IY-0281D2-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-030 Page 2/3

| | | | |
|---|-----------------------|--------------------------|------------------|
| Température de l'air de l'enceinte | 15.4°C | Date de réception | 10/0D/2018 10:48 |
| Prélèvement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 1D/10/2018 |
| Date prélèvement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A : Test Brachionus Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>soins</i> <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |

| Lixiviation | | | |
|--|----------|--------|--|
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |

| Givers | | | |
|--|-------------|-------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| RATP8 : Chimie Prestation réalisée par nos soins | / | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | g/kg | |
| <i>Technique -</i> | | | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Gpmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-031 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1050 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

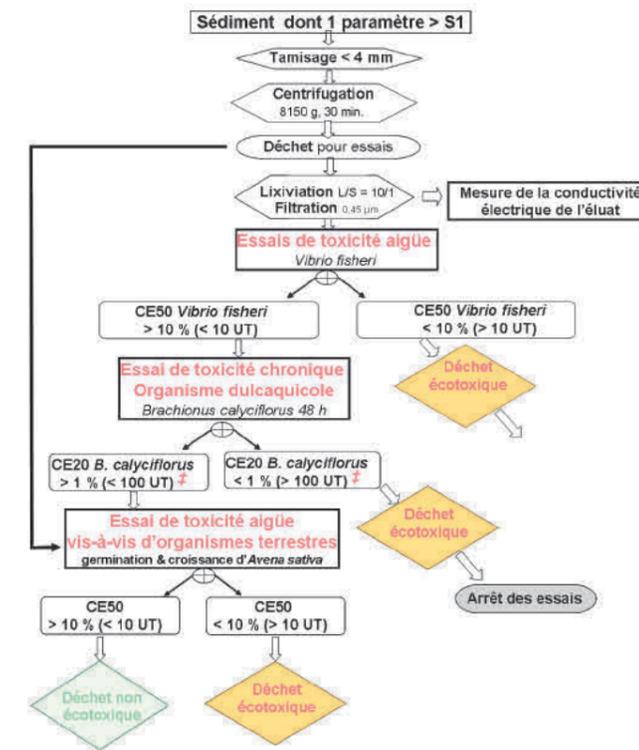
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-031 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-012.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 17/09/18.
 Centrifugation : 17/09/18.
 Lixiviation : 01-02/10/18.
 Date des essais définitifs :
 ➤ Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
 ➤ Test Brachionus : 03-05/10/18.
 ➤ Test plantes : 27/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 70 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 44 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 13 840 |
| Eluats | 7,6 | 7,1 | 1 850 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-031 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-031 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

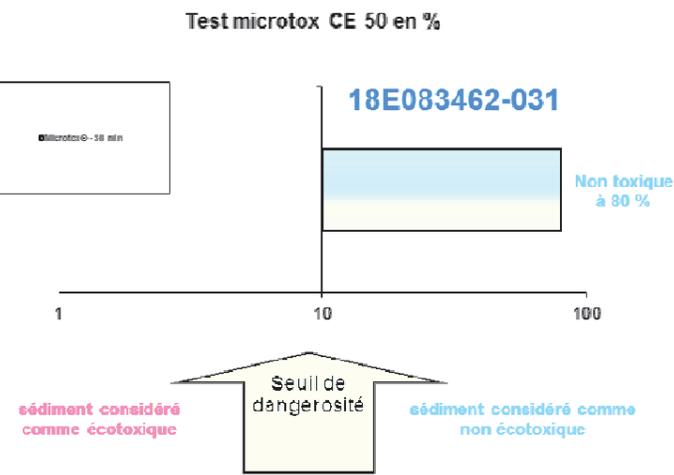


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-031 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

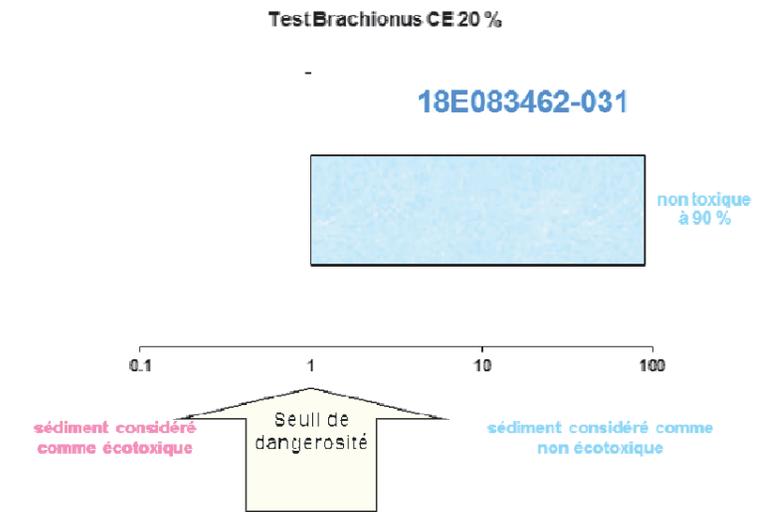


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 56 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-031 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 56 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 56 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-031 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

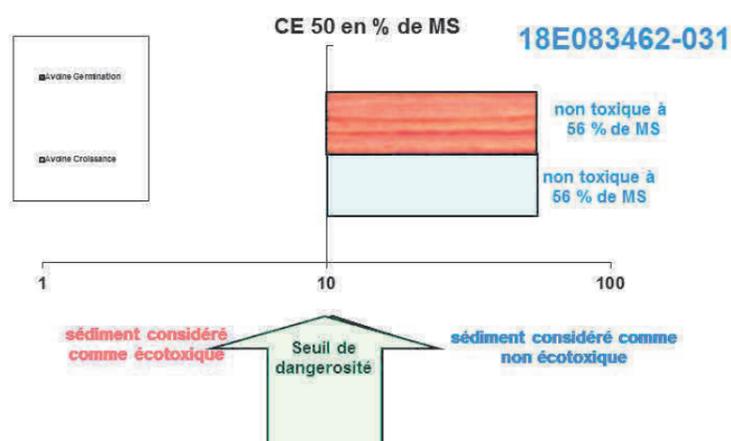


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-031 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-031 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-031 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-031 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-031 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,8.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : (CuSO_4 , $5\text{H}_2\text{O}$).CE 50-72h = 23,3 $\mu\text{g/L}$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 9,0.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-0281D3-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3
Gossier N° : 189 00DD73 Gate de réception : 10/0D/2018

Référence bon de commande : EUFRSA20006D734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|--------------------------------|--------------|
| 012 | Sédiments | 18E083462-031 / P8-2_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-01u** | Version AR-18-IY-0281D3-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-031 | Page 2/3

| | | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Température de l'air | 15.4°C | Date de réception | 10/0D/2018 10:48 |
| Prélevement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 1D/10/2018 |
| Date de prélevement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A BTe: t h r a è Q i o n d: Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00x BTe: t M i è r o t o H : d r é d a t Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY002 B L i H i v i a t i o n Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IXu48 BTe: t p a n t e: é m e r g e n e e t é r o i: : a n e e - 1 : e m e n e e Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |
| Lixiviation | | | |
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 B L i H i v i a t i o n 1 H u 4 C e d r e: Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |
| Givers | | | |
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC B D é g a g e m e n t t o H q d e l e g a z Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| Absence de dégagement toxique | | | |
| RATP8 B C Q i m i e Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| / | | | |
| IY031 B T a m i: a g e, è n t r i t d g a t i o n Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| cf. rapport | | | |
| g/kg | | | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Gpmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-032 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1051 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

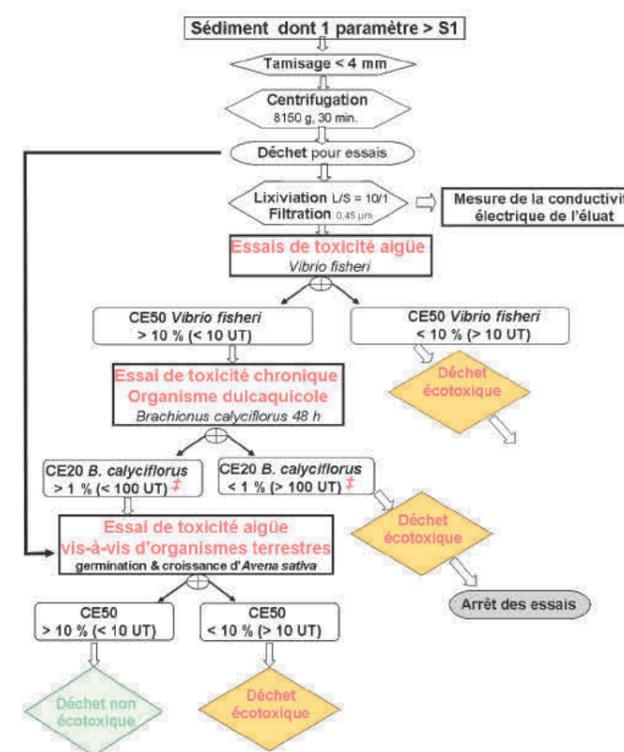
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-032 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-013.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon.
En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 17/09/18.
 Centrifugation : 17/09/18.
 Lixiviation : 01-02/10/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 03-05/10/18.
- Test plantes : 27/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 69 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 32 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 13 790 |
| Eluats | 7,7 | 6,1 | 1 560 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-032 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-032 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

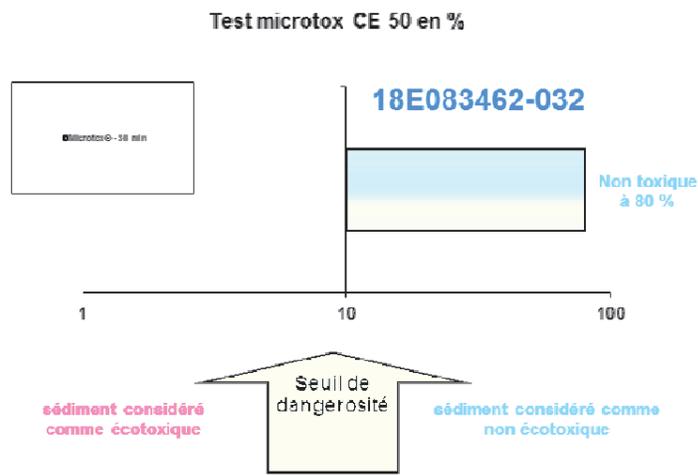


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-032 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

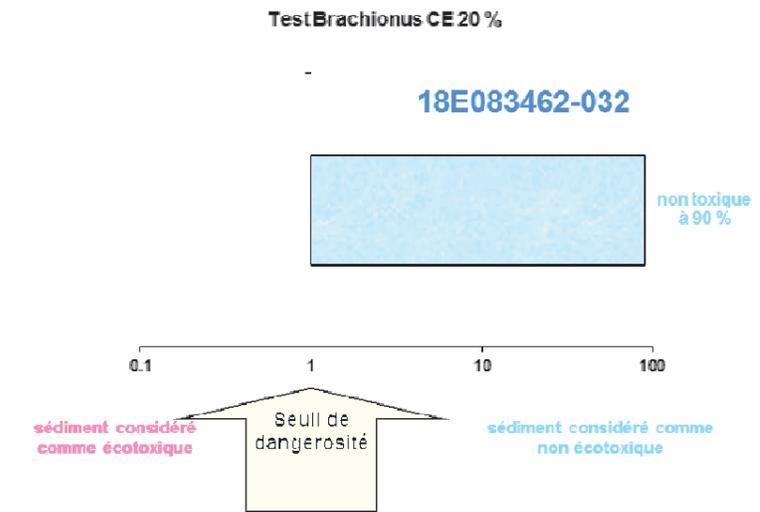


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 68 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-032 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 68 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 68 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-032 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

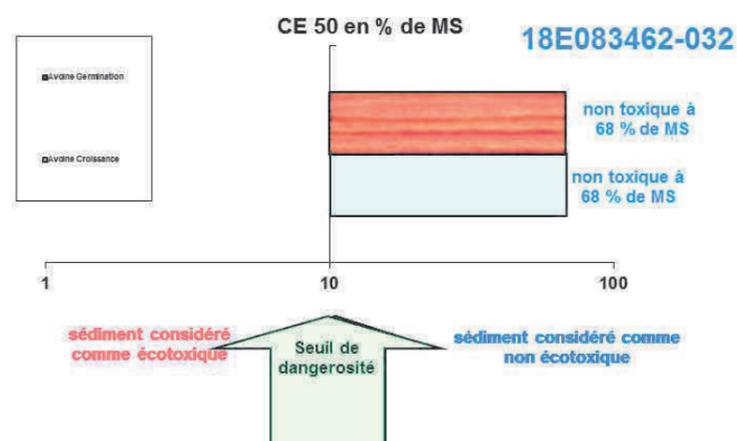


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-032 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-032 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-032 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-032 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-032 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,5.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O})$.CE 50-72h = 23,3 $\mu\text{g/L}$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 9,0.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-0281DG-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3

Dossier N° : 18é 00DD73

Date de réception : 10/0D/2018

Référence non de coU Uande : EF4RSA20006D73G

| N° Ech | Matrice | Référence f. échantillon | Observations |
|--------|------------|-------------------------------|--------------|
| 013 | Sf diUents | 18E083G62-032 / PD-1_H1GH12 - | |

N° ech **18G009973-013** | Version AR-18-IY-0281DG-01(23/10/2018) | Votre rf b 18E083G62-032 Page 2/3

Température de l'air de l'enceinte 15.0°C Date de réception 10/0D/2018 10:08
 Prélèvement effectué par Prf levf par vos soins Début d'analyse 1D/10/2018
 Date prélèvement 20/07/2018 12:00

| Ecotoxicologie continentale | | Rf sultat | F nitf |
|---|------------|------------|--------|
| IX00A : Test Brachionus Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/08h | cb rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/08h | cb rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition LuUinescence de V. fischeri (5Uin) | cb rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition LuUinescence de V. fischeri (15Uin) | cb rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition LuUinescence de V. fischeri (30Uin) | cb rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |
| Lixiviation | | Rf sultat | F nitf |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustrait e à Eurofins Analyses pour l'EnvironneUent 4rance (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x2Gheures | / | | |
| Rebus pondf ral à GUU | / | % P.B. | |
| 9 ivers | | Rf sultat | F nitf |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| Absence de dgageUent toxique | | | |
| RATP8 : Chimie Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| / | | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation rf alif e par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | | cb rapport | g/kg |



Yves Barthel
Chebde Service



Christophe Breuzin
Responsante 9ptUt Lamratoire

La reproduction de ce rapport n'est autoris e que sous sa brUe intf grale. Il coUporte 3.00 page(s). Le prf sent rapport ne concerne que les onjets souUis à l'essai.

Pour df clarer, ou non, la contbrUitif à la spf cibcation, il n'a pas ff tenu expliciteUent coUpte de l'incertitude associf e au rf sultat. Tous les f lf Uents de traçamltif , ainsi que les incertitudes de Uesure, sont disponibles sur deUande.
 Pour les rf sultats issus d'une sous-traitance, les rapports f Uis par des lamratoires accrf dif s sont disponibles sur deUande.
 Lamratoire hamltif à vf riber la contbrUitif sanitaire des Uatf riaux et onjets entrant en contact avec l'eau destinf e à la consoUation huUaine.
 Lamratoire agrf f pour la rf alisation des prf lèveUents, des analyses terrain et des analyses des paraUètres du contrôle sanitaire des eaux - portf e df taillf e de l'agrff Uent disponible sur deUande.
 Analyses effectuées par un lamratoire agrf f par le Uinistère chargf de l'environneUent dans les conditions de l'arrêtf du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-033 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1052 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

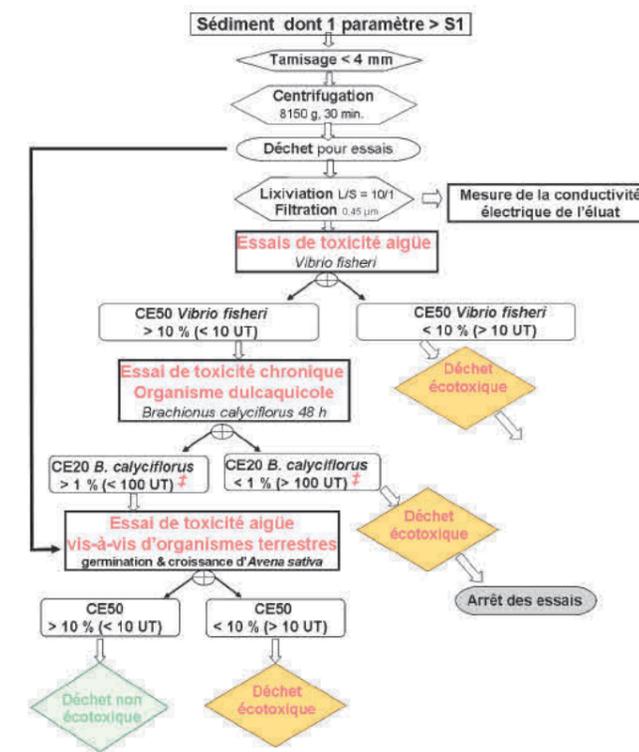
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-033 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-014.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 17/09/18.
 Centrifugation : 17/09/18.
 Lixiviation : 01-02/10/18.
 Date des essais définitifs :
 ➤ Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
 ➤ Test Brachionus : 03-05/10/18.
 ➤ Test plantes : 27/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 56 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 40 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 13 620 |
| Eluats | 7,4 | 6,8 | 2 150 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-033 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-033 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

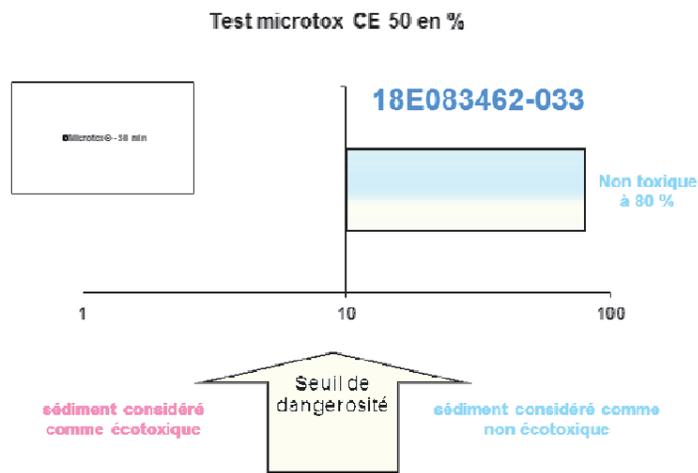


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-033 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

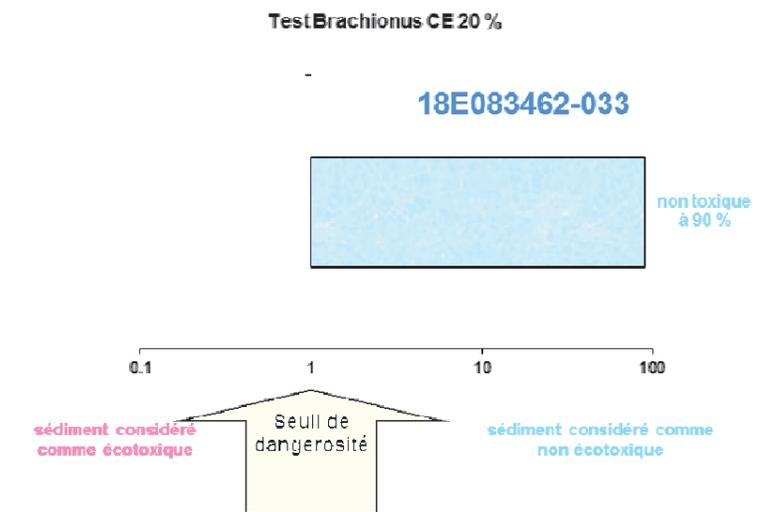


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 60 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-033 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 60 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 60 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-033 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

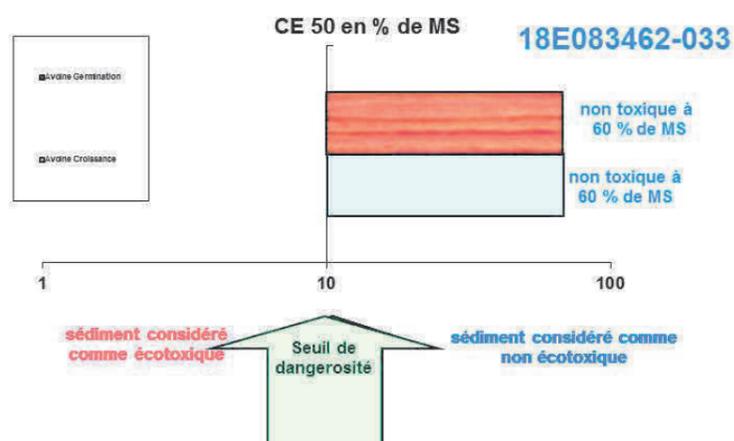


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-033 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-033 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-033 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-033 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-033 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr⁶⁺ (sous forme de K₂Cr₂O₇) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,6.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : (CuSO₄, 5H₂O).CE 50-72h = 23,3 µg/L.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 9,0.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-0281D5-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3

Gossier N° : 189 00DD73

Gate de réception : 10/0D/2018

Référence bon de commande : EUFRSA20006D734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|--------------------------------|--------------|
| 014 | Sédiments | 18E083462-033 / PD-2_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-01u** | Version AR-18-IY-0281D5-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-033 | Page 2/3

| | | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Température de l'air | 15.4°C | Date de réception | 10/0D/2018 10:48 |
| Prélevement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 1D/10/2018 |
| Date de prélevement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | Résultat | Unité |
|---|-------------------------------|-----------|-------|
| IX00A BTe: t h r a è Q i o n d: Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00x BTe: t MièrotoH: dr édat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY002 BLiHiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX4u8 BTe: t p a n t e: é m e r g e n e e t é r o i: : a n e e - 1 : e m e n e e Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |
| Lixiviation | | Résultat | Unité |
| LSA36 BLiHiviation 1H4u Qèdre: Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |
| Givers | | Résultat | Unité |
| IY0MC BDégagement toHqde l e gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| | Absence de dégagement toxique | | |
| RATP8 BCQmie Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| | / | | |
| IY031 BTami: age, è n t r i t d g a t i o n Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | cf. rapport | g/kg | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Gpmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-034 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1053 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

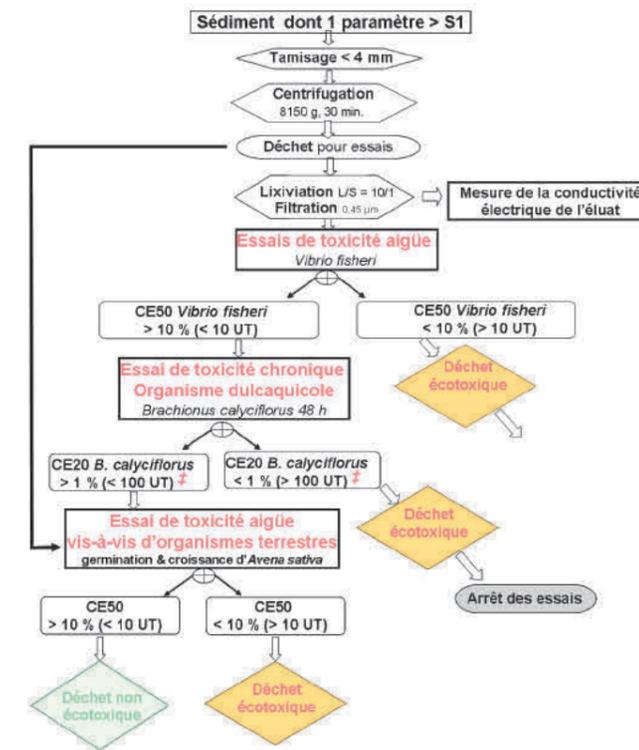
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-034 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-015.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon.
En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 17/09/18.
 Centrifugation : 17/09/18.
 Lixiviation : 01-02/10/18.
 Date des essais définitifs :
 ➤ Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
 ➤ Test Brachionus : 03-05/10/18.
 ➤ Test plantes : 27/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 75 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 41 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 13 690 |
| Eluats | 7,7 | 6,2 | 1 780 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-034 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-034 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

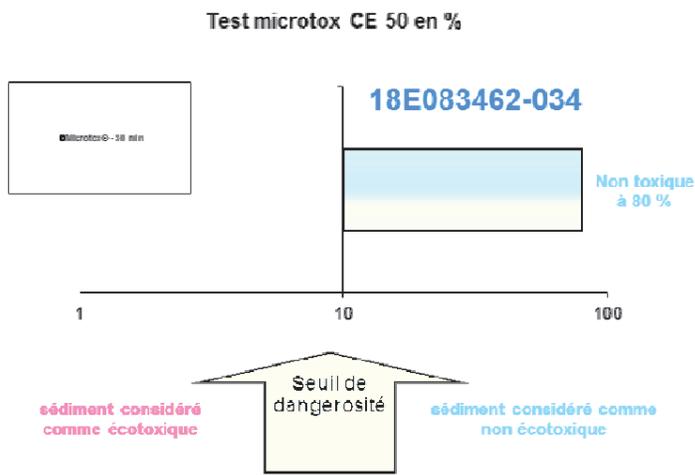


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-034 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

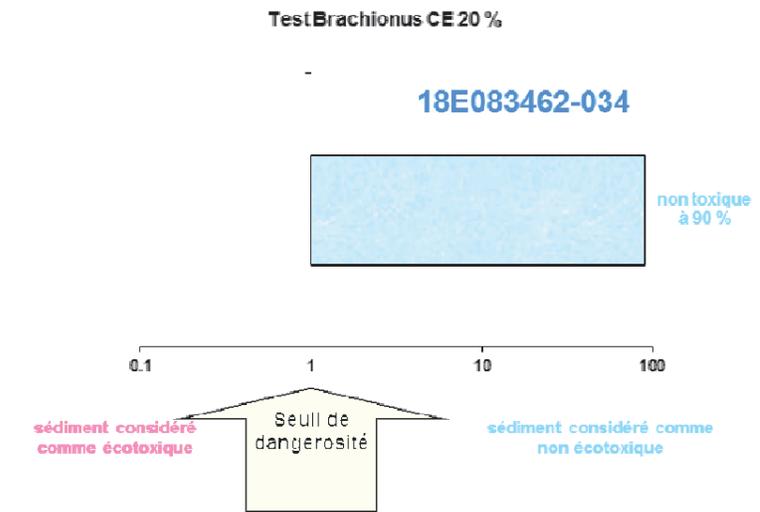


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 59 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-034 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 59 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 59 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-034 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

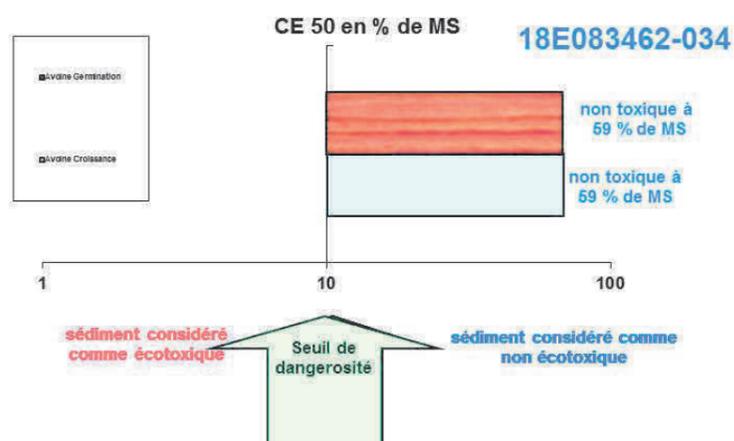


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-034 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-034 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-034 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-034 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-034 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr^{6+} (sous forme de $K_2Cr_2O_7$) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,1.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : $(CuSO_4, 5H_2O).CE$ 50-72h = 23,3 $\mu g/L$.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 9,0.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-0281D6-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3

Gossier N° : 189 00DD73

Gate de réception : 10/0D/2018

Référence bon de commande : EUFRSA20006D734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|-------------------------------|--------------|
| 015 | Sédiments | 18E083462-034 / P10_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-015** | Version AR-18-IY-0281D6-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-034 Page 2/3

| | | | |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Température de l'air de l'enceinte | 15.4°C | Date de réception | 10/0D/2018 10:48 |
| Prélèvement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 1D/10/2018 |
| Date prélèvement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A : Test Brachionus Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |

| Lixiviation | | | |
|--|----------|--------|--|
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |

| Givers | | | |
|--|-------------------------------|-------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| | Absence de dégagement toxique | | |
| RATP8 : Chimie Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| | / | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | cf. rapport | g/kg | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Gpmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-035 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1054 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

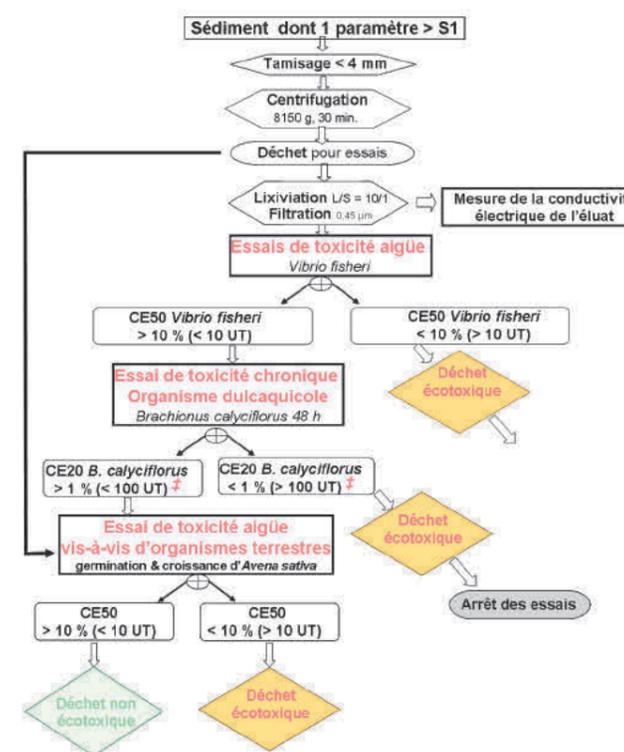
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-035 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-016.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (Vibrio fischeri ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon.
En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 18/09/18.
 Centrifugation : 18/09/18.
 Lixiviation : 01-02/10/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 03-05/10/18.
- Test plantes : 27/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 74 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 37 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 13 570 |
| Eluats | 7,8 | 5,4 | 1 820 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-035 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-035 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

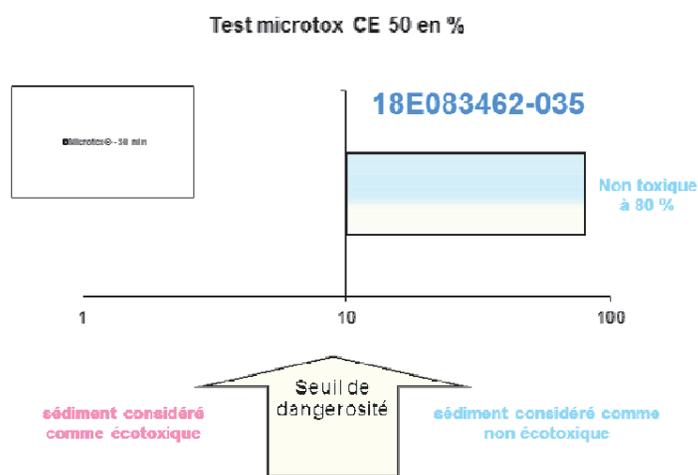


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-035 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3. Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

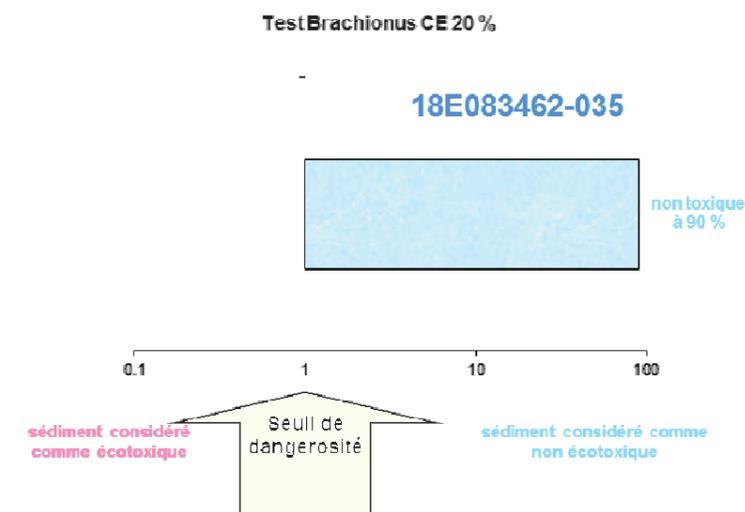


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 63 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-035 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 63 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 63 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-035 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

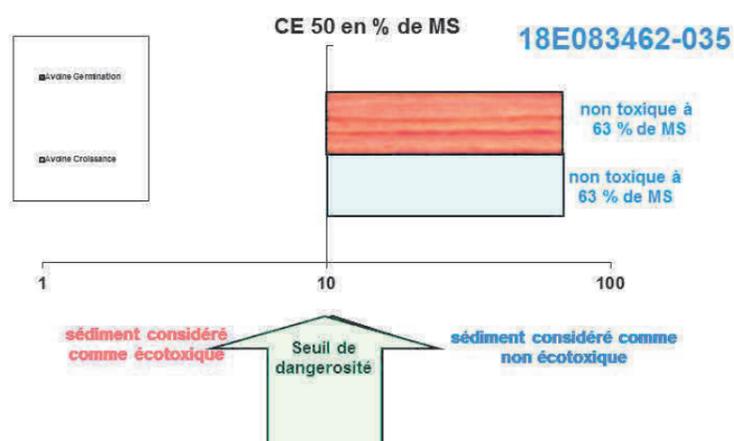


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-035 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-035 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-035 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-035 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-035 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr⁶⁺ (sous forme de K₂Cr₂O₇) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,4.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : (CuSO₄, 5H₂O).CE 50-72h = 23,3 µg/L.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 9,0.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-0281D7-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3

Gossier N° : 189 00DD73

Gate de réception : 10/0D/2018

Référence bon de commande : EUFRSA20006D734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|-------------------------------|--------------|
| 016 | Sédiments | 18E083462-035 / P11_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-01u** | Version AR-18-IY-0281D7-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-035 Page 2/3

| | | | |
|--------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|
| Température de l'air | 15.4°C | Date de réception | 10/0D/2018 10:48 |
| Prélevement effectué par | Prélevé par vos soins | Départ de l'analyse | 1D/10/2018 |
| Date de prélevement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | Résultat | Unité |
|---|-------------|-----------|-------|
| IX00A BTe: t h r a è Q i o n d: Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00x BTe: t M i è r o t o H : d r é d a t Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY002 B L i H v i a t i o n Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX4g8 BTe: t p a n t e: é m e r 6 e n e e t é r o i: : a n e e - 1 : e m e n e e Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |
| Lixiviation | | Résultat | Unité |
| LSA3u B L i H v i a t i o n 1 H 4 g C e d r e: Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |
| Givers | | Résultat | Unité |
| IY0MC B D é 6 a 6 e m e n t t o H q d e l e 6 a z Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| Absence de dégagement toxique | | | |
| RATP8 B C Q i m i e Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| / | | | |
| IY031 B T a m i: a 6 e, è n t r i t d é a t i o n Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| cf. rapport | | | |
| g/kg | | | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Gpmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES
POUR L'ENVIRONNEMENT
(Saverne)**

**EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
DE L'ECOTOXICITE D'UN ECHANTILLON
DE SEDIMENT REFERENCE :**

« 18E083462-036 »

Rapport d'analyses n° 18FYBA1055 du 19/10/2018

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON | 4 |
| II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14* | 4 |
| III. PREPARATION DES ELUATS..... | 5 |
| IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE | 5 |
| IV.1 DESCRIPTEURS TOXICOLOGIQUES | 5 |
| IV.2 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR MATRICES LIQUIDES | 5 |
| IV.2.1 Tests de toxicité aiguë..... | 5 |
| IV.2.2 Test de toxicité chronique..... | 6 |
| IV.3 TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES..... | 7 |
| IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013) | 7 |
| V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES..... | 7 |
| VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT | 8 |
| VI.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES..... | 8 |
| VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 8 |
| VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats..... | 8 |
| VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide..... | 11 |
| VII. SYNTHESE DES RESULTATS..... | 12 |
| VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE..... | 13 |
| VIII.1 TEST <i>VIBRIO FISCHERI</i> : | 13 |
| VIII.2 TEST <i>BRACHIONUS</i> : | 13 |
| VIII.3 TEST PLANTES : | 13 |

Liste des tableaux

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats..... 8
 Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë 9
 Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique10
 Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute11
 Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute11
 Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats..... 9
 Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....10
 Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

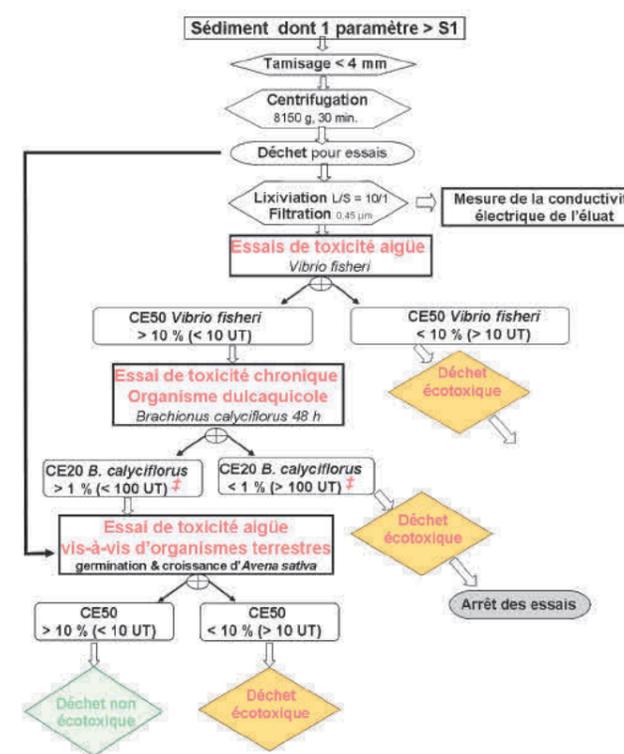
Echantillon de sédiment référencé « 18E083462-036 » réceptionné le 10 septembre 2018.
 Date de prélèvement : 20 juillet 2018.
 Référence Eurofins Expertises Environnementales : 18G009973-017.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE DES SEDIMENTS : CRITERE HP14*

* anciennement appelé critère H14.

Les essais à réaliser sur chaque échantillon sont ceux proposés dans le rapport INERIS - DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur les sédiments marins et continentaux (4 février 2016). La figure ci-dessous illustre le logigramme à appliquer. Suivant le déroulement de l'étude, certains échantillons pourront n'être soumis qu'à une partie des tests.



III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (5 à 10 tours/min),
3. Séparation par centrifugation 3000 t/min, 30 min,
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm sur filtre nylon.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 Descripteurs toxicologiques

- CE X%-T : Concentration efficace provoquant un effet sur X % de la population après un temps T.

IV.2 Tests de toxicité réalisés sur matrices liquides

IV.2.1 Tests de toxicité aiguë

IV.2.1.1 Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines (*Vibrio fischeri* ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine *Vibrio fischeri* (anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai permet de déterminer la concentration d'échantillon (en %) qui, après 5, 15 à 30 minutes inhibe 50 % de la luminescence des bactéries. Cette concentration est désignée par CE 50-t, t représentant le temps de contact des bactéries avec l'échantillon.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.

Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique comprenant au moins un essai définitif : - ZnSO₄, 7H₂O ou 3,5-dichlorophénol (C₆H₄OCl₂) ou K₂Cr₂O₇.

Méthode de calcul de la CE50 : logiciel Microtox-Omni.

IV.2.2 Test de toxicité chronique

IV.2.2.1 Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Brachionus calyciflorus* en 48 heures - Essai d'inhibition de la croissance de la population (NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota, Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon.
En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.

Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substance de référence réalisé une fois par mois : CuSO₄, 5H₂O.

Méthode de calcul de la CE20 : modèle logistique basé sur l'équation de Hill (macro Regtox_ev6.6.2.xls).

IV.3 Tests de toxicité réalisés sur sédiments centrifugés

IV.3.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70 % de sable de Fontainebleau, 20 % de kaolinite et 10 % de sphaigne). Les différentes graines (monocotylédones : avoine – *Avena sativa*) sont plantées dans les dilutions.

L'essai se déroule en 2 étapes (nombre de graines semées par pot : 10) :

- un essai préliminaire de 7 jours qui permet d'étudier l'effet de différentes concentrations comprises entre 1 et 100 % d'échantillon (une réplique par concentrations testées et témoin),
- un essai définitif pour lequel une série de 5 dilutions est réalisée (en se plaçant aux bornes des dilutions pour lesquelles l'émergence passait de 0 à 100 % lors de l'essai préliminaire) – 4 répliques par concentrations testées et témoin.

L'émergence et la croissance des semences sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage.

Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination et le nombre de pousses est réduit à cinq. Après 14 jours minimum et au maximum au bout de 21 jours après que 50 % des semis témoins ont émergés, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

Méthode de calcul des CE50 (germination et croissance) : modèle statistique Log-Probit ou par interpolation linéaire (logiciel Toxcalc).

Diamètre des pots : 9,5 cm.
 Masse de sol par pot : de l'ordre de 250 grammes.
 Type d'environnement : phytotron.
 Cycle jour/nuit : 16 heures/8 heures.
 Température : 22 °C +/- 1 °C (jour) / 18 °C +/- 1 °C (nuit).
 Humidité relative : 70 %.
 Type d'éclairage : tubes fluorescents « lumière du jour ».
 Intensité de l'éclairage : environ 7 500 lux.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tamisage à 4 mm : 18/09/18.
 Centrifugation : 18/09/18.
 Lixiviation : 01-02/10/18.
 Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 12/10/18 (échantillon congelé avant analyse).
- Test Brachionus : 03-05/10/18.
- Test plantes : 27/09/18.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 62 %.
 Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 44 %.

| | pH | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µS/cm) |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Eaux interstitielles | | | 11 100 |
| Eluats | 7,8 | 5,9 | 1 890 |

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

VI.2.1 - Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats

| | Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-036 |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Tests de toxicité aiguë | Microtox® | Inhibition de la luminescence | CE 50-5 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-15 min | Non toxique à 80 % |
| | | | CE 50-30 min | Non toxique à 80 % |
| Tests de toxicité chronique | Brachionus | Croissance de la population | CE 20-48h | Non toxique à 90 % |

Tableau 1 . Tableau récapitulatif en % (Volume/Volume) des résultats des tests biologiques réalisés sur les éluats

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% et/ou CE20% (si calculable)
 En gras : CE50% < 10 % et/ou CE20% < 1 %

VI.2.1.1 Résultats des essais de toxicité aiguë

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats, sur la base du seuil à 10 %.

| | Classement sur la base du test Microtox® | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-036 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 2. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë

La figure 1 présente la synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë réalisés sur les éluats sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

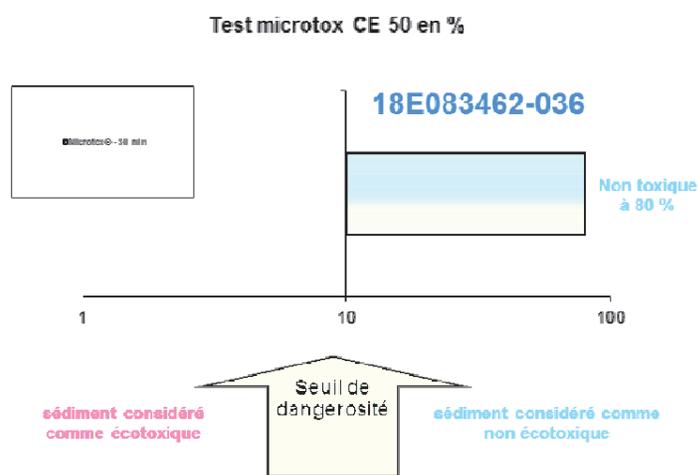


Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats

VI.2.1.2 Résultats des essais de toxicité chronique

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

| Sédiments | Classement sur la base du test Brachionus | Classement sur la base des essais de toxicité chronique |
|---------------|---|---|
| 18E083462-036 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
 - : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 3 . Classement des sédiments sur la base des tests biologiques de toxicité chronique

La figure 2 présente sous forme d'histogramme la synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du seuil à 1 %.

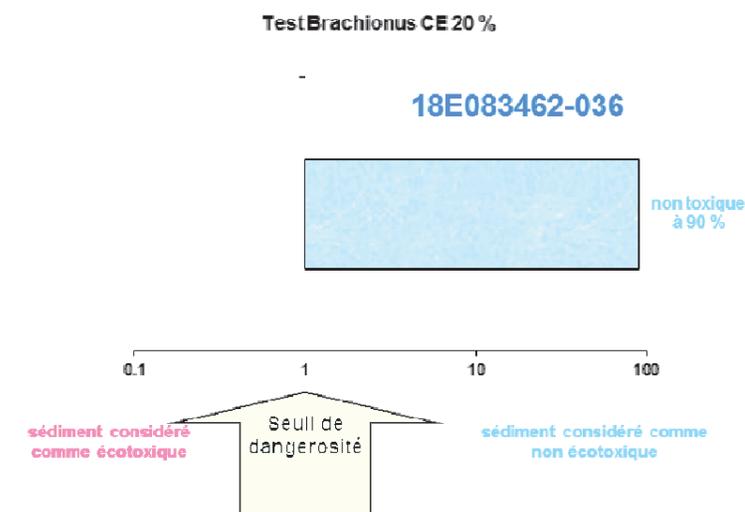


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 56 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

| Tests | Effet | Descripteur toxicologique | 18E083462-036 |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| Avoine | Germination | CE 50 | Non toxique à 63 % de MS |
| Avoine | Croissance | CE 50-21 jours | Non toxique à 56 % de MS |

Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute

Entre parenthèses : intervalle de confiance à 95% de la CE50% (si calculable)
En gras : CE50% < 10

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice brute, en considérant le seuil de 10%.

| Sédiment | Classement sur la base de l'émergence et de croissance de l'avoine (<i>Avena sativa</i>) | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* |
|---------------|--|--|
| 18E083462-036 | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement
- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute

La figure 3 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité réalisés sur la matrice solide sous forme d'histogramme, en considérant le seuil de 10 %.

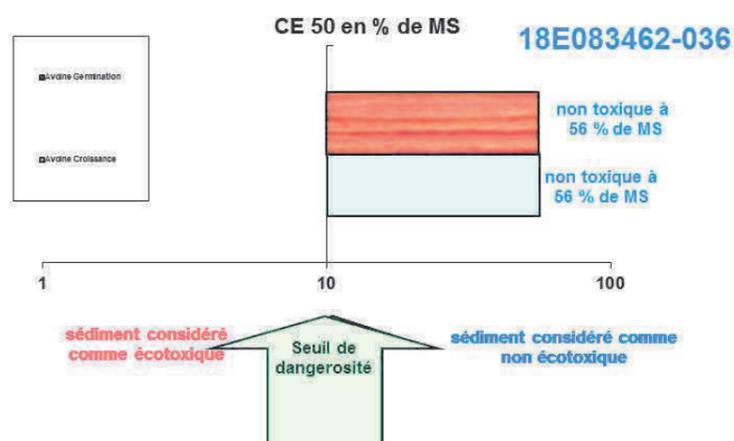


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 6 présente les résultats obtenus en termes de classement des sédiments, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

| Sédiment | Classement sur la base des essais de toxicité aiguë* | Classement sur la base des essais de toxicité chronique* | Classement sur la base des essais de toxicité terrestre* | Synthèse* |
|---------------|--|--|--|-----------|
| 18E083462-036 | - | - | - | - |

+ « ombré » : classé comme dangereux pour l'environnement

- : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme écotoxique

Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-036 » n'est pas considéré comme écotoxique par le test Microtox®,
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat avec un seuil de CE 20 à 1 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-036 » n'est pas considéré comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des Brachionus,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, avec un seuil de CE 50 à 10 %,
 - ⇒ L'échantillon « 18E083462-036 » n'est pas considéré comme écotoxique.

Dans le cadre du critère HP14 et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie en 2016, l'échantillon « 18E083462-036 » n'est pas considéré comme écotoxique.

VIII. CRITERES DE VALIDITE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VIII.1 Test *Vibrio fischeri* :

- Les rapports des blancs sont compris entre 0,6 et 1,8.
- L'écart par rapport à la moyenne des témoins est inférieur à ou égal 3 % (arrondi à un chiffre significatif).
- Pour les déterminations effectuées en double, les taux d'inhibition ne donnent pas d'écart strictement supérieur à 3 %.
- L'inhibition de la luminescence est comprise entre 20 % et 80 % au bout de 30 min +/- 20 secondes aux concentrations suivantes :
 - 18,7 mg/L de Cr⁶⁺ (sous forme de K₂Cr₂O₇) : 45 %.

VIII.2 Test *Brachionus* :

- Pourcentage de reproduction observé dans plus de 87,5 % des répliques du lot témoin (100 %).
- Nombre moyen de *Brachionus calyciflorus* femelles dénombrées par puits dans le lot témoin supérieur à 3 à la fin de l'essai : 4,1.
- Substance de référence réalisée le 05 septembre 2018 : (CuSO₄, 5H₂O).CE 50-72h = 23,3 µg/L.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 9,0.

A Maxéville, le 19 octobre 2018
 Yves Barthel, Chef de Service Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
 L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
 Département Environnement
 5 rue d'Otterswiller
 67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-18-IY-0281D8-01 Version du : 23/10/2018 Page 1/3

Gossier N° : 189 00DD73

Gate de réception : 10/0D/2018

Référence bon de commande : EUFRSA20006D734

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Observations |
|--------|-----------|-------------------------------|--------------|
| 017 | Sédiments | 18E083462-036 / P12_H14-H12 - | |

N° ech **18G009973-017** | Version AR-18-IY-0281D8-01(23/10/2018) | Votre réf. 18E083462-036 Page 2/3

| | | | |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Température de l'air de l'enceinte | 15.4°C | Date de réception | 10/0D/2018 10:48 |
| Prélèvement effectué par | Prélevé par vos soins | Début d'analyse | 1D/10/2018 |
| Date prélèvement | 20/07/2018 12:00 | | |

| Ecotoxicologie continentale | | | |
|---|-------------|-----------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IX00A : Test Brachionus Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - NF ISO 20666</i> | | | |
| Brachionus calyciflorus CE20/48h | cf. rapport | % (CE 20) | |
| Brachionus calyciflorus CE50/48h | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00Q : Test Microtox sur éluat Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i> | | | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (5min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (15min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| Inhibition Luminescence de V. fischeri (30min) | cf. rapport | % (CE 50) | |
| IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Lixiviation - NF EN 12457-2</i> | | | |
| IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins | cf. rapport | % (CE 50) | |
| <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i> | | | |

| Lixiviation | | | |
|--|----------|--------|--|
| | Résultat | Unité | |
| LSA36 : Lixiviation 1x24 heures Analyse soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) | | | |
| <i>Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2</i> | | | |
| Lixiviation 1x24 heures | / | | |
| Refus pondéral à 4 mm | / | % P.B. | |

| Givers | | | |
|--|-------------------------------|-------|--|
| | Résultat | Unité | |
| IY0MC : Dégagement toxique de gaz Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique [Critère HP12] -</i> | | | |
| | Absence de dégagement toxique | | |
| RATP8 : Chimie Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Préparation [Chimie Expertise] - Méthode interne</i> | | | |
| | / | | |
| IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins | | | |
| <i>Technique -</i> | | | |
| | cf. rapport | g/kg | |



 Yves Barthel
 Chef de Service



 Christophe Breuzin
 Responsable Gpmt Laboratoire

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

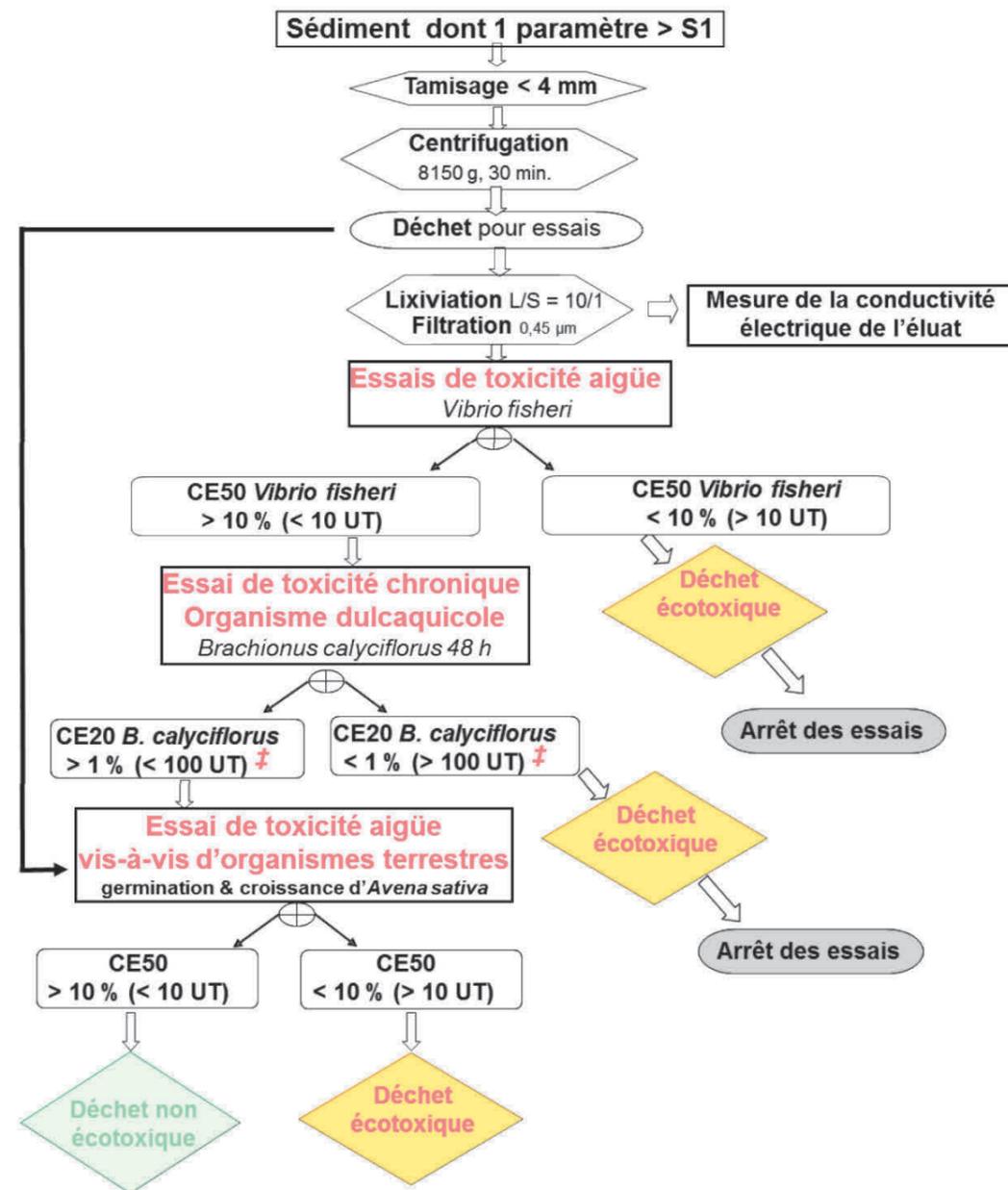
Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

ANNEXE 3

PROTOCOLE D'ANALYSE « HP-14 SEDIMENT »



PORT DE CAEN-OUISTREHAM

DRAGAGE ET GESTION DES SEDIMENTS DU BASSIN SAINT-PIERRE DU PORT DE CAEN, INCLUANT LA CREATION D'UNE PLATEFORME DE TRI, TRANSIT ET TRAITEMENT DE SEDIMENTS, SITUEE SUR LA COMMUNE DE MONDEVILLE (14)

PIECE 4

Annexes de l'étude d'impact

Annexe 13 : Rapport naturaliste



Ports de Normandie

3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST



PORTS DE CAEN

Réalisation d'un inventaire des milieux naturels, étude faunistique et floristique, étude zones humides à Mondeville et Hérouville-Saint-Clair (14)



Décembre 2021

Peter STALLEGGER
Consultant environnement
Le Château
61470 St Aubin de Bonneval
02 33 39 43 29
peter.stallegger@wanadoo.fr
N° SIRET 405 001 603 00019

Léa DUFRENE
Ecologue spécialiste chiroptères
9, allée des Pins
91470 Forges-les-Bains
06 18 65 82 94
leadufrene@yahoo.fr
N°SIRET 750 723 991 00013

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCTION..... | 4 |
| 2. RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE ET METHODE | 5 |
| 2.1 Délimitation de l'étude | 5 |
| 2.2 Méthodologie | 5 |
| 2.2.1 Flore et habitats..... | 5 |
| 2.2.2 Faune | 7 |
| 2.2.3 Sondages pédologiques | 8 |
| 3. ANALYSE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES | 12 |
| 3.1 Mesures d'inventaire, de protection, état des connaissances..... | 12 |
| 3.1.1 Zones Naturelles Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique..... | 12 |
| 3.1.2 Sites NATURA 2000 | 15 |
| 3.1.3 Atlas régional des territoires humides | 16 |
| 3.1.4 Territoires prédisposés à la présence de zones humides | 17 |
| 3.2 Rappel des autres contraintes liées à l'environnement | 17 |
| 3.2.1 Aléa retrait-gonflement des sols argileux | 17 |
| 3.2.2 SRADDET | 19 |
| 4. ANALYSE DES SONDEGES PEDOLOGIQUES ET FLORISTIQUES..... | 22 |
| 4.1 Prospections de terrain | 22 |
| 4.2 Rendu et analyse des relevés..... | 23 |
| 5. FLORE ET HABITATS | 30 |
| 5.1 Flore | 30 |
| 5.1.1 Statuts de rareté et nomenclature..... | 30 |
| 5.1.2 Nombre d'espèces relevées | 30 |
| 5.1.3 Espèces protégées | 30 |
| 5.1.4 Espèces de la Liste rouge des plantes vasculaires | 31 |
| 5.1.5 Classements des espèces par niveaux de rareté..... | 32 |
| 5.1.6 Plantes invasives..... | 36 |
| 5.2 Habitats | 38 |
| 5.2.1 Description des habitats | 38 |
| 6. LA FAUNE..... | 45 |
| 6.1 Oiseaux | 45 |
| 6.2 Mammifères (hors chiroptères) | 49 |
| 6.3 Chiroptères..... | 49 |
| 6.3.1 Synthèse bibliographique | 49 |
| 6.3.2 Méthodes..... | 50 |
| 6.3.3 Etat des lieux de 2020 | 53 |
| 6.3.4 Résultats des écoutes en 2020..... | 57 |
| 6.3.5 Bilan des inventaires..... | 60 |
| 6.4 Reptiles | 60 |
| 6.5 Amphibiens..... | 62 |
| 6.6 Invertébrés..... | 62 |
| 6.6.1 Lépidoptères diurnes | 62 |
| 6.6.2 Orthoptères | 64 |
| 7. BILAN PATRIMONIAL PAR ZONE..... | 66 |
| 8. REGLEMENTATION | 68 |
| 8.1 Listes rouges | 68 |
| 8.2 Espèces protégées | 68 |
| 8.3 Espèces protégées sur le site d'étude | 69 |
| 8.3.1 Flore | 69 |
| 8.3.2 Faune | 69 |

Peter STALLEGGER – Consultant en Environnement (2021)

| | |
|---|----|
| 9. PRECONISATIONS | 69 |
| 10. CONCLUSION | 72 |
| 11. BIBLIOGRAPHIE..... | 73 |
| 12. ANNEXES | 75 |
| Liste récapitulative des plantes inventoriées | 75 |

1. INTRODUCTION

Ports de Normandie envisage d'utiliser des terrains situés entre l'Orne et le canal de Caen à la mer sur les communes de Mondeville et Hérouville Saint Clair pour des opérations d'aménagement, notamment dépôts de matériaux de dragage associés à des aménagements paysagers.

Le cabinet **PETER STALLEGGER – CONSULTANT EN ENVIRONNEMENT** est un bureau régional d'études et de conseil qui dispose de plus de vingt-cinq années d'expérience sur des d'expertises écologiques ou intégrées de territoires de taille variable. Il intervient en Haute et Basse-Normandie sur les spécialités suivantes :

- Expertise et gestion des milieux naturels (protégés et non protégés)
- Volet nature des études d'impact, évaluation d'incidences Natura 2000
- Inventaires faune et flore (ZNIEFF, Espaces Naturels Sensibles, réserves naturelles, forêts, zones humides)
- Plans de gestion de sites naturels, documents d'objectifs Natura 2000
- Caractérisation de zones humides selon l'arrêté du 24 juin 2008
- Evaluation environnementale de PLU
- Accompagnement de travaux d'aménagement

La présente étude a pour but d'établir un diagnostic écologique du site avec:

- Un descriptif général de l'environnement du milieu étudié et de son contexte : cette partie a pour but de resituer le milieu naturel dans son environnement proche (localisation, aspects réglementaires, zones humides DREAL,...).
- Un diagnostic écologique du site avec :
 - une cartographie des habitats, des enjeux ;
 - un inventaire de la faune (oiseaux, mammifères, amphibiens, papillons, orthoptères et odonates)
 - un inventaire de la flore : liste des espèces présentes, typologie des groupements végétaux, recensement des espèces d'intérêt patrimonial
 - une cartographie des zones humides après une campagne de sondages pédologiques

La zone d'étude a été visitée aux dates suivantes pour effectuer les sondages pédologiques et recenser les espèces animales et végétales :

28/04/2021
 20/05/2021
 07/06/2021
 23/06/2021
 22/07/2021
 01/09/2021
 10/09/2021

2. RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE ET METHODE

2.1 Délimitation de l'étude

Le périmètre d'étude est représenté sur la carte ci-dessous.

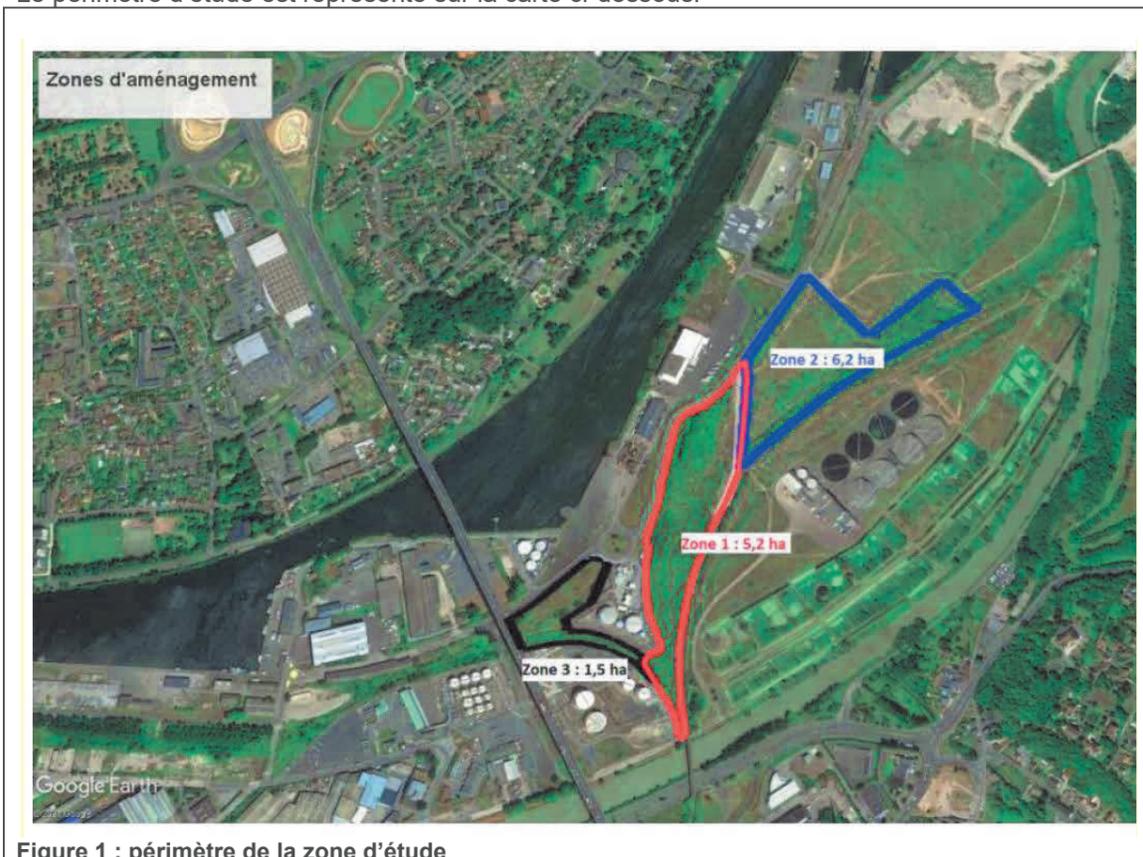


Figure 1 : périmètre de la zone d'étude

2.2 Méthodologie

2.2.1 Flore et habitats

➤ Inventaire de la flore

Les espèces végétales patrimoniales (statut assez rare à rarissime dans l'atlas de Provost et cotation Znieff plus récente du CBN de Brest : niveaux 1 à 3) seront précisément localisées par GPS et insérées dans un tableau Excel avec leurs coordonnées géographiques. Ces espèces rares seront représentées sur une cartographie dédiée.

➤ Précision des relevés phytosociologiques

L'ensemble de la zone d'étude sera exploré et des relevés phytosociologiques seront réalisés dans toutes les communautés végétales homogènes rencontrées. Ils seront localisés avec un GPS et illustrés par des photographies. Le nombre de relevés dépend de la variation écologique rencontrée sur site et d'une pression statistique d'échantillonnage suffisante. Un soin tout particulier sera apporté afin d'appréhender au mieux la variabilité des habitats en adaptant le nombre de relevés aux surfaces de ces derniers.

Les relevés se dérouleront selon la méthode suivante. Des zones présentant une homogénéité floristique seront définies au préalable sur l'orthophotographie aérienne utilisée lors des prospections aux échelles du 1/5000 au 1/2000. Durant la phase de terrain, ces zones seront affinées et le choix de l'aire de relevé sera réalisé à partir de l'homogénéité floristique constatée et complétée par des données écologiques (type de sol, mésoclimat, utilisation du sol..).

La surface du relevé dépendra des milieux rencontrés, allant de quelques m² pour des pelouses annuelles jusqu'à plusieurs dizaines de m² pour une prairie de fauche ou un boisement homogène. Ensuite, les relevés sont réalisés selon les méthodes phytosociologiques classiques. Pour chaque espèce sont notés son coefficient d'abondance dominante (taux de recouvrement par rapport à la surface) et son coefficient de sociabilité.

➤ Période et nombre de jours d'inventaires

Les inventaires floristiques et les relevés phytosociologiques ont été réalisés de façon à prendre en compte la phénologie des espèces. Ainsi, les relevés ont été effectués entre avril et septembre 2021.

➤ Identification des groupements végétaux

A partir de ces relevés et de la typologie des habitats naturels et semi-naturels du Conservatoire botanique national de Brest, une analyse des données sera effectuée. Elle aura pour objectif d'identifier les groupements végétaux présents sur la zone d'étude à partir de la typologie et de la comparaison des relevés entre eux. L'analyse de la cartographie et le schéma dynamique des végétations seront des éléments importants d'aide à la définition des enjeux de gestion et des opérations à mettre en œuvre sur ce site naturel.

➤ Cartographie des habitats

L'identification la plus exhaustive possible des types de communautés végétales du site permettra de caractériser les habitats et de les cartographier.

Les éléments du terrain seront reportés sur le fond cartographique avec la plus grande précision possible, afin d'optimiser la retranscription des données sur logiciel SIG. La rigueur accordée à la cartographie de terrain est essentielle pour garantir la meilleure restitution possible de la réalité. En effet, seule la cartographie de l'ensemble de la végétation des milieux naturels et semi-naturels d'un site permet d'appréhender sa fonctionnalité, son évolution et ses potentialités. La saisie des données sera ainsi réalisée sur le SIG aux échelles du 1/2000 au 1/5000 selon la taille des habitats, permettant de digitaliser des unités de végétation avec une surface minimale cartographiable de 625 m². L'échelle de restitution des cartes pourra ainsi se faire à des échelles variables selon les besoins et la vue souhaitée : 1/5000, 1/10 000, 1/25 000.

Différents types de cartes ont été réalisées :

- Une carte des végétations, avec les intitulés en français correspondant au titre de chaque fiche de la typologie des végétations du CBN,
- Une carte des espèces végétales protégées et patrimoniales

2.2.2 Faune

➤ Oiseaux

Les oiseaux feront l'objet d'inventaires réalisés durant les différentes saisons courant sur la durée du marché :

Migrateurs et hivernants seront inventoriés à l'automne et durant la saison hivernale. Des séries ont lieu au printemps quand tous les migrants sont de retour.

L'avifaune nicheuse sera inventoriée par deux séries de points d'écoute (début avril et fin mai) selon le protocole IPA, à savoir le relevé de tous les indices de présence (chants, cris, observations visuelles) pendant 20 minutes. La méthode respectera les préconisations de celle des Indices Ponctuels d'Abondance (Blondel et al, 1970). Une cartographie sera réalisée afin d'estimer la répartition des espèces remarquables. Les oiseaux seront également systématiquement notés pendant les investigations des autres groupes.

➤ Amphibiens

Comme leur nom l'indique, les amphibiens sont autant liés au milieu terrestre qu'au milieu aquatique. Une part importante de leur vie se déroule en effet hors de l'eau, souvent invisible à nos yeux. Car ces animaux sont doublement dépendants du milieu aquatique, par leur physiologie d'une part, mais surtout par leur mode de reproduction : ils se reproduisent, pondent et leurs larves vivent dans l'eau jusqu'à la métamorphose en adulte. Dès le mois de février les populations d'adultes se concentrent autour des points d'eau. Le printemps est le meilleur moment pour évaluer les populations et leur répartition par capture d'adultes ou de larves et par dénombrement des pontes. Les pontes des amphibiens seront relevées dans les points d'eau temporaires, les fossés, les mares et tout milieu humide susceptible d'accueillir ces espèces.

Les individus seront également notés à vue ou après capture à l'épuisette.

➤ Reptiles

Toute observation opportuniste sera notée et référencée. Le site abrite des milieux thermophiles favorables à ces espèces.

➤ Mammifères (hors chiroptères)

Les mammifères seront notés à vue lors des prospections des autres groupes. Par ailleurs, les traces ainsi que les déjections seront observées pour la détermination des espèces.

➤ Mammifères (chiroptères)

La zone d'étude sera inventoriée grâce à de la détection ultrasonore et à la recherche de cavités arboricoles.

➤ Lépidoptères rhopalocères et zygènes

L'étude des lépidoptères comprendra les « papillons de jour » (rhopalocères). Signalons cependant que toute observation opportuniste d'hétérocères à activité diurne sera notée et présentée également.

Compte tenu de la difficulté de détermination de certaines espèces, l'identification ne pourra se faire seulement à vue (en vol ou posé). L'utilisation d'un filet sera donc nécessaire. Lors des prospections, les papillons capturés au filet et pouvant être déterminés directement dans la poche du filet seront relâchés. Dans la mesure du possible, des photographies géolocalisées des individus observés seront effectuées.

Peter STALLEGGER – Consultant en Environnement (2021)

Les journées de prospection auront lieu durant les mois les plus favorables, mai, juin, juillet en fonction des conditions climatiques de l'année d'étude et des conditions météorologiques journalières.

Les observations opportunistes seront effectuées lors des journées consacrées aux inventaires des autres groupes faunistiques.

➤ Orthoptères, odonates

Les observations opportunistes seront effectuées lors des journées consacrées aux inventaires des autres groupes faunistiques.

Une caractérisation des habitats d'espèces ainsi qu'une **recherche d'arbres gîtes potentiels** seront tout d'abord effectués afin d'identifier les zones à inventorier plus précisément la nuit.

2.2.3 Sondages pédologiques

La méthode de travail retenue nécessite :

- de recueillir et analyser les informations disponibles, de réaliser un traitement cartographique et une première délimitation de zones humides.
- de finaliser la délimitation par des expertises de terrain sur les aspects floristiques et pédologiques comme mentionnés dans l'arrêté et la circulaire de référence.

L'ensemble des études concernant le territoire en rapport avec l'eau et les zones humides sera consulté et dépouillé. A l'issue de cette phase d'inventaire des données disponibles, il sera établi une première cartographie des zones humides sous SIG.

La caractérisation des zones humides est basé sur **"l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides"**, en application des articles L.211-1, L.214-7 et R.211-108 du code de l'environnement". La préservation et la gestion durable des zones humides ont été reconnues d'intérêt général.

L'arrêté du 24 juin 2008 et la circulaire du 18 janvier 2010 indiquent que les sols et la végétation se développent de manière spécifique dans les zones humides et que les caractéristiques des sols persistent au-delà de l'engorgement des terrains et, dans une certaine mesure, de leur aménagement. Ils constituent ainsi des éléments de diagnostic. C'est pourquoi ils sont retenus comme critères permettant de préciser la définition et la délimitation des zones humides dans le cadre de la police de l'Eau selon les modalités prévues par l'article R211-118 du code de l'Environnement et l'arrêté du 24 juin 2008.

Cet arrêté, publié au J.O. le 8 juillet 2008, établit la liste des types de sols répondant à ces critères, ainsi que celle des plantes caractéristiques des zones humides. Le périmètre de la zone humide doit être délimité au plus près des espaces répondant aux critères relatifs aux sols ou à la végétation ainsi concernés. Lorsque ces espaces sont identifiés directement à partir de relevés pédologiques ou de végétation, ce périmètre s'appuie, selon le contexte géomorphologique, soit sur la cote de crue, soit sur le niveau de nappe phréatique, soit sur le niveau de marée le plus élevé, ou sur la courbe topographique correspondante. En revanche, ces dispositions ne sont pas applicables aux cours d'eau, plans d'eau et canaux, ainsi qu'aux infrastructures créées en vue du traitement des eaux usées ou des eaux pluviales.

Peter STALLEGGER – Consultant en Environnement (2021)

La circulaire du 25 juin 2008 expose les conditions de mise en œuvre de l'arrêté :

(...) Cette délimitation des zones humides vise à mieux asseoir la mise en œuvre de la réglementation au titre de police de l'eau. Il appartient donc aux services de police de l'eau (...) d'apprécier l'opportunité de procéder à la délimitation de zones humides, en fonction notamment des conflits locaux d'intérêts ou d'usages.

En outre, la délimitation par arrêté préfectoral des zones humides a pour but d'éviter la dégradation des zones concernées. Elle constitue un support pour les services de police de l'eau pour l'instruction de nouvelles demandes d'autorisation ou déclarations ou pour le constat d'infractions nouvelles, mais elle ne conduit pas à remettre en cause les activités ou aménagements existants au moment de la délimitation.

Lorsque les limites des zones humides ne sont ni visibles ni déductibles à partir des informations existantes (exemple cartographie des habitats), des investigations de terrain doivent être menées selon les protocoles décrits en annexes de l'arrêté 24 juin 2008. La phase de terrain n'a pas pour objet de faire un inventaire complet des sols mais d'identifier l'existence d'une zone humide et plus particulièrement les points d'appui sur la base desquels sera établi le contour de la zone humide. En chaque point, la vérification des critères relatifs à la végétation et aux sols est nécessaire pour valider la nature humide de la zone.

L'approche floristique

La méthode préconisée par l'arrêté du 24 juin 2008 précise que :

L'examen des espèces végétales doit être fait à une période où les espèces sont à un stade de développement permettant leur détermination. La période incluant la floraison des principales espèces est à privilégier, mais l'identification reste possible en automne et en hiver en dehors des périodes de gel. Comme pour les sols, cet examen porte prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec 1 point soit 1 placette par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques.

Sur chacune des placettes, l'examen de la végétation vise à vérifier si elle est caractérisée par des espèces dominantes indicatrices de zones humides, c'est-à-dire figurant dans la liste des espèces indicatrices de zones humides de l'arrêté du 24 juin 2008.

Partout où l'approche floristique ne permet pas de trancher, cas notamment des prairies inondables se ressuyant rapidement, l'approche pédologique viendra en complément de l'analyse de la végétation.

L'approche pédologique

La méthodologie de travail proposée reprend les critères de définition et de délimitation des zones humides définis dans l'arrêté du 24 juin 2008 et la circulaire du 18 janvier 2010.

La profondeur de prospection maximale, dictée par le niveau d'apparition des critères d'hydromorphie, est de l'ordre de 100 à 120 cm comme indiqué dans l'arrêté du 24 juin 2008 et la circulaire du 18 janvier 2010, si le sondage n'est pas perturbé par des pierres et enrochements.

Rappelons que pour l'examen des sols, la fin de l'hiver et le début du printemps sont des périodes idéales pour observer sur le terrain la réalité des excès d'eau, mais l'observation des traits d'hydromorphie peut être réalisée toute l'année.

En pédologie, l'engorgement des sols par l'eau peut se révéler dans la morphologie des sols sous forme de traces qui perdurent dans le temps appelées « traits d'hydromorphie ». Les sols de zones humides se caractérisent généralement ainsi par la présence d'un ou plusieurs traits d'hydromorphie suivants :

- des traits rédoxiques (teintes rougeâtres),
- des horizons réductiques (teintes verdâtres/bleuâtres),
- des horizons histiques (couleur sombre et matière organique très présente).

Interprétation des profils

Si les **horizons réductiques** sont facilement identifiables du fait du manque d'oxygène favorisant le fer sous sa forme réduite (fer ferreux) prenant une teinte bleutée homogène sur l'ensemble de la strate concernée (mais la couleur caractéristique disparaît quelques heures après la mise à l'air libre et donc l'oxydation de l'échantillon), les **horizons rédoxiques** sont parfois plus difficiles à qualifier du fait de la présence sporadique des taches rougeâtres d'oxydation. Le "Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides" (MEDDE, GIS Sol, 2013) indique que:

"Les **traits rédoxiques** résultent d'**engorgements temporaires** par l'eau avec pour conséquence principale des alternances d'oxydation et de réduction. Le fer réduit (soluble), présent dans le sol, migre sur quelques millimètres ou quelques centimètres puis reprécipite sous formes de tâches ou accumulations de rouille, nodules ou films bruns ou noirs. Dans le même temps, les zones appauvries en fer se décolorent et deviennent pâles ou blanchâtres".

Le guide précise: "**Un horizon de sol est qualifié de rédoxique lorsqu'il est caractérisé par la présence de traits rédoxiques couvrant plus de 5 % de la surface de l'horizon observé sur une coupe verticale**".

Ainsi la présence très ponctuelle de traits rédoxiques ("tâches rouilles" isolées) sera insuffisante pour qualifier l'horizon de rédoxique (dans ce cas "sols frais" mais non humides).

Chaque profil sera rattaché à un type de sol, présenté dans la figure suivante, afin de déterminer son caractère indicateur de zone humide.

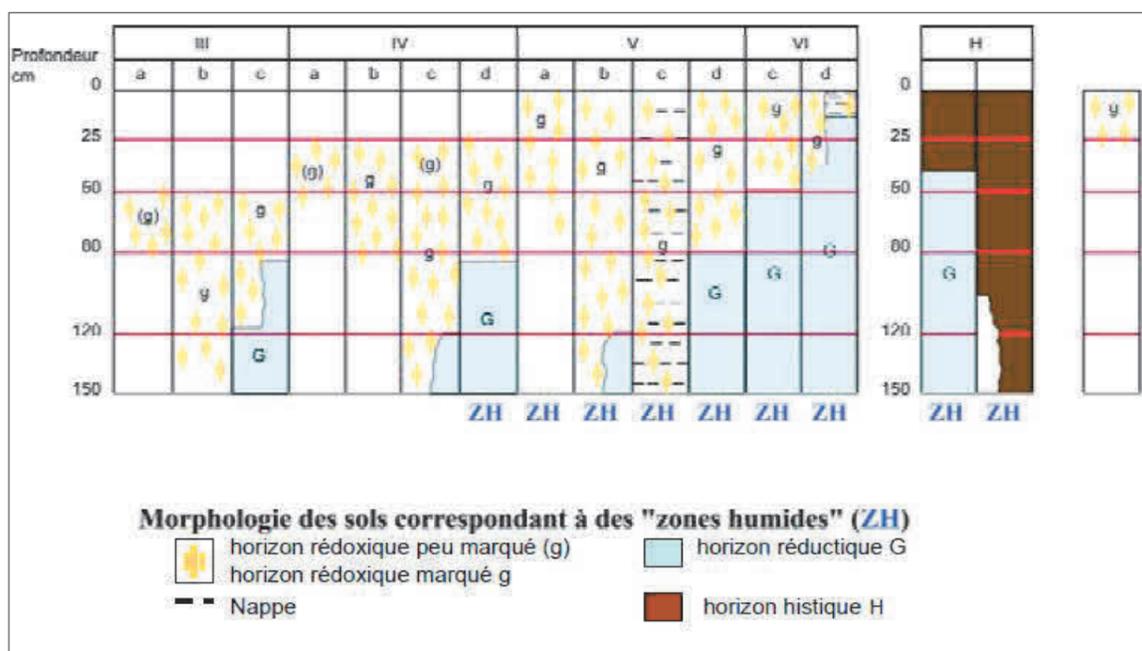


Figure 2 : extrait du "Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides" (MEDDE, GIS Sol, 2013)

Un trou à la bêche est tout d'abord effectué. Il permet de mieux observer les horizons supérieurs, et notamment l'humus dont les caractères sont très importants pour l'identification du sol.

Le Journal Officiel du 26 juillet 2019 relative à la caractérisation des zones humides précise qu'en présence d'une végétation spontanée, une zone humide est caractérisée par les critères floristiques OU pédologiques, en absence de végétation spontanée (labour, prairie temporaire ou permanente exploitée...), par le seul critère pédologique.

3. ANALYSE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES

Dans cette première partie, nous passons en revue les informations et données disponibles sur la zone d'étude et ses alentours.

3.1 Mesures d'inventaire, de protection, état des connaissances

3.1.1 Zones Naturelles Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

La commune de Mondeville et les communes aux alentours sont concernées par des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I et II qui se trouvent en dehors de la zone d'étude:

- CANAL DU PONT DE COLOMBELLES A LA MER (Identifiant national : 250013133), à une distance d'environ 1800 mètres de la zone d'étude :

Extrait de la fiche ZNIEFF (DREAL, 2021): *L'intérêt biologique de ce canal est dû notamment à son gradient de salinité (de 3 à 12 ‰ de Caen à la mer), à sa relative tranquillité, et à l'implantation accidentelle mais réussie d'espèces animales allochtones. A noter, l'appartenance de la partie aval de cette Znieff à la ZPS "Estuaire de l'Orne" (référence FR2510059) au titre du dispositif Natura 2000 (Directive Oiseaux). FAUNE Parmi les espèces les plus remarquables, notons une rarissime Méduse (Ostroumovia inkermaria), un petit Crabe (Heterapanope tridentatus) originaire du golfe du Bengale, et la présence de la Mercierelle (Mercierella enigmatica). Ce site accueille en période de nidification plusieurs espèces d'oiseaux d'intérêt patrimonial telles que le Goéland marin (Larus marinus), le Goéland brun (Larus fuscus), le Rossignol philomèle (Luscinia megarhynchos), la Rousserolle effarvate (Acrocephalus scirpaceus), l'Hirondelle de rivage (Riparia riparia), auxquelles s'ajoutent divers passereaux plus répandus tels que la Cisticole des joncs (Cisticola juncidis), la Bouscarle de Cetti (Cettia cetti), la Fauvette grisette (Sylvia communis). En période d'hivernage a été observée la présence de nombreux anatidés et laridés et diverses espèces de Grèbes.*

- PELOUSE CALCICOLE DU PLATEAU (Identifiant national : 250030112), à une distance d'environ 900 mètres de la zone d'étude :

Extrait de la fiche ZNIEFF (DREAL, 2021): *Identifié de très longue date pour son intérêt botanique, ce petit secteur de seulement mille six cent mètres carrés se situe en pleine zone urbaine de Mondeville, très proche de Caen. Il consiste en un reliquat de pelouse sèche et de roches calcaires abruptes trouvant leur origine dans une activité d'extraction qui pourrait remonter au 13ème siècle. Bien que le milieu ait tendance à se fermer par la colonisation d'une strate arbustive voire arborescente, la pelouse relève de l'habitat reconnu d'intérêt communautaire "Pelouses sèches semi-naturelles" (6210). Parmi un cortège d'espèces végétales typiques pour ce type de milieu, auxquelles s'ajoutent diverses invasives classiques, on retiendra plus particulièrement la présence de la Centaurée scabieuse (Centaurea scabiosa), le petit Boucage (Pimpinella saxifraga), l'Hélianthème jaune (Helianthemum nummularium), le Fer à cheval (Hippocrepis comosa), la Germandrée petit-chêne (Teucrium chamaedrys), et le Bois de Sainte-Lucie (Prunus mahaleb). A ceci s'ajoutent trois espèces plus rares, protégées en Basse-Normandie : l'Epiaire droite (Stachys recta), citée au 19ème siècle, la Seslérie bleuâtre (Sesleria albicans) et le grand Séséli (Seseli libanotis). A noter également la présence d'un reptile, le Lézard des murailles (Podarcis muralis).*

- VALLEE DU DAN (Identifiant national : 250015075), à une distance d'environ 3100 mètres de la zone d'étude :

Extrait de la fiche ZNIEFF (DREAL, 2021): Cette zone se présente comme un ensemble de petits bois, de prairies marécageuses, de pelouses calcicoles, de prairies mésophiles et de petites roselières. Cette mosaïque d'unités écologiques renferme une flore riche et variée. FLORE On note la présence de quelques espèces rares et/ou protégées au niveau régional (*) tels la Belladone (*Atropa bella-dona*), l'Asperule des sables (*Asperula cynanchica*), la Raiponce délicate (*Phyteuma orbiculare ssp. tenerum*), le Cirse laineux (*Cirsium eriophorum*), le Gaillet rude (*Galium pumilum*), la Cynoglosse officinale (*Cynoglossum officinale*), la Valériane dioïque (*Valeriana dioica*), la Fléole de Boehmer (*Filipendula vulgaris*), la Balsamine des bois (*Impatiens noli-tangere*), le Filipendule (*Filipendula vulgaris*). De la même manière, la Raiponce délicate (*Phyteuma tenerum*), la Séslerie bleue (*Sesleria caerulea*) et le Torilis à feuilles glomérulées (*Torilis nodosa*), considérés comme rares à très rares en Basse-Normandie, sont aussi présentes sur le site. Plusieurs espèces d'orchidées ont été notées dont l'Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*), la Platanthère verdâtre (*Platanthera chlorantha*), la Listère ovale (*Listera ovata*), l'Orchis négligé (*Dactylorhiza praetermissa*), l'Orchis bouc (*Himantoglossum hircinum*), l'Ophrys abeille (*Ophrys apifera*), l'Ophrys araignée (*Ophrys sphegodes*), l'Orchis bouffon (*Orchis morio*), l'Orchis incarnat (*Dactylorhiza incarnata*). L'Azolla fausse-fougère (*Azolla filiculoides*), signalées sur le site, n'a pas été revue récemment. FAUNE Mentionnons la découverte de la présence du *Vertigo moulinsiana* sur cette zone, espèce mentionnée à l'annexe II de la directive "Habitats-Faune-Flore".

Ces ZNIEFF, référencées dans un rayon de 900 à 3 100 mètres autour de la zone d'étude, abritent des espèces remarquables caractéristiques des coteaux calcicoles, notamment des orchidacées. Ces espèces seront recherchées sur les talus et bermes, les pelouses rases relictuelles de la zone d'étude qui pourraient éventuellement héberger ces taxons.

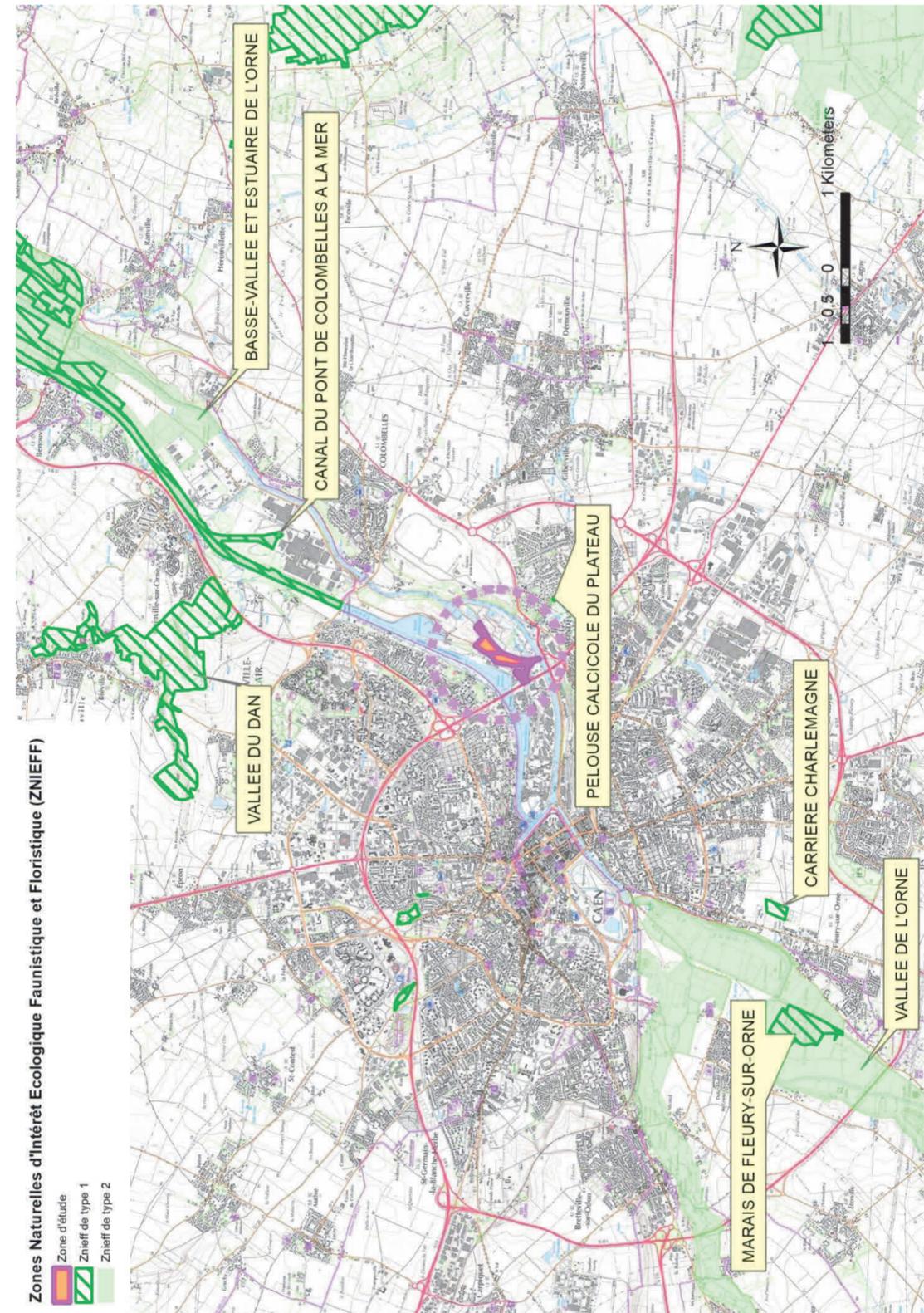


Figure 3 : Zone d'étude et inventaire ZNIEFF

3.1.2 Sites NATURA 2000

La zone d'étude n'est pas concernée par une Zone spéciale de conservation (ZSC), site NATURA 2000 au titre de la « Directive Européenne N° 92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages » (nommé par la suite "Directive Habitats"), ni par une Zone de protection spéciale (ZPS), site NATURA 2000 au titre de la Directive Oiseaux.

Les sites NATURA 2000 les plus proches, intitulés « Marais alcalin de Chicheboville-Bellengreville » et « Estuaire de l'Orne » se localisent à environ 8 km de la zone d'étude.

Extrait de la fiche sur le site FR2500094 - Marais alcalin de Chicheboville-Bellengreville (MNHN, 2021) :

Installé sur les calcaires tendres du Jurassique, le site est composé en grande partie d'un marais tourbeux alcalin. Il s'intègre dans un vaste ensemble calcicole de même identité paysagère, géologique et bioclimatique. Peu accessible, il présente une mosaïque de milieux : mares et fossés, vaste cladaie, roselières, mégaphorbiaies. La majeure partie est occupée par des surfaces à dominante boisée. Vulnérabilité : Ce site subit peu de pression anthropique dans la mesure où il est en grande partie boisé. On note toutefois une déprise agricole au niveau des prairies humides relictuelles. Quelques dépôts sauvages sont à noter en bordure du marais. Pour ce qui concerne la gestion hydraulique, une étude va être lancée en 2009 pour comprendre le fonctionnement du marais.

Parmi les espèces et habitats remarquables présents au sein des périmètres Natura 2000, les espèces inféodées aux zones humides sont peu susceptibles de se localiser dans le secteur d'étude du fait des caractéristiques du sol et de l'écologie des milieux.

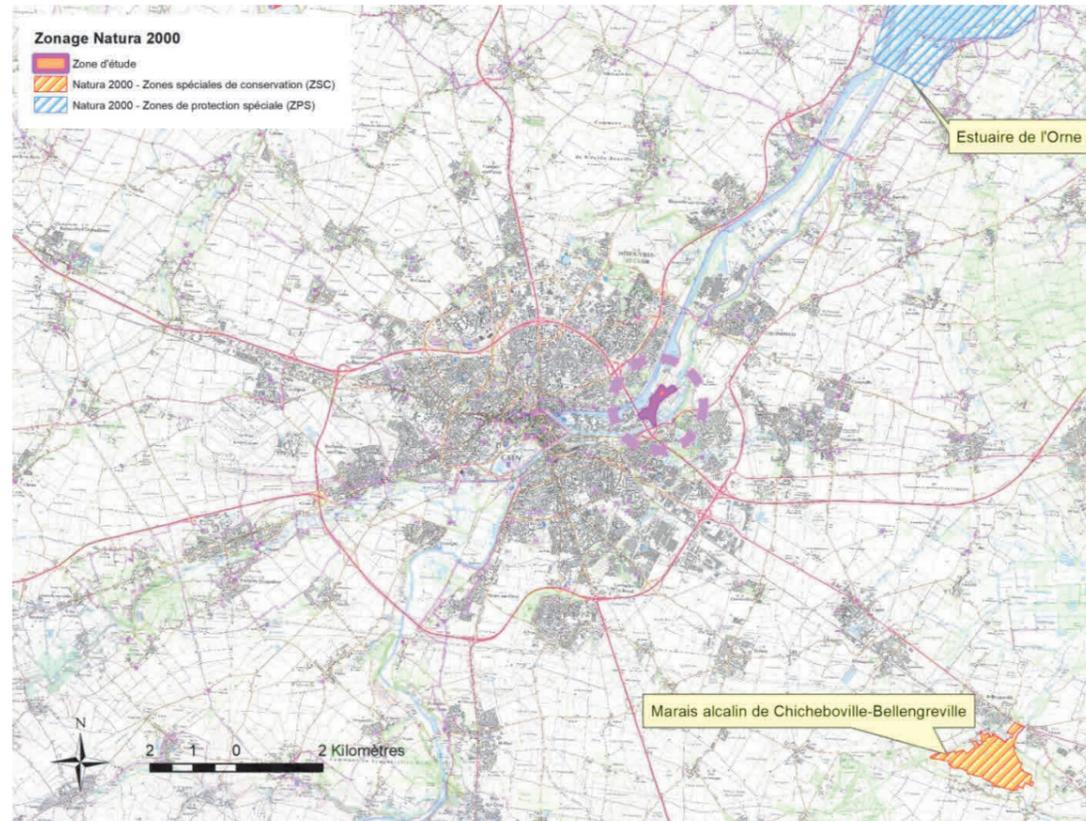


Figure 4 : Zone d'étude dans le contexte des sites NATURA 2000

3.1.3 Atlas régional des territoires humides

Selon l'atlas régional des zones humides de la DREAL de Normandie, aucune zone humide ne figure sur le secteur d'étude (carte suivante).

Les fossés inondés épisodiquement, permettant l'expression d'une végétation caractéristique de zone humide et lieu de nutrition et de développement pour les amphibiens et certains insectes (libellules), seront recherchés.

De par leurs nombreuses fonctions, les zones humides assurent diverses fonctions :

- **Régulation naturelle des inondations** en limitant les crues par leur capacité d'absorption ;

- **Amélioration de la qualité de l'eau** en retenant les matières en suspension et en réduisant les concentrations en nutriments (engrais,...) et en toxines (pesticides,...) ;

- **Diminution de l'érosion** en dissipant les forces érosives ;

- **Soutien d'étiage** par transfert des eaux de la zone humide vers les cours d'eau ou la nappe, évitant ainsi l'assèchement des cours d'eau en période estivale ;

- **Maintien d'une biodiversité** par leur rôle de corridor pour les espèces végétales et animales ;

- **Réduction des émissions de CO2** en stockant du carbone sous forme organique ;

- **Développement socio-culturel** en tant que support d'activités récréatives (chasse, pêche,...) et en tant qu'élément paysager faisant partie du patrimoine naturel, historique et culturel.

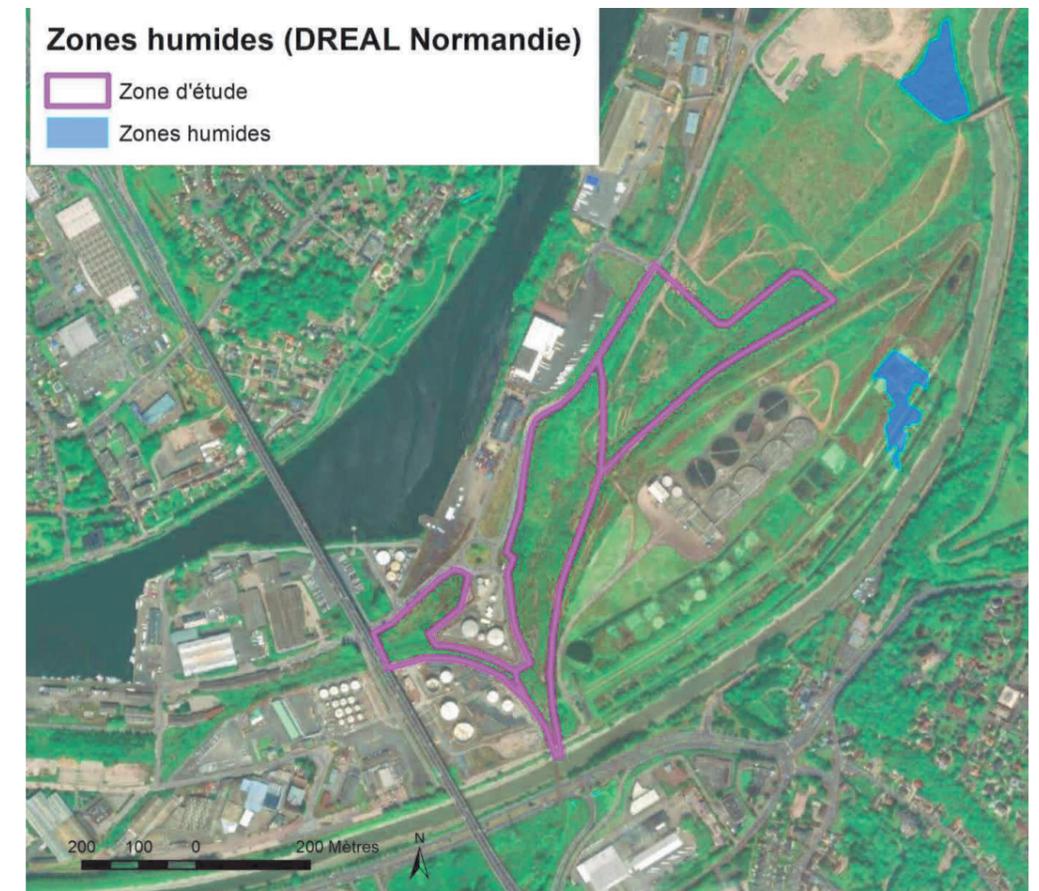


Figure 5 : Localisation des zones humides dans le secteur d'étude (Atlas des territoires humides de Normandie, DREAL)

3.1.4 Territoires prédisposés à la présence de zones humides

La carte suivante des espaces prédisposés à la présence de zones humides montre que la zone d'étude est également localisée dans une zone de prédisposition.

Il faut savoir que, selon le texte accompagnant les cartes du site CARMEN, "cette cartographie des territoires humides (CTH) ne saurait prétendre à être parfaite ni même exhaustive. Elle constitue l'inventaire autant complet que possible que l'on peut dresser, à l'échelle d'une région, sur la base de l'exploitation d'images aériennes et de documents géographiques numérisés. Elle est le fruit d'un travail commun entre plusieurs services et organismes publics qui se sont associés à une démarche initiée par la DREAL (SAGE, Services départementaux de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques,...)".

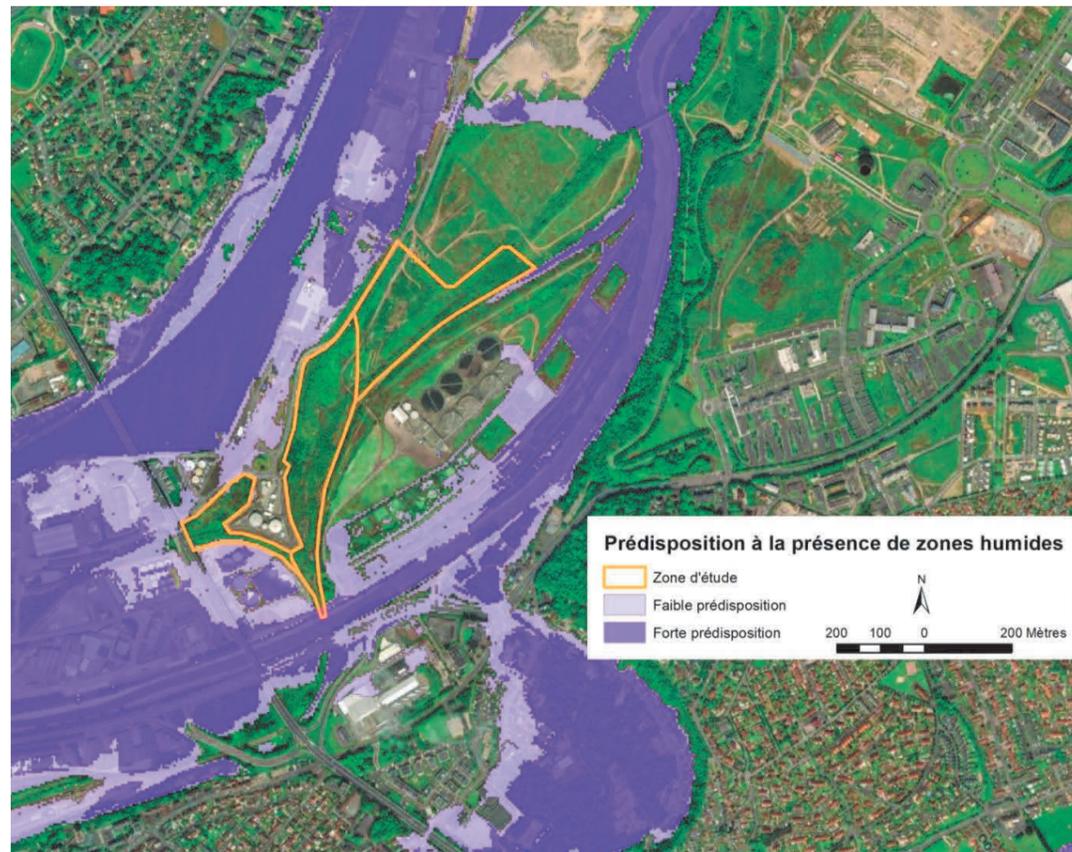


Figure 6 : Carte des espaces prédisposés à la présence de zones humides (DREAL Normandie)

3.2 Rappel des autres contraintes liées à l'environnement

3.2.1 Aléa retrait-gonflement des sols argileux

Les phénomènes de retrait-gonflement de certains sols argileux provoquent des tassements différentiels qui se manifestent par des mouvements de terrain (fissures, glissements, éboulements) affectant principalement le bâti individuel. En France métropolitaine, ces phénomènes ont été mis en évidence à l'occasion de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1976. Ils ont pris depuis une ampleur importante lors des périodes sèches des années 1989-91 et 1996-97 et, tout dernièrement, au cours de l'été 2003.

Les variations de volume du sol ou des formations lithologiques affleurantes à sub-affleurantes sont dues, d'une part, à l'interaction eau – solide, et, d'autre part, à la modification de l'état de contrainte en présence d'eau. Ces variations peuvent s'exprimer soit

par un gonflement (augmentation de volume), soit par un retrait (réduction de volume). Elles sont spécifiques de certains matériaux argileux en particulier ceux appartenant au groupe des smectites.

Parmi les facteurs de prédisposition, les conditions hydrogéologiques constituent un facteur environnemental régissant les conditions hydrauliques *in situ*. Or, la présence d'une nappe phréatique rend plus complexe le phénomène de retrait-gonflement. En effet, les conditions hydrauliques *in situ* (teneur en eau et degré de saturation) varient dans le temps non seulement en fonction de l'évapotranspiration (dont l'action est prépondérante sur une tranche très superficielle de l'ordre de 1 à 2 m d'épaisseur) mais aussi en fonction des fluctuations de la nappe (dont l'action devient prépondérante en profondeur).

La présence d'une nappe permanente à faible profondeur permet généralement d'éviter la dessiccation de la tranche superficielle de sol. Inversement, un rabattement de cette nappe (sous l'effet de pompages ou d'un abaissement généralisé du niveau), ou le tarissement naturel des circulations d'eau superficielles en période de sécheresse, aggrave la dessiccation de la tranche de sol soumise à l'évaporation. Ainsi, dans le cas d'une formation argileuse surmontant une couche sablo-graveleuse, un éventuel dénoyage de cette dernière provoque l'arrêt des remontées capillaires dans le terrain argileux et contribue à sa dessiccation.

La susceptibilité vis à vis du phénomène de retrait-gonflement est évaluée sur la base de trois critères (nature lithologique, composition minéralogique, comportement géotechnique). 4 classes de susceptibilité ont été identifiées : aléa fort, moyen, faible, nul.

La carte de susceptibilité au retrait-gonflement pour la zone d'étude est présentée ci-dessous. A la lecture de cette carte, la zone se localise dans un secteur d'aléa à priori nul quant au gonflement des argiles.

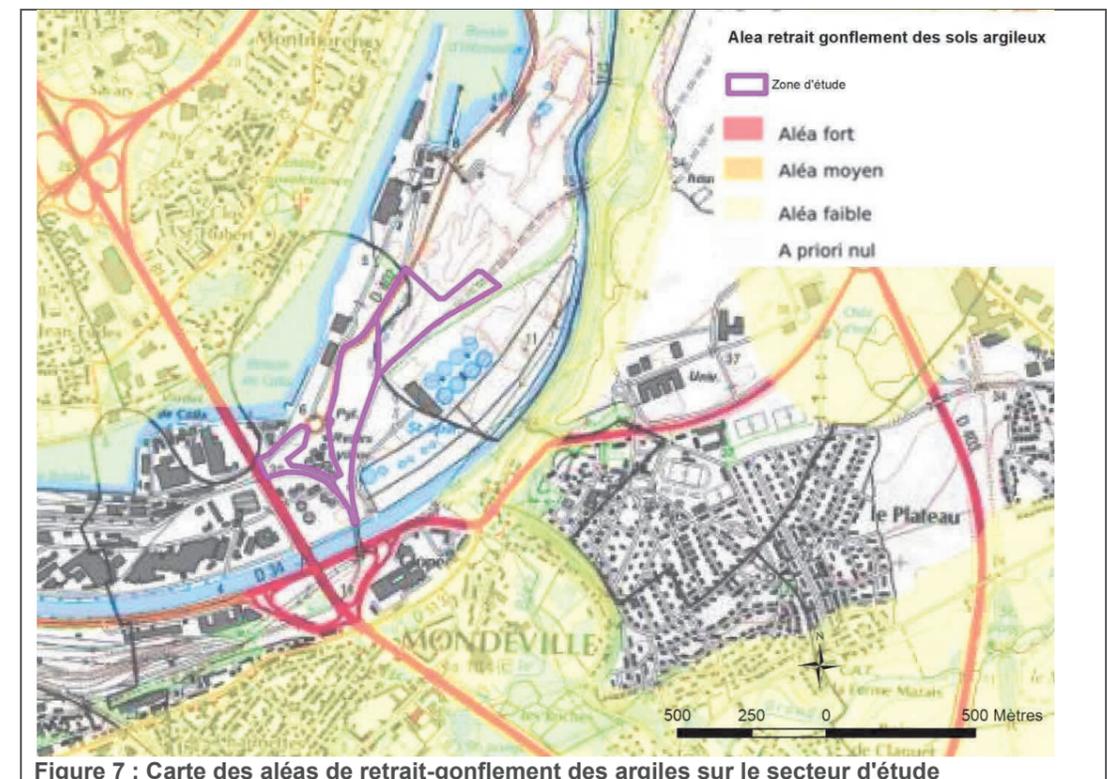


Figure 7 : Carte des aléas de retrait-gonflement des argiles sur le secteur d'étude

Peter STALLEGGER – Consultant en Environnement (2021)

3.2.2 SRADDET

Le SRADDET (schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires) intègre notamment le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) défini par l'article L 371-3 du code de l'environnement. Les objectifs du SRADDET s'imposent aux documents locaux d'urbanisme (SCoT et, à défaut, plans locaux d'urbanisme, cartes communales, plans de déplacements urbains, plans climat-air-énergie territoriaux et chartes de parcs naturels régionaux).

En tant que volet régional du réseau écologique national, il doit identifier :

- les composantes de la trame verte et bleue régionale (réservoirs de biodiversité, corridors écologiques, obstacles au fonctionnement écologique du territoire), sous la forme d'un atlas cartographique des composantes de la Trame Verte et Bleue régionale au 1/100 000ème et sa notice.
- les enjeux régionaux relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques régionales.

Sur cette base, un plan d'action stratégique et des outils adaptés sont proposés afin de concourir à une meilleure prise en compte des continuités écologiques, dans le but de les préserver, voire de les restaurer.

Selon le document du SRCE de la DREAL de Normandie (Guillemot *et al.*, 2014), parmi les milieux participant activement aux continuités écologiques du territoire, des habitats naturels présentent des enjeux importants :

- le **réseau de haies** constituant le maillage bocager, fortement affecté par les regroupements parcellaires lors des campagnes de remembrement.
- les **réseaux de mares** : le groupe des amphibiens subit la disparition de ces habitats, en danger malgré la protection réglementaire de la grande majorité des espèces.
- les **prairies permanentes** : ces habitats naturels de grand intérêt subissent une forte régression depuis les années 50-60.
- les **pelouses calcicoles à orchidées** : délaissés depuis le recul des modes de gestion extensifs, ces habitats naturels remarquables sont la proie d'une dynamique naturelle de fermeture par les bois et fourrés.
- les **zones humides** (notamment prairies, roselières, marais) : ces milieux accueillent une faune et une flore riche, et sont souvent menacés de destruction pour réaffectation agricole ou urbaine, ou d'abandon
- les **landes humides et tourbières, les landes sèches** : ces habitats naturels patrimoniaux vus comme non productifs et souvent délaissés ou détruits, subissent une forte régression en région, malgré la présence d'espèces adaptées très particulières

Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique SRCE est défini par l'article L 371-3 du code de l'environnement. En tant que volet régional du réseau écologique national, il doit identifier :

- les composantes de la **Trame verte et bleue (TVB)** régionale (réservoirs de biodiversité, corridors écologiques, obstacles au fonctionnement écologique du territoire), sous la forme d'un atlas cartographique des composantes de la Trame verte et bleue régionale au 1/100 000ème et sa notice.
- les enjeux régionaux relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques régionales.

Sur cette base, un plan d'action stratégique et des outils adaptés sont proposés afin de concourir à une meilleure prise en compte des continuités écologiques, dans le but de les préserver, voire de les restaurer. Le SRCE de Basse-Normandie a été validé en 2013 après une large concertation menée depuis 2011.

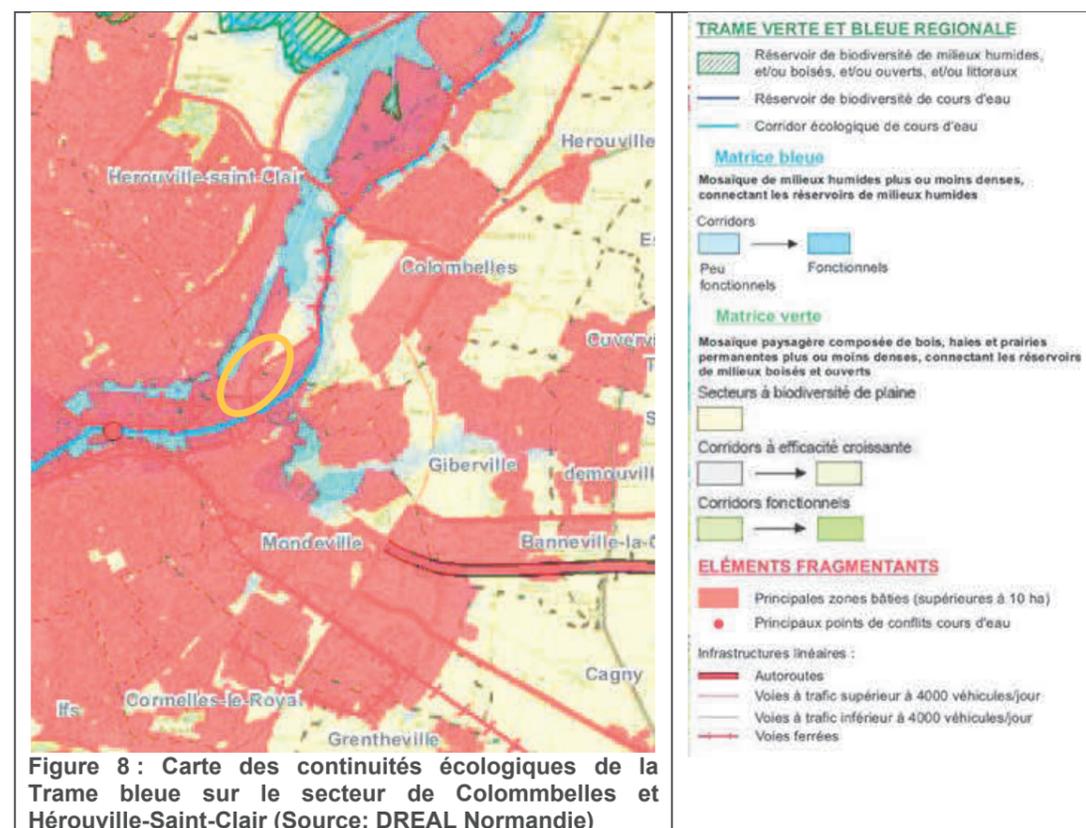


Figure 8 : Carte des continuités écologiques de la Trame bleue sur le secteur de Colommbelles et Hérouville-Saint-Clair (Source: DREAL Normandie)

A la lecture de la carte, les principaux corridors concernés par la **matrice bleue** correspondent à l'Orne et au canal de Caen à la Mer. La zone d'étude ne comprend pas de « corridor fonctionnel » de la **matrice verte**, par contre, elle est composée en majeure partie d'éléments fragmentants.

A chaque type de milieu va correspondre une sous-trame utilisée dans la TVB. Les sous-trames sont constituées de réservoirs de biodiversité, de corridors et de secteurs fréquentés et traversés par les espèces caractéristiques de chacune d'entre elles.

Le SRCE a retenu ces sous-trames pour la Basse-Normandie. En 2017, une étude dirigée par l'AUCAME, dont le volet écologique a été réalisé par le cabinet de Peter Stallegger, a détaillé les continuités écologiques dans le cadre de l'élaboration du SCOT de la Communauté urbaine de Caen la Mer.

La cartographie a superposé les sous-trames avec les données d'espèces végétales et animales réunies auprès de différentes associations naturalistes (GRETIA, OBHN, CBN de Brest,...).

Aucune espèce listée dans ces bases de données ne figure sur la zone d'étude (carte suivante). Le secteur d'étude se localise à la marge de la zone urbaine, entre les corridors de la Trame bleue définis par l'Orne et le canal, et près d'un corridor de la Trame verte formée par les boisements et pelouses calcicoles des coteaux pentus entre Mondeville et Colommbelles.

4. ANALYSE DES SONDAGES PEDOLOGIQUES ET FLORISTIQUES

4.1 Prospections de terrain

La carte suivante montre la localisation des sondages pédologiques, avec leurs relevés botaniques, effectués à la tarière à main. Les relevés ont été effectués sur l'ensemble de la zone d'étude.

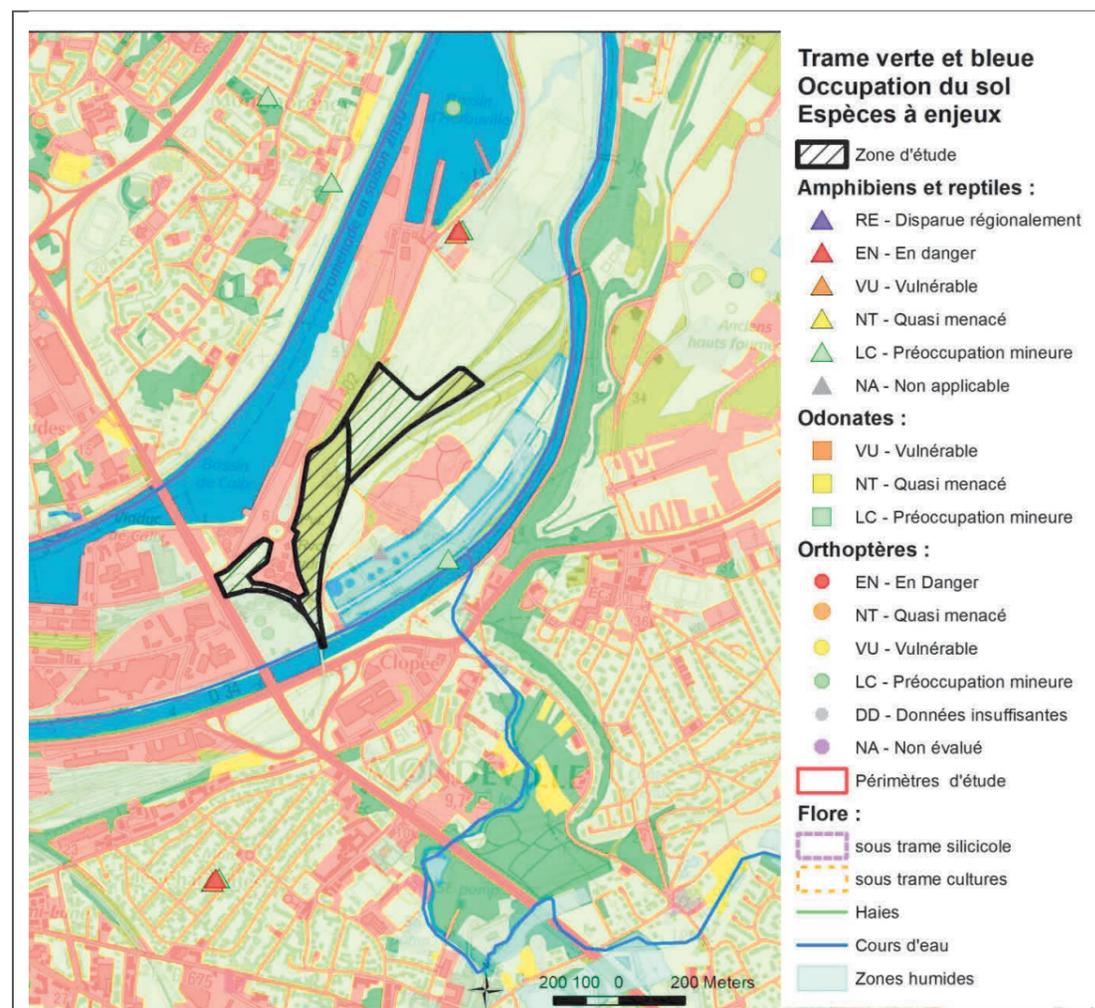


Figure 9 : Trame verte bleue : continuités écologiques (AUCAME & Peter Stallegger Consultant environnement, 2017)

Conclusion données environnementales

La zone d'étude ne se situe ni dans une ZNIEFF de type 1 ou 2, ni dans ou à proximité d'un site NATURA 2000. Elle n'est pas prédisposée à la présence de zones humides et elle n'accueille pas de corridors fonctionnels de la trame verte.

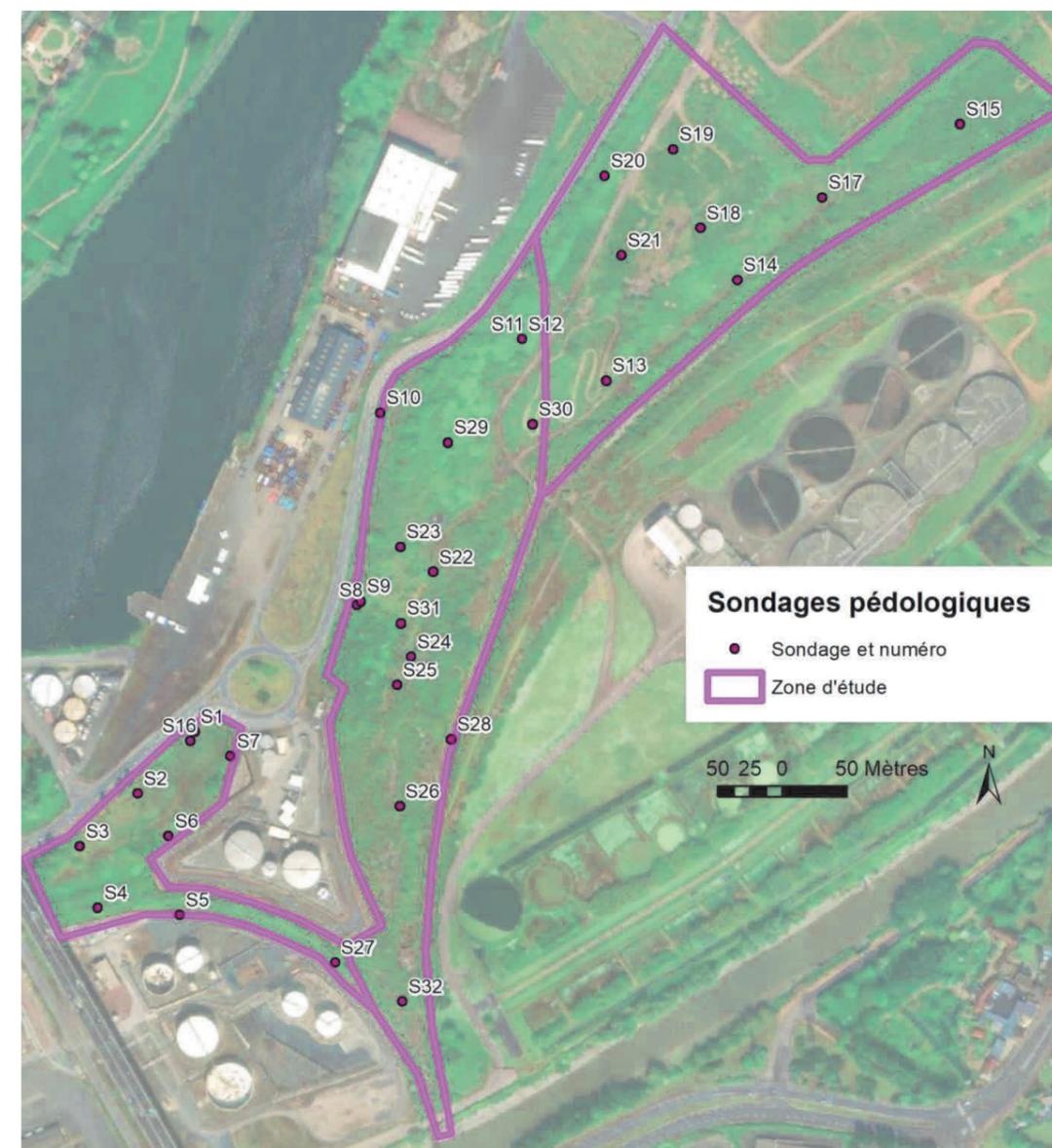


Figure 10 : localisation des sondages pédologiques

4.2 Rendu et analyse des relevés

Matériel utilisé :

- tarière à main multi-sols
- pioche pour cailloux et gravats
- tablette photographique GPS haute précision pour localisation des relevés et saisie des données

Les 32 sondages pédologiques effectués ont permis de constater le caractère très artificiel du terrain et des sols, due à l'exploitation passée de ce secteur et au dépôt de remblais. Aucun sondage, au sein de la zone d'étude, n'a montré de sol entièrement naturel, avec des horizons caractéristiques (humus, strates de sol, roche altérée,...). La plupart des sondages ont été stoppés assez rapidement par l'apparition de gravats divers sous une mince couche de sol généralement caillouteux, plus rarement limoneux-sableux à argileux.

Seuls 2 sondages réalisés (S5 et S29) contiennent des espèces caractéristiques de zones humides, mais avec des recouvrements très faibles (12 à 13%) ne justifiant pas le caractère humide des sols par l'approche botanique.

Les espèces végétales caractéristiques de zones humides sont très peu présentes et ne sont jamais dominantes dans les relevés.

Le tableau suivant présente le bilan des sondages réalisés. Les espèces végétales caractéristiques de zones humides y sont surlignées en bleu. La première ligne précise le caractère humide du sol par l'approche pédologique (Non dans la totalité des sondages). Les densités de recouvrement des espèces botanique sont précisées par l'approche phytosociologique. La dernière ligne du tableau synthétise par relevé le recouvrement des espèces typiques de zone humide.

Des photographies de quelques sondages sont présentées après le tableau récapitulatif suivant pour illustrer les relevés.

Tableau récapitulatif des sondages pédologiques et botaniques

| Sondage pédologique caractéristique de zone humide : | | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | | | | |
|--|----------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|
| Relevés botaniques : | Numéro sondage | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 | S21 | S22 | S23 | S24 | S25 | S26 | S27 | S28 | S29 | S30 | S31 | S32 | | | | | |
| Flore: nom scientifique | Zone humide | Recouvrement des espèces par relevé | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Agrostis stolonifera</i> L. subsp. <i>stolonifera</i> | ZH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Rumex crispus</i> L. | ZH | | | | | 1 | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Solanum dulcamara</i> L. | ZH | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> L. | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i> | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| <i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich. | | 1 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | + | | | + | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | |
| <i>Arctium lappa</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i> L. | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl | | 1 | 2 | | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | | 3 | 2 | 3 | 3 | | | | | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| <i>Artemisia vulgaris</i> L. | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ballota nigra</i> L. subsp. <i>foetida</i> Hayek | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Bellis perennis</i> L. subsp. <i>perennis</i> | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Huds. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Bromus hordeaceus</i> L. subsp. <i>hordeaceus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| <i>Bromus sterilis</i> L. | | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | | |
| <i>Buddleja davidii</i> Franch. | | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Carex flacca</i> Schreb. subsp. <i>flacca</i> | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Centaurea nigra</i> L. | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Centaureum erythraea</i> Rafn subsp. <i>erythraea</i> | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Centranthus ruber</i> (L.) DC. subsp. <i>ruber</i> | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten. | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Clematis vitalba</i> L. | | | | | | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>sanguinea</i> | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cymbalaria muralis</i> P.Gaertn., B.Mey. & Scherb. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Dactylis glomerata</i> L. | | | | | | | + | 1 | 1 | | | | | 2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 2 | 2 | 1 | | 1 | | | | | | | 1 | | | 1 | | |
| <i>Dipsacus fullonum</i> L. | | | | | | | | | | 1 | | | | 2 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| <i>Echium vulgare</i> L. | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Elymus repens</i> (L.) Gould | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Euphorbia lathyris</i> L. | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Festuca arundinacea</i> Schreb. | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 2 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | |
| <i>Fraxinus excelsior</i> L. subsp. <i>excelsior</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Galium aparine</i> L. | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.f. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Geranium robertianum</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Heracleum sphondylium</i> L. subsp. <i>sphondylium</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Himantoglossum hircinum</i> (L.) Spreng. subsp. <i>hircinum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Holcus lanatus</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Hypericum perforatum</i> L. | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Inula conyza</i> DC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Iris foetidissima</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |

| Sondage pédologique caractéristique de zone humide : | | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | Non | | |
|---|----------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| Relevés botaniques : | Numéro sondage | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 | S21 | S22 | S23 | S24 | S25 | S26 | S27 | S28 | S29 | S30 | S31 | S32 | | |
| Flore: nom scientifique | Zone humide | Recouvrement des espèces par relevé | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus aphaca</i> L. | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Lolium perenne</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Malva moschata</i> L. | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Medicago arabica</i> (L.) Huds. | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Medicago lupulina</i> L. | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Melilotus albus</i> Medik. | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Odontites vernus</i> (Bellardi) Dumort. subsp. serotinus (Coss. & Germ.) Corb. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Oenothera biennis</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Ophrys apifera</i> Huds. | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | |
| <i>Origanum vulgare</i> L. | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Orobanche picridis</i> F.W.Schultz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Pastinaca sativa</i> L. | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Picris echioides</i> L. | | | | | | 1 | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Picris hieracioides</i> L. subsp. hieracioides | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | + | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 1 | |
| <i>Plantago lanceolata</i> L. | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Poa pratensis</i> L. subsp. pratensis | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | 2 | 1 | 2 | | 2 | | 1 | | | | | | | | | 1 | 2 | | |
| <i>Poa trivialis</i> L. subsp. trivialis | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Potentilla reptans</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Reseda luteola</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Rosa gr. canina</i> | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rubus gr. fruticosus</i> | | | | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 | | 1 | | |
| <i>Rumex obtusifolius</i> L. subsp. obtusifolius | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sedum acre</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Sedum telephium</i> L. subsp. telephium | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Senecio erucifolius</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Senecio inaequidens</i> DC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Senecio jacobaea</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Sherardia arvensis</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Silene latifolia</i> Poir. subsp. alba (Mill.) Greuter & Burdet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Tanacetum vulgare</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | |
| <i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Trifolium dubium</i> Sibth. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Trifolium repens</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Ulmus minor</i> Mill. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Verbascum blattaria</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Verbascum thapsus</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Verbena officinalis</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S.F.Gray | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Vicia sativa</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | |
| <i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C.Gmel. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| % recouvrement ZH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |

Photographies de relevés caractéristiques de la zone d'étude :

| | |
|--|---|
|  | <p>Sondage S2 : Sol sableux-humique sur couvert de gravats à profondeur 15cm</p> <p>Végétation typique de friche sèche (<i>Elymus repens</i>, <i>Geranium pyrenaicum</i>, <i>Verbascum thapsus</i>, <i>Festuca arundinacea</i>, <i>Arrhenatherum elatius</i>, <i>Cirsium arvense</i>, <i>Anacamptis pyramidalis</i>,...)</p> <p>Les sondages S2 à S7 réalisés dans la zone 3 sont similaires.</p> |
|  | <p>Sondage S11 : mélange humus/mull sur 5cm, limoneux sableux jusqu'à 50cm de profondeur puis sol artificialisé.</p> <p>Espèces prairiales et de friche, une espèce de zone humide avec recouvrement très faible (<i>Rumex crispus</i>). Autres espèces :</p> <p><i>Rubus gr. fruticosus</i> <i>Medicago arabica</i> (L.) Huds. <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. <i>Holcus lanatus</i> L. <i>Dactylis glomerata</i> L. <i>Dipsacus fullonum</i> L. <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl <i>Hypericum perforatum</i> L. <i>Picris echioides</i> L. <i>Vicia sativa</i> L.</p> |

| | |
|---|---|
|  | <p>Sondage S14 : sol en partie humique avec débris végétaux en surface, puis limoneux-argileux jusqu'à 40cm de profondeur, gravats au dessous.</p> <p>Espèces de prairie mésophile :</p> <p><i>Dactylis glomerata</i> L. <i>Holcus lanatus</i> L. <i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich. <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S.F.Gray <i>Picris hieracioides</i> L. subsp. <i>hieracioides</i> <i>Senecio jacobaea</i> L. <i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i> <i>Potentilla reptans</i> L. <i>Plantago lanceolata</i> L. <i>Bellis perennis</i> L. subsp. <i>perennis</i> <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl</p> |
|  | <p>Sondage S15 : sol limoneux-argileux en surface, sans aucune trace d'oxydo-réduction, puis sableux-caillouteux à partir de 40cm de profondeur.</p> <p>Espèces de prairie mésophile en voie d'enrichissement :</p> <p><i>Rubus gr. fruticosus</i> <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten. <i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich. <i>Dipsacus fullonum</i> L. <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S.F.Gray <i>Echium vulgare</i> L. <i>Plantago lanceolata</i> L. <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill <i>Hypericum perforatum</i> L. <i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i> <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. <i>Pastinaca sativa</i> L. <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl <i>Poa pratensis</i> L. subsp. <i>pratensis</i> <i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth</p> |

| | |
|---|--|
|  | <p>Sondage S17 : sol limoneux-argileux en surface, sans aucune trace d'oxydo-réduction, puis sableux-caillouteux à partir de 50cm de profondeur.</p> <p>Espèces de friche sèche dans ce secteur de la zone 2 :</p> <p><i>Dactylis glomerata</i> L. <i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC. <i>Rubus gr. fruticosus</i> <i>Lolium perenne</i> L. <i>Poa pratensis</i> L. subsp. <i>pratensis</i> <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl <i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich. <i>Echium vulgare</i> L. <i>Picris hieracioides</i> L. subsp. <i>hieracioides</i></p> |
|  | <p>Sondage S20 : sol argileux-limoneux jusqu'à 40cm puis sableux-limoneux en profondeur.</p> <p>Espèces prairiales et de friche sèche :</p> <p><i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. <i>Rubus gr. fruticosus</i> <i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth <i>Holcus lanatus</i> L. <i>Dactylis glomerata</i> L. <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl <i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich.</p> |

| | |
|--|---|
|  | <p>Sondage S29 : sol argileux-limoneux en surface puis limoneux-sableux en profondeur.</p> <p>Espèces de friche sèche dans ce secteur caractéristique de l'ouest de la zone 1 :</p> <p><i>Rubus gr. fruticosus</i> <i>Plantago lanceolata</i> L. <i>Hypericum perforatum</i> L. <i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich. <i>Galium aparine</i> L. <i>Agrostis stolonifera</i> L. subsp. <i>stolonifera</i> <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex C.Presl</p> |
|--|---|

Au vu et à l'analyse des critères pédologique et botanique, nous pouvons donc conclure que l'ensemble des **sondages pédologiques ne sont pas caractéristiques de zone humide et la très grande majorité des espèces botaniques relevées ne font pas partie de la liste des espèces indicatrices de zone humide.**

Les sondages montrent que la **zone d'étude se localise majoritairement sur des terrains artificiels de remblais accumulés au fur et à mesure des décennies et non humides**, recouverts par une couche de sol variable : argileux-limoneux à sableux-limoneux dans les secteurs les plus « naturels », sableux sur gravats dans les secteurs les plus artificialisés.

5. FLORE ET HABITATS

5.1 Flore

5.1.1 Statuts de rareté et nomenclature

La nomenclature des plantes est celle utilisée dans le document de référence pour la Basse-Normandie, le Référentiel Nomenclatural de la Flore de l'Ouest de la France (R.N.F.O., 2016), tandis que les statuts de rareté viennent de la "Flore vasculaire de Basse-Normandie" (PROVOST, 1998) et de la plus récente Cotation ZNIEFF du Conservatoire Botanique National de Brest réalisée en 2010 (Zambettakis, 2010). Il faut noter que les statuts de la Cotation Znieff de 2010 ne recensent pas les espèces non indigènes dans les niveaux de rareté, contrairement à Provost. Ainsi, les balsamines *Impatiens glandulifera* et *Impatiens parviflora*, considérées aujourd'hui comme des espèces invasives, apparaissaient dans l'Atlas de Provost de 1998 comme des espèces très rares et assez rares au même titre que des espèces patrimoniales. Aujourd'hui, ces espèces ne sont plus prises en compte dans les statuts de rareté afin de ne pas les confondre avec des espèces indigènes rares et patrimoniales. Nous présenterons les statuts de rareté selon ces deux référentiels dont la correspondance est rappelée ci-dessous.

Tableau des catégories de rareté utilisées pour l'élaboration de la cotation de rareté ZNIEFF de Basse-Normandie (Zambettakis, 2010):

| Cotation de rareté ZNIEFF | Correspondance M. Provost* | Catégories de rareté CBN** | Fréquence relative des taxons (en % de mailles abritant le taxon) | Fréquence relative des taxons (en nb de mailles) |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---|--|
| 4 | CCC, CC, C, AC | Non rare | ≥ 25 % | plus de 150 mailles |
| 3 | AR | PC & AC | < 25% & ≥ 6,25% | 40 à 150 mailles |
| 2 | R | R | ≥ 3,12% et < 6,25% | 40 à 20 mailles |
| 1 | RRR & RR | TR | < 3,12% | moins de 20 mailles |
| 0 | NR | NSR | 0% | 0 maille actuelle |

*Statuts de rareté selon Atlas de Basse-Normandie (Provost, 1998): CCC=extrêmement commun, CC=très commun, C=commun, AC=assez commun, AR=assez rare, R=rare, RR=très rare, RRR=rarissime, NR=non revu

**Statuts du Conservatoire botanique national de Brest: PC= peu commun, AC=assez commun, R=rare, TR=très rare, NSR=non signalé récemment

5.1.2 Nombre d'espèces relevées

Lors de la campagne de terrain de 2021, les relevés botaniques ont permis de noter **173 espèces de plantes vasculaires** sur la zone d'étude.

Les noms français des espèces botaniques ne sont pas toujours indiqués dans le texte, ces noms se trouvent en annexe dans le tableau récapitulatif des espèces recensées.

5.1.3 Espèces protégées

Aucune espèce du site ne figure sur la liste des espèces légalement protégées en France ou en Basse-Normandie.

5.1.4 Espèces de la Liste rouge des plantes vasculaires

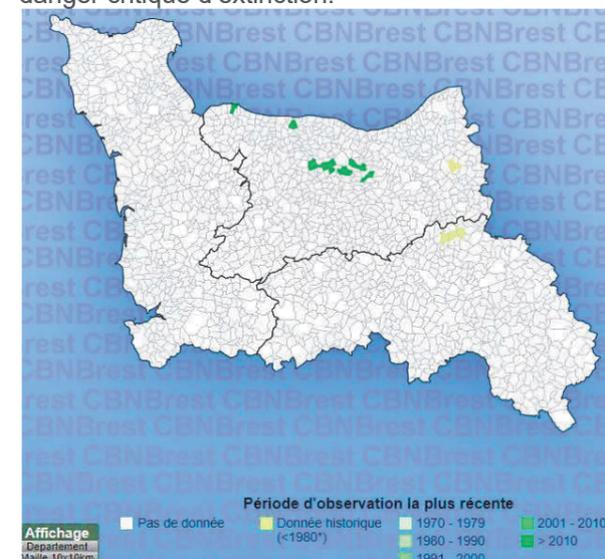
Deux espèces de la liste rouge des plantes vasculaires menacées en Basse-Normandie (Bousquet *et al.*, 2015) ont été notées sur la zone d'étude:

| Nom scientifique | Nom français | Statut Liste Rouge Basse-Normandie* |
|--|-------------------------|-------------------------------------|
| <i>Orobanche picridis</i> F.W.Schultz | Orobanche de la picride | CR |
| <i>Petrorhagia prolifera</i> (L.) P.W.Ball & Heywood | Oeillet prolifère | NT |

*Catégories de menaces :

| | |
|-----|---|
| RE | Espèces disparues au niveau régional <i>Sous-espèces et/ou variétés disparues au niveau régional</i> |
| CR | Espèces en danger critique et non présumées disparues <i>Sous-espèces et/ou variétés en danger critique (non présumées disparues)</i> |
| CR* | Espèces en danger critique et peut-être disparues <i>Sous-espèces et/ou variétés en danger critique et peut-être disparues</i> |
| EN | Espèces en danger <i>Sous-espèces et/ou variétés en danger</i> |
| VU | Espèces vulnérables <i>Sous-espèces et/ou variétés vulnérables</i> |
| NT | Espèces quasi menacées <i>Sous-espèces et/ou variétés quasi menacées</i> |
| LC | Espèces de préoccupation mineure <i>Sous-espèces et/ou variétés de préoccupation mineure</i> |
| DD | Espèces pour lesquelles les données sont déficientes <i>Sous-espèces et/ou variétés pour lesquelles les données sont déficientes</i> |

L'Orobanche de la picride *Orobanche picridis* est une espèce de la famille des orobanchacées. Cette plante parasite *Picris hieracioides* et d'autres espèces de la famille des astéracées liguliflores. Elle se développe sur pelouses calcicoles, friches et fourrés thermophiles. Elle est considérée comme très rare en Basse-Normandie et en danger critique d'extinction.

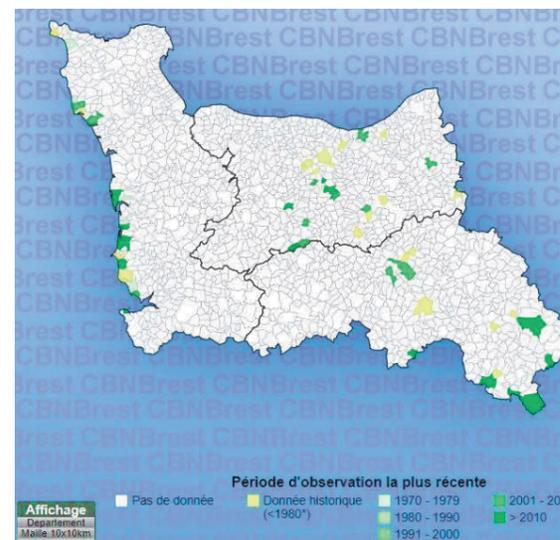


Carte de répartition en Basse-Normandie de *Orobanche picridis* (CBN de Brest, 2021)





L'Oeillet prolifère *Petrorhagia prolifera* est une espèce de la famille des caryophyllacées. Cette plante pionnière, thermophile, calcicole se développe sur des pelouses ouvertes, des dunes fixées, des friches sèches. D'affinité subméditerranéenne, l'espèce pourrait développer sa présence en Normandie avec le changement climatique.



Carte de répartition en Basse-Normandie de *Petrorhagia prolifera* (CBN de Brest, 2021)

5.1.5 Classements des espèces par niveaux de rareté

Au delà du nombre d'espèces recensées qui traduit une intéressante richesse spécifique, certains taxons se détachent par leur degré de rareté. Les espèces sont déclinées selon les statuts de rareté de l'Atlas de la flore vasculaire de Basse-Normandie (PROVOST, 1998) ainsi que de la plus récente Cotation ZNIEFF du CBN de Brest, établie en 2010 :

| <u>Flore vasculaire de Basse-Normandie (PROVOST, 1998):</u> | <u>Cotation ZNIEFF établie pour leur élaboration par le Conservatoire botanique national de Brest (2010) :</u> |
|---|--|
| CCC=extrêmement commun, | 0 - Disparu ou présumé disparu |
| CC=très commun, C=commun, | 1 – Très rare |
| AC=assez commun, AR=assez rare, | 2 – Rare |
| R=rare, RR=très rare, RRR=rarissime | 3 – Assez rare |
| | 4 – Non rare/commun |
| | ? – Méconnu |
| | / – Non indigène |

Sur l'ensemble des espèces recensées, 30 taxons sont considérés comme assez rares à très rares (tableau suivant). En examinant de près les taxons les plus rares sur le territoire étudié, il apparaît que la grande majorité de ces espèces sont inféodées aux terrains secs calcaires, les bords de routes et les friches sableuses.

Tableau des espèces rares:

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide |
|--|----------------------------------|-----------------|-----------|-------------|
| <i>Galium parisiense</i> L. subsp. <i>parisiense</i> | Gaillet de Paris | 1 | RR | |
| <i>Verbascum blattaria</i> L. | Molène blattaire | 1 | RR | |
| <i>Orobanche picridis</i> F.W.Schultz | Orobanche de la picride | 1 | | |
| <i>Petrorhagia prolifera</i> (L.) P.W.Ball & Heywood | Oeillet prolifère | 2 | RR | |
| <i>Astragalus glycyphyllos</i> L. | Astragale à feuilles de réglisse | 2 | AR | |
| <i>Hippophae rhamnoides</i> L. | Argousier | 2 | AR | ZH |
| <i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn. | Torilis à feuilles glomérulées | 2 | R | |
| <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss. | Hirschfeldie grisâtre | 2 | RR | |
| <i>Picris hieracioides</i> L. subsp. <i>hieracioides</i> | Picride épervière | 3 | AC | |
| <i>Anthriscus caucalis</i> M.Bieb. | Anthrisque des dunes | 3 | AR | |
| <i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth | Calamagrostide commun | 3 | AC | |
| <i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis | Chardon à capitules grêles | 3 | AR | |
| <i>Carex divulsa</i> Stokes subsp. <i>divulsa</i> | Laïche écartée | 3 | AR | |
| <i>Himantoglossum hircinum</i> (L.) Spreng. subsp. <i>hircinum</i> | Orchis bouc | 3 | AC | |
| <i>Lathyrus aphaca</i> L. | Gesse sans feuilles | 3 | AC | |
| <i>Ophrys apifera</i> Huds. | Ophrys abeille | 3 | AC | |
| <i>Reseda lutea</i> L. | Réséda jaune | 3 | AC | |
| <i>Reseda luteola</i> L. | Gaude | 3 | AC | |
| <i>Sedum acre</i> L. | Orpin âcre | 3 | AC | |
| <i>Sedum album</i> L. | Orpin blanc | 3 | AC | |
| <i>Sedum telephium</i> L. subsp. <i>telephium</i> | Orpin rouge | 3 | AC | |
| <i>Senecio erucifolius</i> L. | Séneçon à feuilles de roquette | 3 | AC | |
| <i>Sherardia arvensis</i> L. | Shérardie des champs | 3 | AR | |
| <i>Tanacetum vulgare</i> L. | Tanaisie | 3 | AR | |
| <i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C.Gmel. | Vulpie queue de rat | 3 | AR | |
| <i>Oenothera erythrosepala</i> Borbás | Onagre de Lamark | 3 | R | |

Quelques espèces de la famille des Orchidacées ainsi que d'autres plantes rares ont été photographiées et sont présentées ci-dessous :

| | |
|--|--|
| <p>L'orchis bouc <i>Himantoglossum hircinum</i> est la plus grande orchidée de la flore de Normandie, elle doit son nom à l'odeur désagréable émise en fin de floraison. Elle se développe en pleine lumière, sur un substrat sec et calcicole. On la trouve dans les zones herbeuses, les pelouses, les ourlets et lisières de bois clairs, les prairies xérophiles et thermophiles.</p> |  |
| <p>L'ophrys abeille <i>Ophrys apifera</i> est une espèce pionnière, signalée autrefois comme assez commune sur les terrains calcaires, souvent observée sur des bernes remaniées.</p> |  |
| <p>L'orchis pyramidal <i>Anacamptis pyramidalis</i> fait partie des orchidées les plus communes sur terrain calcaire. Elle présente en Basse-Normandie une répartition bipolaire (plaine de Caen au sens le plus large et côte ouest de la Manche).</p> |  |
| <p>L'astragale à feuilles de réglisse <i>Astragalus glycyphyllos</i>, grande fabacée à nombreuses folioles arrondies et fleurs jaunâtres.</p> |  |

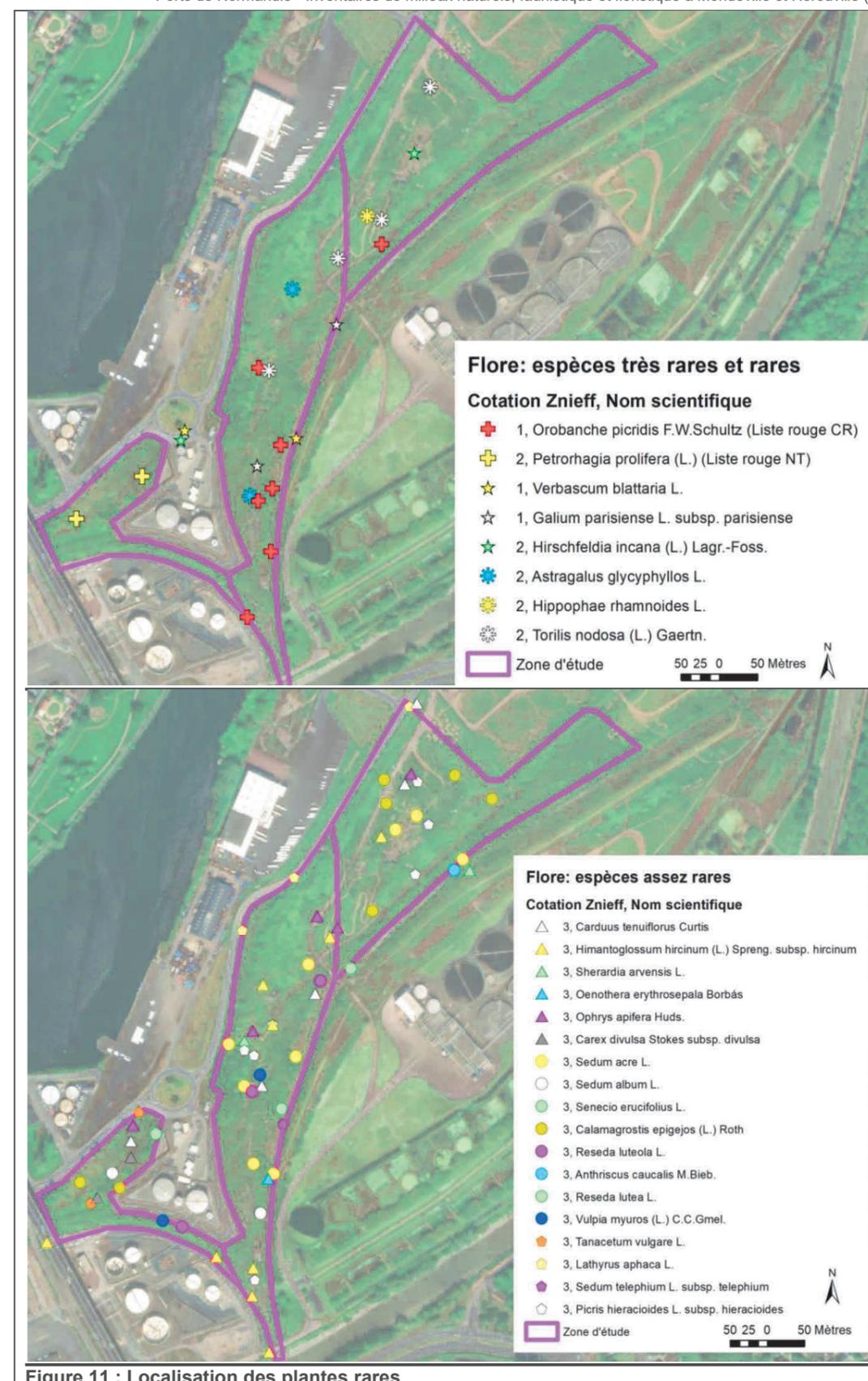


Figure 11 : Localisation des plantes rares

5.1.6 Plantes invasives

Selon la Liste des plantes vasculaires invasives de Basse-Normandie (BOUSQUET *et al.*, 2013, mise à jour 2018) du CBN de Brest, 13 espèces du site font partie de la liste des plantes invasives :

Tableau des espèces invasives :

| Nom scientifique | Nom français | Statut Basse-Normandie |
|---|-------------------------|------------------------|
| <i>Reynoutria japonica</i> Houtt. | Renouée du Japon | IA1 |
| <i>Buddleja davidii</i> Franch. | Arbre aux papillons | IP2 |
| <i>Senecio inaequidens</i> DC. | Séneçon du Cap | IP2 |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> L. | Erable sycomore | IP5 |
| <i>Lathyrus latifolius</i> L. | Gesse à larges feuilles | IP5 |
| <i>Amaranthus hybridus</i> L. | Amarante hybride | AS2 |
| <i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte | Armoise de Chine | AS5 |
| <i>Oenothera biennis</i> L. | Onagre bisannuelle | AS5 |
| <i>Parthenocissus inserta</i> (A.Kern.) Fritsch | Vigne vierge | AS5 |
| <i>Yucca gloriosa</i> | Yucca | AS5 |
| <i>Oenothera erythrosepala</i> Borbás | Onagre de Lamark | AS6 |
| <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist | Vergerette du Canada | AS6 |
| <i>Galega officinalis</i> L. | Sainfoin d'Espagne | AS6 |

La Liste des plantes vasculaires invasives de Basse-Normandie (Bousquet *et al.*, 2013) contient plusieurs niveaux selon le caractère préjudiciable à la biodiversité, à la santé et aux activités économiques, par ordre décroissant de dangerosité :

Le groupe des **Invasives avérées (IA)** est formé par les plantes non indigènes ayant, dans leur territoire d'introduction, un caractère envahissant avéré et ayant un impact négatif sur la biodiversité et/ou sur la santé humaine et/ou sur les activités économiques. **Le groupe IA 1 (taxons portant préjudice à la biodiversité) est représenté par une espèce sur la zone d'étude : la renouée du Japon *Reynoutria japonica*.**

Le groupe des **Invasives potentielles (IP)** contient 5 catégories de plantes non indigènes (de 1 à 5 par degré d'invasivité décroissant) présentant une tendance au développement d'un caractère envahissant. Ces plantes nécessitent une vigilance car il existe un risque de les voir devenir des invasives avérées. **L'arbre aux papillons et le séneçon du Cap** sont les deux espèces au rang le plus élevé, localisées sur l'ancienne voie, dans cette catégorie. Ces deux espèces colonisent les terrains remaniés, les friches. L'arrachage manuel ou mécanisé est préconisé pour en limiter l'extension.

Dans le groupe des plantes **A surveiller (AS)** (de 1 à 6) figurent des espèces non indigènes ne présentant pas actuellement de caractère envahissant mais dont la possibilité n'est pas écartée du fait de leur impact sur la biodiversité dans d'autres régions.

Recommandations pour la phase chantier :

L'emprise du projet routier comprend une plante invasive très problématique : la renouée du Japon. Il sera donc nécessaire de prendre des mesures particulières avant et pendant les travaux de terrassement pour éliminer les pieds. Le mieux sera de ne pas du tout toucher aux deux taches de renouée pendant les travaux, après un balisage précis. Ces taches pourront être recouvertes de produits de dragage, mais les rhizomes ne devront en aucun cas être dispersés par les engins.

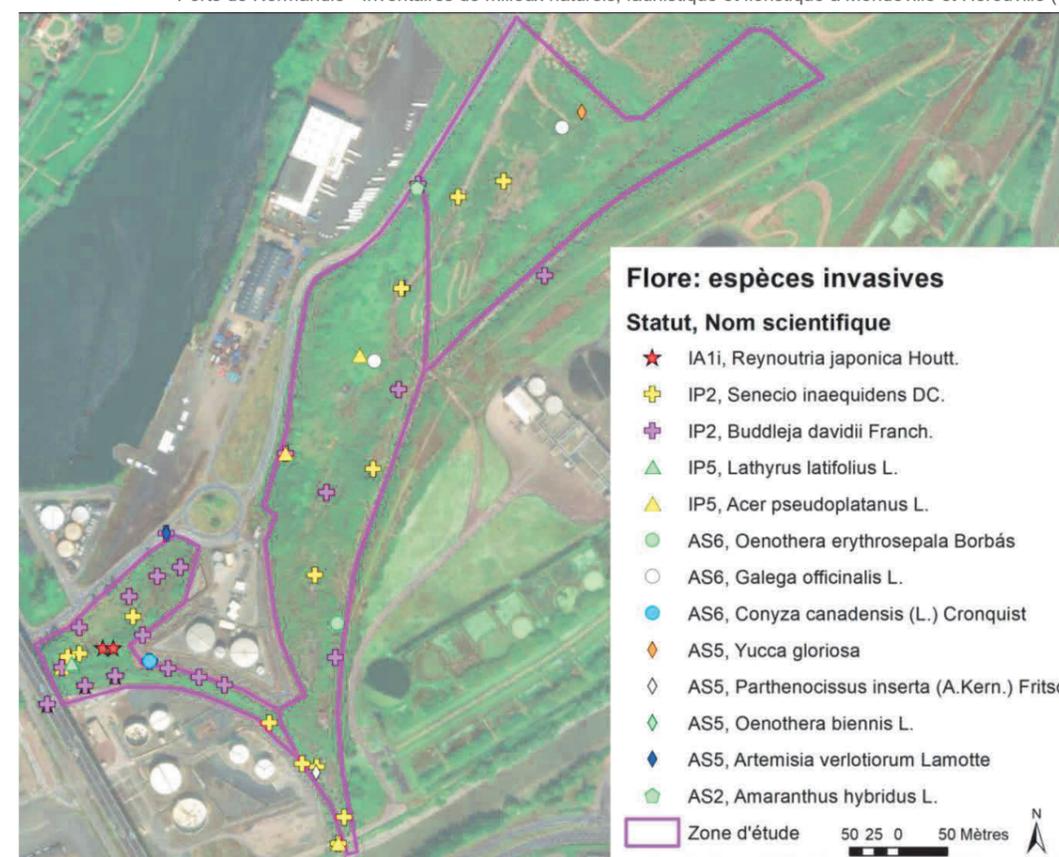


Figure 12 : Localisation des plantes invasives

5.2 Habitats

5.2.1 Description des habitats

Cette description s'appuie sur les investigations de terrain menées entre avril et septembre 2021. Ces investigations comprenaient la réalisation de relevés botaniques et phytosociologiques.

Chaque habitat est présenté dans une fiche inspirée de la « **Classification physiologique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire** » (DELIASSUS ET AL. 2014), publié par le Conservatoire botanique national de Brest.

Les fiches suivantes reprennent des éléments des typologies du CBN de Brest accompagnés de données sur la physiologie de l'habitat, le degré d'humidité du sol, la composition floristique, la dynamique de végétation ainsi que des photos de chaque habitat dans la zone d'étude.

Les principaux habitats naturels seront présentés de la façon suivante :

Nom scientifique *nom scientifique conforme à la nomenclature phytosociologique*

Code CORINE Biotopes extrait du manuel CORINE biotopes (Bissardon & Guibal 1997)
Code EUNIS déclinaison européenne

photos de l'habitat

Description de l'habitat, physiologie et cortège floristique

Description de la physiologie générale de cette végétation sur le site avec ses caractéristiques stationnelles (situation topographique, substrat, sol, humidité)
Présentation des principales plantes formant cette végétation

Intérêt patrimonial

Explication de l'intérêt patrimonial de la formation pour le site

5.2.1.1 Pelouse du *Sedo albi* - *Scleranthetea perennis*

Nom scientifique : Classe: *Sedo albi* - *Scleranthetea perennis* Braun-Blanquet 1955

CORINE Biotopes : 34.1 - Pelouses pionnières médio-européennes

Code EUNIS : E1.1 - Végétations ouvertes des substrats sableux et rocheux continentaux



Inflorescence jaune de *Sedum acre*

Physiologie et cortège floristique

Cette végétation vivace et souvent clairsemée des dalles rocheuses naturelles ou artificielles est très ouverte et peuplée par des plantes crassuléscentes (*Sedum acre*, *Sedum album*, *Saxifraga tridactylites*), des espèces annuelles dans les fissures ou les replats comblés par un mince substrat. La végétation est observable toute l'année grâce aux feuilles bien caractéristiques des orpins et la floraison est tardi-vernale à estivale. La végétation s'installe sur les dalles parfois sur de très minces substrats d'humus et d'éléments fins issus de la décomposition de la roche ou sur des gravats, des sols de dalles artificielles déstructurées. Sur le site, on trouve cette végétation sur les tracés des anciennes voies ferrées, sur des dalles de béton ou goudron.

Intérêt patrimonial

Potentiellement intéressant également pour la diversité entomologique, herpétologique (reptiles) car ce sont des milieux thermophiles.

5.2.1.2 Communauté basale de l'*Arrhenatherion elatioris*

| | |
|-------------------------|---|
| Nom scientifique | Alliance: <i>Arrhenatherion elatioris</i> Koch 1926 |
| CORINE Biotopes | 38.2 - Prairies de fauche des plaines médio-européennes |
| EUNIS | E2.2 - Prairies de fauche planitiaires subatlantiques |



Physionomie et cortège floristique

Prairie dominée par des graminées accompagnées de quelques dicotylédones. Elle est caractérisée par la présence d'espèces de graminées mésophiles ainsi que de prairiales à large amplitude. Sur le site, des prairies remaniées et anthropisées ont été rattachées à cette alliance qui ne peut être définie au niveau de l'association. Ces prairies ne peuvent être rattachées à un habitat d'intérêt communautaire. Cette prairie est dense avec un recouvrement proche de 100%. Végétation à développement surfacique pouvant occuper de grands espaces.

La communauté basale de l'*Arrhenatherion elatioris* est dominée par des graminéides mésophiles (*Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Poa trivialis*) au niveau de la strate haute, accompagnées par des dicotylédones comme *Leucanthemum vulgare*. La strate basse est constituée de prairiales à large amplitude écologique (*Plantago lanceolata*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*), quelques orchidées (*Anacamptis pyramidalis*, *Ophrys apifera*).

Valeur patrimoniale

Prairies de fauche intéressantes pour la diversité entomologique.

5.2.1.3 Ourlet nitrophile du *Galio aparines* - *Urticetea dioicae*

| | |
|-------------------------|--|
| Nom scientifique | <i>Galio aparines-Urticetea dioicae</i> Passarge ex Kopecký 1969 |
| CORINE Biotopes | 87.2 - Zones rudérales |
| EUNIS | E5.1 - Végétations herbacées anthropiques |



Physionomie et cortège floristique

L'ourlet nitrophile du *Galio aparines* - *Urticetea dioicae* est marquée par la présence d'espèces de milieux riches (ortie, ronce), de graminées prairiales (*Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Bromus sterilis*), des mélilots (*Trigonella alba*) et des plantes vivaces nitrophiles (*Tanacetum vulgare*, *Picris hieracioides*, *Hypericum perforatum*, *Glechoma hederacea*).

Cette végétation est le stade supérieur dans la dynamique d'enrichissement après les prairies mésophiles décrites précédemment.

Valeur patrimoniale

Oiseaux, diversité entomologique.

5.2.1.4 Fourré des *Crataego monogynae* - *Prunetea spinosae*

Nom scientifique : *Crataego monogynae* - *Prunetea spinosae*

CORINE Biotopes : 31 - Fruticées

EUNIS : F3 - Fourrés tempérés



Physionomie et cortège floristique

Végétations arbustives mésophiles des fruticées, haies, manteaux et coupes forestières sur sols assez riches, neutroalcalins à acidiclins. Elles sont notamment caractérisées par le Prunellier (*Prunus spinosa*), l'Eglantier (*Rosa gr. canina*), l'Aubépine à un style (*Crataegus monogyna*), la Clématite (*Clematis vitalba*), le Coudrier noisetier (*Corylus avellana*), le Saule marsault (*Salix caprea*) et le Sureau noir (*Sambucus nigra*). Sur le site, ces fourrés se développent sur des sols artificialisés et sont nettement colonisés par l'espèce exotique *Buddleja davidii*, l'arbre à papillons, ainsi que d'autres espèces invasives.

Intérêt patrimonial

Oiseaux, mammifères, corridor écologique pour les déplacements de la faune sauvage.

5.2.1.5 Friche rudérale

CORINE Biotopes : 87.1 - Terrains en friche

EUNIS : I1.5 - Friches, jachères ou terres arables récemment abandonnées



Physionomie et cortège floristique

Ces friches subouvertes thermophiles, des sols perturbés souvent rapportés, sont notamment caractérisées par *Echium vulgare*, *Verbascum thapsus*, *Verbascum pulverulentum*, *Oenothera biennis*, *Melilotus albus*, *Tanacetum vulgare*, *Achillea millefolium*, *Cirsium arvense*, des graminées mésophiles. Développement de cette végétation sur des remblais, des talus artificiels.

Intérêt patrimonial

Potentiellement intéressant également pour la diversité entomologique, herpétologique (reptiles) car ce sont des milieux thermophiles.

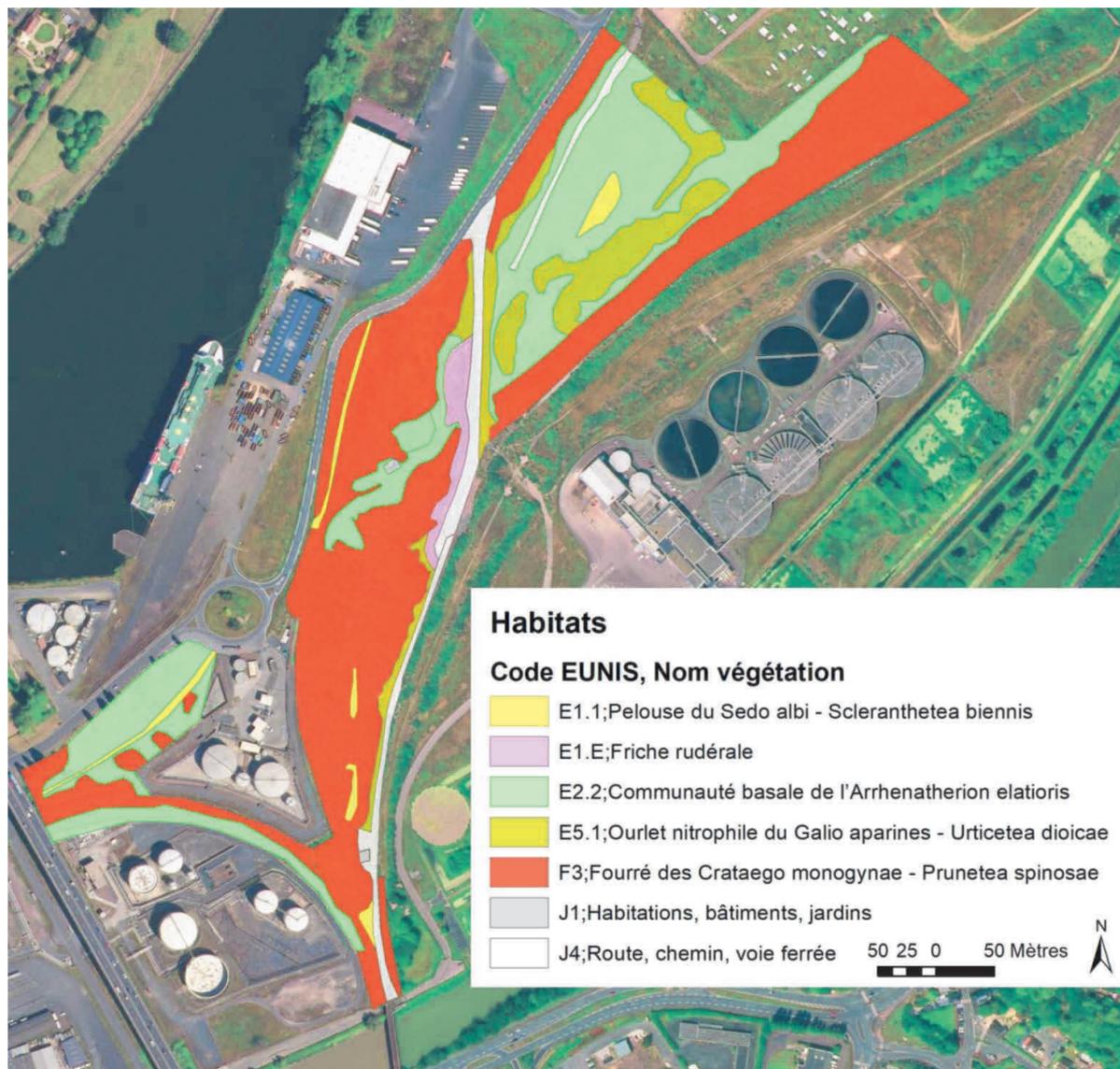


Figure 13 : Carte des habitats

6. LA FAUNE

6.1 Oiseaux

Vingt-deux espèces d'oiseaux ont été notées sur le site en 2021 lors des expertises de terrain réalisées dans le cadre de cette étude. Un suivi sur une année entière aurait permis de noter une plus grande diversité, en incluant des visiteurs d'hiver et des oiseaux en halte migratoire.

Parmi ces espèces nous trouvons

- 18 protégées en France par l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
- 2 en liste rouge nationale des oiseaux nicheurs menacés (catégorie « vulnérable »)
- 2 en liste rouge régionale des oiseaux nicheurs menacés (catégorie « vulnérable »)
- 2 en liste orange nationale des oiseaux nicheurs quasi-menacés (NT)

*Catégories de menaces :

| | |
|-----|---|
| RE | Espèces disparues au niveau régional <i>Sous-espèces et/ou variétés disparues au niveau régional</i> |
| CR | Espèces en danger critique et non présumées disparues <i>Sous-espèces et/ou variétés en danger critique (non présumées disparues)</i> |
| CR* | Espèces en danger critique et peut-être disparues <i>Sous-espèces et/ou variétés en danger critique et peut-être disparues</i> |
| EN | Espèces en danger <i>Sous-espèces et/ou variétés en danger</i> |
| VU | Espèces vulnérables <i>Sous-espèces et/ou variétés vulnérables</i> |
| NT | Espèces quasi menacées <i>Sous-espèces et/ou variétés quasi menacées</i> |
| LC | Espèces de préoccupation mineure <i>Sous-espèces et/ou variétés de préoccupation mineure</i> |
| DD | Espèces pour lesquelles les données sont déficientes <i>Sous-espèces et/ou variétés pour lesquelles les données sont déficientes</i> |

Les oiseaux en liste rouge ou orange du site sont des oiseaux certes encore communs en Normandie, mais qui ont subi un fort déclin ces dernières années.

Nom français des espèces ;

Nom scientifique ;

Statut de liste rouge des oiseaux nicheurs de France (LR F) et de Basse-Normandie (LR BN) : CR = gravement menacé, EN = menacé, VU = vulnérable ; NT = quasi menacé, LC = non menacé, DD = statut non défini car données insuffisantes ; quelques commentaires succincts.

Statut légal en France : protégé par l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (p), chassable (ch)
Estimation du statut sur le site : nicheur certain ou probable (N), nicheur possible (n), de passage sur la commune, nicheur aux grands environs ou migrateur en transit (P) et hivernant (H).

| Nom français | Espèce | LR BN | LR F | Prot. | Statut |
|---------------------|---------------------------|-------|------|-------|--------|
| Accenteur mouchet | <i>Prunella modularis</i> | LC | LC | p | N |
| Bergeronnette grise | <i>Motacilla alba</i> | LC | LC | p | n |
| Bouscarle de Cetti | <i>Cettia cetti</i> | VU | NT | p | N |
| Bruant zizi | <i>Emberiza cirlus</i> | LC | LC | p | N |
| Buse variable | <i>Buteo buteo</i> | LC | LC | p | n |
| Canard colvert | <i>Anas platyrhynchos</i> | LC | LC | | n |

| Nom français | Espèce | LR BN | LR F | Prot. | Statut |
|------------------------|--------------------------------|-------|------|-------|--------|
| Chardonneret élégant | <i>Carduelis carduelis</i> | LC | VU | p | N |
| Corneille noire | <i>Corvus corone corone</i> | LC | LC | | N |
| Faucon crécerelle | <i>Falco tinnunculus</i> | LC | NT | p | n |
| Fauvette à tête noire | <i>Sylvia atricapilla</i> | LC | LC | p | N |
| Héron cendré | <i>Ardea cinerea</i> | LC | LC | p | P |
| Hypolaïs polyglotte | <i>Hippolais polyglotta</i> | LC | LC | p | N |
| Linotte mélodieuse | <i>Carduelis cannabina</i> | VU | VU | p | N |
| Merle noir | <i>Turdus merula</i> | LC | LC | | N |
| Mésange à longue queue | <i>Aegithalos caudatus</i> | LC | LC | p | N |
| Mésange charbonnière | <i>Parus major</i> | LC | LC | p | P |
| Mésange bleue | <i>Cyanistes caeruleus</i> | LC | LC | p | N |
| Pie bavarde | <i>Pica pica</i> | LC | LC | | n |
| Pinson des arbres | <i>Fringilla coelebs</i> | LC | LC | p | P |
| Pouillot véloce | <i>Phylloscopus collybita</i> | LC | LC | p | P |
| Rougegorge familier | <i>Erithacus rubecula</i> | LC | LC | p | P |
| Troglodyte mignon | <i>Troglodytes troglodytes</i> | LC | LC | p | P |

Les oiseaux en liste rouge ou orange du site sont pour la plupart des oiseaux encore communs mais qui ont subi un fort déclin ces dernières années.



La linotte mélodieuse

Le faucon crécerelle

La présence de la bouscarle de Cetti sur le site est liée à la proximité de roselières, saulaies et de milieux humides le long de l'Orne et du canal. L'espèce apprécie les fourrés denses sur la friche industrielle. La linotte mélodieuse affectionne les milieux plus ouverts parsemés de buissons.

Pour une meilleure compréhension, ces oiseaux peuvent être répartis en trois catégories écologiques, par ordre croissant d'intérêt patrimonial :

- Le groupe souvent le plus intéressant et le plus révélateur de la richesse environnementale d'une zone humide, celui des **oiseaux d'eau et des zones humides**, n'est représenté que par 3 espèces.

| | | | |
|--------------------|---------------------------|----|----|
| Bouscarle de Cetti | <i>Cettia cetti</i> | VU | NT |
| Canard colvert | <i>Anas platyrhynchos</i> | LC | LC |
| Héron cendré | <i>Ardea cinerea</i> | LC | LC |

- Les espèces plus ou moins **anthropophiles**, dépendant de l'homme ou de ses habitations en période de reproduction, sont représentées sur ce site par 3 espèces :

| | | | |
|---------------------|--------------------------|----|----|
| Bergeronnette grise | <i>Motacilla alba</i> | LC | LC |
| Faucon crécerelle | <i>Falco tinnunculus</i> | LC | NT |
| Pie bavarde | <i>Pica pica</i> | LC | LC |



Le bruant zizi

Le chardonneret élégant

- Les **espèces bocagères** ou plus ou moins sylvatiques, dépendantes des arbres et arbustes:

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|----|----|
| Accenteur mouchet | <i>Prunella modularis</i> | LC | LC |
| Bruant zizi | <i>Emberiza cirius</i> | LC | LC |
| Buse variable | <i>Buteo buteo</i> | LC | LC |
| Chardonneret élégant | <i>Carduelis carduelis</i> | LC | VU |
| Corneille noire | <i>Corvus corone corone</i> | LC | LC |
| Fauvette à tête noire | <i>Sylvia atricapilla</i> | LC | LC |
| Hypolaïs polyglotte | <i>Hippolais polyglotta</i> | LC | LC |
| Linotte mélodieuse | <i>Carduelis cannabina</i> | VU | VU |

| | | | |
|------------------------|--------------------------------|----|----|
| Merle noir | <i>Turdus merula</i> | LC | LC |
| Mésange à longue queue | <i>Aegithalos caudatus</i> | LC | LC |
| Mésange charbonnière | <i>Parus major</i> | LC | LC |
| Mésange bleue | <i>Cyanistes caeruleus</i> | LC | LC |
| Pinson des arbres | <i>Fringilla coelebs</i> | LC | LC |
| Pouillot véloce | <i>Phylloscopus collybita</i> | LC | LC |
| Rougegorge familier | <i>Erithacus rubecula</i> | LC | LC |
| Troglodyte mignon | <i>Troglodytes troglodytes</i> | LC | LC |

Dans ce cortège, nous trouvons surtout des espèces communes dans la région, même si certaines comme la linotte mélodieuse sont en régression notable.

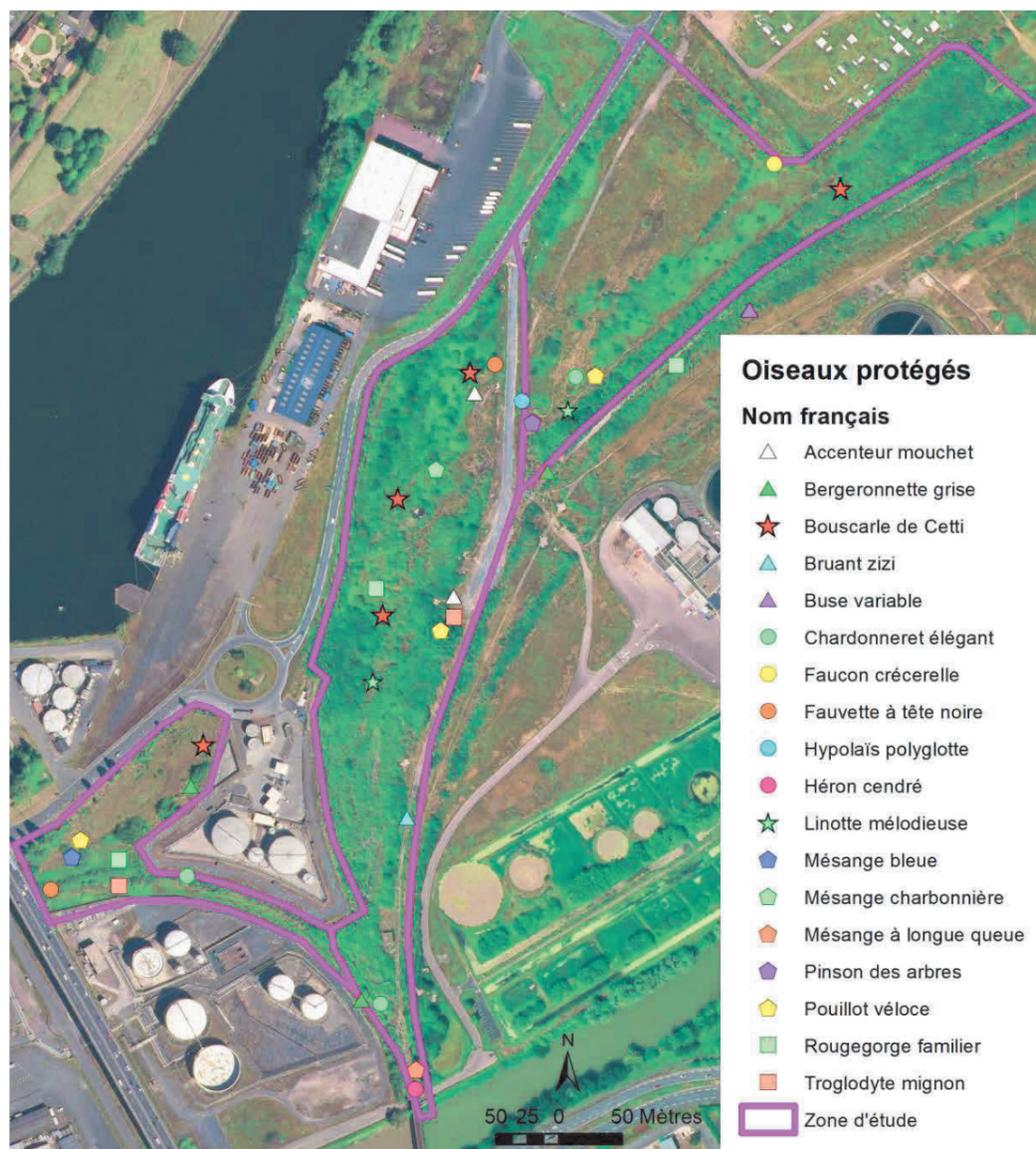


Figure 14 : Carte de localisation des oiseaux protégés

6.2 Mammifères (hors chiroptères)

| Nom vernaculaire | Nom scientifique | Statut | Liste rouge Normandie* |
|-----------------------|------------------------------|--------|------------------------|
| Insectivores : | | | |
| La Taupe d'Europe | <i>Talpa europaea</i> | C | LC |
| Lagomorphes : | | | |
| Le Lapin de garenne | <i>Oryctolagus europaeus</i> | C | LC |

6.3 Chiroptères

Voici un résumé de l'étude des chiroptères réalisée par Léa Dufrene. Son rapport complet est fourni à part.

6.3.1 Synthèse bibliographique

Pour résumer la partie bibliographique, il apparaît que différents types de zonages dans un rayon de 15 km, font état de la présence de 13 espèces de chiroptères reconnues au niveau national ou au niveau européen.

Certains sites souterrains sont particulièrement remarquables, d'une part pour leur richesse spécifique et d'autre part pour la concentration importante d'individus de nombreuses espèces menacées et protégées au niveau National.

Dans la vallée de l'Orne, au sud de la zone d'emprise, des colonies de reproduction de Grands Murins (200 à 500 individus) et de Barbastelles d'Europe (30 individus) sont également connues.

On rappelle que 5 ZNIEFF et 2 sites Natura 2000 mentionnent des chiroptères dans un périmètre de 15 km entourant le projet. Ces différents sites attirent principalement l'attention sur des sites d'hibernation d'enjeux régionaux.

Dans la mesure où les chauves-souris se déplacent de l'hiver à l'été sur de grandes distances et quotidiennement sur des distances modérées (de un à plusieurs dizaines de kilomètres), certaines des espèces mentionnées ci-avant, les moins lucifuges, sont susceptibles de fréquenter la zone d'étude au moins en déplacement.

Dates des inventaires en 2021

Tableau 1 : Dates et météo des prospections chiroptérologiques

| Dates des prospections | Jours et nuits de prospection | Température de début d'inventaire | Température de fin d'inventaire | Vent | Couverture nuageuse | Lune |
|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------|---------------------|--------|
| 22/07/2021 | 1/2 nuit et 0,25 jour | 22°C | 19°C | Faible | 0% | Pleine |
| 10/09/2021 | 1/2 nuit | 17°C | 14°C | Faible | 70% | 1/4 |

Les inventaires se sont déroulés lors de conditions météo favorables pour les chiroptères : pas de pluie, vent faible et températures supérieures à 10 degrés.

6.3.2 Méthodes

✓ Caractérisation des habitats

Une visite diurne du secteur d'étude permet de réaliser une analyse écologique (approche habitats) et structurelle (approche paysagère) afin d'estimer la fréquentation du site d'étude par les chiroptères et de raisonner en terme de fonctionnalités. Ces prospections, permettent de placer les points d'écoutes dans les milieux différents les plus propices à l'activité des chiroptères (zone humide, haie, lisière, prairie).

✓ Détection des ultrasons

Les chauves-souris s'orientent dans l'espace et détectent leurs proies par écholocation. Ainsi, même si certaines espèces sont difficiles à distinguer en vol, il est possible d'écouter leurs signaux. Ces espèces peuvent alors être identifiées à distance.

La plupart des sons émis par les Chiroptères sont inaudibles pour l'oreille humaine d'où la nécessité de les capter pour les analyser à l'aide d'un matériel spécifique. Il existe plusieurs types d'analyse de sons et donc plusieurs types de détecteurs.

Des sessions d'écoute nocturne sont réalisées à l'aide d'un détecteur d'ultrasons (Pettersson D240x) et enregistrées en temps réel. Des points d'écoute sont effectués, consistant à écouter, enregistrer puis à déterminer les émissions ultrasonores depuis un point fixe, pendant une durée donnée. Cette technique permet de déterminer les espèces qui sont en activité de chasse en un lieu précis et celles qui, en transit, passent à proximité du point d'écoute. Tous les types de milieux présents sur le site (prairies, boisements, haies...) ainsi que les secteurs potentiellement les plus attractifs aux abords (lisière, zone humide) ont été prospectés.

Parallèlement à ces techniques, la pose de détecteurs passifs à enregistrement continu (de type SM2BAT) fournit une estimation de la fréquentation de la zone par les chiroptères, notamment des flux de transit et, dans certains cas, permet une identification spécifique complémentaire.

Il est important de rappeler que l'utilisation des détecteurs d'ultrasons offre des résultats qui sont à relativiser en fonction des distances de détectabilité et des milieux dans lesquels évoluent les différentes espèces concernées. Par exemple, les probabilités de détection d'une Noctule commune dont les émissions ultrasonores portent à plus de 100 m en milieu ouvert sont bien plus fortes que celles d'un Petit Rhinolophe dont les émissions ultrasonores sont audibles à 5 m maximum. De même, un Vespertilion de Natterer pourra être détecté à environ 20 m en milieu ouvert alors qu'il ne pourra l'être qu'à moins de 5 m en milieu encombré (feuillage, boisements...). Enfin, il faut savoir que les Chiroptères font varier la nature et la structure de leurs émissions ultrasonores en fonction de la distance par rapport aux obstacles et que dans certains cas, ils adoptent des signaux très semblables rendant impossible toute discrimination interspécifique.

Trois soirées de prospection ont été programmées dans le cadre de cette étude, à différentes saisons, en mai, en juillet/août et en Septembre, depuis le crépuscule jusqu'en milieu de nuit, dans des conditions climatologiques considérées comme satisfaisantes pour l'activité des chauves-souris (vent faible, peu de lune, température supérieure à 10°C).

✓ Choix des points d'écoute

Les points d'écoute ont été répartis dans les milieux les plus favorables de la zone d'étude. Ils sont localisés préférentiellement à proximité des boisements et des haies qui sont des structures qui attirent beaucoup les chiroptères (repères spatiaux pour se déplacer, concentration d'insectes, protection contre le vent et les prédateurs) mais également à proximité des zones humides et prairies.

Ainsi, 7 points d'écoute ont été effectués en 2020. Leur durée moyenne étant de 15 minutes pour chacun d'entre eux.

La carte suivante permet de localiser les points d'écoute réalisés cette année, ainsi que le point où a été déposé le détecteur à enregistrement passif pendant les différentes nuits (SM2bat).



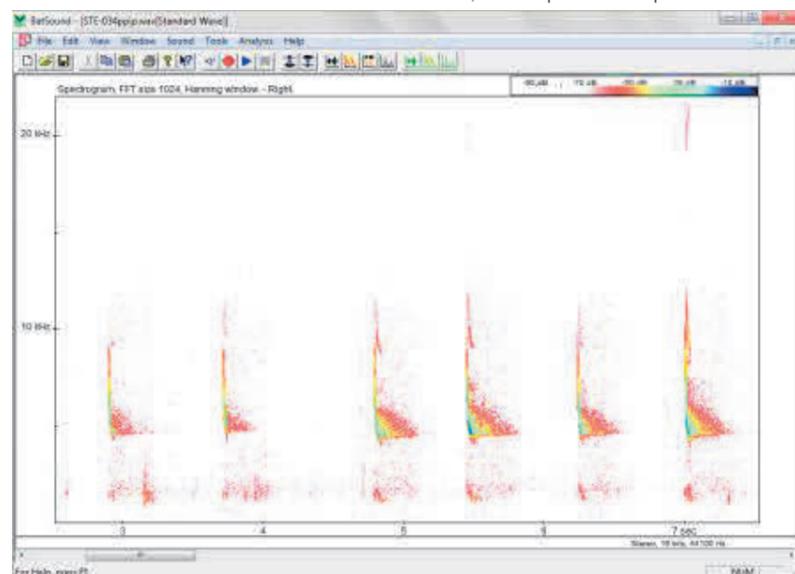
Figure 15 : Localisation des 7 points d'écoute et du point d'enregistrement par détection passive (SM2bat) dans la zone d'emprise globale

Traitement des données

Durant les inventaires de terrain, un contact correspond à une séquence acoustique bien différenciée, quel que soit sa durée. Lorsque plusieurs individus évoluent simultanément, leur nombre, observé ou évalué, est exprimé en contacts. Ces derniers sont attribués à une espèce (dans la mesure du possible) ainsi qu'à une activité de transit ou de chasse. L'activité de chasse est décelée grâce à la présence d'accélération dans le rythme des cris émis par l'animal, typiques de l'approche d'une proie. La notion de transit recouvre ici un déplacement rapide dans une direction donnée, sans activité de chasse. Ce type d'activité est plus aisé à discerner chez une espèce audible de loin (*Nyctalus* sp., *Eptesicus* sp., ...) car la séquence plus longue permet de révéler un vol en ligne droite.

L'analyse des ultrasons enregistrés sur le terrain est effectuée à l'aide du logiciel « Batsound » qui permet de visualiser les spectrogrammes et de mesurer les critères sur chaque signal.

L'identification de ces signaux repose sur la méthode mise au point par Michel Barataud (Barataud, 2012) sur la base de l'analyse des sons en mode expansion de temps. Plusieurs critères acoustiques sont pris en compte au sein d'une séquence composée de plusieurs signaux : le type de signal (fréquence constante, fréquence modulée, fréquence abrupte), la fréquence terminale, la largeur de la bande de fréquence, le rythme, la présence de pic d'énergie, l'évolution de la structure des signaux à l'approche d'obstacles, etc...



Exemple de spectrogramme représentant les signaux sonars émis par une Pipistrelle commune

Cartographie

Les espèces de chiroptères contactées sont systématiquement cartographiées. Différents éléments sont reportés sur les cartes en fonction des groupes étudiés.

- les points de contact au détecteur d'ultrasons avec la mention de l'espèce observée ;

- l'activité globale (chasse + transit) sur chaque point d'écoute ;
- la diversité spécifique sur chaque point d'écoute ;
- les axes de déplacement, avérés lors des prospections ou fortement potentiels de part leurs structures favorables.

Ces cartographies ont été réalisées sur le logiciel QGIS avec des données exprimées en Lambert 93 et des fonds de Geoportail.

Evaluation des enjeux écologiques

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques permettent de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observées sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée. Dans le présent rapport, les statuts réglementaires sont mentionnés explicitement dans les descriptions d'espèces et les tableaux récapitulatifs.

Parmi les outils réglementaires et scientifiques présentés figurent les suivants :

- La directive Habitats ;
- La protection nationale et/ou régionale et/ou départementale ;
- Les listes rouges ;
- Les livres rouges ;
- Les divers travaux concernant les espèces menacées ;
- La convention de Berne ;
- La convention de Bonn.

Analyse patrimoniale

L'intérêt patrimonial d'une espèce est une définition qui dans l'ensemble reste très subjective. Elle est en effet basée sur des critères parfois difficiles à évaluer de part les connaissances globales limitées que l'on a sur ces espèces (répartition, abondance, mœurs...).

Ainsi, afin d'essayer d'évaluer l'état de conservation actuel d'une espèce, différents critères peuvent être utilisés :

- le statut réglementaire de l'espèce ;
- l'abondance de l'espèce dans un secteur, un département, une région donnée ;
- la répartition géographique de l'espèce (endémisme, limite d'aire de répartition) ;
- l'importance écologique (espèce clef de voûte, spécialisée, ubiquiste, etc.) ;
- le statut biologique (migrateur, nicheur, espèce invasive) ;
- la vulnérabilité biologique (dynamique de la population) ;
- le statut des listes rouges et livres rouges ;
- les dires d'experts.

Les connaissances scientifiques étant parfois limitées pour certaines espèces, la difficulté de hiérarchisation des enjeux est réelle. C'est pourquoi nous utiliserons dans ce rapport une notion simplifiée : l'enjeu local de conservation. Ainsi, non seulement les espèces protégées par la loi peuvent être prises en compte mais également celles qui ne le sont pas. Concernant les chiroptères, toutes les espèces sont actuellement protégées par la loi.

L'enjeu local de conservation

L'enjeu local de conservation est défini grâce à 4 critères principaux :

- les paramètres d'aire de répartition et de distribution de l'espèce ;
- la dynamique de la population considérée ;
- son statut biologique (migrateur, régime alimentaire spécialisé, espace vital...) ;
- les menaces qui pèsent sur l'espèce considérée.

Cinq classes peuvent alors être définies sur la base de ces critères : Très fort, Fort, Modéré, Faible et Très faible.

6.3.3 Etat des lieux de 2020

Concernant les chiroptères, la période de passage a été optimale. Deux sessions d'écoute nocturnes, à l'aide d'un détecteur d'ultrasons ont permis d'inventorier, après analyse des enregistrements, les espèces présentes en chasse ou en transit dans la zone d'étude. L'experte a effectué sept points d'écoute d'environ dix minutes à chaque passage recouvrant ainsi la quasi-totalité de la zone d'étude (cf. carte 2).

Par ailleurs, la pose de détecteurs d'ultrasons à enregistrement passif a permis d'avoir une idée de l'activité des chiroptères au niveau d'une lisière forestière lors des 2 nuits inventoriées.

Les potentialités en terme de gîtes diurnes dans la zone d'étude et aux alentours, ont aussi été identifiées (arbres, bâtiments...) lors d'une demi-journée de prospection. Cette analyse de terrain a été complétée par les connaissances issues de recherches bibliographiques.

L'analyse des données régionales et locales montre que sur les 20 espèces de chiroptères présentes en Basse Normandie, 13 espèces sont connues dans un rayon de 15 km autour de la zone d'étude.

Dans la zone d'étude, 3 espèces ont été avérées en activité de transit ou de chasse lors des inventaires acoustiques. Ceci dénote une richesse spécifique faible dans la zone d'étude.

La liste des 3 espèces présentes ou potentielles dans la zone d'étude est présentée en annexe 2.

Les gîtes

Certaines espèces de chauves-souris sont connues pour s'abriter dans des cavités arboricoles tout au long de l'année.

La zone d'emprise globale est constituée pour sa majeure partie de friches et de zones buissonnantes, avec quelques arbres épars. Ces zones arborées ont donc fait l'objet de prospections diurnes et d'une évaluation globale quant à la qualité des arbres présents pour le gîte (âge des arbres, nombre de cavités visibles, essences et type d'exploitation forestière).

Les zones buissonnantes de l'ensemble de la zone d'emprise sont d'enjeux faibles à très faibles pour le gîte des chiroptères.

Seuls quelques peupliers isolés localisés dans la zone d'emprise n°3, en bordure de route, sont d'enjeux modérés à faibles pour le gîte des chiroptères.

Les espèces de chauves-souris contactées dans la zone d'étude et susceptibles de gîter dans ces arbres sont : la Pipistrelle commune.

Il n'y a pas de bâtiments, ouvrages d'arts, ni de cavités souterraines susceptibles d'accueillir les chiroptères dans la zone d'emprise par ailleurs.

La carte suivante présente le classement des zones arborées dans la zone d'étude selon leurs enjeux pour le gîte des chiroptères.

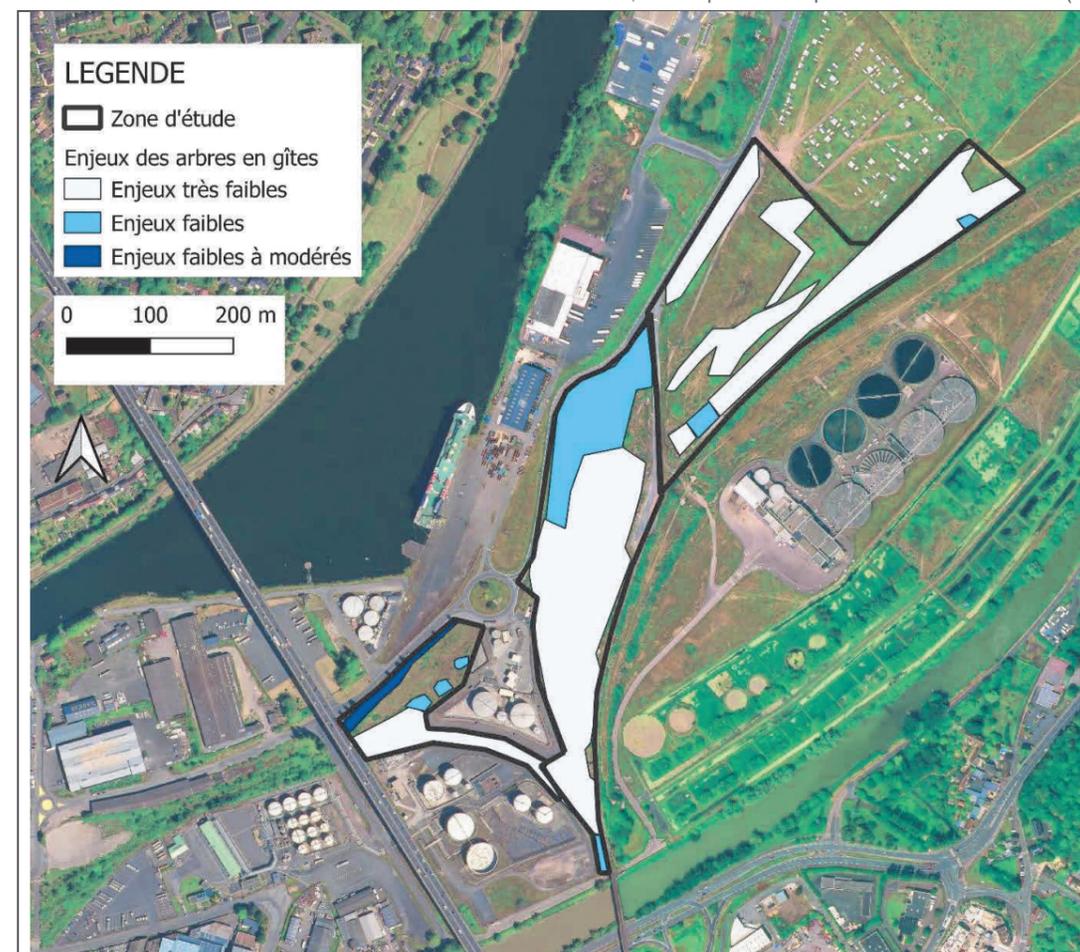


Figure 16 : Localisation des enjeux arboricoles concernant le gîte des chiroptères dans la zone d'étude

Les zones de chasse

- Description des milieux exploités par les chiroptères

L'activité de chasse est relativement homogène dans la zone d'emprise globale qui comprend trois grands types de milieux : les milieux herbacés en friche, les bordures de rivières et les zones arborées.

Selon les espèces, les besoins en ressources alimentaires et la période de l'année, les habitats de chasse ne sont pas forcément les mêmes. Cependant, les ressources alimentaires se concentrent essentiellement le long des éléments arborés et des milieux humides. Ainsi, l'interface entre boisements, milieux humides et milieux herbacés attire la plupart des espèces de chiroptères que ce soit pour la chasse ou pour leurs déplacements.

Milieux herbacés en friche avec fruticées

L'essentiel de la zone d'emprise comprend plusieurs hectares de zones herbacées en friche avec présence de jeunes arbres. Ces milieux sont très diversifiés en espèces végétales et semble également riches en insectes ce qui bénéficie aux espèces de chiroptères évoluant en milieux ouverts comme les Pipistrelles, les Sérotines ou encore les Noctules.

Haies et arbres isolés

La zone d'emprise présente quelques haies et arbres isolés ainsi que de nombreuses zones buissonnantes. Ces milieux généralement riches en insectes attirent plusieurs **espèces de chiroptères en chasse** que ce soit dans les frondaisons, en lisière ou au-dessus de la végétation. Des espèces comme **les Pipistrelles, les Noctules, les Sérotines mais aussi les Murins et les Oreillards** sont potentiels dans ces habitats.

Les zones humides

La zone d'emprise globale est entourée de cours d'eau : Canal de Caen à la mer et rivière de l'Orne. La zone d'emprise n°2 borde ponctuellement l'Orne. Ces zones humides sont souvent très appréciées par les chiroptères en chasse et notamment pour certaines espèces spécialisées comme le Murin de Daubenton, la Pipistrelle de Nathusius où encore la Noctule commune et la Noctule de Leisler.

- L'activité chiroptérologique dans la zone d'étude

L'activité chiroptérologique n'indique pas un nombre d'individus sur un secteur mais la fréquentation par unité de temps. Selon le protocole mis en place par le Conservatoire du Patrimoine Naturel de Champagne-Ardenne, nous pouvons considérer une activité faible de 0 à 20 contacts ultrasonores, moyenne de 20 à 60 contacts, forte de 60 à 120 contacts et une activité très forte pour un nombre de contacts ultrasonores supérieur à 120 par heure (cf. Figure 2). Ces valeurs sont valables dans des conditions d'écoute optimales (faible vent, température > à 10°C, pas de pluie).

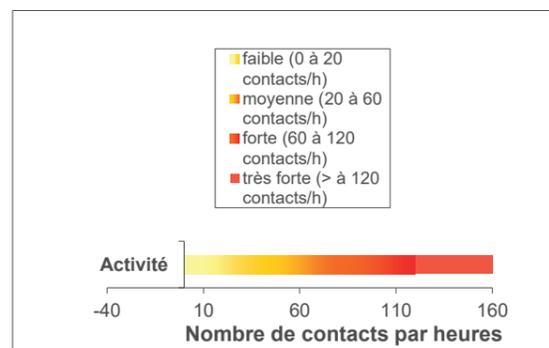


Figure 3 : Valeur indicative de l'estimation de l'activité chauves-souris

Le tableau suivant détaille les différences d'activité sur chaque point d'écoute :

Tableau 2 : Activité pondérée des chiroptères sur les points d'écoutes effectués en 2021

| Point d'écoute | Nuit du 22/07/2021 | Nuit du 30/09/2021 | Activité moyenne sur le point |
|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| 1 Bord de l'Orne | 0 contacts/ h Activité nulle | 6 contacts/ h Activité faible | 3 contacts/ h Activité faible |
| 2 Buissons et friche | 24 contacts/ h Activité modérée | 0 contacts/ h Activité nulle | 12 contacts/ h Activité faible |
| 3 Buissons et friche | 18 contacts/ h Activité faible | 0 contacts/ h Activité nulle | 9 contacts/ h Activité faible |
| 4 Buissons et friche | 6 contacts/ h Activité faible | 270 contacts/ h Activité très forte | 138 contacts/ h Activité très forte |
| 5 Buissons et friche | 6 contacts/ h Activité faible | 0 contacts/ h Activité nulle | 3 contacts/ h Activité faible |
| 6 Buissons et friche | 0 contacts/ h Activité nulle | 6 contacts/ h Activité faible | 3 contacts/ h Activité faible |
| 7 Haie arborée et friche | 12 contacts/ h Activité faible | 0 contacts/ h Activité nulle | 6 contacts/ h Activité faible |
| Activité moyenne de la nuit | 9,42 contacts/ h Activité faible | 40,3 contacts/ h Activité modérée | |

Les résultats issus de la phase de terrain montrent que la zone d'étude présente une moyenne d'activité de 24,86 contacts/h pour l'ensemble des inventaires toutes saisons confondues, soit une activité modérée. Sur les deux saisons étudiées, l'activité chiroptérologique est faible en été et modérée en automne pour les deux nuits d'étude. Selon la moyenne d'activité sur ces deux nuits, les points les plus attractifs pour les chiroptères sont les points d'écoute n° 2 et 4. Ces milieux sont à la fois fréquentés par des individus en chasse ainsi que par des bêtes en déplacements le long de la végétation. Les autres points d'écoute n°1, 3, 5, 6 et 7 sont des points peu fréquentés par les chiroptères. Avec seulement quelques individus en déplacement contactés sur ces points. La carte suivante indique le taux d'activité moyen des chiroptères sur chaque point d'écoute effectué dans la zone d'étude.

Globalement la zone d'étude semble peu attractive pour les chiroptères en chasse et en déplacement.

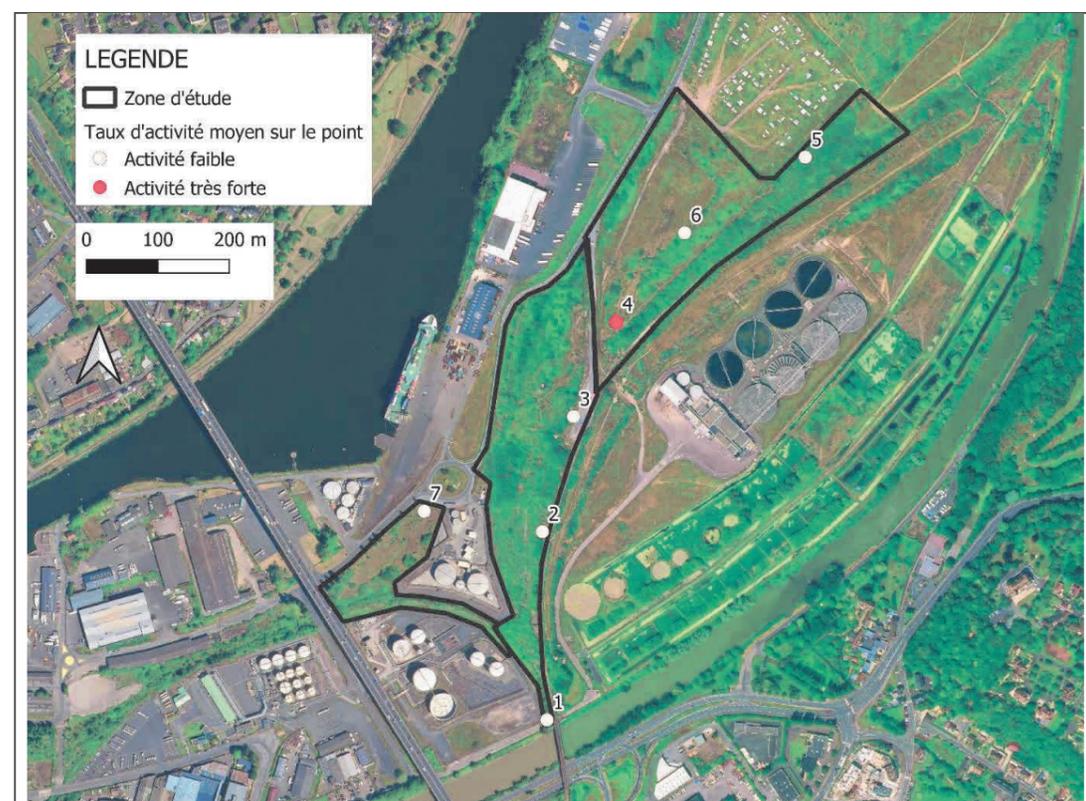


Figure 17 : Activité moyenne des chiroptères sur l'ensemble des 2 nuits étudiées pour chaque point d'écoute

6.3.4 Résultats des écoutes en 2020

- Diversité spécifique dans la zone d'étude

La diversité chiroptérologique sur les points d'écoute est faible avec seulement 2 espèces contactées sur les 20 connues dans le département. La carte suivante localise les différentes espèces enregistrées :

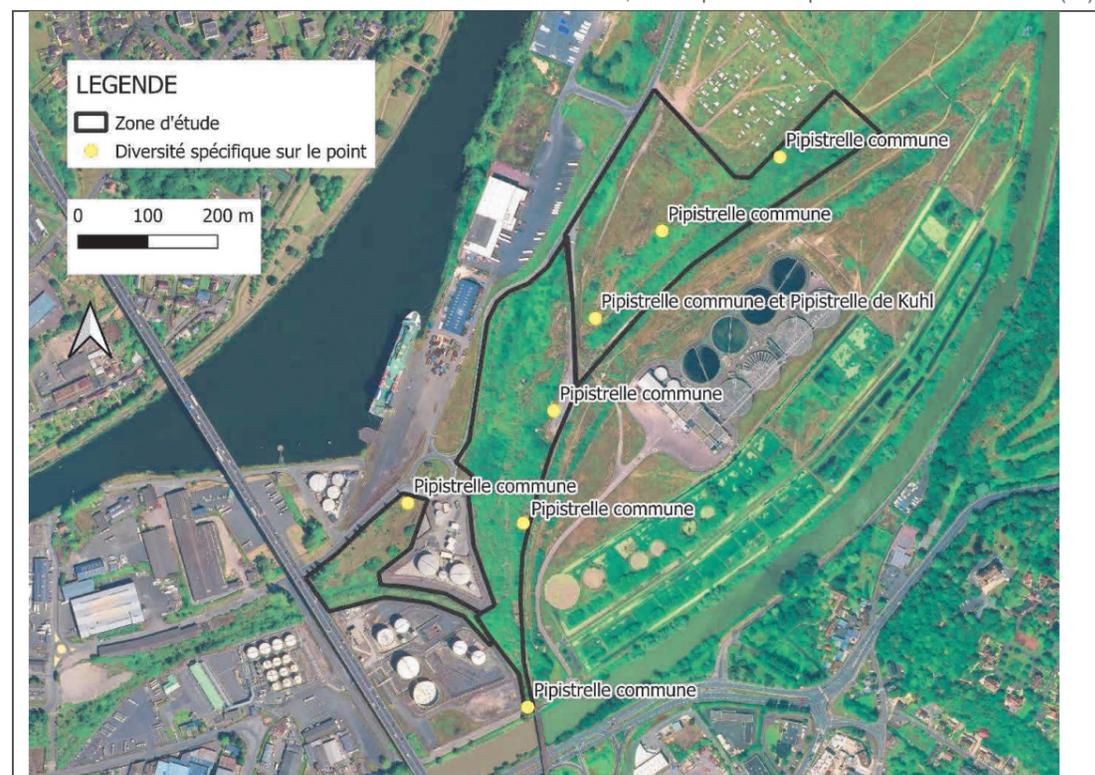


Figure 18 : Espèces contactées par point d'écoute toutes nuits confondues

Le nombre d'espèces contactées par point d'écoute varie de 1 à 2 espèces contactées au total.

L'espèce la plus fréquente en chasse et déplacement dans la zone d'étude est la Pipistrelle commune. La Pipistrelle de Kuhl a été enregistrée une fois en transit sur le point n°4 à l'automne.

La diversité spécifique dans la zone d'étude est très faible concernant les chiroptères. Le tableau suivant permet de comparer l'activité des espèces contactées lors des 2 nuits d'inventaires. Les indices d'activité ont été pondérés en fonction de la portée du sonar de chaque espèce afin de supprimer les biais de détection.

Tableau 3 : Activité pondéré des différentes espèces sur les points d'écoute

| Espèce | Activité pondérée juillet (nombre de contacts/h) | Activité pondérée sept. (nombre contacts/h) |
|---|--|---|
| Pipistrelle commune | 9,42 | 39,42 |
| Pipistrelle de Kuhl | 0 | 0,86 |
| Nombre d'espèces différentes pour la nuit | 1 | 2 |

• Les enregistrements passifs par SM2

Les SM2 ont été déposés les 2 nuits d'inventaire en de fruticé dans la zone d'emprise n°3. Les résultats bruts par espèces ont exposés dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Nombre de contacts bruts par nuit pour chaque points SM2bat

| Espèces contactées | Juillet 2021 | Septembre 2021 | Total contacts pour 2 nuits |
|---------------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Pipistrelle commune | 60 | 2 | 62 |
| Pipistrelle de Kuhl | 10 | 1 | 11 |
| Noctule de Leisler | | 1 | 1 |

Légende : *Activité faible, Activité modérée*

Cette méthode d'inventaire permet de connaître l'activité des chiroptères sur un point précis pendant toute une nuit.

Ainsi, l'activité globale obtenue montre que la fréquentation de cette zone est peu importante. La Pipistrelle commune semble venir y chasser ponctuellement en été et quelques individus de Pipistrelles communes, Pipistrelles de Kuhl et Noctule de Leisler transitent dans ces milieux à l'automne.

Les axes de transit

Les diverses espèces de chauves-souris sont amenées à se déplacer dans les situations suivantes :

- Entre leurs différents gîtes (gîtes de reproduction, de transit et d'hibernation) ;
- Entre leurs gîtes et leurs territoires de chasse ;
- Entre les différents territoires de chasse ;
- Lors des migrations (Noctules et Pipistrelle de Nathusius).

Pour se déplacer, la majorité des chauves-souris suit les lignes de végétation ou les structures stables dans le temps (murs, barrières, ponts) soit en les longeant, soit en les survolant à faible hauteur. Certaines espèces peuvent s'écarter de ces lignes de végétation et utiliser d'autres repères tels que les cours d'eau et les chemins.

Sur le site, les chauves-souris se déplacent de préférence en longeant les haies buissonnantes, des chemins mais également le long des cours d'eau bordant le site. En prenant en compte les données de terrain (SM2 et points d'écoute) et la disposition des boisements, les axes de transit principaux ont été définis et sont représentés sur la carte ci-dessous.

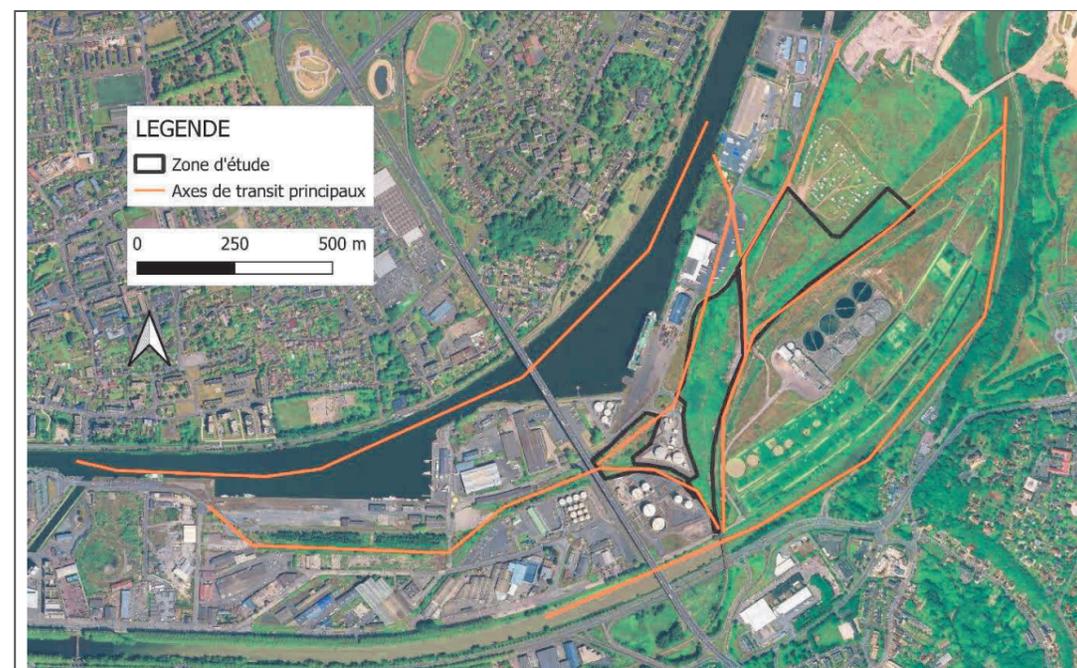


Figure 19 : Axes de transit utilisés par les chiroptères dans la zone d'étude et axes potentiels exploités à proximité immédiate

6.3.5 Bilan des inventaires

Les écoutes ultrasonores ont montré une fréquentation globalement faible des différents points d'écoute effectués sur l'ensemble de la zone d'emprise. Certains points peuvent attirer fortement la Pipistrelle commune en chasse lors d'émergences ponctuelles d'insectes. Sinon l'ensemble de la zone d'étude semble être très peu fréquentée par les chiroptères en chasse.

Concernant la diversité spécifique, on y retrouve seulement 3 espèces ubiquistes de milieux semi-ouverts : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler. Ces deux dernières étant présentes essentiellement en déplacement dans la zone d'étude.

Les corridors de transit dans la zone d'étude semblent peu fréquentés. Même les bords de l'Orne en période de migration sont très peu fréquentés par les chiroptères. Néanmoins, ces structures jouent un rôle majeur sur le plan de vol des chauves-souris qui les utilisent pour se repérer dans l'espace car ce sont des structures stables dans le temps, abritées du vent et riches en insectes. La Noctule de Leisler contactée à l'automne par le SM2bat, suit probablement la vallée de l'Orne pour ses déplacements migratoires.

Certaines espèces contactées dans la zone d'étude cette saison se réfugient dans les arbres pendant la journée (Pipistrelle commune et Noctule de Leisler). La Pipistrelle commune pourrait ainsi exploiter les Peupliers situés au nord de la zone d'emprise n°3 en gîte. La Noctule de Leisler n'y est pas potentielle, préférant les arbres de plus gros diamètres pour s'installer.

Tableau 5 : Enjeux locaux de conservation des espèces de chiroptères

| Espèce | Présence zone d'étude | Statuts de protection* | Liste rouge nationale 2017 | Liste rouge Basse Normandie | Enjeu global de conservation |
|--|-----------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>) | Avérée | PN, BE2, B02, DH4 | NT | VU | Fort |
| Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>) | Avérée | PN, BE2, B02, DH4 | NT | LC | Modéré |
| Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>) | Avérée | PN, BE2, B02, DH4 | LC | LC | Faible |

Légende : Listes rouges: VU= Vulnérable, NT= quasi menacé, LC= Préoccupation mineure, DD= Données insuffisantes, NA= Non applicable

**Légende des statuts de protection en Annexe 1*

6.4 Reptiles

Lors des journées de prospections, une espèce de reptiles a été observée, le lézard des murailles. Des individus ont été observés sur les zones thermophiles du site, pelouses sèches sur gravats, ancienne voie ferrée.

| Nom scientifique | Nom français | Rareté BN* | Liste rouge BN** |
|-------------------------|----------------------|------------|------------------|
| <i>Podarcis muralis</i> | Lézard des murailles | AR | LC |

*Rareté des espèces en Basse-Normandie selon DARDENNE et al. 2008 : CC = très commun, C = commun, AC = assez commun, R = rare, RR = très rare

**Liste rouge de Basse-Normandie (CSRPN, 2014).

LC = non menacé NT = quasi menacé, VU = vulnérable, NA = non applicable.

Tous les reptiles du site sont intégralement protégés par la loi du 10 juillet 1976 et particulièrement l'arrêté du 8 janvier 2021 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.



Lézard des murailles

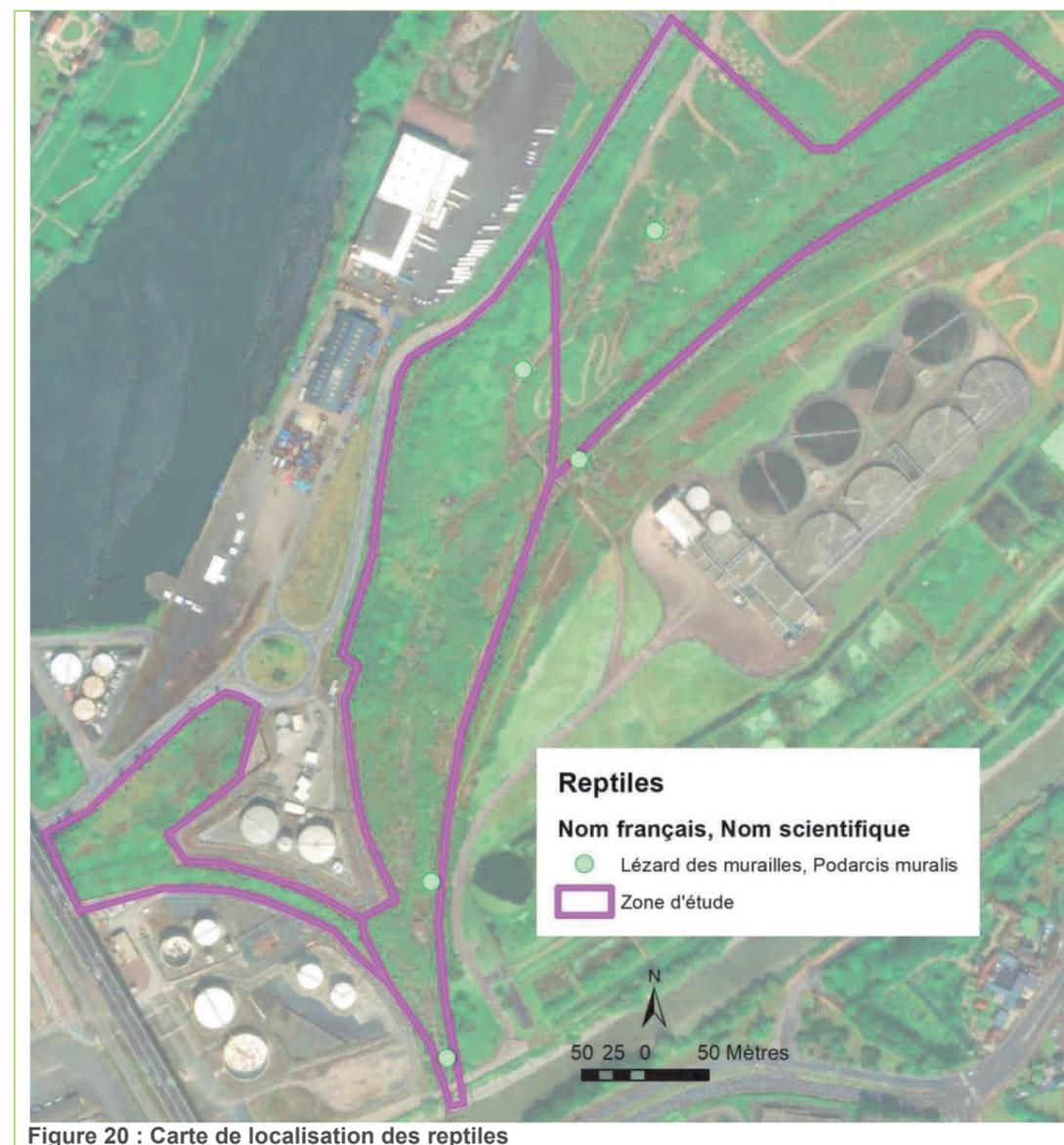


Figure 20 : Carte de localisation des reptiles

6.5 Amphibiens

Comme leur nom l'indique, les amphibiens sont autant liés au milieu terrestre qu'au milieu aquatique. Une part importante de leur vie se déroule en effet hors de l'eau, souvent invisible à nos yeux. Car ces animaux sont doublement dépendants du milieu aquatique, par leur physiologie d'une part, mais surtout par leur mode de reproduction : ils se reproduisent, pondent et leurs larves vivent dans l'eau jusqu'à la métamorphose en adulte. Dès le mois de février les populations d'adultes se concentrent autour des points d'eau. Le printemps est le meilleur moment pour évaluer les populations et leur répartition par capture d'adultes ou de larves et par dénombrement des pontes.

Aucun amphibien n'a été relevé sur le site d'étude. Le site n'est pas favorable à la présence d'amphibiens du fait de l'absence de mares permanentes et de zones humides.

6.6 Invertébrés

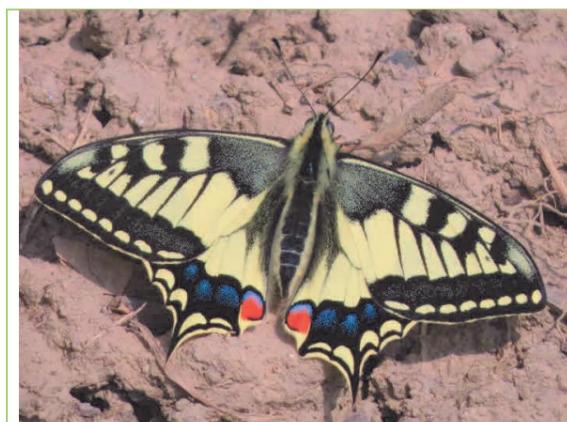
6.6.1 Lépidoptères diurnes

Les prospections de terrain effectuées lors de l'étude ont permis le recensement de 11 espèces de rhopalocères (papillons de jour) et 1 hétérocère diurne.

Ces espèces sont communes à très communes en Normandie :

| Rhopalocères | | |
|------------------------------|--------------------|-----------|
| Nom scientifique | Nom français | Statut BN |
| <i>Aglais io</i> | Paon du jour | CC |
| <i>Coenonympha pamphilus</i> | Procris | CC |
| <i>Colias crocea</i> | Souci | CC |
| <i>Lycaena phlaeas</i> | Cuivré commun | CC |
| <i>Melanargia galathea</i> | Demi-deuil | CC |
| <i>Papilio machaon</i> | Machaon | CC |
| <i>Pieris napi</i> | Piérède du navet | CC |
| <i>Pieris rapae</i> | Piérède de la rave | CC |
| <i>Polyommatus icarus</i> | Azuré commun | CC |
| <i>Vanessa atalanta</i> | Vulcain | CC |
| <i>Vanessa cardui</i> | Belle-Dame | CC |
| Hétérocères diurnes | | |
| <i>Autographa gamma</i> | Lambda | CC |

Indice de rareté régional : CC = Très commun ; C = Commun ; AC = Assez commun ; PC = Peu commun ; AR = Assez rare ; R = Rare ; RR = Très rare ; E = Exceptionnel



Machaon *Papilio machaon*



Procris *Coenonympha pamphilus*



Belle-Dame *Vanessa cardui*

Vulcain *Vanessa atalanta*

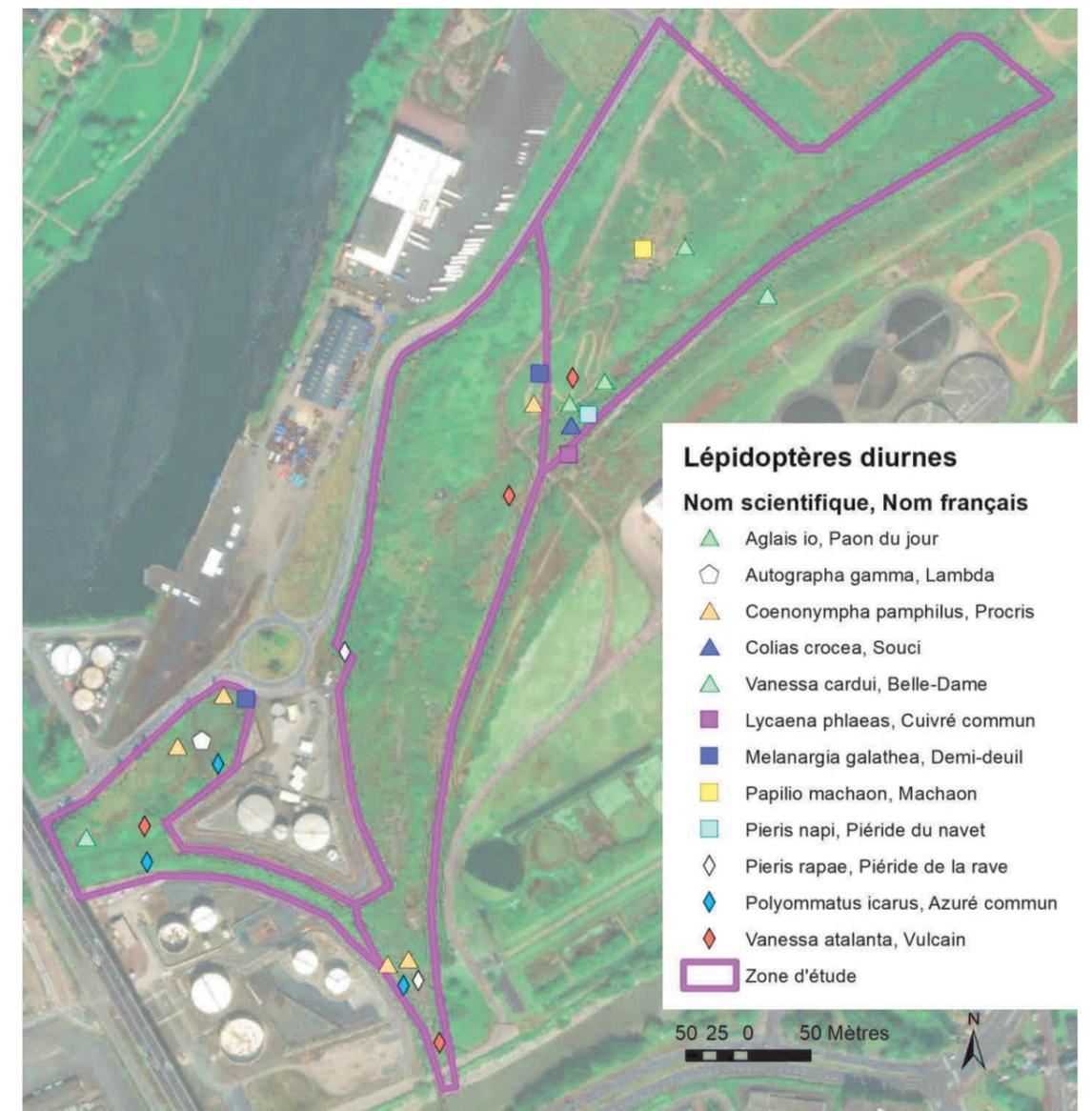


Figure 21 : Carte de localisation des lépidoptères diurnes

6.6.2 Orthoptères

Les orthoptères, les sauterelles, grillons et autres criquets, préfèrent les milieux chauds et secs, à végétation rase ou arbustive, une partie a colonisé des habitats plus frais et boisés et quelques-uns seulement les zones humides.

Onze espèces ont été recensées sur le site lors de l'étude. Il faut noter la présence d'espèces thermophiles assez rares à rares dans la région, l'oedipode turquoise. Signalons également la mante religieuse, du groupe des mantoptères dont la progression géographique vers le nord est en lien avec le réchauffement climatique.

| Nom scientifique | Nom français | Rareté BN* |
|--------------------------------------|-------------------------|------------|
| <i>Chorthippus biguttulus</i> | Criquet mélodieux | C |
| <i>Chorthippus brunneus brunneus</i> | Criquet duettiste | C |
| <i>Chorthippus dorsatus dorsatus</i> | Criquet verte-échine | AR |
| <i>Conocephalus fuscus</i> | Conocéphale bigarré | C |
| <i>Mantis religiosa</i> | Mante religieuse | R |
| <i>Oecanthus pellucens</i> | Grillon d'Italie | R |
| <i>Oedipoda caerulea</i> | Oedipode turquoise | AR |
| <i>Pholidoptera griseoaptera</i> | Decticelle cendrée | C |
| <i>Pseudochorthippus parallelus</i> | Criquet des pâtures | C |
| <i>Roeseliana roeselii</i> | Decticelle bariolée | C |
| <i>Tettigonia viridissima</i> | Grande Sauterelle verte | C |

*Indice de rareté régional : CC = Très commun ; C = Commun ; AC = Assez commun ; PC = Peu commun ; AR = Assez rare ; R = Rare ; RR = Très rare ; E = Exceptionnel

**Catégorie de la Liste rouge : NA = Non applicable ; DD = Données insuffisantes ; LC = Préoccupation mineure ; NT = Quasi menacé ; VU = Vulnérable ; EN = En danger ; CR = En danger critique



Criquet verte-échine *Chorthippus dorsatus*



Decticelle bariolée *Metrioptera roeselii*



La mante religieuse *Mantis religiosa*



Grande Sauterelle verte *Tettigonia viridissima*

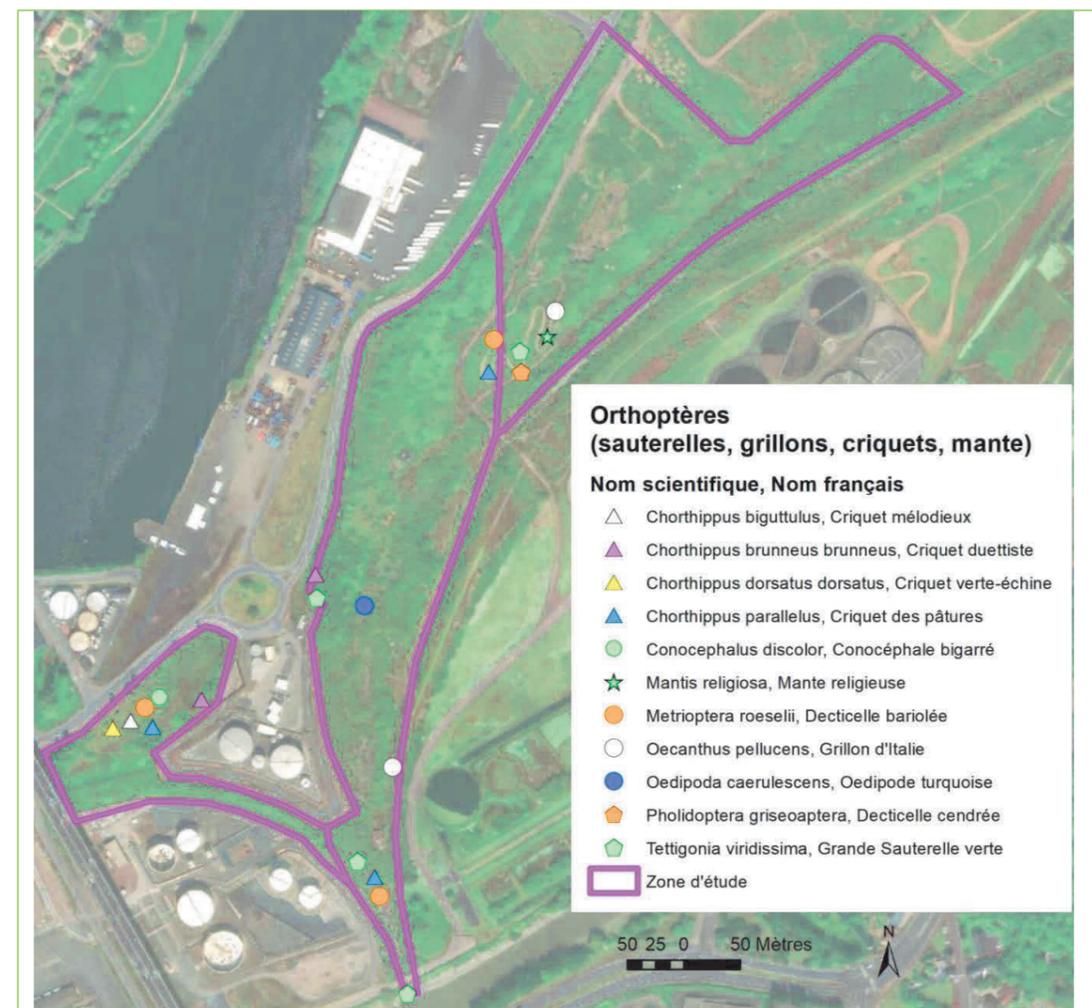


Figure 22 – Carte de localisation des espèces d'orthoptères

7. BILAN PATRIMONIAL PAR ZONE

Les espèces patrimoniales contactées dans les inventaires floristiques et faunistiques sont récapitulées par zone d'étude dans le tableau suivant :

| | | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 | Commentaires |
|--|------------------------|--------|--------|--------|--|
| Groupe/espèce | Liste rouge Normandie* | | | | |
| Flore : | | | | | |
| <i>Orobanche picridis</i> F.W.Schultz | CR | | | | L'espèce est densément présente dans la zone 1 sur les ourlets le long de la voie ferrée |
| <i>Petrorhagia prolifera</i> (L.) P.W.Ball & Heywood | NT | | | | L'espèce est présente sur l'ancienne voie |
| Oiseaux : | | | | | |
| Linotte mélodieuse | VU | | | | Potentiellement présente dans la zone 3 |
| Bouscarle de Cetti | VU | | | | La bouscarle fréquente les fourrés des 3 zones |
| Reptiles : | | | | | |
| <i>Podarcis muralis</i> | LC | | | | Présent sur les anciennes voies, les dalles dénudées |
| Orthoptères : | | | | | |
| <i>Chorthippus dorsatus dorsatus</i> | LC | | | | Assez rare |
| <i>Oedipoda caeruleascens</i> | LC | | | | Assez rare |
| <i>Mantis religiosa</i> | LC | | | | Rare |
| <i>Oecanthus pellucens</i> | LC | | | | Rare |
| Chiroptères : | | | | | |
| Noctule de Leisler | VU | | | | Espèce ici en migration |

Les espèces patrimoniales sont représentées dans la carte suivante, pour faire le bilan des enjeux écologiques.

Peter STALLEGGER – Consultant en Environnement (2021)

66

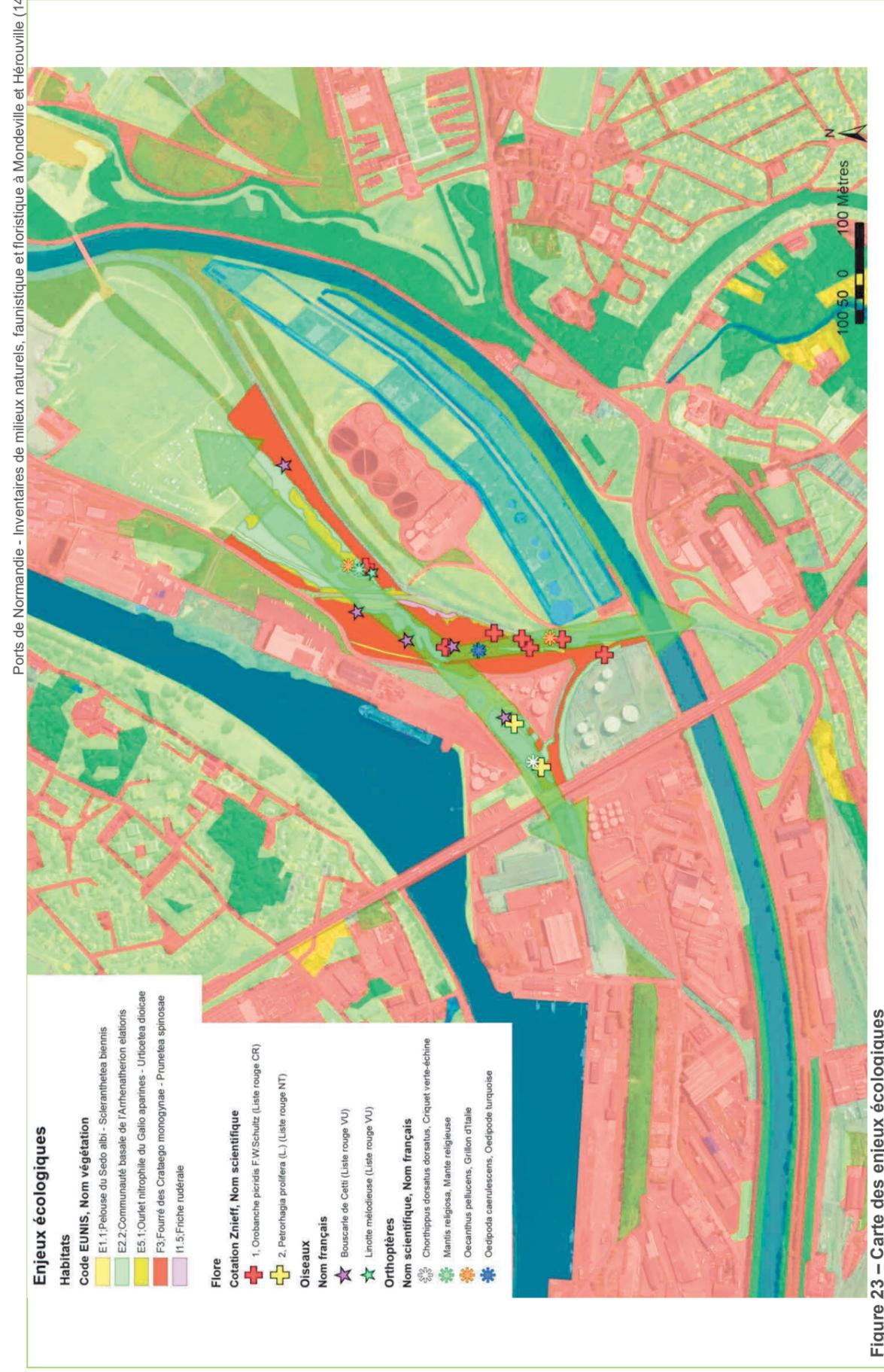


Figure 23 – Carte des enjeux écologiques

Peter STALLEGGER – Consultant en Environnement (2021)

67

Les 3 secteurs d'étude présentent donc une diversité d'espèces faunistiques et floristiques assez homogène du fait de la présence d'habitats variés au sein de ces zones : dalles thermophiles à *Sedum*, prairies et ourlets mésophiles, fourrés arbustifs.

Il pourra être intéressant de conserver cette diversité au sein de parcelles formant des continuités écologiques dans les futurs aménagements. Les corridors écologiques pourraient former un axe longitudinal entre l'Orne et le canal et un autre axe le long des anciennes voies ferrées.

8. REGLEMENTATION

8.1 Listes rouges

Des listes rouges d'espèces établies régionalement et/ou au niveau national indiquent l'état de conservation des espèces, basé sur leur risque d'extinction selon des critères scientifiques. Ces listes n'ont pas de valeur réglementaire, mais dans la mesure du possible, il est recommandé de prendre des mesures en faveur de ces espèces menacées.

8.2 Espèces protégées

Conformément au code de l'environnement (articles L. 4111 et R. 4111 à R. 4115), des arrêtés interministériels imposent des mesures de protection de nombreuses espèces de la faune et de la flore sauvages en raison d'un intérêt scientifique particulier ou des nécessités de la préservation du patrimoine biologique. Ces mesures nationales de protection intègrent les exigences des directives européennes relatives à la protection des espèces de faune et de flore sauvages.

Selon les dispositions de l'article 1er de la directive européenne (n° 79/409 du 2 avril 1979, devenue n° 2009/147 du 30 novembre 2009) concernant la conservation des oiseaux sauvages, toutes les espèces d'oiseaux vivant à l'état sauvage sur le territoire européen des Etats membres bénéficient de mesures de protection. Figurent également notamment parmi les espèces protégées en France les espèces de chiroptères qui sont mentionnées à l'annexe IV de la directive européenne n° 92/43 du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

Les arrêtés fixant les listes des espèces protégées et les modalités de leur protection interdisent ainsi selon les espèces (article L. 4111 du code de l'environnement) :

- La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;
- La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;
- La destruction, l'altération ou la dégradation de ces habitats naturels ou de ces habitats d'espèces.

La plupart des espèces d'oiseaux présents sur le territoire métropolitain sont protégées par l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Pour ces groupes d'espèces, ces deux arrêtés interdisent en particulier :

- s'agissant des individus appartenant à ces espèces, sur le territoire métropolitain et en tout temps, leur destruction, leur mutilation ainsi que leur perturbation intentionnelle dans le milieu naturel
- s'agissant de leurs aires de repos et de leurs sites de reproduction, sur les parties du territoire métropolitain où l'espèce est présente, ainsi que dans l'aire de déplacement naturel des noyaux de population existants, leur destruction, leur altération ou leur dégradation. Ces arrêtés précisent que ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, aussi longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de cette espèce et pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques.

L'article L. 4112 du code de l'environnement prévoit que l'on puisse déroger aux interdictions précitées à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle, notamment pour des raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique.

8.3 Espèces protégées sur le site d'étude

8.3.1 Flore

Aucune espèce protégée de la flore n'a été recensée sur le site des Ports. Deux espèces en Liste rouge sont présentes sur le site. Il n'y pas de contrainte réglementaire pour ces espèces mais il se rait intéressant de préserver des habitats de ces espèces : pelouses sèches et fragments de l'ancienne voie ferrée thermophile.

8.3.2 Faune

Seuls les oiseaux, les chiroptères et les reptiles sont concernés par le statut de protection. En effet, 18 espèces d'oiseaux, 3 espèces de chiroptères et une espèce de reptile recensées sur le site sont protégées en France.

9. PRECONISATIONS

Afin de conserver des habitats d'espèces rares et protégées, notamment pour le groupe des oiseaux et des reptiles, nous proposons de conserver des tronçons d'habitats principalement en marge de la zone d'étude. Ainsi, pour permettre les déplacements d'espèces, il est proposé de conserver des zones de fourrés autour du secteur d'étude sur une bande d'une vingtaine de mètres de largeur. Des habitats plus ouverts de prairies mésophiles présents au nord pourront également être mis en défends afin de garder des milieux favorables à l'entomofaune (papillons, orthoptères). Les milieux thermophiles de la zone 3, au sud-ouest, pourraient être conservés car ils forment un îlot concentré d'habitats arbustifs et ouverts abritant des populations d'une plante en liste rouge, ainsi que des populations d'oiseaux et d'insectes.

Les chantiers d'arrachage d'arbres et d'arbustes devront être réalisés en dehors de la période de nidification des oiseaux, entre le 1er septembre et le 28 février.

Les propositions de secteurs à conserver sont présentées sur la carte suivante :



Figure 24 – Propositions de secteurs à conserver

10. CONCLUSION

Au vu et à l'analyse des critères pédologique et botanique, les sondages montrent que la **zone d'étude se localise majoritairement sur des terrains artificiels de remblais accumulés au fur et à mesure des décennies et non humides**, recouverts par une couche sableuse à faiblement limoneuse, quelque fois légèrement humique dans le sous-bois.

Le site accueille deux espèces de la flore référencée en Liste rouge et quatre espèces d'oiseaux en Liste rouge régionale ou nationale au sein d'une liste de 18 oiseaux protégés. Aucun habitat d'intérêt européen n'est présent sur la zone d'étude mais les milieux thermophiles sont intéressants pour la faune entomologique (papillons, orthoptères), les reptiles et les fourrés pour les oiseaux.

Il pourra être intéressant de conserver des bandes de ces milieux dans les futurs aménagements. Ces bandes serviront de refuges et de corridors écologiques aux déplacements de la faune.

11. BIBLIOGRAPHIE

- Arrêté ministériel du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. JORF du 128 mai 2007.
- Arrêté ministériel du 1er octobre 2009 modifiant l'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement. JORF du 24 novembre 2009.
- Arrêté ministériel du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. JORF du 10 mai 2007.
- Arrêté ministériel du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. JORF du 6 mai 2007.
- Arrêté ministériel du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.211-1, L.214-7 et R.211-108 du code de l'environnement.
- Arrêté ministériel du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. JORF du 5 décembre 2009.
- Bceom & Econat, 2001 - Guide méthodologique pour l'évaluation des incidences des projets et programmes d'infrastructures et d'aménagement sur les sites Natura 2000. Application de l'article L.414-4 du code de l'environnement (Chapitre IV, section I). Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 74 p.
- Bousquet T., Guyader D., Martin P. & Zambettakis C.. 2010. Cotation de rareté des taxons indigènes de la flore vasculaire de Basse-Normandie. Conservatoire botanique national de Brest, Antenne de Basse-Normandie.
- Bousquet T., Waymel J., Zambettakis C., Geslin J., Magnanon S., 2013 – Liste des plantes vasculaires invasives de Basse-Normandie. Conservatoire Botanique National de Brest. 39 p. Villers-Bocage
- Dardenne B., Démares M., Guérard P., Hazet G., Lepertel N., Quinette J.P. & Radigue F. 2008. Papillons de Normandie et des îles de nos Anglo-Normandes, atlas des Rhopalocères et zyènes. AREHN, Rouen, 200
- DELASSUS, L., MAGNANON, S., COLASSE, V., GLEMAREC, E., GUITTON, H., LAURENT, E., THOMASSIN, G., VALLET, J., BIRET, F., CATTEAU, E., CLEMENT, B., DIQUELOU, S., FELZINES, J.-C., DE FOUCAULT, B., GAUBERVILLE, C., GUILLEVIC, Y., GAUDILLAT, V., HAURY, J., ROYER, J.-M., GESLIN, J., GORET, M., HARDEGEN, M., LACROIX, P., REIMRINGER, K., SELLIN, V., WAYMEL, J., ZAMBETTAKIS, C. 2014. Classification physionomique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire. Conservatoire botanique national de Brest, Brest.
- DELASSUS L. & ZAMBETTAKIS C. 2010. Hiérarchisation des végétations naturelles et semi-naturelles de Basse-Normandie. CBN de Brest, antenne régionale de Basse-Normandie, 43 p.
- Ferrand 2007. L'évaluation environnementale des documents d'urbanisme. Guide méthodologique à l'attention des organismes chargés d'élaborer ou de valider une évaluation environnementale.
- Fiers V., Gauvrit B., Gavazzi E., Haffner P., Maurin H. et coll., 1997. Statut de la faune de France métropolitaine. Statuts de protection, degrés de menace, statuts biologiques. Col. Patrimoines naturels, volume 24 - Paris, Service du Patrimoine Naturel / IEGBI - MNHN, Réserves Naturelles de France, Ministère de l'Environnement: 225 p.
- GUILLEMOT V., LARDILLEUX S., DUMEIGE B., CLET F., LECOINTE S., D'HERVE B., 2014. Schéma régional de cohérence écologique de Basse-Normandie. DREAL Normandie, Conseil régional de Basse-Normandie, Dervenn.
- Groupe Mammalogique Normand 2004. Les mammifères sauvages de Normandie : statut et répartition.
- Groupe Ornithologique Normand 1989. Atlas des oiseaux nicheurs de Normandie et des îles Anglo-Normandes. Le Cormoran 7, 123.
- Groupe Ornithologique Normand 2003. Listes rouges et orange des oiseaux nicheurs de Normandie. Dépliant de 6 pages.

Groupe Ornithologique Normand 2005. Atlas des oiseaux de Normandie en hiver. Le Cormoran 13 (2004), 232 p.

Provost M. 1993. Atlas de répartition des plantes vasculaires de Basse-Normandie. Presses Universitaires de Caen, 90 p. + 237 pl.

Provost M. 1998. Flore vasculaire de Basse-Normandie. Tomes 1 et 2, Presses Universitaires de Caen, 410 et 492 p.

Provost M. 1999. Flore vasculaire de Basse-Normandie. CD-ROM, Presses Universitaires de Caen

Rocamora, G. & Yeatman-berthelot, D. 1999. – Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation. Société d'Etudes Ornithologiques de France / Ligue pour la Protection des Oiseaux. Paris. 560p.

Zambettakis C. & Provost M. 2009. - Flore rare et menacée de Basse-Normandie - 424p.

12. ANNEXES

Liste récapitulative des plantes inventoriées

Les espèces sont déclinées selon les statuts de rareté de l'Atlas de la flore vasculaire de Basse-Normandie (PROVOST, 1998) ainsi que de la plus récente Cotation ZNIEFF du CBN de Brest, établie en 2010 :

| | |
|---|---|
| <u>Flore vasculaire de Basse-Normandie (PROVOST, 1998):</u> CCC=extrêmement commun, CC=très commun, C=commun, AC=assez commun, AR=assez rare, R=rare, RR=très rare, RRR=rarissime | <u>Cotation ZNIEFF établie pour leur élaboration par le Conservatoire botanique national de Brest (2010) :</u> 0 - Disparu ou présumé disparu 1 – Très rare 2 – Rare 3 – Assez rare 4 – Non rare/commun ? – Méconnu / – Non indigène |
|---|---|

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide | Espèces Invasives |
|---|----------------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| <i>Acer campestre</i> L. subsp. <i>campestre</i> | Erable champêtre | 4 | CC | | |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> L. | Erable sycomore | 4 | CC | | IP5 |
| <i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i> | Achillée millefeuille | 4 | CCC | | |
| <i>Agrostis stolonifera</i> L. subsp. <i>stolonifera</i> | Agrostide stolonifère | 4 | CC | ZH | |
| <i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb.) Cavara & Grande | Alliaire officinale | 4 | C | | |
| <i>Amaranthus hybridus</i> L. | Amaranthe hybride | | R | | AS2 |
| <i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich. | Orchis pyramidal | 4 | AC | | |
| <i>Anthriscus caucalis</i> M.Bieb. | Anthriscus des dunes | 3 | AR | | |
| <i>Aphanes arvensis</i> L. | Aphane des champs | 4 | AC | | |
| <i>Arctium lappa</i> L. | Bardane | 4 | AC | | |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i> L. | Sabline à feuilles de serpolet | 4 | AC | | |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl | Avoine élevée, Fromental | 4 | CCC | | |
| <i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte | Armoise de Chine | | AR | | AS5 |
| <i>Artemisia vulgaris</i> L. | Armoise commune | 4 | C | | |
| <i>Astragalus glycyphyllos</i> L. | Astragale à feuilles de réglisse | 2 | AR | | |
| <i>Avena fatua</i> L. | Folle-avoine | 4 | AC | | |
| <i>Ballota nigra</i> L. subsp. <i>foetida</i> Hayek | Ballote fétide | 4 | AC | | |
| <i>Bellis perennis</i> L. subsp. <i>perennis</i> | Pâquerette vivace | 4 | CCC | | |
| <i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Huds. | Chlore perfoliée | 4 | AC | | |
| <i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P.Beauv. | Brachypode penné | 4 | C | | |
| <i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J.Koch | Moutarde noire | 4 | AC | | |
| <i>Bromus erectus</i> Huds. subsp. <i>erectus</i> | Brome érigé | 4 | AC | | |
| <i>Bromus hordeaceus</i> L. subsp. <i>hordeaceus</i> | Brome mou | 4 | CC | | |

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide | Espèces Invasives |
|---|------------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| <i>Bromus sterilis</i> L. | Brome stérile | 4 | CC | | |
| <i>Bryonia dioica</i> Jacq. | Bryone dyoïque | 4 | C | | |
| <i>Buddleja davidii</i> Franch. | Arbre aux papillons | | R | | IP2 |
| <i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth | Calamagrostide commun | 3 | AC | | |
| <i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br. | Liseron des haies | 4 | CC | ZH | |
| <i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis | Chardon à capitules grêles | 3 | AR | | |
| <i>Carex divulsa</i> Stokes subsp. <i>divulsa</i> | Laïche écartée | 3 | AR | | |
| <i>Carex flacca</i> Schreb. subsp. <i>flacca</i> | Laïche glauque | 4 | C | | |
| <i>Carex hirta</i> L. | Laïche hérissée | 4 | C | | |
| <i>Carex spicata</i> Huds. | Laïche en épi | 4 | AC | | |
| <i>Centaurea nigra</i> L. | Centauree noire | 4 | CC | | |
| <i>Centaureum erythraea</i> Rafn subsp. <i>erythraea</i> | Erythrée petite centaurée | | C | | |
| <i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Dufr. subsp. <i>calcitrapae</i> | Centranthe chausse-trape | | RRR | | |
| <i>Centranthus ruber</i> (L.) DC. subsp. <i>ruber</i> | Centranthe rouge | | AC | | |
| <i>Chelidonium majus</i> L. | Grande chélidoine | 4 | AC | | |
| <i>Chenopodium album</i> L. | Chénopode blanc | 4 | CCC | | |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. | Cirse des champs | 4 | CCC | | |
| <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten. | Cirse commun | 4 | CC | | |
| <i>Clematis vitalba</i> L. | Clématite vigne blanche | 4 | CC | | |
| <i>Conium maculatum</i> L. | Grande ciguë | 4 | C | | |
| <i>Convolvulus arvensis</i> L. | Liseron des champs | 4 | CC | | |
| <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist | Vergerette du Canada | | AC | | AS6 |
| <i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>sanguinea</i> | Cornouiller sanguin | 4 | C | | |
| <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. subsp. <i>monogyna</i> | Aubépine monogyne | 4 | CCC | | |
| <i>Cymbalaria muralis</i> P. Gaertn., B. Mey. & Scherb. | Cymbalaire des murailles | 4 | CC | | |
| <i>Dactylis glomerata</i> L. | Dactyle aggloméré | 4 | CCC | | |
| <i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC. | Diplotaxis à feuilles menues | 4 | C | | |
| <i>Dipsacus fullonum</i> L. | Cabaret des oiseaux | 4 | C | | |
| <i>Echium vulgare</i> L. | Vipérine commune | 4 | AC | | |
| <i>Elymus repens</i> (L.) Gould | Chiendent rampant | 4 | CC | | |
| <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. | Bec-de-grue | 4 | AR | | |
| <i>Erophila verna</i> (L.) Chevall. | Drave printanière | 4 | C | | |
| <i>Euphorbia helioscopia</i> L. | Euphorbe réveil-matin | 4 | C | | |
| <i>Euphorbia lathyris</i> L. | Epurge | | AR | | |
| <i>Euphorbia peplus</i> L. | Euphorbe des jardins | 4 | CC | | |
| <i>Festuca arundinacea</i> Schreb. | Fétuque roseau | 4 | CC | | |
| <i>Festuca rubra</i> L. | Fétuque rouge | ? | AC | | |
| <i>Fraxinus excelsior</i> L. subsp. <i>excelsior</i> | Frêne commun | 4 | CC | | |
| <i>Galega officinalis</i> L. | Sainfoin d'Espagne | | RR | | AS6 |
| <i>Galium aparine</i> L. | Gaillet gratteron | 4 | CCC | | |
| <i>Galium mollugo</i> L. | Gaillet mou | 4 | CC | | |

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide | Espèces Invasives |
|--|-------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| <i>Galium parisiense</i> L. subsp. <i>parisiense</i> | Gaillet de Paris | 1 | RR | | |
| <i>Geranium dissectum</i> L. | Géranium disséqué | 4 | CC | | |
| <i>Geranium molle</i> L. | Géranium mou | 4 | C | | |
| <i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.f. | Géranium des Pyrénées | 4 | AC | | |
| <i>Geranium robertianum</i> L. | Herbe-à-Robert | 4 | CCC | | |
| <i>Geum urbanum</i> L. | Benoîte commune | 4 | CC | | |
| <i>Glechoma hederacea</i> L. | Lierre terrestre | 4 | CC | | |
| <i>Hedera helix</i> L. | Lierre grimpant | 4 | CCC | | |
| <i>Heracleum sphondylium</i> L. subsp. <i>sphondylium</i> | Grande Berce | 4 | CCC | | |
| <i>Himantoglossum hircinum</i> (L.) Spreng. subsp. <i>hircinum</i> | Orchis bouc | 3 | AC | | |
| <i>Hippophae rhamnoides</i> L. | Argousier | 2 | AR | ZH | |
| <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss. | Hirschfeldie grisâtre | 2 | RR | | |
| <i>Holcus lanatus</i> L. | Houlque laineuse | 4 | CCC | | |
| <i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>murinum</i> | Orge sauvage | 4 | AC | | |
| <i>Hypericum humifusum</i> L. | Millepertuis couché | 4 | C | ZH | |
| <i>Hypericum perforatum</i> L. | Millepertuis perforé | 4 | CC | | |
| <i>Hypochaeris radicata</i> L. | Porcelle enracinée | 4 | CCC | | |
| <i>Inula conyza</i> DC. | Inule conyze | 4 | C | | |
| <i>Iris foetidissima</i> L. | Iris fétide | 4 | AC | | |
| <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult. | Knautie des champs | 4 | CC | | |
| <i>Lactuca serriola</i> L. | Laitue scariole | 4 | AC | | |
| <i>Lamium album</i> L. | Lamier blanc | 4 | CC | | |
| <i>Lamium purpureum</i> L. | Lamier pourpre | 4 | CC | | |
| <i>Lathyrus aphaca</i> L. | Gesse sans feuilles | 3 | AC | | |
| <i>Lathyrus latifolius</i> L. | Gesse à larges feuilles | | AR | | IP5 |
| <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. | Grande marguerite | 4 | CCC | | |
| <i>Linaria repens</i> (L.) Mill. | Linaire striée | 4 | CC | | |
| <i>Lolium perenne</i> L. | Ivraie vivace | 4 | CCC | | |
| <i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>corniculatus</i> | Lotier corniculé | 4 | CC | | |
| <i>Malva moschata</i> L. | Mauve musquée | 4 | CC | | |
| <i>Medicago arabica</i> (L.) Huds. | Luzerne tachée | 4 | C | | |
| <i>Medicago lupulina</i> L. | Minette | 4 | CC | | |
| <i>Melilotus albus</i> Medik. | Mélicot blanc | | AR | | |
| <i>Mercurialis annua</i> L. | Mercuriale annuelle | 4 | CC | | |
| <i>Myosotis arvensis</i> Hill | Myosotis des champs | 4 | CC | | |
| <i>Narcissus pseudonarcissus</i> L. | Jonquille | 3 | AC | | |
| <i>Odontites vernus</i> (Bellardi) Dumort. subsp. <i>serotinus</i> (Coss. & Germ.) Corb. | Odontite d'automne | 4 | C | | |
| <i>Oenothera biennis</i> L. | Onagre bisannuelle | | RR | | AS5 |
| <i>Oenothera erythrosepala</i> Borbás | Onagre de Lamark | 3 | R | | AS6 |
| <i>Ophrys apifera</i> Huds. | Ophrys abeille | 3 | AC | | |
| <i>Origanum vulgare</i> L. | Origan commun | 4 | C | | |
| <i>Orobancha picridis</i> F.W.Schultz | Orobanche de la picride | 1 | | | |
| <i>Papaver rhoeas</i> L. | Coquelicot | 4 | CC | | |
| <i>Parthenocissus inserta</i> | Vigne vierge | | | | AS5 |

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide | Espèces Invasives |
|---|--------------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| (A.Kern.) <i>Fritsch</i> | | | | | |
| <i>Pastinaca sativa</i> L. | Panais cultivé | | | | |
| <i>Pastinaca sativa</i> L. subsp. <i>urens</i> (Req. ex Godr.) Celak. | Panais brûlant | | AC | | |
| <i>Petrorhagia prolifera</i> (L.) P.W.Ball & Heywood | Oeillet prolifère | 2 | RR | | |
| <i>Physalis philadelphica</i> | Amour en cage | | | | |
| <i>Picris echioides</i> L. | Picride vipérine | 4 | C | | |
| <i>Picris hieracioides</i> L. subsp. <i>hieracioides</i> | Picride épervière | 3 | AC | | |
| <i>Pimpinella major</i> (L.) Huds. subsp. <i>major</i> | Grand boucage | 4 | CC | | |
| <i>Plantago coronopus</i> L. subsp. <i>coronopus</i> | Plantain corne-de-cerf | 4 | AC | | |
| <i>Plantago lanceolata</i> L. | Plantain lancéolé | 4 | CCC | | |
| <i>Poa pratensis</i> L. subsp. <i>pratensis</i> | Pâturin des prés | 4 | CC | | |
| <i>Poa trivialis</i> L. subsp. <i>trivialis</i> | Pâturin commun | 4 | CC | | |
| <i>Polypodium vulgare</i> L. | Polypode vulgaire | 4 | | | |
| <i>Portulaca oleracea</i> L. subsp. <i>oleracea</i> | Pourpier des jardins | | R | | |
| <i>Potentilla reptans</i> L. | Potentille rampante | 4 | CC | | |
| <i>Primula vulgaris</i> Huds. | Primevère à grandes fleurs | 4 | CC | | |
| <i>Prunus avium</i> (L.) L. | Merisier | 4 | CC | | |
| <i>Ranunculus bulbosus</i> L. subsp. <i>bulbosus</i> | Renoncule bulbeuse | 4 | C | | |
| <i>Ranunculus repens</i> L. | Renoncule rampante | 4 | CCC | ZH | |
| <i>Reseda lutea</i> L. | Réséda jaune | 3 | AC | | |
| <i>Reseda luteola</i> L. | Gaude | 3 | AC | | |
| <i>Reynoutria japonica</i> Houtt. | Renouée du Japon | | C | | IA1i |
| <i>Rosa gr. canina</i> | Eglantier des chiens | ? | C | | |
| <i>Rubus gr. fruticosus</i> | Ronce | 4 | CCC | | |
| <i>Rumex crispus</i> L. | Patience crépue | 4 | CC | ZH | |
| <i>Rumex obtusifolius</i> L. subsp. <i>obtusifolius</i> | Patience à feuilles obtuses | 4 | CCC | | |
| <i>Sambucus nigra</i> L. | Sureau noir | 4 | CCC | | |
| <i>Saponaria officinalis</i> L. | Saponaire officinale | | AR | | |
| <i>Saxifraga tridactylites</i> L. | Saxifrage à trois doigts | 4 | C | | |
| <i>Sedum acre</i> L. | Orpin âcre | 3 | AC | | |
| <i>Sedum album</i> L. | Orpin blanc | 3 | AC | | |
| <i>Sedum telephium</i> L. subsp. <i>telephium</i> | Orpin rouge | 3 | AC | | |
| <i>Senecio erucifolius</i> L. | Séneçon à feuilles de roquette | 3 | AC | | |
| <i>Senecio inaequidens</i> DC. | Séneçon du Cap | | | | IP2 |
| <i>Senecio jacobaea</i> L. | Séneçon jacobée | 4 | CC | | |
| <i>Senecio vulgaris</i> L. | Séneçon vulgaire | 4 | | | |
| <i>Sherardia arvensis</i> L. | Shérardie des champs | 3 | AR | | |
| <i>Silene latifolia</i> Poir. subsp. <i>alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet | Compagnon blanc | 4 | CC | | |
| <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke | Silène | ? | | | |
| <i>Solanum dulcamara</i> L. | Morelle douce-amère | 4 | CC | ZH | |
| <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill | Laiteron rude | 4 | CC | | |

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide | Espèces Invasives |
|---|--------------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| <i>Sonchus oleraceus</i> L. | Laiteron maraîcher | 4 | CC | | |
| <i>Tanacetum vulgare</i> L. | Tanaisie | 3 | AR | | |
| <i>Taraxacum gr. officinale</i> | Pissenlit | | CCC | | |
| <i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC. | Torilis du Japon | 4 | C | | |
| <i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn. | Torilis à feuilles glomérulées | 2 | R | | |
| <i>Trifolium campestre</i> Schreb. subsp. <i>campestre</i> | Trèfle jaune | 4 | AC | | |
| <i>Trifolium dubium</i> Sibth. | Petit trèfle jaune | 4 | CCC | | |
| <i>Trifolium pratense</i> L. | Trèfle rose | 4 | CCC | | |
| <i>Trifolium repens</i> L. | Trèfle rampant | 4 | CCC | | |
| <i>Ulmus minor</i> Mill. | Orme champêtre | 4 | CC | | |
| <i>Urtica dioica</i> L. | Grande ortie | 4 | CCC | | |
| <i>Valerianella carinata</i> Loisel. | Valérianelle carénée | 4 | C | | |
| <i>Verbascum blattaria</i> L. | Molène blattaire | 1 | RR | | |
| <i>Verbascum thapsus</i> L. | Molène bouillon-blanc | 4 | C | | |
| <i>Verbena officinalis</i> L. | Verveine officinale | 4 | AC | | |
| <i>Veronica arvensis</i> L. | Véronique des champs | 4 | C | | |
| <i>Veronica persica</i> Poir. | Véronique de Perse | 4 | CC | | |
| <i>Vicia cracca</i> L. | Vesce à épis | 4 | CC | | |
| <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S.F.Gray | Vesce hirsute | 4 | CC | | |
| <i>Vicia sativa</i> L. | Vesce des champs | 4 | | | |
| <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb. subsp. <i>tetrasperma</i> | Vesce à quatre graines | 4 | C | | |
| <i>Vinca minor</i> L. | Petite pervenche | 4 | C | | |
| <i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C.Gmel. | Vulpie queue de rat | 3 | AR | | |
| <i>Yucca gloriosa</i> | Yucca | | | | AS5 |

Ports de Normandie

3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST



Dragage du Bassin Saint-Pierre à Caen

Esquisse d'aménagement pour la restauration des milieux naturels à Mondeville



Février 2023

Peter STALLEGGER
Consultant environnement
Le Château
61470 St Aubin de Bonneval
02 33 39 43 29
peter.stallegger@wanadoo.fr
N° SIRET 405 001 603 00019

Agnès SPALART
Paysagiste concepteur
chemin du Marais
14340 Notre Dame d'Estrées Corbon
02 31 48 88 15
agnes-spalart@wanadoo.fr
N° SIRET 440 909 976 00027

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCTION..... | 3 |
| 2. RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE ET METHODE..... | 5 |
| 2.1 Délimitation de l'étude | 5 |
| 3. ANALYSE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES..... | 6 |
| 4. Approche historique | 6 |
| 5. Approche paysagère | 11 |
| 6. Objectifs de la mission | 17 |
| 7. Propositions d'aménagement écologique..... | 18 |
| 7.1.1 Maitrise des déchets..... | 18 |
| 7.1.2 Retrait des poteaux et rails | 19 |
| 7.1.3 Création de mares | 19 |
| 7.1.4 Maintien de certains ilots de biodiversité..... | 21 |
| 7.1.5 Maintien de certains secteurs à ballast | 22 |
| 7.1.6 Création de merlons paysagers | 24 |
| 7.1.7 Calendrier de préparation du terrain | 24 |
| 7.1.8 Principes de l'aménagement..... | 25 |
| 7.1.9 Plantations d'accompagnement..... | 31 |
| 7.1.10 Propositions de suivi scientifique | 31 |
| 8. CONCLUSION | 32 |
| 9. BIBLIOGRAPHIE..... | 33 |
| 10. ANNEXES..... | 36 |
| Liste récapitulative des plantes inventoriées | 36 |

1. INTRODUCTION

Ports de Normandie envisage d'utiliser des terrains situés entre l'Orne et le canal de Caen à la mer sur les communes de Mondeville et Hérouville Saint Clair pour des opérations d'aménagement, notamment pour des opérations d'aménagements écologiques en faveur de la faune et de la flore sur le corridor de la trame verte et bleue, en utilisant des matériaux limoneux issus du dragage du port de Caen, afin de rétablir une continuité écologique sur le site conformément aux objectifs des trames vertes et bleues.

Actuellement, le tirant d'eau disponible du Bassin Saint-Pierre est relativement limitant pour l'accueil de navires d'exception ou d'événements particuliers tels que la Normandy Channel Race, ainsi que pour l'exploitation du port de plaisance. Une opération de dragage du Bassin Saint-Pierre et de son chenal d'accès est donc prévue pour un volume global de sédiments à retirer d'environ 30 000 m³.

Dans le cadre de ce marché, une gestion à terre des sédiments a été retenue. Les sédiments dragués seront transportés par barge jusqu'au Quai de Calix pour être traités sur un terrain à proximité du site d'étude. Les études préalables (analyse H14) ont démontré un caractère non toxique de ces matériaux. Un dossier de demande d'autorisation environnementale au titre des articles L.181-1 à 181-4 du code de l'environnement, portant à la fois sur le dragage du Bassin Saint-Pierre et de son chenal d'accès (Loi sur l'eau) et sur le traitement des sédiments pollués (ICPE) est en cours.

Ports de Normandie souhaite valoriser les sédiments préalablement déshydratés, présentant des caractéristiques structurales et fonctionnelles intéressantes, dans un projet d'aménagement écologique et de refunctionalisation d'un milieu à proximité immédiate de la zone de transit.

Le cabinet **PETER STALLEGGER – CONSULTANT EN ENVIRONNEMENT** est un bureau régional d'études et de conseil qui dispose de plus de vingt-cinq années d'expérience sur des expertises écologiques ou intégrées de territoires de taille variable. Il intervient en Haute et Basse-Normandie sur les spécialités suivantes :

- Expertise et gestion des milieux naturels (protégés et non protégés)
- Volet nature des études d'impact, évaluation d'incidences Natura 2000
- Inventaires faune et flore (ZNIEFF, Espaces Naturels Sensibles, réserves naturelles, forêts, zones humides)
- Plans de gestion de sites naturels, documents d'objectifs Natura 2000
- Caractérisation de zones humides selon l'arrêté du 24 juin 2008
- Evaluation environnementale de PLU
- Accompagnement de travaux d'aménagement

La présente étude a pour but de réaliser l'esquisse d'aménagement de restauration des milieux naturels sur le terrain ciblé.

Sur la base de l'inventaire des milieux naturels, faunistique et floristique réalisé en décembre 2021, l'objectif principal est de redonner au site une fonction écologique par la création, par exemple, de zones refuge, de zones de transit...

L'aménagement doit s'insérer dans la trame verte et bleue existante et tenir compte du PPRT présent sur le secteur.

Le rapport précisera les possibilités d'aménagement dont l'objectif premier est de rétablir une continuité écologique en valorisant les matériaux issus du dragage.

Ce travail, le rapport associé et les illustrations, doit pouvoir être utilisé pour la constitution du dossier d'autorisation environnementale du projet.

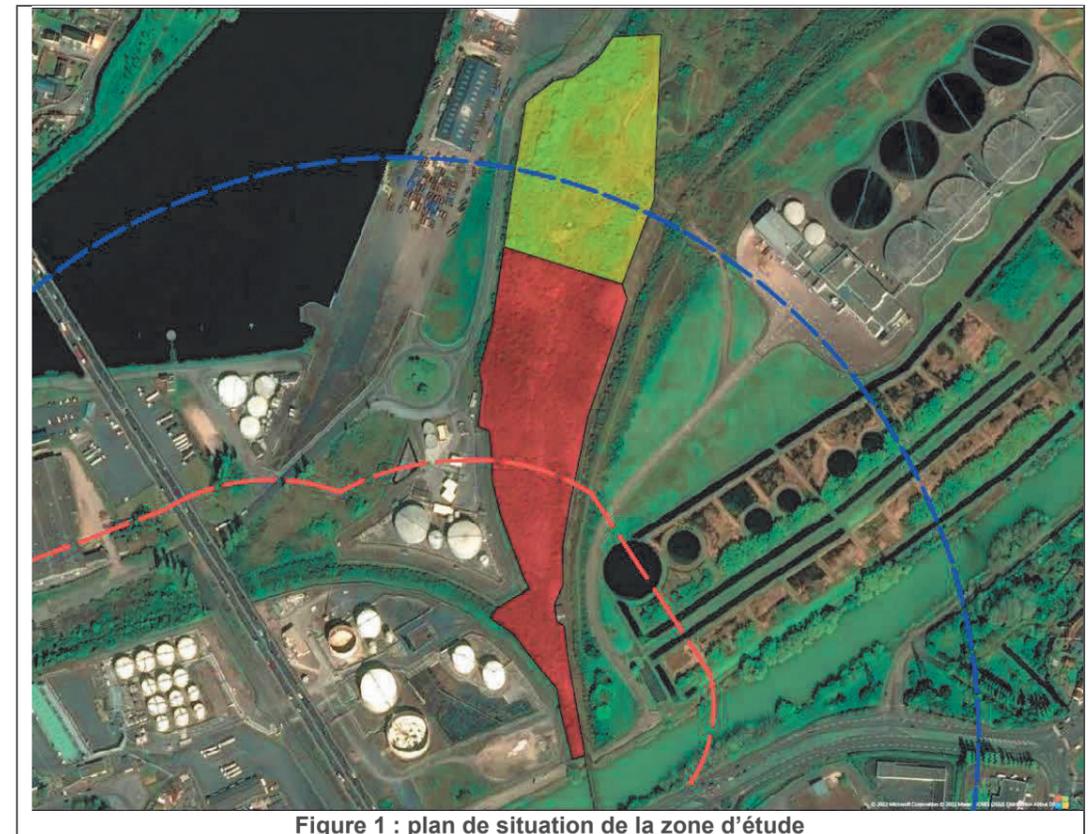


Figure 1 : plan de situation de la zone d'étude

La partie nord (en jaune sur le plan), d'environ 2 hectares, sera utilisée pour le traitement des sédiments. Des bassins étanches seront installés pour permettre un traitement intensif par ajout de liants et malaxage. Un système de collecte et de traitement des eaux sera aussi mis en place.

La partie sud (en rouge sur le plan), d'environ 3 hectares, est la zone envisagée pour une réhabilitation écologique.

Le terrain se situe dans le périmètre du Plan de Prévention des Risques Technologiques lié aux Dépôts de Pétrole Côtiers sur la commune de Mondeville, qui limite les activités et la présence humaine sur la zone. Le zonage est indiqué sur le plan ci-dessus (zonage rouge et bleu du PPRT).

Un inventaire des milieux naturels, faunistique et floristique sur le terrain a été réalisé (*Peter Stalleger, Décembre 2021*). Il n'a pas montré une sensibilité particulière du site. En effet, il se localise majoritairement sur des terrains artificiels de remblais accumulés au fur et à mesure des décennies et non humides. Le site accueille seulement quelques espèces en Liste Rouge (2 espèces de flore et 4 espèces d'oiseaux) et quelques milieux thermophiles et fourrés intéressants pour la faune.

La zone d'étude a été revisitée suite aux inventaires de 2021 aux dates suivantes : 6 décembre 2022 et 11 février 2023.

2. RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE ET METHODE

2.1 Délimitation de l'étude

Le périmètre d'étude est représenté sur la carte ci-dessous.



Figure 2 : délimitation du site entre plateforme de traitement et site de valorisation écologique

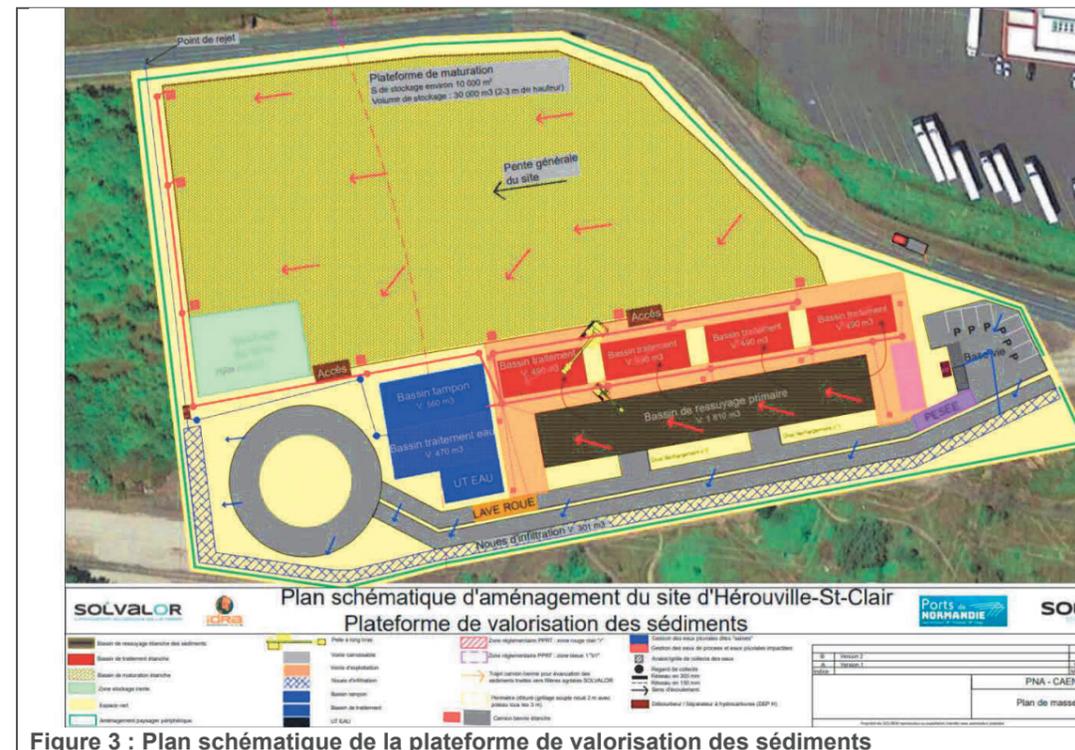


Figure 3 : Plan schématique de la plateforme de valorisation des sédiments

3. ANALYSE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES

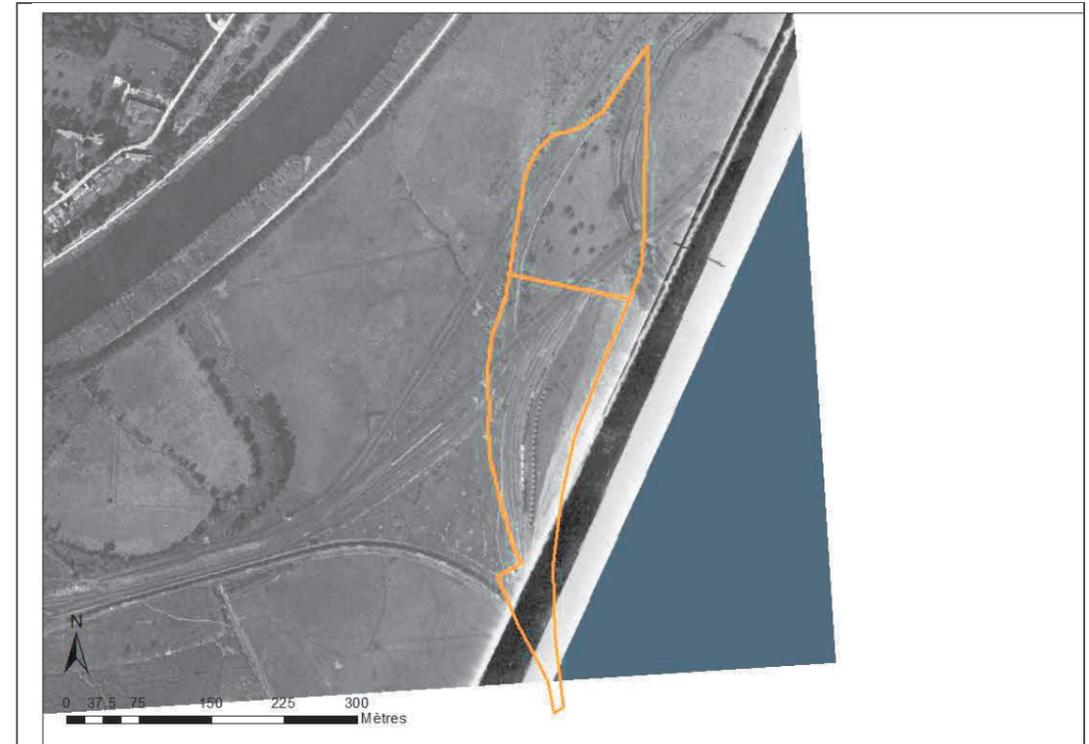
L'analyse a été faite dans l'étude de l'état initial faune, flore et habitats de 2022.

Conclusion données environnementales

La zone d'étude ne se situe ni dans une ZNIEFF de type 1 ou 2, ni dans ou à proximité d'un site NATURA 2000. Elle n'est pas prédisposée à la présence de zones humides et elle n'accueille pas de corridors fonctionnels de la trame verte.

4. Approche historique

Le regard porté sur les orthophotographies aériennes prises depuis 1937 (<https://remonterletemps.ign.fr/>) permet de comprendre l'évolution des milieux et leur anthropisation par phases successives entre 1937 et 2020.



1937 : le site est déjà un nœud ferroviaire



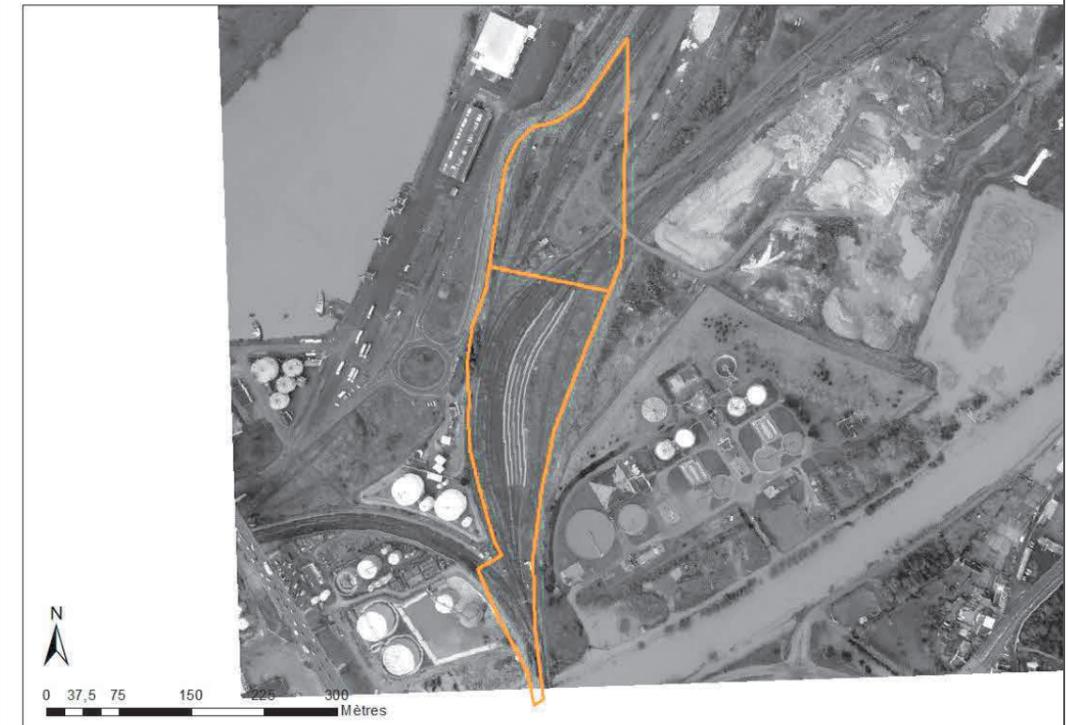
1946 : un fossé a été creusé entre l'Orne et le canal entre Caen et la mer



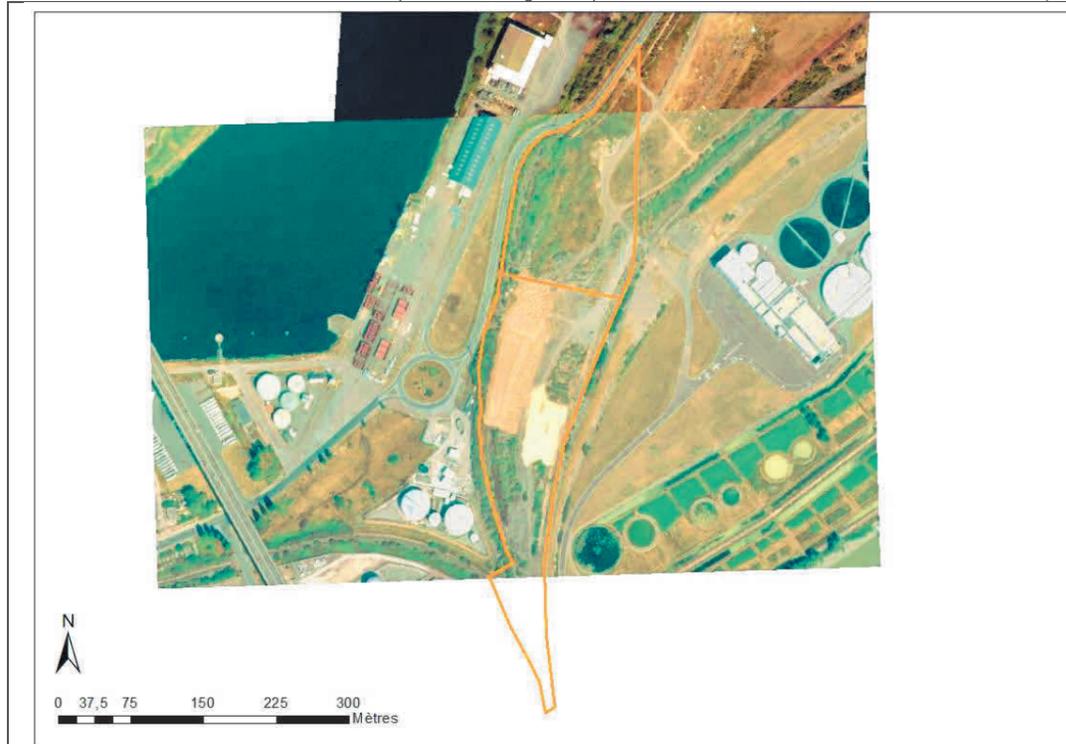
1963 : un quai a été créé au bord du canal de Caen à la mer élargi



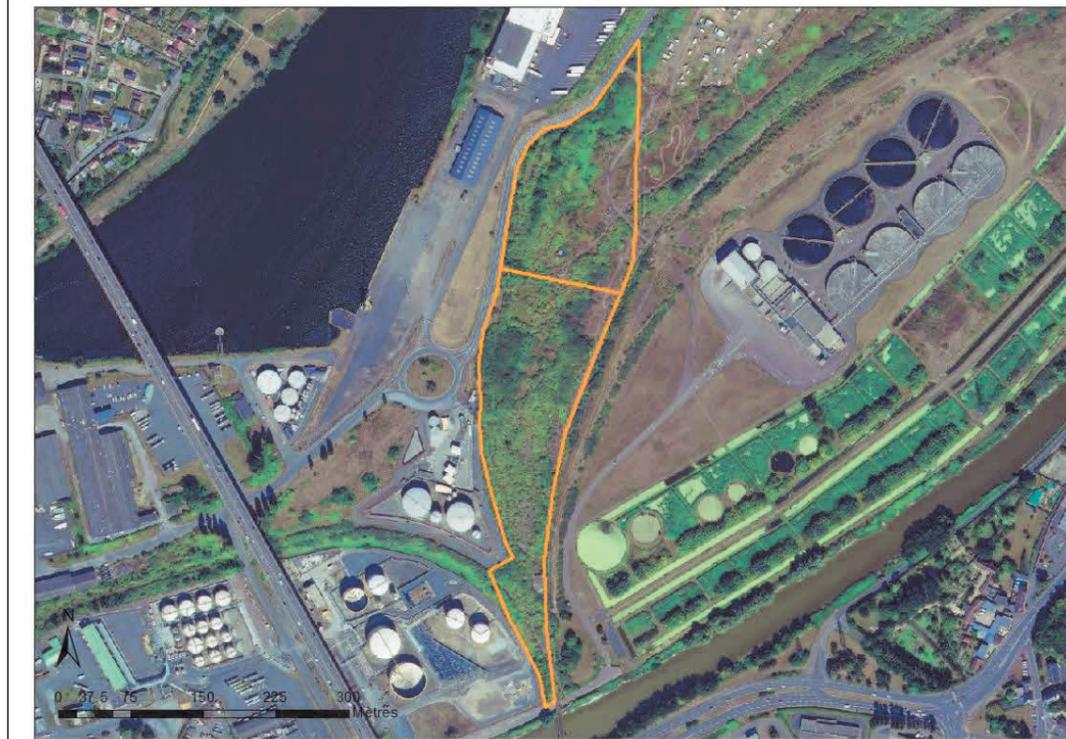
1978 : création du pont de Calix et d'entrepôts pétroliers



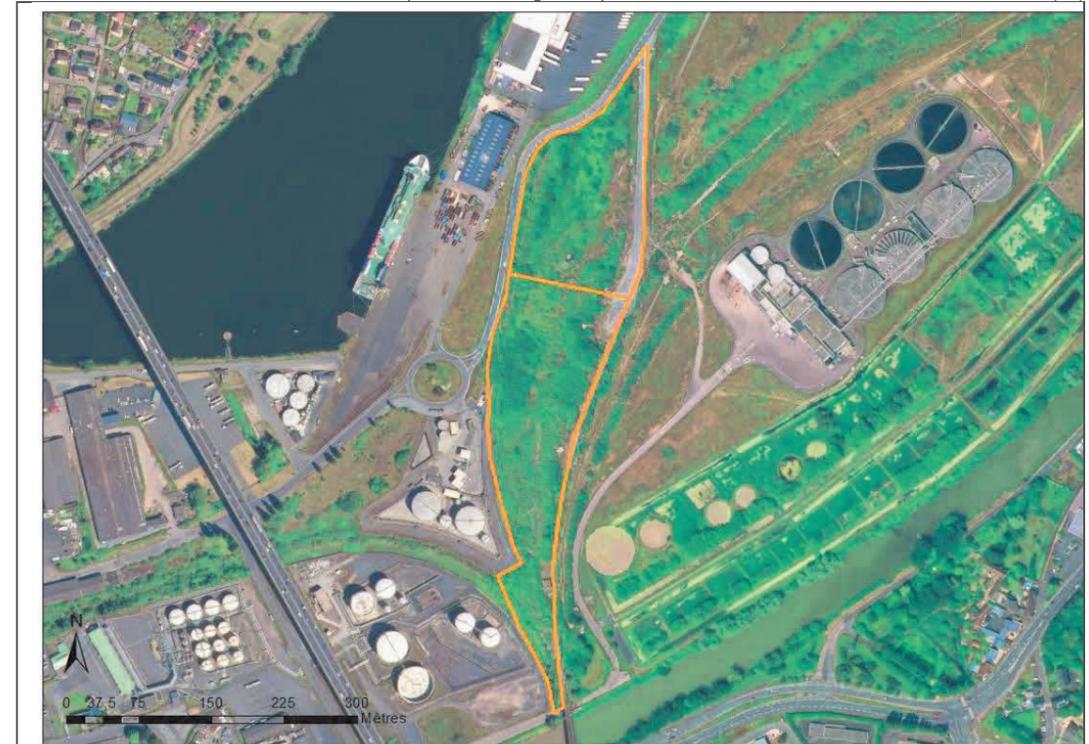
1995 : début de démantèlement des rails



2005 : dépôt de matériaux au centre, début de colonisation par les ligneux en marge

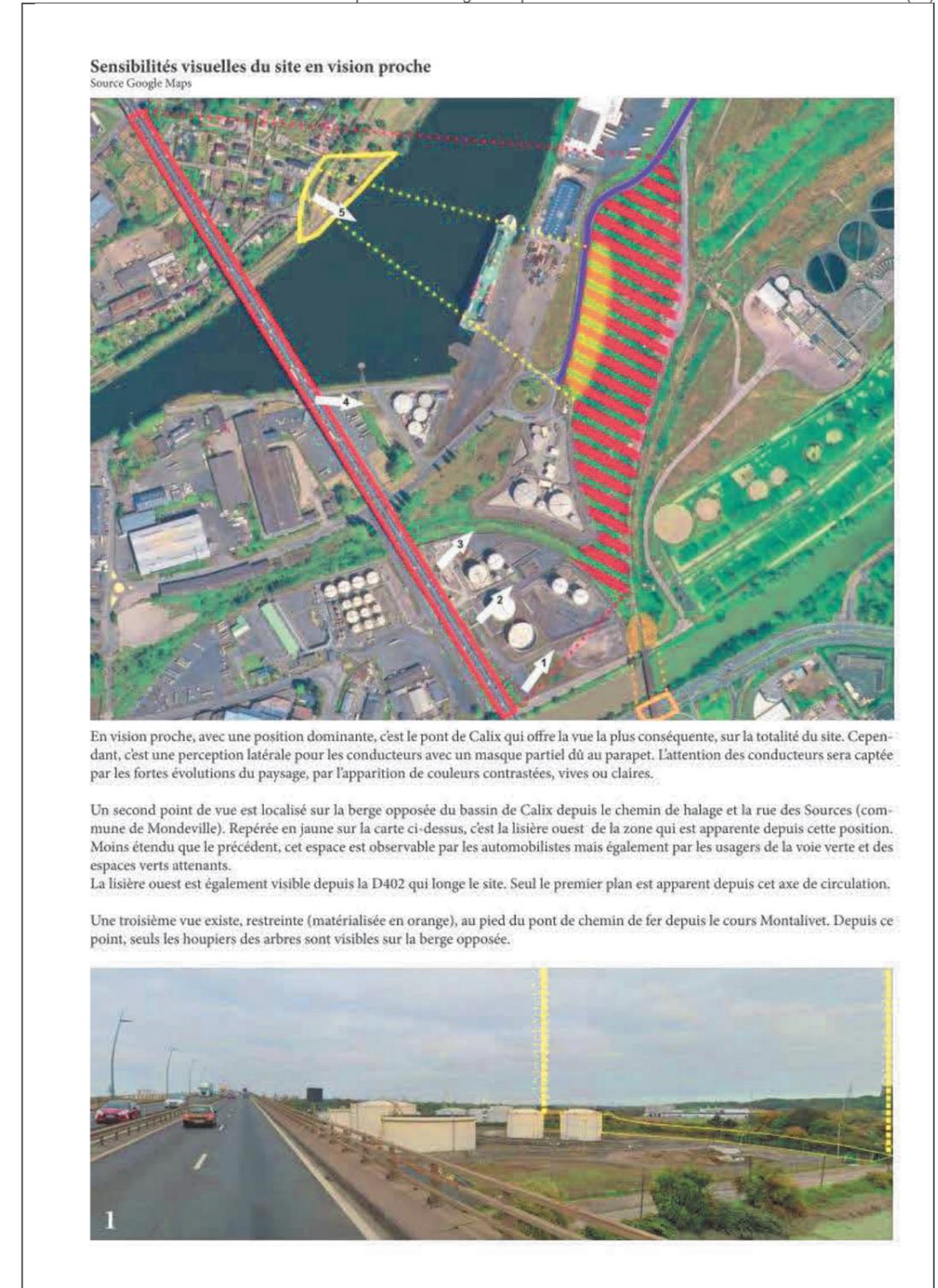
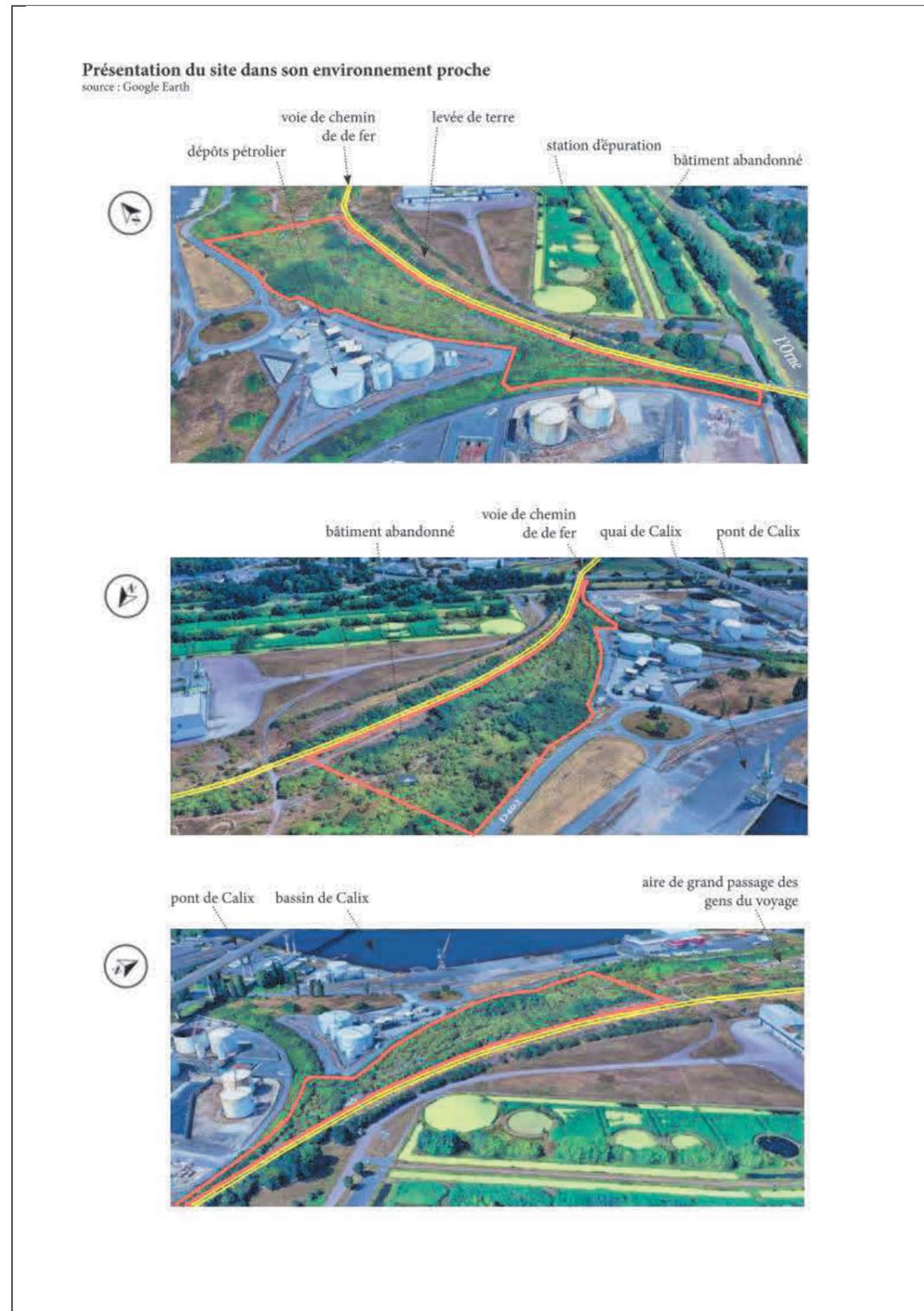


2016 : installation rapide de l'arbre à papillons partout



2020 : densification du couvert végétal, création d'une piste d'accès au nord

5. Approche paysagère





Iconographie - évolution du site

Autour de 1980 - Cartes postales



Iconographie - évolution du site

Autour de 1990 - source Archives Départementales du Calvados



Iconographie - évolution du site

Autour de 2000



Iconographie - évolution du site

Autour de 2010



Iconographie - évolution du site

Autour de 2020 - source : caen-presquile.com



6. Objectifs de la mission

La mission consiste à réaliser l'esquisse d'aménagement de restauration des milieux naturels sur le terrain ciblé. Sur la base de l'inventaire des milieux naturels, faunistique et floristique réalisé en 2021, l'objectif principal est de redonner au site une fonction écologique par la création, par exemple, de zones refuge, de zones de transit...

L'aménagement doit s'insérer dans la trame verte et bleue existante et tenir compte du PPRT présent sur le secteur.

Le rapport précisera les possibilités d'aménagement dont l'objectif premier est de rétablir une continuité écologique en valorisant des sédiments.

Ce travail, le rapport associé et les illustrations, doit pouvoir être utilisé pour la constitution du dossier d'autorisation environnementale du projet.

La proposition d'aménagement écologique fera l'objet d'un rapport littéral illustré par des croquis et photographies, donnant les principes et grandes lignes d'intervention. Le rapport contiendra également une estimation sommaire de la proposition.

Notre approche tiendra compte de la présence des espèces remarquables observées en 2021, et notamment de la population de lézard des murailles. Notre objectif est de valoriser au mieux l'aménagement du site avec le réemploi de sédiments présentant des caractéristiques structurales et fonctionnelles intéressantes, en créant une mosaïque de micro-milieux favorables à la diversité floristique, aux oiseaux, reptiles et aussi amphibiens (par création de points d'eau temporaires permettant la reproduction, entre autres, du rare et menacé crapaud calamite), et également aux insectes et autres invertébrés.

Pour ne pas risquer d'être envahi de nouveau comme actuellement par le buddleia ou arbre à papillons, le volet paysager proposera une approche de « friche accompagnée », à savoir la mise en place de quelques arbres, arbustes et plantes herbacées qui doivent se propager ensuite naturellement.

Nos propositions comprendront également un programme de suivi scientifique naturaliste d'une part et suivi de la refunctionalisation des sols d'autre part, afin d'évaluer la réussite du programme pour l'accueil de la biodiversité.

7. Propositions d'aménagement écologique

7.1.1 Maitrise des déchets

Avant le début du chantier, il sera impératif de faire ramasser les très nombreux macrodéchets éparpillés sur le site, parfois en tas importants, mais aussi de façon diffuse.



06/12/2022



11/02/2023

Les plaques de fibrociment et le toit de la cabane nécessitent une procédure spécifique liée à la présence d'amiante.



Figure 4 : principaux tas de macrodéchets

7.1.2 Retrait des poteaux et rails

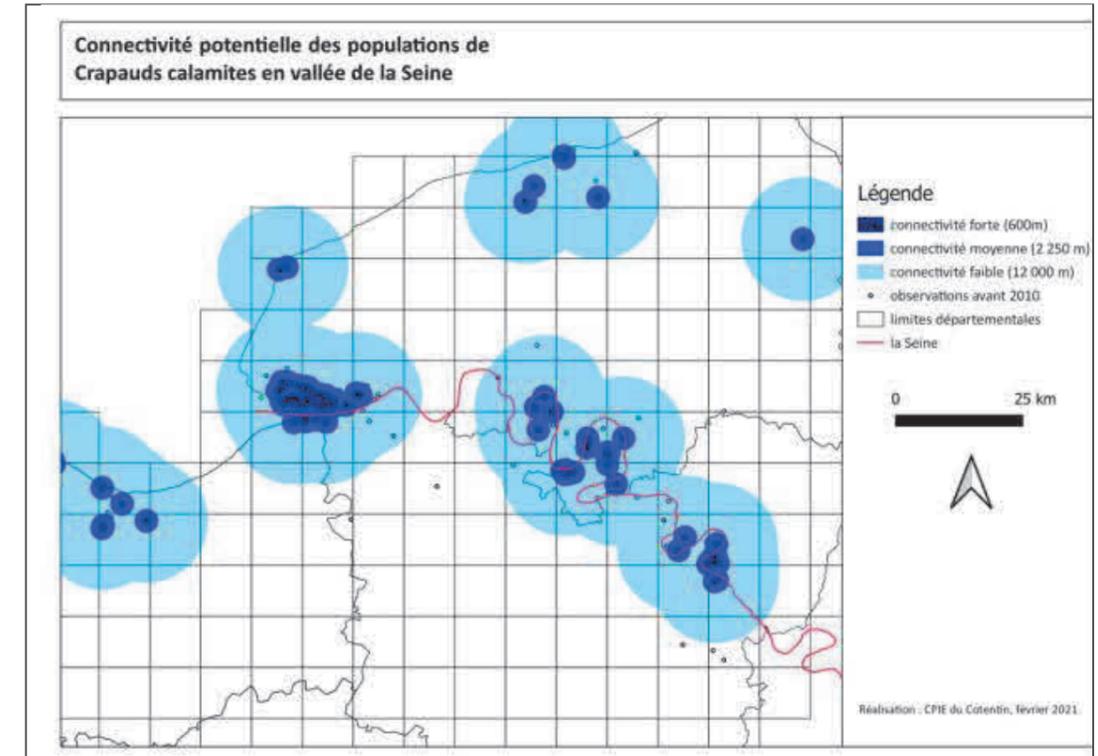
Dans la partie de la future plateforme de traitement, il reste des poteaux en béton armé à retirer. Des rails à l'abandon (suite à « récupération » de traverses en chêne ?) sont également à récupérer.



7.1.3 Création de mares

La très faible perméabilité des sédiments (perméabilité 10-8 à 10-9) permet d'envisager la création d'un réseau de mares à vocation d'accueillir la reproduction d'amphibiens, d'odonates et d'autres insectes aquatiques, tout en permettant l'installation de plantes aquatiques et amphibiens.

Parmi les amphibiens, l'espèce cible sera en priorité le crapaud calamite, dans le cadre du futur Plan Régional d'Actions (PRA) « Amphibiens & Reptiles ». Il se trouve en effet que l'estuaire de l'Orne est un des derniers sites du Calvados à abriter une population du crapaud calamite. Les derniers sites connus dans l'estuaire sont situés plus proches du littoral, mais il faut profiter de cette opération pour créer un nouveau site favorable.



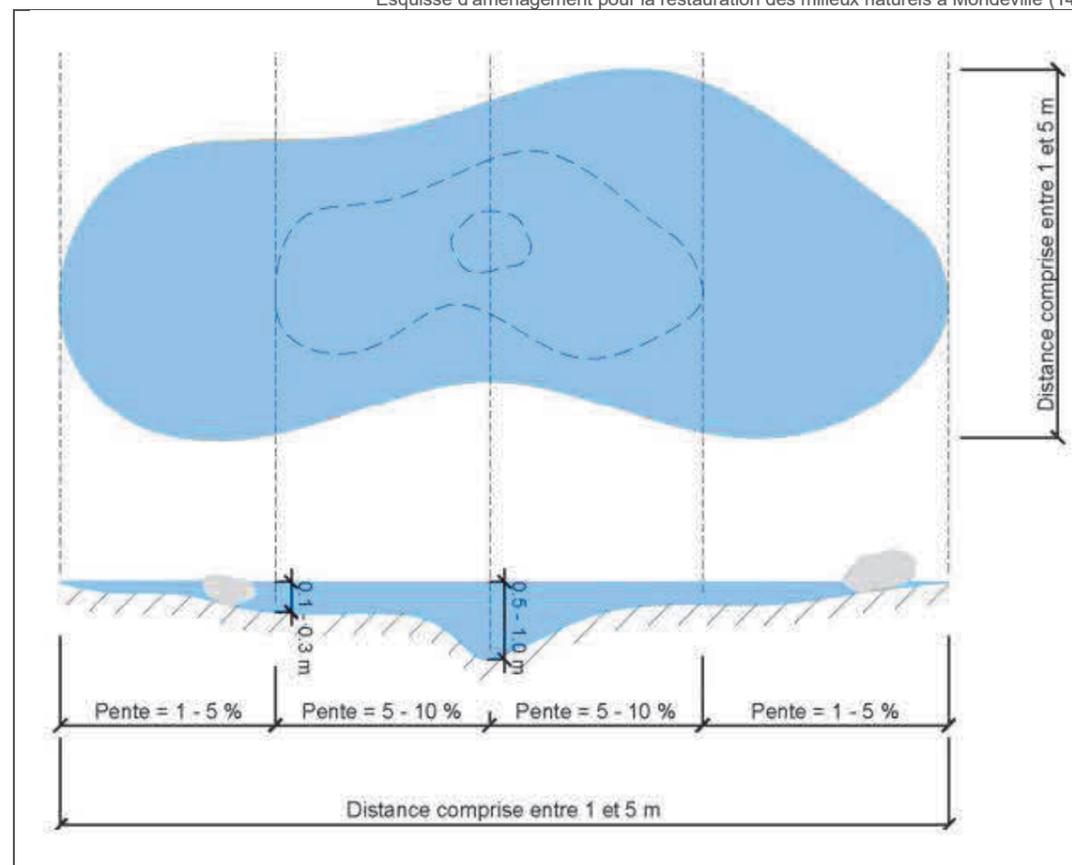
Exemple d'une fiche de gestion pour une population relictuelle de **crapauds calamites** en vallée de la Seine (CPIE du Cotentin) :

Soutien de la population via des travaux de gestion

Afin de maintenir ou de permettre l'expansion de la population connue, il conviendrait de créer des réseaux de mares temporaires, dans un rayon de 600 à 2 250 m :

- au moins 5 mares,
- ensoleillées,
- peu profondes (10 à 40 cm) mais avec une zone refuge surcreusée pour les têtards,
- avec des pentes douces (< 10°),
- pour une surface totale d'au moins 100 m²
- avec quelques grosses pierres à proximité des mares (refuge pour les métamorphes à l'émergence notamment).

Les sites devraient être régulièrement entretenus : végétation terrestre globalement rase, et mares curées par rotation (par exemple une par an mais à adapter selon la dynamique évolutive du biotope).



7.1.4 Maintien de certains ilots de biodiversité

Afin de conserver des habitats d'espèces rares et protégées, notamment pour le groupe des oiseaux et des reptiles, nous proposons de conserver des tronçons d'habitats principalement en marge de la zone d'étude. Ainsi, pour permettre les déplacements d'espèces, il est proposé de conserver des zones de fourrés autour du secteur d'étude sur une bande d'une vingtaine de mètres de largeur.

Le corridor écologique le long de la route sera maintenu au droit de la plateforme de gestion et de traitement des sédiments.

Dans la partie sud qui recevra les sédiments, il faut prévoir le broyage des buddlejas, tout en maintenant des corridors écologiques le long de la voie ferrée et de la route, et également des ilots de biodiversité autour des quelques arbres et arbustes indigènes (saules, noisetiers, cornouillers).



7.1.5 Maintien de certains secteurs à ballast

En limite sud du secteur d'étude se situent des étendues de ballast ferroviaire non colonisées par la végétation, propices à la population de lézard des murailles.

Nous proposons de ne pas couvrir la totalité de ces ballasts, afin de maintenir un biotope favorable à ces reptiles protégés.



Les propositions de secteurs à conserver sont présentées sur la carte suivante :

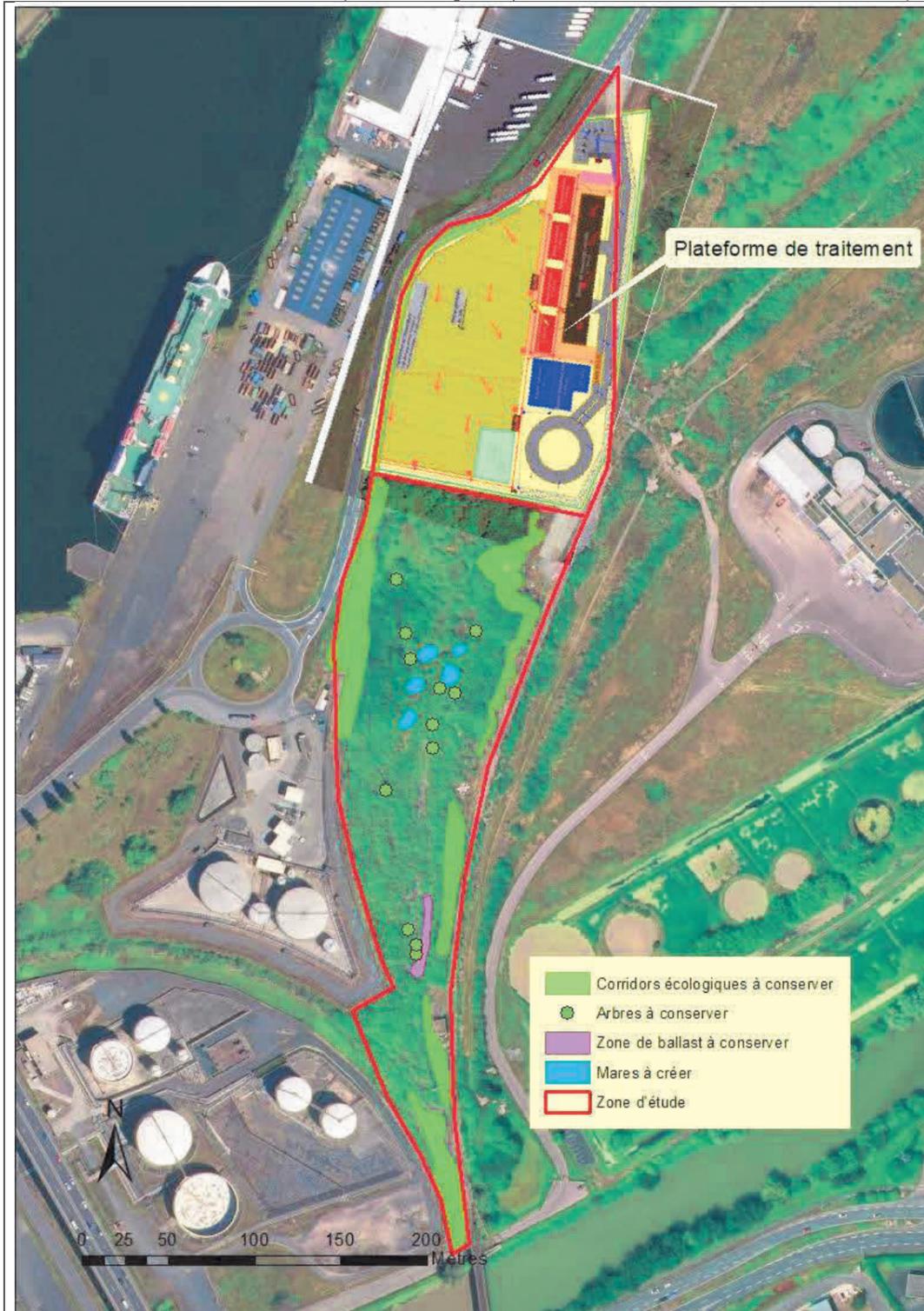


Figure 5 : carte des secteurs à préserver

7.1.6 Création de merlons paysagers

L'objectif des merlons est d'assurer la continuité écologique, de servir de corridor de biodiversité, de sites de nidification d'oiseaux (hirondelle de rivage sur certains talus abrupts) et d'insectes (abeilles et guêpes solitaires nichant au sol). Les merlons à l'intérieur du site atteindront 2 à 2,50 m de hauteur, les merlons plus larges à proximité des cuves d'hydrocarbures pourront monter jusqu'à 5 m de hauteur (si autorisés). Il existe déjà des merlons aussi hauts à l'ouest de la station d'épuration, désormais bien intégrés dans le paysage.

Cette mosaïque de micro-milieux (tantôt en plein soleil, tantôt ombragées, humides à proximité des futures mares, secs en haut des talus et dans les zones de ballasts) garantira l'accueil d'espèces aux exigences écologiques diversifiées.

Pour cela, l'utilisation des matériaux limoneux issus du dragage dans une matrice structurée permet d'avoir les propriétés agronomiques et structurelles optimales. En complément, du BRF (bois raméal fragmenté) issu du broyage des ligneux pourra être mis par endroits, pour augmenter la fertilité du sol et favoriser ainsi une diversité floristique.

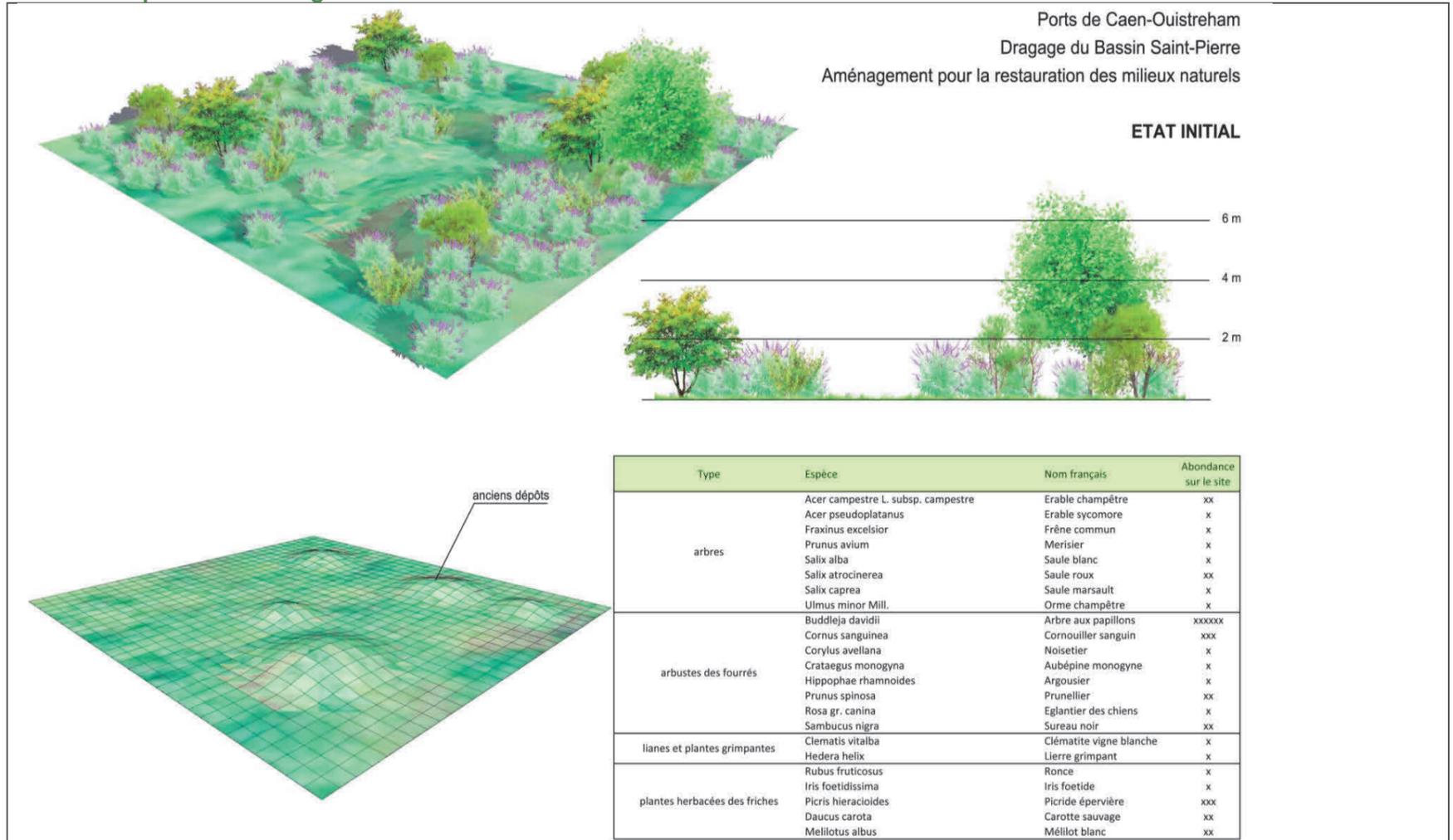
Second Intérêt, au niveau PPRT, le merlon Est permettra une réduction des risques technologiques liée au dépôts de carburant. Une étude de risque de la zone devra être réalisée avec cette nouvelle composante, afin de quantifier cette réduction. De plus, la forme et la disposition des merlons paysagers pourront être optimisés afin de renforcer son effet de protection.

Ce futur site dédié à la biodiversité et à fonction de corridor écologique ne sera pas ouvert au public. Le bon déroulement du chantier, puis la recolonisation par la faune et la flore sera documenté par un suivi scientifique à mener les trois premières années, puis tous les cinq ans.

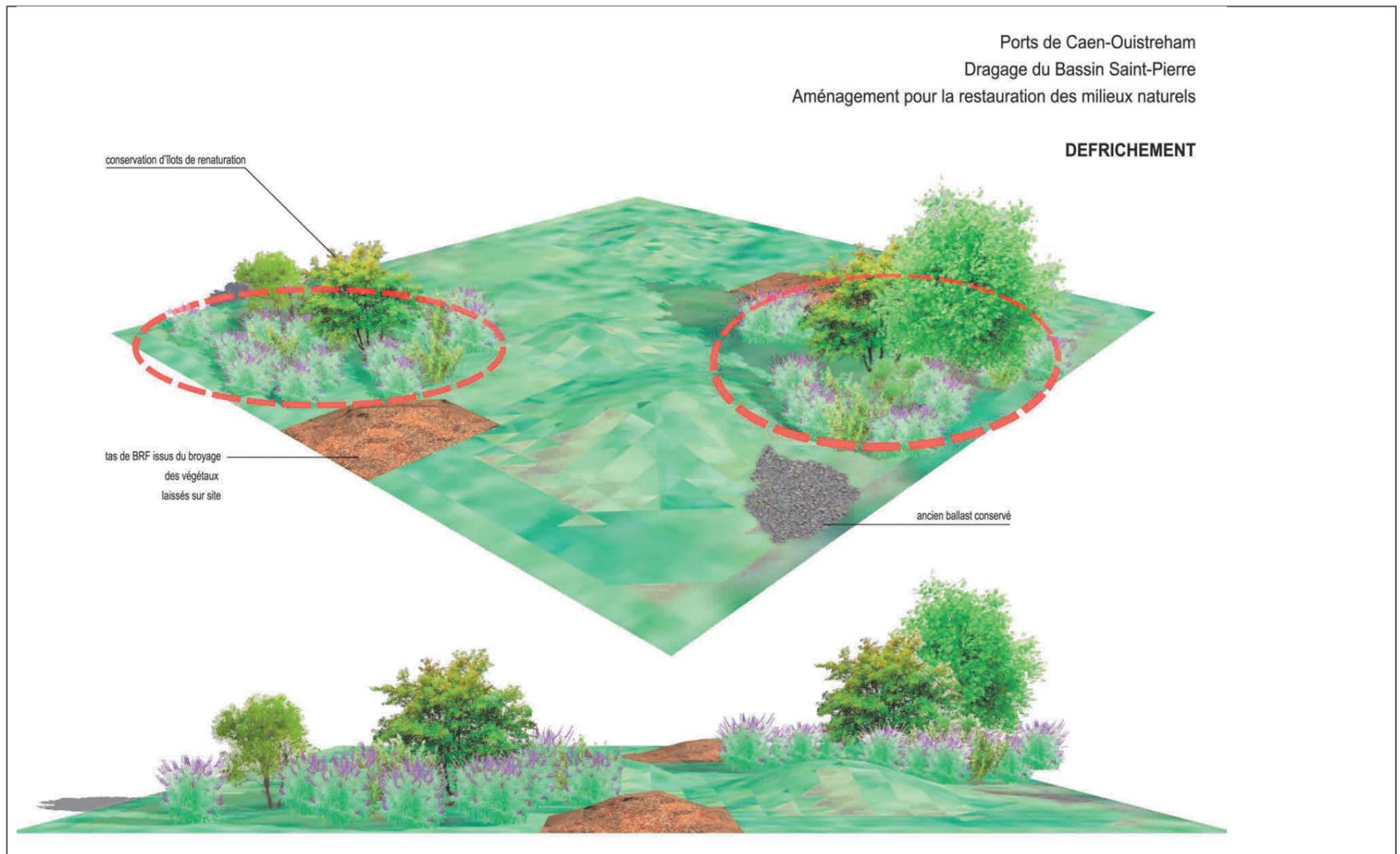
7.1.7 Calendrier de préparation du terrain

Les chantiers d'arrachage d'arbres et d'arbustes, de broyage des buddlejas, devront être réalisés en dehors de la période de nidification des oiseaux, entre le 1er septembre et le 28 février.

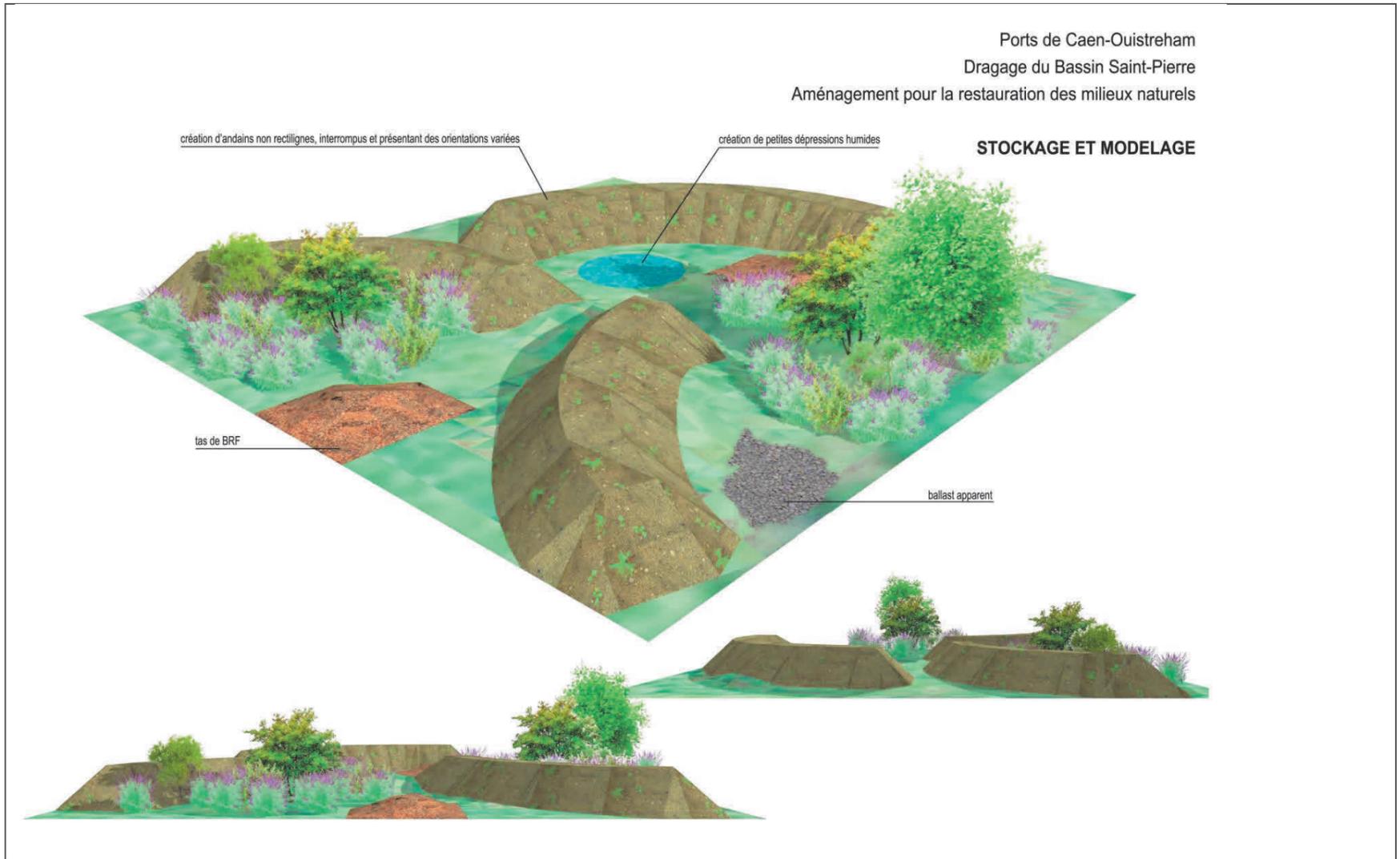
7.1.8 Principes de l'aménagement



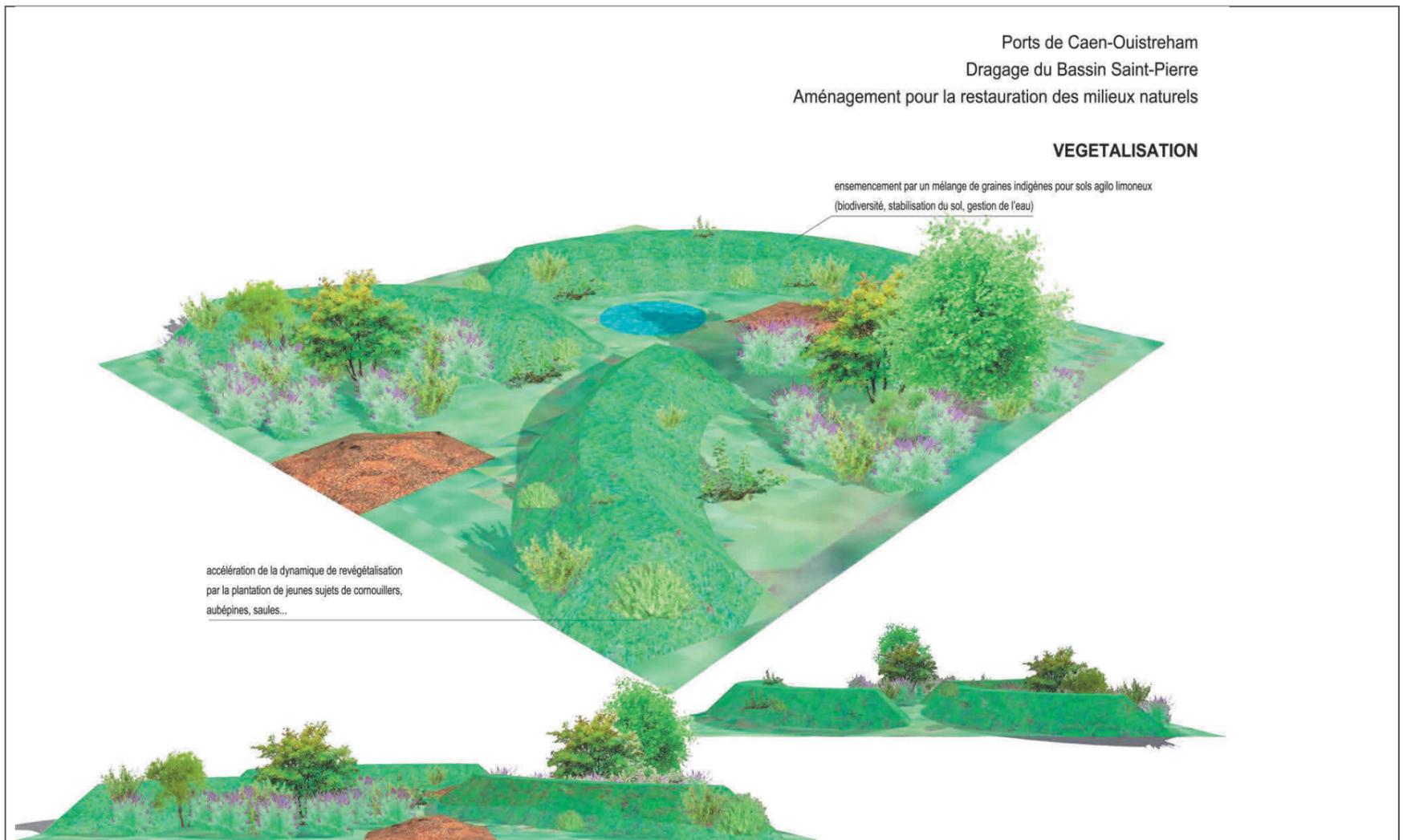
Peter STALLEGGER – Consultant en Environnement & Agnès SPALART - paysagiste concepteur (2023)



Peter STALLEGGER – Consultant en Environnement & Agnès SPALART - paysagiste concepteur (2023)



Peter STALLEGGER – Consultant en Environnement & Agnès SPALART - paysagiste concepteur (2023)



Peter STALLEGGER – Consultant en Environnement & Agnès SPALART - paysagiste concepteur (2023)

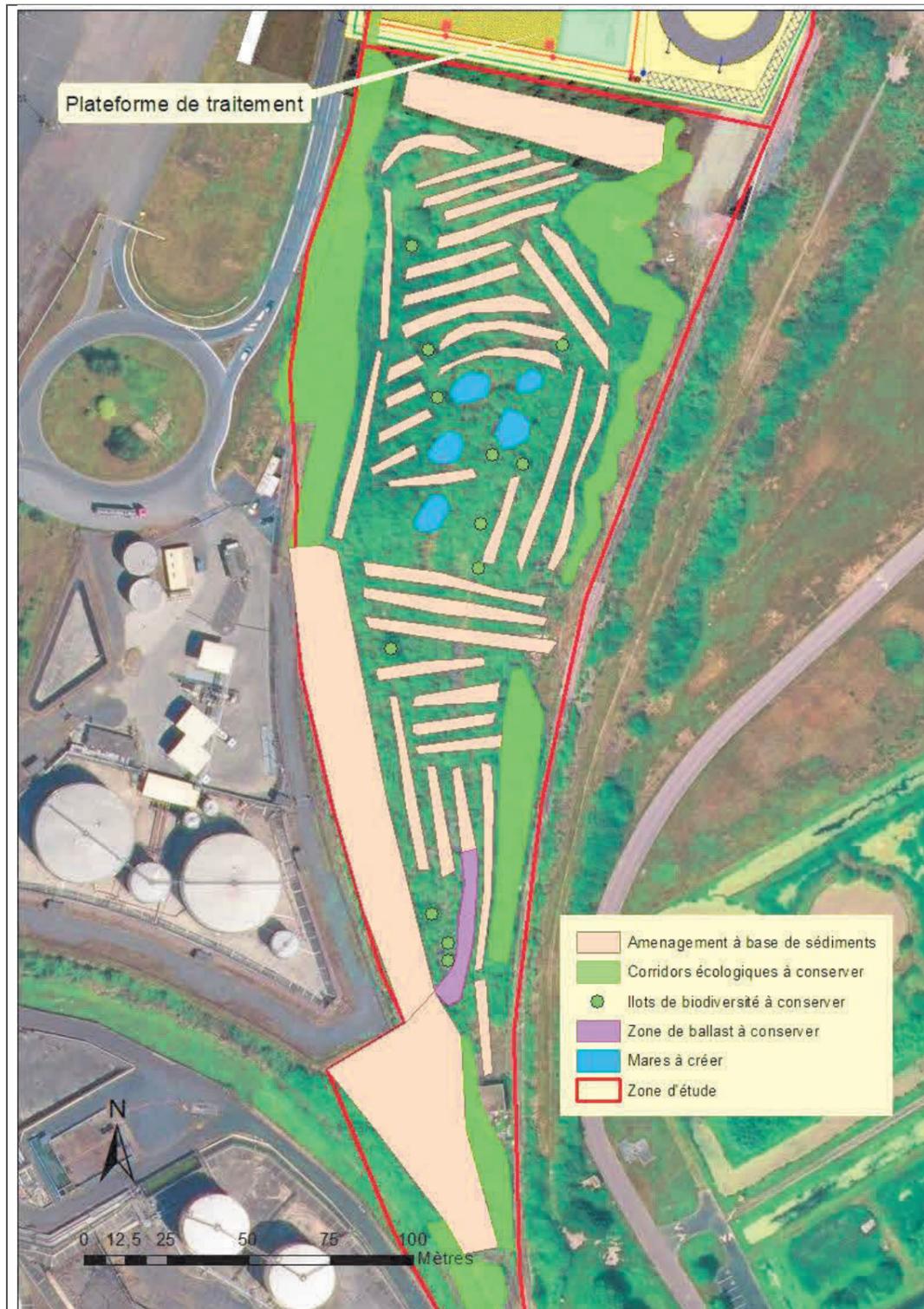
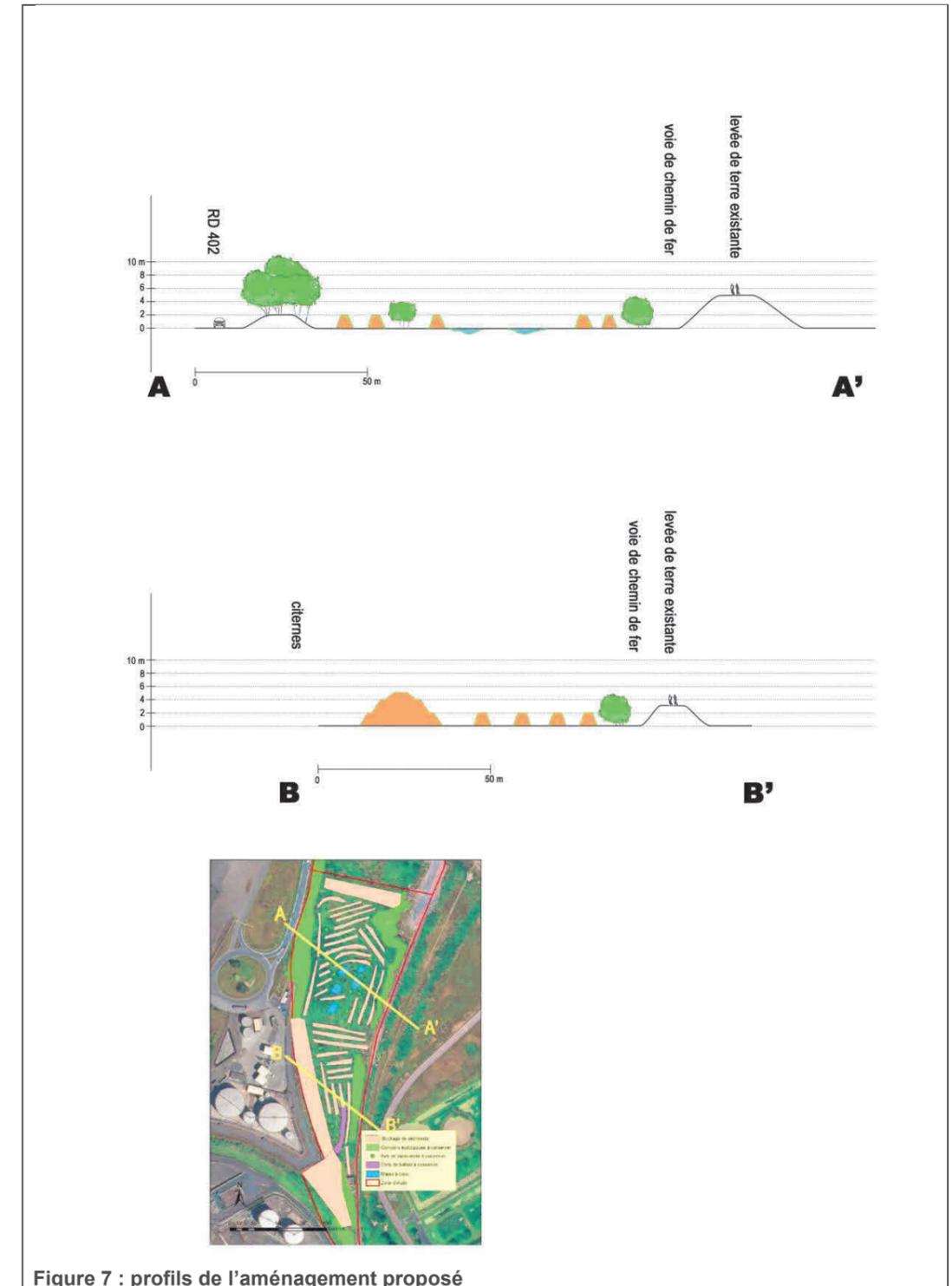


Figure 6 : esquisse de l'aménagement paysager et de refonctionnalisation

Cette esquisse montre le principe de l'aménagement proposé, pour un volume de sédiments estimé à 30 000 m³.



En appliquant une hauteur de 5 m au talus plus larges près des cuves d'hydrocarbures et de la plateforme, de 1,5 m aux autres talus, on arrive à un volume de 32 130 m³. Mais cette

esquisse pourra être simplifiée, le nombre de talus pouvant être divisé par deux, en les faisant plus larges.

7.1.9 Plantations d'accompagnement

Pour éviter que le site soit de nouveau colonisé rapidement par les buddlejas, nous proposons de mettre en place quelques arbres et arbustes censés se multiplier ensuite rapidement. Cela devra être fait uniquement avec des plantes locales, en privilégiant les arbres et arbustes mellifères (saules...) et/ou produisant des baies pour les oiseaux.

- Saule roux *Salix atrocinerea*
- Saule blanc *Salix alba*
- Prunellier *Prunus spinosa*
- Aubépine *Crataegus monogyna*
- Cornouiller sanguin *Cornus sanguinea*
- Noisetier *Corylus avellana*

Pour les saules, il suffira de planter des branches issues des arbres sur place, la reprise se fait à partir de racines émises par les branches au contact du sol.

Certains talus pourront être ensemencés en plantes mellifères (vesces, picrides...), éventuellement pour un effet paysager éphémère visible du pont de Calix (coquelicots, bleuets).

7.1.10 Propositions de suivi scientifique

Il faudra prévoir un suivi scientifique de l'opération d'aménagement écologique du dépôt des sédiments, afin de documenter la bonne réussite du programme.

Ce suivi portera d'une part sur la structure des matériaux (analyses pédologiques), d'autre part sur la faune et la flore.

Ce suivi devra être mis en œuvre les trois premières années, puis tous les cinq ans.

8. CONCLUSION

Le projet d'aménagement paysager en valorisant les matériaux issus du dragage se localise majoritairement sur des terrains artificiels de remblais accumulés au fur et à mesure des décennies pour les besoins du réseau ferroviaire. Ce sont des zones non humides, recouvertes par une couche sableuse à faiblement limoneuse, colonisées par une friche d'arbustes en majorité non indigènes (buddlejas). Ainsi, il est important de reconstituer des sols multifonctionnels (rétention / infiltration de l'eau / carbone + sol vivant et fertile) afin de rétablir une continuité écologique sur ce site où l'artificialisation et des forts marqueurs anthropiques sont toujours présents résultants par une faible biodiversité.

Pour l'aménagement paysager et écologique, nous proposons de conserver des bandes qui serviront de refuges et de corridors écologiques aux déplacements de la faune. Un réseau de mares pourra accueillir la reproduction d'amphibiens et d'insectes aquatiques, avec comme espèce cible le crapaud calamite dont l'estuaire de l'Orne est un des derniers refuges en Normandie.

De plus, des merlons paysagers seront également conçus avec un double objectif, un premier objectif écologique (continuité écologique, corridor de biodiversité, milieu de vie pour oiseaux, amphibiens, reptiles, insectes), un second objectif sociétal en réduisant le risque technologique lié au dépôt pétrolier.

9. BIBLIOGRAPHIE

- ARRETE MINISTERIEL du 1er octobre 2009 modifiant l'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement. JORF du 24 novembre 2009.
- ARRETE MINISTERIEL du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. JORF du 10 mai 2007.
- ARRETE MINISTERIEL du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. JORF du 6 mai 2007.
- ARRETE MINISTERIEL du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.211-1, L.214-7 et R.211-108 du code de l'environnement.
- ARRETE MINISTERIEL du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. JORF du 5 décembre 2009.
- ARRETE MINISTERIEL du 8 janvier 2021 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. JORF du 11 février 2021.
- BARRIOZ M., 2014 – Liste rouge des Amphibiens et des Reptiles de Normandie, région Basse Normandie et Haute Normandie.
- BARRIOZ M., 2020 – Liste rouge des reptiles de Normandie, validée par le CRSPN le 13 janvier 2022.
- BARRIOZ M., COCHARD P-O & VOELTZEL V., 2015 – Amphibiens et reptiles de Normandie. URCPIC de Normandie. 288p.
- BCEOM & ECONAT, 2001 – Guide méthodologique pour l'évaluation des incidences des projets et programmes d'infrastructures et d'aménagement sur les sites Natura 2000. Application de l'article L.414-4 du code de l'environnement (Chapitre IV, section I). Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 74 p.
- BOUSQUET T., GUYADER D., MARTIN P. & ZAMBETTAKIS C. 2010. Cotation de rareté des taxons indigènes de la flore vasculaire de Basse-Normandie. Conservatoire botanique national de Brest, Antenne de Basse-Normandie.
- BOUSQUET T., MAGNANON S. & BRINDEJONC O., 2015 – Liste rouge de la flore vasculaire de la Basse-Normandie. DREAL Basse-Normandie/Région Basse-Normandie/Feader Basse-Normandie. Conservatoire botanique national de Brest, 43p.
- BUCHET J., HOUSSET P., TOUSSAINT B., 2012 - inventaire de la Flore-Vasculaire de Haute-Normandie (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts. Centre régional de phytosociologie, Conservatoire Botanique National de Bailleul.
- BUCHET J., HOUSSET P., JOLY M., DOUVILLE C., LEVY W. & DARDILLAC A. 2015 – Atlas de la flore sauvage de Haute-Normandie. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire Botanique National de Bailleul, Bailleul, 696p.
- CATTEAU E., BUCHET J., CALART CH., COULOMBEL R., DAMBRINE L., DARDILLAC A., DELPLANQUE S., DUHAMEL F., FRANÇOIS R., HAUGUEL J-C., PREY T. & VILLEJOURBERT G. 2021 – Végétation du nord de la France, guide de détermination. Conservatoire Botanique National de Bailleul, Edition Biotope, Mèze, 400p.
- COURTECUISSIE R. & DUHEM B., 2011 - Guide des champignons de France et d'Europe : 1752 espèces décrites et illustrées. Les guides du naturaliste, Delachaux et Niestlé, 544 p.
- DARDENNE B., DEMARES M., GUERARD P., HAZET G., LEPERTEL N., QUINETTE J.P. & RADIGUE F. 2008. Papillons de Normandie et des îles de nos Anglo-Normandes, atlas des Rhopalocères et zygènes. AREHN, Rouen, 200p.

- DARDILLAC A., BUCHET J., CATTEAU E., DOUVILLE C., DUHAMEL F. 2019 – Guide des végétations des zones humides de Normandie orientale. Conservatoire Botanique National de Bailleul, 624p.
- DEBOUT G., 2009 – Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de Normandie. Caen, Groupe Ornithologique Normand, 448p.
- DEBOUT G., & CHEVALIER B., 2022 – Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de Normandie. Nidification et présence hivernale, Groupe Ornithologique Normand, OREP, Bayeux. 493p.
- DELASSUS L., MAGNANON S. 2014 – Classification physiologique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire. Conservatoire Botanique National de Brest. Les cahiers scientifiques et techniques n°1, 260p.
- DOUVILLE C., WAYMEL J. 2019 – Observatoire des plantes vasculaires exotiques envahissantes de Normandie. Liste des plantes vasculaires exotiques envahissantes de Normandie pour la priorisation des actions de contrôle, de connaissance et d'information/sensibilisation & bilan des actions 2018. Conservatoire botanique national de Bailleul / Conservatoire botanique national de Brest, 20p.
- FERRAND 2007. L'évaluation environnementale des documents d'urbanisme. Guide méthodologique à l'attention des organismes chargés d'élaborer ou de valider une évaluation environnementale.
- GROUPE MAMMALOGIQUE NORMAND 2004. Les mammifères sauvages de Normandie : statut et répartition.
- GROUPE ORNITHOLOGIQUE NORMAND., 2005. Atlas des oiseaux de Normandie en hiver. Le Cormoran 13 (2004), 232 p.
- GUILLEMOT V., LARDILLEUX S., DUMEIGE B., CLET F., LECOINTE S. & D'HERVE B., 2014. Schéma régional de cohérence écologique de Basse-Normandie. DREAL Normandie, Conseil régional de Basse-Normandie, Dervenn.
- LOUVEL-GLASER J. & GAUDILLAT V., 2015. *Correspondance entre les classifications d'habitats CORINE Biotopes et EUNIS*. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris 119p.
- OUVRAGE COLLECTIF DE L'ASSOCIATION FAUNE ET FLORE DE L'ORNE (AFFO). 2016. Atlas des papillons de l'Orne. Edition du Tilleul. 240p.
- PROVOST M. 1993. Atlas de répartition des plantes vasculaires de Basse-Normandie. Presses Universitaires de Caen, 90 p. + 237 pl.
- PROVOST M. 1998. Flore vasculaire de Basse-Normandie. Tomes 1 et 2, Presses Universitaires de Caen, 410 et 492 p.
- PROVOST M. 1999. Flore vasculaire de Basse-Normandie. CD-ROM, Presses Universitaires de Caen
- ROBERT L., AMELINE M., HOUARD X. & MOUQUET C. – Liste rouge des Odonates de Basse Normandie, validée par CRSPN le 23 novembre 2011.
- ROCAMORAG. & YEATMAN-BERTHELOT, D. 1999. – Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation. Société d'Etudes Ornithologiques de France / Ligue pour la Protection des Oiseaux. Paris. 560p.
- SIMON A. & CHEREAU L. 2021 – Liste rouge des Orthoptères, Mantres et Phasmes de Normandie, validée par le CSRPN le 13 janvier 2022.
- SIMON A. & CHEREAU L. 2021 – Liste rouge des rhopalocères et zygènes de Normandie, validée par le CSRPN le 13 janvier 2022.
- STALLEGGER P. 2019. – Sauterelles, grillons, criquets, perce-oreilles, mantres et phasmes (Orthoptera, Dermaptera, Mantodea, Phasmatodea) de Normandie, Statuts et répartition. Invertébrés Armoricaïns n°19. 226p.

10. ANNEXES

Liste récapitulative des plantes inventoriées

Les espèces sont déclinées selon les statuts de rareté de l'Atlas de la flore vasculaire de Basse-Normandie (PROVOST, 1998) ainsi que de la plus récente Cotation ZNIEFF du CBN de Brest, établie en 2010 :

| | |
|---|---|
| <u>Flore vasculaire de Basse-Normandie (PROVOST, 1998):</u> CCC=extrêmement commun, CC=très commun, C=commun, AC=assez commun, AR=assez rare, R=rare, RR=très rare, RRR=rarissime | <u>Cotation ZNIEFF établie pour leur élaboration par le Conservatoire botanique national de Brest (2010) :</u> 0 - Disparu ou présumé disparu 1 – Très rare 2 – Rare 3 – Assez rare 4 – Non rare/commun ? – Méconnu / – Non indigène |
|---|---|

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide | Espèces Invasives |
|---|----------------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| <i>Acer campestre</i> L. subsp. <i>campestre</i> | Erable champêtre | 4 | CC | | |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> L. | Erable sycomore | 4 | CC | | IP5 |
| <i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i> | Achillée millefeuille | 4 | CCC | | |
| <i>Agrostis stolonifera</i> L. subsp. <i>stolonifera</i> | Agrostide stolonifère | 4 | CC | ZH | |
| <i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb.) Cavara & Grande | Alliaire officinale | 4 | C | | |
| <i>Amaranthus hybridus</i> L. | Amaranthe hybride | | R | | AS2 |
| <i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich. | Orchis pyramidal | 4 | AC | | |
| <i>Anthriscus caucalis</i> M.Bieb. | Anthriscus des dunes | 3 | AR | | |
| <i>Aphanes arvensis</i> L. | Aphane des champs | 4 | AC | | |
| <i>Arctium lappa</i> L. | Bardane | 4 | AC | | |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i> L. | Sabline à feuilles de serpolet | 4 | AC | | |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl | Avoine élevée, Fromental | 4 | CCC | | |
| <i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte | Armoise de Chine | | AR | | AS5 |
| <i>Artemisia vulgaris</i> L. | Armoise commune | 4 | C | | |
| <i>Astragalus glycyphyllos</i> L. | Astragale à feuilles de réglisse | 2 | AR | | |
| <i>Avena fatua</i> L. | Folle-avoine | 4 | AC | | |
| <i>Ballota nigra</i> L. subsp. <i>foetida</i> Hayek | Ballote fétide | 4 | AC | | |
| <i>Bellis perennis</i> L. subsp. <i>perennis</i> | Pâquerette vivace | 4 | CCC | | |
| <i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Huds. | Chlore perfoliée | 4 | AC | | |
| <i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P.Beauv. | Brachypode penné | 4 | C | | |
| <i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J.Koch | Moutarde noire | 4 | AC | | |
| <i>Bromus erectus</i> Huds. subsp. <i>erectus</i> | Brome érigé | 4 | AC | | |

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide | Espèces Invasives |
|--|-----------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| <i>Bromus hordeaceus</i> L. subsp. <i>hordeaceus</i> | Brome mou | 4 | CC | | |
| <i>Bromus sterilis</i> L. | Brome stérile | 4 | CC | | |
| <i>Bryonia dioica</i> Jacq. | Bryone dyoïque | 4 | C | | |
| <i>Buddleja davidii</i> Franch. | Arbre aux papillons | | R | | IP2 |
| <i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth | Calamagrostide commun | 3 | AC | | |
| <i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br. | Liseron des haies | 4 | CC | ZH | |
| <i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis | Chardon à capitules grêles | 3 | AR | | |
| <i>Carex divulsa</i> Stokes subsp. <i>divulsa</i> | Laïche écartée | 3 | AR | | |
| <i>Carex flacca</i> Schreb. subsp. <i>flacca</i> | Laïche glauque | 4 | C | | |
| <i>Carex hirta</i> L. | Laïche hérissée | 4 | C | | |
| <i>Carex spicata</i> Huds. | Laïche en épi | 4 | AC | | |
| <i>Centaurea nigra</i> L. | Centauree noire | 4 | CC | | |
| <i>Centaurium erythraea</i> Rafn subsp. <i>erythraea</i> | Erythrée petite centaurée | | C | | |
| <i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Duf. subsp. <i>calcitrapae</i> | Centranthe chausse-trape | | RRR | | |
| <i>Centranthus ruber</i> (L.) DC. subsp. <i>ruber</i> | Centranthe rouge | | AC | | |
| <i>Chelidonium majus</i> L. | Grande chélidoine | 4 | AC | | |
| <i>Chenopodium album</i> L. | Chénopode blanc | 4 | CCC | | |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. | Cirse des champs | 4 | CCC | | |
| <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten. | Cirse commun | 4 | CC | | |
| <i>Clematis vitalba</i> L. | Clématite vigne blanche | 4 | CC | | |
| <i>Conium maculatum</i> L. | Grande ciguë | 4 | C | | |
| <i>Convolvulus arvensis</i> L. | Liseron des champs | 4 | CC | | |
| <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist | Vergerette du Canada | | AC | | AS6 |
| <i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>sanguinea</i> | Cornouiller sanguin | 4 | C | | |
| <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. subsp. <i>monogyna</i> | Aubépine monogyne | 4 | CCC | | |
| <i>Cymbalaria muralis</i> P.Gaertn., B.Mey. & Scherb. | Cymbalaire des murailles | 4 | CC | | |
| <i>Dactylis glomerata</i> L. | Dactyle aggloméré | 4 | CCC | | |
| <i>Diploaxis tenuifolia</i> (L.) DC. | Diploaxis à feuilles menues | 4 | C | | |
| <i>Dipsacus fullonum</i> L. | Cabaret des oiseaux | 4 | C | | |
| <i>Echium vulgare</i> L. | Vipérine commune | 4 | AC | | |
| <i>Elymus repens</i> (L.) Gould | Chiendent rampant | 4 | CC | | |
| <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. | Bec-de-grue | 4 | AR | | |
| <i>Erophila verna</i> (L.) Chevall. | Drave printanière | 4 | C | | |
| <i>Euphorbia helioscopia</i> L. | Euphobe réveil-matin | 4 | C | | |
| <i>Euphorbia lathyris</i> L. | Epurge | | AR | | |
| <i>Euphorbia peplus</i> L. | Euphorbe des jardins | 4 | CC | | |
| <i>Festuca arundinacea</i> Schreb. | Fétuque roseau | 4 | CC | | |
| <i>Festuca rubra</i> L. | Fétuque rouge | ? | AC | | |
| <i>Fraxinus excelsior</i> L. subsp. <i>excelsior</i> | Frêne commun | 4 | CC | | |
| <i>Galega officinalis</i> L. | Sainfoin d'Espagne | | RR | | AS6 |

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide | Espèces Invasives |
|--|-------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| <i>Galium aparine</i> L. | Gaillet gratteron | 4 | CCC | | |
| <i>Galium mollugo</i> L. | Gaillet mou | 4 | CC | | |
| <i>Galium parisiense</i> L. subsp. <i>parisiense</i> | Gaillet de Paris | 1 | RR | | |
| <i>Geranium dissectum</i> L. | Géranium disséqué | 4 | CC | | |
| <i>Geranium molle</i> L. | Géranium mou | 4 | C | | |
| <i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.f. | Géranium des Pyrénées | 4 | AC | | |
| <i>Geranium robertianum</i> L. | Herbe-à-Robert | 4 | CCC | | |
| <i>Geum urbanum</i> L. | Benoîte commune | 4 | CC | | |
| <i>Glechoma hederacea</i> L. | Lierre terrestre | 4 | CC | | |
| <i>Hedera helix</i> L. | Lierre grimpant | 4 | CCC | | |
| <i>Heracleum sphondylium</i> L. subsp. <i>sphondylium</i> | Grande Berce | 4 | CCC | | |
| <i>Himantoglossum hircinum</i> (L.) Spreng. subsp. <i>hircinum</i> | Orchis bouc | 3 | AC | | |
| <i>Hippophae rhamnoides</i> L. | Argousier | 2 | AR | ZH | |
| <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss. | Hirschfeldie grisâtre | 2 | RR | | |
| <i>Holcus lanatus</i> L. | Houlque laineuse | 4 | CCC | | |
| <i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>murinum</i> | Orge sauvage | 4 | AC | | |
| <i>Hypericum humifusum</i> L. | Millepertuis couché | 4 | C | ZH | |
| <i>Hypericum perforatum</i> L. | Millepertuis perforé | 4 | CC | | |
| <i>Hypochaeris radicata</i> L. | Porcelle enracinée | 4 | CCC | | |
| <i>Inula conyza</i> DC. | Inule conyze | 4 | C | | |
| <i>Iris foetidissima</i> L. | Iris fétide | 4 | AC | | |
| <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult. | Knautie des champs | 4 | CC | | |
| <i>Lactuca serriola</i> L. | Laitue scariole | 4 | AC | | |
| <i>Lamium album</i> L. | Lamier blanc | 4 | CC | | |
| <i>Lamium purpureum</i> L. | Lamier pourpre | 4 | CC | | |
| <i>Lathyrus aphaca</i> L. | Gesse sans feuilles | 3 | AC | | |
| <i>Lathyrus latifolius</i> L. | Gesse à larges feuilles | | AR | | IP5 |
| <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. | Grande marguerite | 4 | CCC | | |
| <i>Linaria repens</i> (L.) Mill. | Linare striée | 4 | CC | | |
| <i>Lolium perenne</i> L. | Ivraie vivace | 4 | CCC | | |
| <i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>corniculatus</i> | Lotier corniculé | 4 | CC | | |
| <i>Malva moschata</i> L. | Mauve musquée | 4 | CC | | |
| <i>Medicago arabica</i> (L.) Huds. | Luzerne tachée | 4 | C | | |
| <i>Medicago lupulina</i> L. | Minette | 4 | CC | | |
| <i>Melilotus albus</i> Medik. | Mélicot blanc | | AR | | |
| <i>Mercurialis annua</i> L. | Mercuriale annuelle | 4 | CC | | |
| <i>Myosotis arvensis</i> Hill | Myosotis des champs | 4 | CC | | |
| <i>Narcissus pseudonarcissus</i> L. | Jonquille | 3 | AC | | |
| <i>Odontites vernus</i> (Bellardi) Dumort. subsp. <i>serotinus</i> (Coss. & Germ.) Corb. | Odontite d'automne | 4 | C | | |
| <i>Oenothera biennis</i> L. | Onagre bisannuelle | | RR | | AS5 |
| <i>Oenothera erythrosepala</i> Borbás | Onagre de Lamark | 3 | R | | AS6 |
| <i>Ophrys apifera</i> Huds. | Ophrys abeille | 3 | AC | | |
| <i>Origanum vulgare</i> L. | Origan commun | 4 | C | | |

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide | Espèces Invasives |
|--|--------------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| <i>Orobancha picridis</i> F.W.Schultz | Orobanche de la picride | 1 | | | |
| <i>Papaver rhoeas</i> L. | Coquelicot | 4 | CC | | |
| <i>Parthenocissus inserta</i> (A.Kern.) Fritsch | Vigne vierge | | | | AS5 |
| <i>Pastinaca sativa</i> L. | Panais cultivé | | | | |
| <i>Pastinaca sativa</i> L. subsp. <i>urens</i> (Req. ex Godr.) Celak. | Panais brûlant | | AC | | |
| <i>Petrorhagia prolifera</i> (L.) P.W.Ball & Heywood | Oeillet prolifère | 2 | RR | | |
| <i>Physalis philadelphica</i> | Amour en cage | | | | |
| <i>Picris echioides</i> L. | Picride vipérine | 4 | C | | |
| <i>Picris hieracioides</i> L. subsp. <i>hieracioides</i> | Picride épervière | 3 | AC | | |
| <i>Pimpinella major</i> (L.) Huds. subsp. <i>major</i> | Grand boucage | 4 | CC | | |
| <i>Plantago coronopus</i> L. subsp. <i>coronopus</i> | Plantain corne-de-cerf | 4 | AC | | |
| <i>Plantago lanceolata</i> L. | Plantain lancéolé | 4 | CCC | | |
| <i>Poa pratensis</i> L. subsp. <i>pratensis</i> | Pâturin des prés | 4 | CC | | |
| <i>Poa trivialis</i> L. subsp. <i>trivialis</i> | Pâturin commun | 4 | CC | | |
| <i>Polypodium vulgare</i> L. | Polypode vulgaire | 4 | | | |
| <i>Portulaca oleracea</i> L. subsp. <i>oleracea</i> | Pourpier des jardins | | R | | |
| <i>Potentilla reptans</i> L. | Potentille rampante | 4 | CC | | |
| | Primevère à grandes fleurs | 4 | CC | | |
| <i>Prunus avium</i> (L.) L. | Merisier | 4 | CC | | |
| <i>Ranunculus bulbosus</i> L. subsp. <i>bulbosus</i> | Renoncule bulbeuse | 4 | C | | |
| <i>Ranunculus repens</i> L. | Renoncule rampante | 4 | CCC | ZH | |
| <i>Reseda lutea</i> L. | Réséda jaune | 3 | AC | | |
| <i>Reseda luteola</i> L. | Gaude | 3 | AC | | |
| <i>Reynoutria japonica</i> Houtt. | Renouée du Japon | | C | | IA1i |
| <i>Rosa gr. canina</i> | Eglantier des chiens | ? | C | | |
| <i>Rubus gr. fruticosus</i> | Ronce | 4 | CCC | | |
| <i>Rumex crispus</i> L. | Patience crépue | 4 | CC | ZH | |
| <i>Rumex obtusifolius</i> L. subsp. <i>obtusifolius</i> | Patience à feuilles obtuses | 4 | CCC | | |
| <i>Sambucus nigra</i> L. | Sureau noir | 4 | CCC | | |
| <i>Saponaria officinalis</i> L. | Saponaire officinale | | AR | | |
| <i>Saxifraga tridactylites</i> L. | Saxifrage à trois doigts | 4 | C | | |
| <i>Sedum acre</i> L. | Orpin âcre | 3 | AC | | |
| <i>Sedum album</i> L. | Orpin blanc | 3 | AC | | |
| <i>Sedum telephium</i> L. subsp. <i>telephium</i> | Orpin rouge | 3 | AC | | |
| | Séneçon à feuilles de roquette | 3 | AC | | |
| <i>Senecio inaequidens</i> DC. | Séneçon du Cap | | | | IP2 |
| <i>Senecio jacobaea</i> L. | Séneçon jacobée | 4 | CC | | |
| <i>Senecio vulgaris</i> L. | Séneçon vulgaire | 4 | | | |
| <i>Sherardia arvensis</i> L. | Shérardie des champs | 3 | AR | | |
| <i>Silene latifolia</i> Poir. subsp. <i>alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet | Compagnon blanc | 4 | CC | | |

| Nom scientifique | Nom français | Cotation ZNIEFF | Statut BN | Zone humide | Espèces Invasives |
|--|--------------------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke | Silène | ? | | | |
| <i>Solanum dulcamara</i> L. | Morelle douce-amère | 4 | CC | ZH | |
| <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill | Laiteron rude | 4 | CC | | |
| <i>Sonchus oleraceus</i> L. | Laiteron maraîcher | 4 | CC | | |
| <i>Tanacetum vulgare</i> L. | Tanaisie | 3 | AR | | |
| <i>Taraxacum gr. officinale</i> | Pissenlit | | CCC | | |
| <i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC. | Torilis du Japon | 4 | C | | |
| | Torilis à feuilles glomérulées | 2 | R | | |
| <i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn. | | | | | |
| <i>Trifolium campestre</i> Schreb. subsp. <i>campestre</i> | Trèfle jaune | 4 | AC | | |
| <i>Trifolium dubium</i> Sibth. | Petit trèfle jaune | 4 | CCC | | |
| <i>Trifolium pratense</i> L. | Trèfle rose | 4 | CCC | | |
| <i>Trifolium repens</i> L. | Trèfle rampant | 4 | CCC | | |
| <i>Ulmus minor</i> Mill. | Orme champêtre | 4 | CC | | |
| <i>Urtica dioica</i> L. | Grande ortie | 4 | CCC | | |
| <i>Valerianaella carinata</i> Loisel. | Valérianelle carénée | 4 | C | | |
| <i>Verbascum blattaria</i> L. | Molène blattaire | 1 | RR | | |
| <i>Verbascum thapsus</i> L. | Molène bouillon-blanc | 4 | C | | |
| <i>Verbena officinalis</i> L. | Verveine officinale | 4 | AC | | |
| <i>Veronica arvensis</i> L. | Véronique des champs | 4 | C | | |
| <i>Veronica persica</i> Poir. | Véronique de Perse | 4 | CC | | |
| <i>Vicia cracca</i> L. | Vesce à épis | 4 | CC | | |
| <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S.F.Gray | Vesce hirsute | 4 | CC | | |
| <i>Vicia sativa</i> L. | Vesce des champs | 4 | | | |
| <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb. subsp. <i>tetrasperma</i> | Vesce à quatre graines | 4 | C | | |
| <i>Vinca minor</i> L. | Petite pervenche | 4 | C | | |
| <i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C.Gmel. | Vulpie queue de rat | 3 | AR | | |
| <i>Yucca gloriosa</i> | Yucca | | | | AS5 |

PORT DE CAEN-OUISTREHAM

DRAGAGE ET GESTION DES SEDIMENTS DU BASSIN SAINT-PIERRE DU PORT DE CAEN, INCLUANT LA CREATION D'UNE PLATEFORME DE TRI, TRANSIT ET TRAITEMENT DE SEDIMENTS, SITUEE SUR LA COMMUNE DE MONDEVILLE (14)

PIECE 4

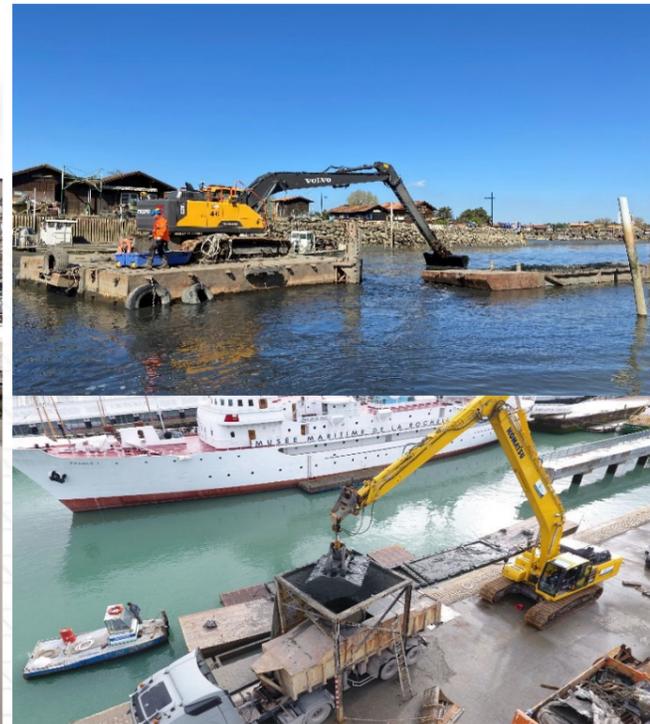
Annexes de l'étude d'impact

Annexe 14 : Etude de dangers



© 7ème ciel Images - F.Monier

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE POUR LE PROJET DE DRAGAGE ET GESTION DES SEDIMENTS DU BASSIN SAINT-PIERRE INCLUANT UNE PLATEFORME DE TRI-TRANSIT-TRAITEMENT DE SEDIMENTS



PJ49 – ETUDE DE DANGERS





| | |
|--------------------------------------|--|
| Titre du document | DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE POUR LE PROJET DE DRAGAGE ET GESTION DES SEDIMENTS DU BASSIN SAINT-PIERRE INCLUANT UNE PLATEFORME DE TRI-TRANSIT-TRAITEMENT DE SEDIMENTS |
| Titre abrégé | DDAE DRAGAGE / ICPE CAEN |
| Etat | Version initiale |
| Numéro de projet | E 220304 |
| Demandeur / Client | Ports de Normandie |
| Interlocuteur | |
| Nb de pages | 27 |
| Date / Parafe Approbation | 26/01/24 |
| Mots clés | |

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| SOMMAIRE | 2 |
| LISTE DES FIGURES | 2 |
| LISTES DES TABLEAUX | 2 |
| INTRODUCTION | 3 |
| 1. DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT | 5 |
| 1.1. Contexte..... | 5 |
| 1.2. Situation géographique..... | 5 |
| 1.3. Description de l'ICPE..... | 6 |
| 2. Identification des potentiels de danger | 10 |
| 2.1. Analyses des dangers liés à l'environnement du site..... | 10 |
| 2.2. Accidentologie..... | 17 |
| 2.3. Identification des produits présentant un potentiel de danger..... | 21 |
| 2.4. Potentiels de danger liés aux équipements et aux opérations..... | 21 |
| 2.5. Dangers liés aux pertes d'utilité..... | 21 |
| 2.6. Synthèse des potentiels de dangers..... | 21 |
| 3. Analyse préliminaire des risques | 22 |
| 4. Analyse des potentiels de dangers et des principales dispositions de réduction des potentiels de dangers | 24 |
| 5. Méthodes et moyens de calcul utilisés pour la modélisation des phénomènes dangereux | 24 |
| 6. Effets dominos | 24 |
| 6.1. Généralités..... | 24 |
| 6.2. Evaluation des effets dominos..... | 24 |
| 7. Description des mesures générales de prévention des risques | 24 |
| 7.1. Organisations et consignes générales..... | 24 |
| 7.2. Prévention du risque de pollution..... | 25 |
| 8. Analyse détaillée des risques | 25 |
| 9. Organisation des secours | 25 |
| 9.1. Moyens de lutte contre l'incendie interne..... | 25 |
| 9.2. Accessibilité..... | 26 |
| 9.3. Moyens d'intervention externe..... | 26 |
| 10. Conclusion | 26 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1 Frise de la valorisation des sédiments en région Normandie et perspectives (extrait du colloque 2021 au Havre)..... | 5 |
| Figure 2 Carte de localisation générale..... | 5 |
| Figure 3 : Localisations du site ICPE et occupation du sol à proximité..... | 6 |
| Figure 4 gestion des eaux pluviales sur le site..... | 7 |
| Figure 5 Réseaux de gestion des eaux et exutoires..... | 8 |
| Figure 6 Plan de gestion des eaux pluviales sur le site ICPE..... | 9 |
| Figure 7 : Caractéristiques pluviométriques moyennes à Caen-Carpique entre 1991 et 2020 (Info-climat 1991-2020)..... | 10 |
| Figure 8 : Rose des vents de Caen entre 2001 et 2020 (Windfinder)..... | 11 |
| Figure 9 : Vitesse et direction moyenne des vents à Caen entre 2001 et 2020 (Windfinder)..... | 11 |
| Figure 10: Températures mensuelles moyennes à Caen sur la période 1991-2020 (Info climat)..... | 11 |
| Figure 11 Superposition des aléas débordement, fréquent (décennal), moyen (centennal), rare (millénaire), en hachuré / zones soustraites à l'aléa inondations (Géorisques, 2022)..... | 12 |
| Figure 12 : Carte du PPRM de la basse vallée de l'Orne au niveau du site d'étude..... | 12 |
| Figure 13 Superposition des aléas submersion, fréquent (décennal), moyen (centennal), rare (millénaire), en hachuré / zones soustraites à l'aléa inondations (Géorisques, 2022)..... | 12 |
| Figure 14 : Profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux sur le territoire de Caen Métropole (2005)..... | 13 |
| Figure 15 Zones sensibles aux remontées de nappe..... | 13 |
| Figure 16 Risque de retrait-gonflement d'argiles sur les sites d'étude (Infoterre, 2022)..... | 14 |
| Figure 17 : Carte des sites Seveso du Calvados (DREAL Normandie)..... | 14 |
| Figure 18 : Dépôts pétrolier sous le pont de Calix (SCoT Caen Métropole)..... | 15 |
| Figure 19 : PPRT de la commune de Mondeville (DPC)..... | 15 |
| Figure 20 : Sites ICPE à proximité des sites d'études..... | 15 |

LISTES DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 Hypothèses de calcul du volume des noues..... | 8 |
| Tableau 2 Paramètres de calcul pour le dimensionnement du bassin tampon..... | 8 |
| Tableau 3 Seuils de rejet sur les paramètres qui seront vérifiés à chaque bâchée..... | 9 |
| Tableau 4 APR relative à la valorisation des sédiments, terres et déchets de déconstruction..... | 22 |
| Tableau 5 Classes de fréquence d'occurrence..... | 22 |
| Tableau 6 Niveau gravité en fonction des conséquences des phénomènes dangereux..... | 23 |
| Tableau 7 Grille de criticité..... | 23 |

INTRODUCTION

Conformément à l'article D.181-15-2 du Code de l'Environnement, la présente demande d'autorisation environnementale concernant un projet ICPE, le dossier de demande doit comporter une étude de dangers mentionnée à l'article L.181-25 du Code de l'environnement.

L'étude des dangers expose les dangers que peuvent présenter les installations en cas d'accident, en présentant une description des accidents susceptibles d'intervenir que leur cause soit d'origine interne ou externe, et en décrivant la nature et l'extension des conséquences. Elle est élaborée de manière à répondre aux dernières évolutions réglementaires. Elle se base notamment sur les textes suivants :

- Le Code de l'environnement, Livre V, Titre I : article R511-9 nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement autorisation ;
- L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des ICPE soumises à autorisation ;
- La circulaire du 10 mai 2010, récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la Source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 ;
- L'arrêté du 24 avril 2017 modifiant l'arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières et l'arrêté du 19 avril 2010 relatif à la gestion des déchets des industries extractives ;
- L'arrêté du 06 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de déchets relevant du régime de la déclaration au titre de la rubrique n° 2711 (déchets d'équipements électriques et électroniques), 2713 (métaux ou déchets de métaux non dangereux, alliage de métaux ou déchets d'alliage de métaux non dangereux), 2714 (déchets non dangereux de papiers, cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois) ou 2716 (déchets non dangereux non inertes) de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Afin de répondre à ces dispositions, elle comprend les étapes suivantes :

- Description du site et de son environnement,
- L'identification des potentiels de dangers :
 - Analyse des potentiels de dangers liés à l'environnement,
 - Analyse des antécédents d'accidents survenus sur d'autres sites mettant en œuvre des installations, des produits et des procédés comparables,
 - Analyse des potentiels de dangers liés aux produits,
 - Analyse des potentiels de dangers liés aux équipements,
 - Synthèse des potentiels de dangers,
- Analyse préliminaire des risques : cette étape permet d'identifier l'ensemble des scénarii d'évènements à caractère dangereux en lien avec l'exploitation étudiée et susceptibles de présenter un risque vis-à-vis de tiers. Ces évènements à risques sont établis sur la base des dangers identifiés lors de l'étape précédente,
- Analyse des potentiels de dangers et des principales dispositions de réduction des potentiels de dangers. Cette partie vise à présenter les dispositions prises pour d'une part supprimer ou substituer aux procédés dangereux, à l'origine des dangers, des procédés ou produits présentant des risques moindres et/ou d'autre part réduire autant que possible les quantités de matières en cause,
- Méthodes et moyens de calcul utilisés pour la modélisation des phénomènes dangereux,
- Modélisation des effets des phénomènes dangereux maximums retenus (estimation des conséquences de la matérialisation des dangers). L'objectif de cette étape est de modéliser

les effets des phénomènes dangereux maximums, représentatifs des potentiels de dangers et totalement découplés du niveau de maîtrise des risques par l'exploitant et notamment des barrières de sécurité actives existantes,

- Evaluation des effets dominos,
- Description des mesures générales de prévention des risques,
- Analyse détaillée des risques des installations susceptibles de générer des phénomènes dangereux majeurs (effets à l'extérieur du site) afin d'identifier les barrières de sécurité (actives et passives) existantes ainsi que les phénomènes dangereux réduits, le cas échéant,
- Hiérarchisation des phénomènes dangereux, le cas échéant,
- Organisation des secours,
- Conclusion.

Cette étude des dangers s'inscrit dans le cadre d'un dossier d'autorisation environnementale pour l'exploitation de la plateforme de Ports de Normandie sur la commune de Mondeville. Les activités et les équipements sont présentés en détails dans l'étude d'impact.

1. DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

1.1. CONTEXTE

Le site de transit / traitement qui recevra les sédiments est implanté sur la commune de Mondeville (cf cartes ci-dessous). La parcelle est en partie propriété de Caen La Mer et également de Ports de Normandie, les parcelles propriétés de Caen-La-Mer seront mises à disposition de Ports de Normandie par suite d'une convention d'occupation dédiée spécifiquement.

Le site, de près de 5 Ha, est en friche avec une reconquête végétale hétérogène. Il est situé pour partie dans un périmètre PPRT et ne fait l'objet d'aucune occupation ni usage hormis ponctuellement la présence des gens du voyage.

Si, à ce jour, plus de 95 % des 60 Millions de m³ extraits annuellement des ports, canaux et retenues d'eau en France sont gérés par des filières de redistribution au milieu aquatique (immersion, remise en suspension, rejet au fil de l'eau...), les volumes de sédiments incompatibles avec ce mode de pratiques (au regard de la qualité dégradée ou du contexte sociologique et environnemental local) se doivent d'être gérés à terre.

A cet égard, les sédiments extraits du milieu aquatique acquièrent le statut de déchets et se doivent d'être gérés dans les mêmes conditions réglementaires et sanitaires que d'autres déchets classés également inertes ou non inertes.

Autrement dit, les conditions de leur stockage, transit, traitement et valorisation / élimination s'opèrent dans un cadre rigoureux au sein duquel une logique de réemploi des matériaux traités doit être privilégiée.

Pour cela, les produits de dragage font l'objet de nombreuses réflexions et réalisations depuis plusieurs années sur les conditions de leur gestion à terre. Ainsi, se sont développés des sites dédiés à leur accueil et à leur transformation pour leur permettre de s'orienter vers une seconde vie en matière première secondaire.

A l'échelle de la Normandie, vaste territoire largement ouvert sur la mer et confronté aux enjeux sédimentaires, des orientations fortes ont été insufflées, notamment par la Région, pour faire émerger ce type d'initiative de traitement et de réemploi (cf synoptique ci-dessous).

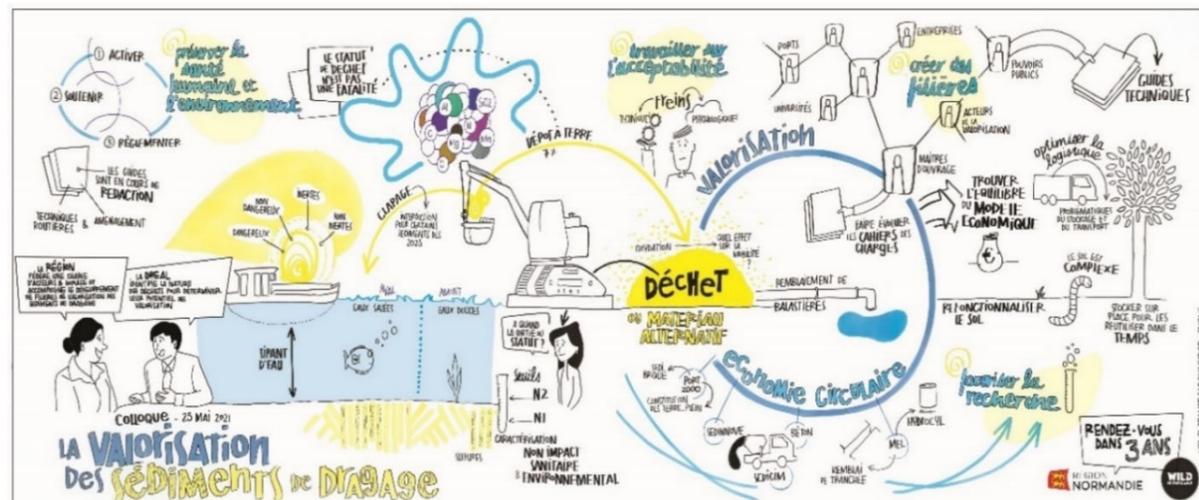


Figure 1 Frise de la valorisation des sédiments en région Normandie et perspectives (extrait du colloque 2021 au Havre)

Ces enjeux sur les capacités de stockage, de traitement et de ré-utilisation à terre des sédiments de dragage sont d'autant plus grands avec la mise en application prochaine de la loi Leroy (2025) sur l'économie de la mer qui va contraindre plus fortement avec des nouveaux seuils les conditions d'immersion des sédiments afin d'améliorer les objectifs visés par l'Europe de bonne atteinte des masses d'eau côtière à l'échelle de France.

L'implantation du site de Mondeville constitue donc une réelle opportunité compte tenu du besoin important du projet (31 000 m³ de sédiments) et s'inscrit dans une démarche globale plus ambitieuse à l'échelle locale au sein de laquelle des synergies métiers pourraient être trouvées. Aussi, au-delà de ce premier chantier, l'usage de ce site sera pérennisé pour la réception, le tri-transit et le traitement de déchets non inertes non dangereux issus de chantier de dragage ou d'aménagement BTP.

Pour rappel la prise en charge et la gestion des sédiments dragués sur le site dédié sera organisé autour d'un transit et égouttage des matériaux, un traitement par aération dynamique par retournement et selon les caractéristiques et usages visés des sédiments, un traitement intensif à base de liants visant à réduire les teneurs en eau mais également d'améliorer les propriétés physico-chimique et mécanique des éco-matériaux constitués.

L'objectif général de l'installation est de proposer des traitements extensifs (brassage/aération) ou intensifs (ajout de liant et/ou compléments granulométriques) permettant la valorisation ultérieure des matériaux non inertes et non dangereux réceptionnés sur le site.

1.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le projet prend place en Normandie, dans le département du Calvados, sur le territoire de Caen-La-Mer.



Figure 2 Carte de localisation générale

1.2.1. EMPRISES CONCERNEES PAR LE PROJET

Ports de Normandie est propriétaire du port de Caen-Ouistreham. Ce port est constitué des infrastructures prenant naissance au Bassin Saint-Pierre à Caen et se termine environ 14 km plus en aval, à Ouistreham.

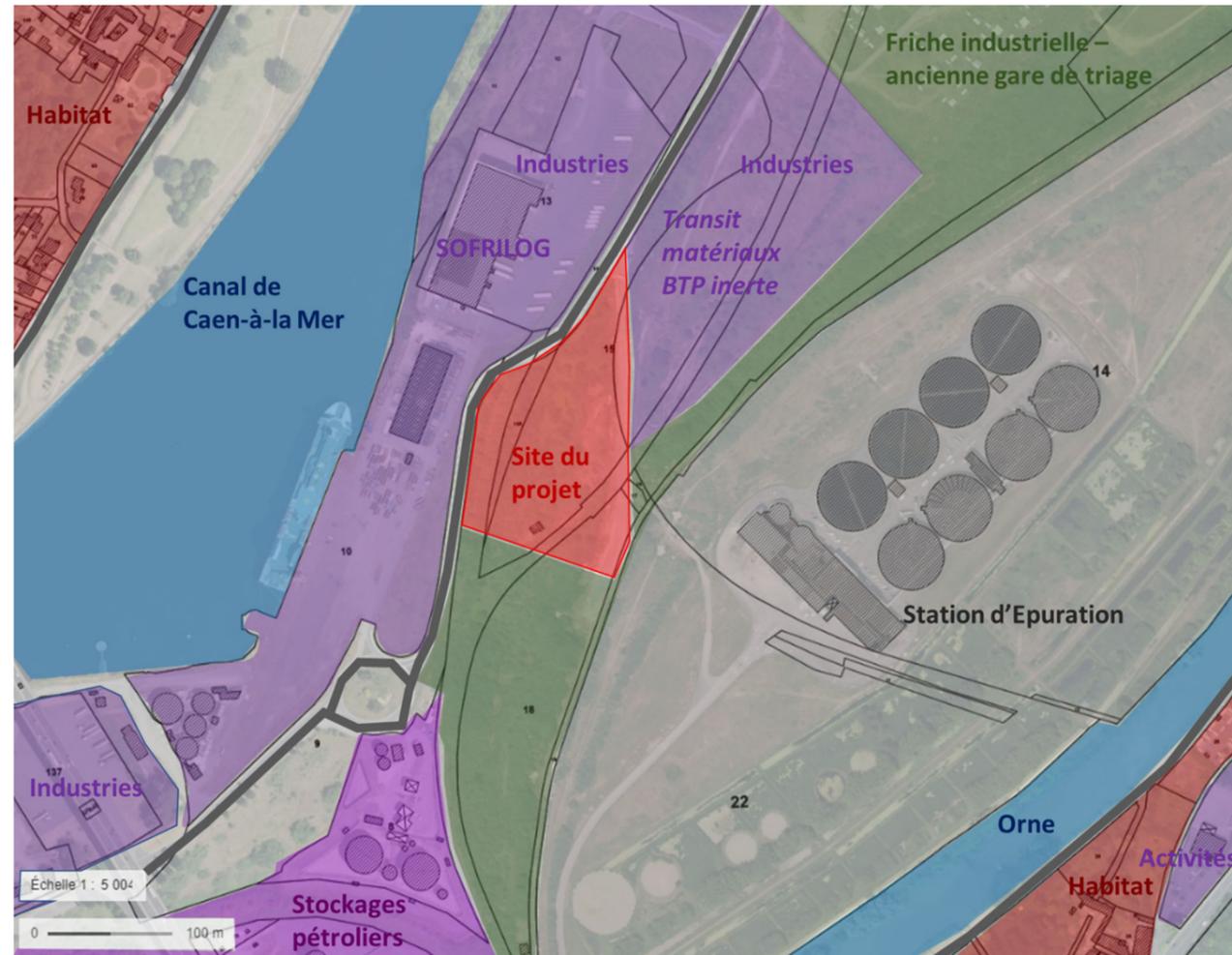


Figure 3 : Localisations du site ICPE et occupation du sol à proximité

Le site ICPE se trouve sur la commune de Mondeville sur une parcelle remblayée à proximité d'une zone industrielle :

- Stockage d'hydrocarbures BOLLORE au S-O
- Station d'Épuration au S-E
- Entreprise SOFRILOG (Spécialiste de la logistique et du transport grand froid) au N-O
- Et quelques friches industrielles autour.

1.3. DESCRIPTION DE L'ICPE

1.3.1. EQUIPEMENTS ET ACTIVITES DU SITE

Ports de Normandie-Caen a pour projet la création et l'exploitation d'une plateforme de tri-transit de sédiments non inertes et non dangereux et traitement de sédiments non inertes non dangereux.

La plateforme a pour vocation d'accueillir par voie routière et fluvo-maritime :

- Des matériaux, issues de chantier de dépollution ou de déconstruction,
- Des sédiments issus des opérations de dragage.

Ces déchets, en fonction de leur nature, seront traités sur site par ajout de liants (chaux) pour produire des éco-matériaux qui pourront être dirigés vers différentes filières tels que les techniques routières, les remblais, ou matériaux de sablage.

Les sédiments réceptionnés proviendront d'une zone centrée sur l'agglomération de Caen.

Le volume total présent de façon instantanée sur les zones de stockage, avant et après traitement représentera au maximum 31 000 m³, soit environ 60 000 tonnes si l'on considère la densité moyenne des matériaux de 1,8.

Les activités de la plateforme comprennent :

Une aire de stockage et de travail imperméabilisée des sédiments d'une surface d'environ 10 000 m², comportant :

- Des casiers de stockage extérieurs pour les sédiments entrants, non inertes, non dangereux d'une surface 9 056 m² et d'une capacité d'environ 31 000 m³. Ces casiers sont modulables selon les besoins de stockage sur site,
- Des bassins permettant la déshydratation et le traitement des sédiments non inertes par égouttage et chaulage (1 810 m³ et 4 x 490m³)

Un bassin tampon de collecte des eaux pluviales des aires de stockage et de travail des déchets non inertes d'un volume de 644 m³, complété par un second bassin étanche d'un volume de 520 m³ permettant le traitement des eaux avant leur rejet.

Le tonnage maximal annuel visé sur le site est de 60 000 t de sédiments.

Le tableau suivant résume l'ensemble des capacités des zones de stockage instantanée sur le site pour les matériaux avant et après traitement.

| Capacité de la plateforme | Nature des déchets | | Surface (m ²) | Volume (m ³) | Tonnage (t) |
|---------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------|
| | Matériaux entrants : (avant traitement) | Matériaux et sédiments non dangereux | 9 056 | 31 000 | 60000 |
| | Dont sédiments : | | 31 000 | 60000 | |
| Sous-Total 1 : | | | 10 056 | 31 000 | 60 000 |

Tableau 1. Capacité instantanée des zones de stockage du site

Une description détaillée du site, ainsi que le plan général de la plateforme sont présentés dans l'Étude d'Impact.

1.3.2. NATURE DES MATERIAUX ADMIS SUR LE SITE

Seuls les sédiments de curage des voies maritimes peuvent être réceptionnés sur le site. Les codes déchets, conformément à l'annexe II de l'article R. 541-8 du code de l'environnement, correspondant à ces matériaux sont listés ci-dessous :

- 17 05 06 : Boues de dragage autres que celles visées à la rubrique 17 05 05*,

Les déchets suivants ne seront pas admis sur le site :

- Déchets contenant des substances dangereuses (amiante, goudron, etc.), radioactives ou provenant des INB (Installations Nucléaires de Base),
- Déchets d'activité de soins à risques (produits chimiques, médicamenteux et objets piquants ou coupants tels qu'ampoules de médicaments),
- Cadavres d'animaux, farines animales, huiles usagées.
- Ordures ménagères, Déchets Industriels Banals (DIB) en vrac,
- Armes chimiques ou non chimiques, explosifs

La procédure d'acceptation des déchets sur le site comprend :

- Une caractérisation des déchets par le producteur,
- Une information préalable,
- Une Certification d'acceptation préalable,
- Des contrôles à l'entrée des déchets sur le site (contrôle visuel et contrôle en laboratoire par échantillonnage pour s'assurer de la conformité des déchets admis sur l'installation).

Avant toute réception d'un matériau sur site, une information préalable sera communiquée à l'exploitant par le déposant, indiquant la nature et la quantité de matériaux livrés.

En outre, les matériaux admis feront l'objet d'une procédure d'acceptation préalable. Ainsi, pour chaque matériau un dossier est établi comprenant un identifiant administratif, les documents de description du matériau (fiche d'identification du matériau, fiche d'analyse, ...) et un échantillon du matériau si nécessaire.

La fiche d'identification du matériau sera remplie et visée par le producteur. Elle comprend notamment l'origine et la nature du matériau, son mode de conditionnement, ses principales caractéristiques et les risques qu'il présente. Une codification de ce matériau conforme à la nomenclature nationale est par ailleurs indiquée.

Quand l'exploitant juge qu'il peut admettre les matériaux, il notifie au producteur son accord pour l'admission en lui délivrant un certificat d'acceptation préalable numéroté pour chaque lot de matériaux homogène. Ce document précise la nature des opérations à effectuer et le type de filière prévu.

Les informations préalables, les certificats d'acceptation préalables ainsi que tous les éléments transmis par les producteurs des matériaux sont conservés au moins deux ans par l'exploitant. Les échantillons réalisés pour la délivrance du CAP sont conservés durant un an.

1.3.3. PRINCIPALES ETAPES DE TRAITEMENT DU SITE

A leur arrivée sur le site (par voie routière), les sédiments sont dirigés vers la zone qui leur est dédiée. Les étapes de traitement prévues sont les suivantes :

| Sédiments humides (siccité entre 40 et 60%) | Sédiments secs (siccité entre 20 et 40%) |
|---|--|
| Egouttage | - |
| Déshydratation par traitement au liant | |
| Maturation sur la plateforme par aération mécanique | |
| Valorisation | |

1.3.4. GESTION DES EAUX

La notice hydraulique, support des calculs de dimensionnement des réseaux se trouve en annexe 5 de l'Etude d'Impact.

Les hypothèses de gestion retenues sont :

- Débit de fuite admissible vers le réseau pluvial de 3 l/s/ha
- Une pluie d'une période de retour trentennale

Le dimensionnement des ouvrages a été réalisé à partir de la méthode des pluies.

Le logigramme ci-dessous décrit les modes de gestion des eaux sur le site.

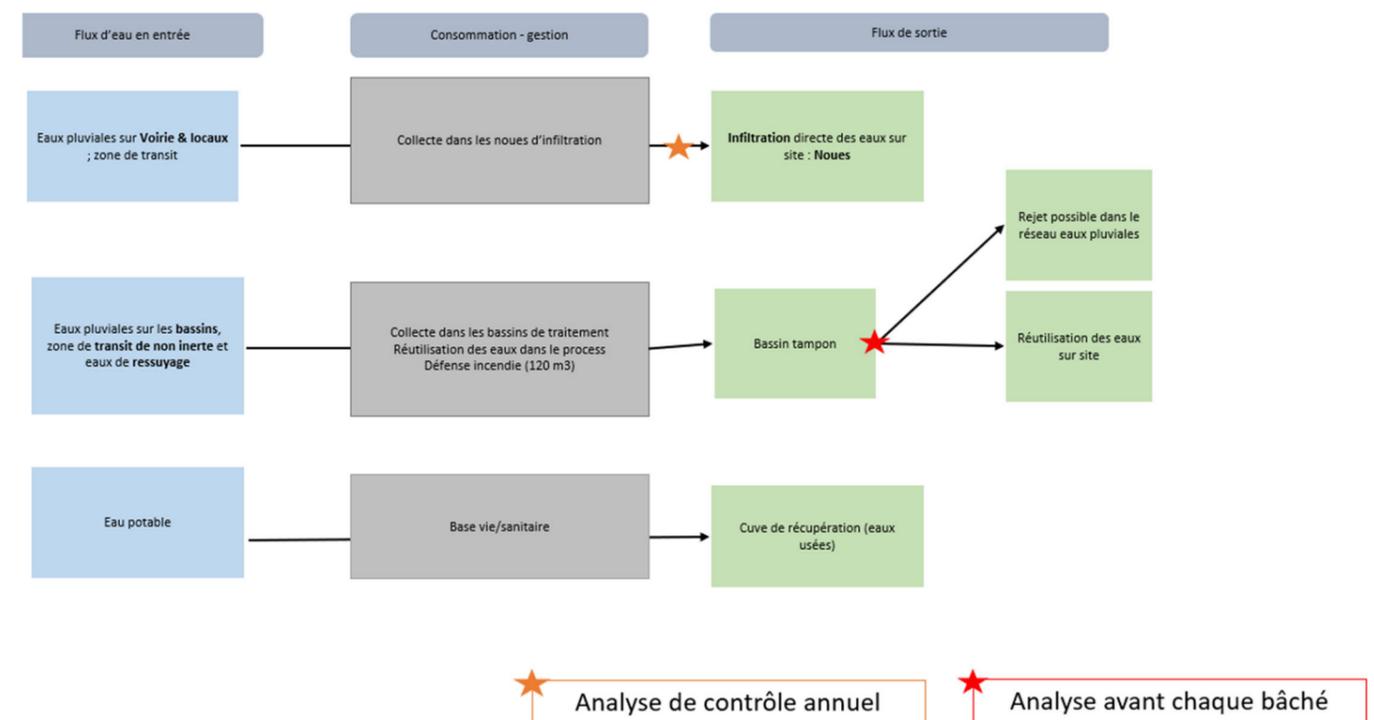


Figure 4 gestion des eaux pluviales sur le site

Le site sera raccordé au réseau pluvial local :

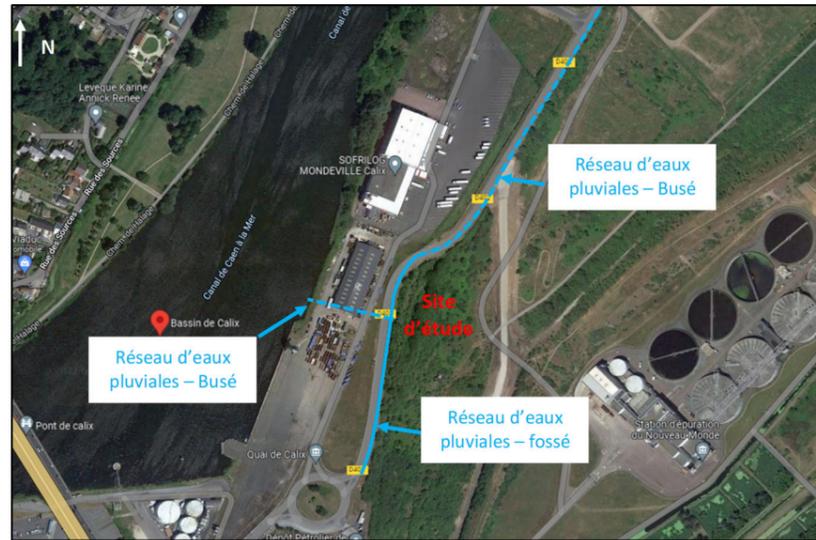


Figure 5 Réseaux de gestion des eaux et exutoires

1.1.1.1.1. Eaux usées

Les eaux usées seront collectées gravitairement et seront stockées dans une fosse septique. Elles seront ensuite envoyées en filière de traitement spécialisées. A ce jour, une fosse septique de 5m³ est prévue, permettant une vidange de l'installation environ tous les 2 semaines. Ces eaux seront ensuite exportées vers une station d'épuration (la STEP du Nouveau Monde à proximité du site).

1.1.1.1.2. Eaux pluviales

Les eaux pluviales s'écoulant sur les toitures, les merlons paysagers et les parkings et voiries seront dirigées gravitairement (bordures de chaussée) puis infiltrées sur le site via une noue d'infiltration de 300 m³. (cf. Annexe 5)

Le calcul du volume d'eau à stocker dans la noue est indiqué ci-dessous (valeurs prises pour un évènement de retour 30 ans) :

| Paramètres de calcul | Avec Noues |
|--|--------------------------|
| Débit de fuite admissible (fonction des capacités d'infiltration du sol) | 0,04522m ³ /s |
| Coefficient d'apport | 40,69 % |
| Surface totale | 0,8859 ha |
| Surface active | 0,3604 ha |
| Méthode des pluies | |
| Période de retour | 30 ans |
| Durée de la pluie | 120 min |
| Volume calculé | 54m ³ |

Tableau 1 Hypothèses de calcul du volume des noues

La perméabilité du sol au droit de la noue est de 165 mm/h.

Une vanne de confinement, munie d'un séparateur à hydrocarbures se trouvera à l'exutoire de la noue qui est équipée d'une membrane filtrant les hydrocarbures et protégeant l'environnement. La vanne est utile dans le cas où la noue ne pourrait pas infiltrer (et filtrer grâce aux membranes) assez vite, tel un évènement très exceptionnel de pluie ou un cumul avec l'extinction incendie. Un séparateur à hydrocarbures couplé au système de vannage permettra de retenir les huiles avant le rejet des eaux dans le réseau pluvial départemental.

Les vannes laisseront passer un débit respectant la limite réglementaire des 3 l/s/ha, soit 45,22 l/s.

Un by-pass permettra également d'envoyer les eaux de la base vie en cas de pollution accidentelle vers le système de gestion des eaux résiduaires, décrit ci-après.

1.1.1.1.3. Eaux résiduaires

Les eaux résiduaires correspondent aux eaux de ressuyage des sédiments et aux eaux pluviales ruisselant sur les aires de maturation et les stocks de sédiments (1ha).

Les eaux, des bassins de ressuyage et traitement et de l'aire de transit/maturation de sédiments non inertes non dangereux seront récoltées par un réseau de collecte étanche et seront stockées transitoirement dans un bassin tampon d'un volume de 644 m³. Les eaux recueillies sont ensuite envoyées vers le bassin de traitement d'un volume de 520 m³ pour être décantées. Ce traitement permettra un abattement des matières en suspension (MES) principalement.

Par ailleurs, la quantité d'eau de ressuyage des sédiments est estimée à 8 250 m³ (20% de teneur en eau), sur une durée de 10 mois soit un flux journalier moyen estimé à 27 m³/jour.

| Paramètres de calcul | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Débit de fuite admissible | 0m ³ /s |
| Coefficient d'apport | 100 % |
| Surface totale | 1,43 ha |
| Surface active | 1,43 ha |
| Coefficient de montana | |
| Période de retour | 30 ans |
| Durée de la pluie | 120 min |
| Volume calculé | 561,32 m ³ |

Tableau 2 Paramètres de calcul pour le dimensionnement du bassin tampon

Le volume utile du bassin tampon sera de 644 m³.

Ainsi, le bassin pourra également stocker les 82,07m³ d'eaux d'extinction d'incendie (calculs présentés en annexe 5).

Le débit autorisé sera de 4.28 l/s maximum.

Avant chaque rejet, des analyses de la qualité de l'eau seront réalisées (voir figure 20 de l'étude d'impact) . Les rejets s'effectueront vers le réseau pluvial avec un débit de fuite inférieur ou égal à 5 l/s/ha (SAGE Orne aval-Seulles) si les analyses démontrent la compatibilité des eaux avec le milieu récepteur. Le réseau d'eau pluvial se déverse lui-même dans le bassin portuaire ensuite à hauteur du quai de Calix.

Dans le cas où la qualité de l'eau n'est pas conforme pour un rejet direct, les eaux seront pompées et dirigées vers l'unité de traitement des eaux, en vue de traitement spécifique adapté (filtres à sable et/ou à charbon, floculation...).

Dans le cas où aucun traitement ne pourrait rendre les eaux compatibles avec le rejet, celles-ci seraient exportées vers une station d'épuration industrielle.

De plus, ce second bassin permettra d'augmenter la capacité de stockage des eaux sur la plateforme.

Le point de rejet du réseau est indiqué sur la figure 5.

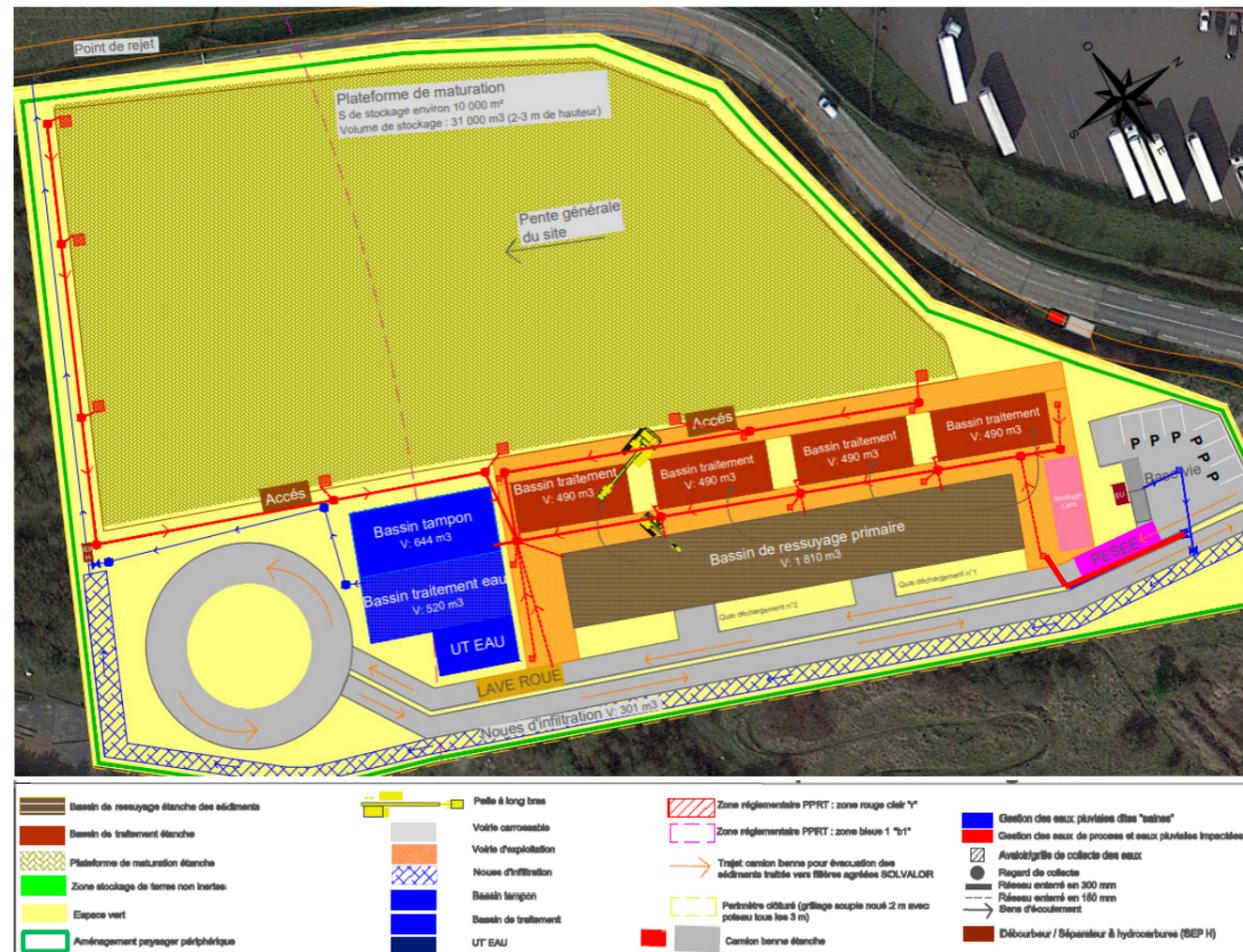


Figure 6 Plan de gestion des eaux pluviales sur le site ICPE

1.1.1.1.4. Qualité des eaux rejetées au réseau pluvial

Sur demande du département du Calvados, gestionnaire du réseau pluvial, la qualité des eaux rejetées au réseau pluvial devra être conforme à l'arrêté du 30/06/2020 et aux valeurs seuils AM du 02/02/1998. Le tableau ci-après reprend les données liées aux arrêtés mentionnés. La valeur la plus en faveur de l'environnement sera retenue pour chaque paramètre. Ainsi une grande partie des valeurs de l'AM du 2/02/1998 sont respectées si le niveau R1 est respecté.

| | R1 | AM 02/02/1998 | MTD - IED | Concentration retenue | Flux journalier retenu |
|---|---------------------------------------|---|----------------------------|---|---------------------------|
| | Arrêt du 30/06/2020 | Article 31 | arrêté du 17 décembre 2019 | | |
| Température | | La température des effluents ne doit pas être supérieure à 30° et si la température amont dépasse 30° elle doit rester inférieure à celle-ci. | | La température des effluents ne doit pas être supérieure à 30° et si la température amont dépasse 30° elle doit rester inférieure à celle-ci. | |
| pH | 5,5 et 8,5 | | | 5,5 et 8,5 | |
| | | Article 32 | | | |
| MES | 9kg/100 mg/l | < 15 kg/jour | 60 mg/l | 60 mg/l | < 9kg/j |
| DBOS | 9kg/100 mg/l | < 30 kg/j | 180 mg/l | 180 mg/l | < 9kg/j |
| COT | | | 60 mg/l | 60 mg/l | |
| DCO | 12 kg/300mg/l | < 100kg/j | | | < 12 kg/j |
| Si rejet (chlorures) > 2g/l : COT | 8kg/j | | | | < 8kg/j |
| Azote total | 1,2kg/30 mg/l | >50kg/j | | | < 1,2kg/j |
| Phosphore total | 0,3kg/10mg/l | > 15kg/j | | | < 0,3kg/j |
| Sels dissous | 1t/j | | | | 1t/j |
| Ions fluorures | 15 mg/l | > 150 g/j | | 15 mg/l | > 150 g/j |
| Substances caractéristiques des activités industrielles | | | | | |
| Indice phénols | 0,3 mg/l | si le rejet dépasse 3 g/j | | 0,3 mg/l | si le rejet dépasse 3 g/j |
| Indice cyanures totaux | 0,1 mg/l | si le rejet dépasse 1 g/j | | 0,1 mg/l | si le rejet dépasse 1 g/j |
| Chrome hexavalent et composés (Cr6+) | 50µg/l | si >=1g/jour | | 50µg/l | si >=1g/jour |
| Plomb et ses composés (Pb) | 1800mg/0,1 mg/l | > 5 g/j | 0,1 mg/l | 0,1 mg/l | < 1800mg/j |
| Cuivre et ses composés (Cu) | 1500mg/0,150 mg/l | > 5 g/j | 0,05 mg/l | 0,05 mg/l | < 1500mg/j |
| Chrome et ses composés (Cr) | 5100mg/0,1 mg/l | > 5 g/j | 0,15 mg/l | 0,15 mg/l | < 5000mg/j |
| Nickel et ses composés (Ni) | 6000mg/0,2 mg/l | > 5 g/j | 0,05 mg/l | 0,05 mg/l | < 5000mg/j |
| Zinc et ses composés (Zn) | 11700mg/0,8 mg/l | > 20 g/j | 1 mg/l | 1 mg/l | < 11700mg/j |
| Manganèse et ses composés (Mn) | 1 mg/l | > 10 g/j | | 1 mg/l | > 10 g/j |
| Étain et ses composés (Sn) | 2 mg/l | > 20 g/j | | 2 mg/l | > 20 g/j |
| Fer, aluminium et composés (en Fe+Al) | 5 mg/l | > 20 g/j | | 5 mg/l | > 20 g/j |
| Composés organiques halogénés (AOX ou EOX) ou halogènes des composés organiques absorbables (AOX) | 7,5g/1 mg/l | si le rejet dépasse 30 g/j | | | < 7,5g/j |
| Hydrocarbures totaux | 0,1kg/10 mg/l | > 100 g/j | | | < 0,1kg/j |
| Substances de l'état chimique | | | | | |
| Anthracène | 25µg/l | | | 25µg/l | |
| Cadmium et ses composés | 120mg/25µg/l | | 0,05 mg/l | 25µg/l | < 120mg/j |
| chlorpyrifos (éthylchlorpyrifos) | 45mg/25 µg/l | > 1g/j | | | < 45mg/j |
| Fluoranthène | 9,5mg/25 µg/l | > 1g/j | | | < 9,5mg/j |
| Naphtalène | 150µg/l | >=1g/jour | | | >=1g/jour |
| Isoproturon | 0,45mg/25 µg/l | > 1g/j | | | < 0,45mg/j |
| Mercurure et ses composés | 105mg/25µg/l | | 5 µg/l | 5 µg/l | < 105mg/j |
| Nonylphénols | 0,45mg/25µg/l | | | 25µg/l | < 0,45mg/j |
| Octylphénols | 150mg/25 µg/l | > 1g/j | | | < 150mg/j |
| Hydrocarbures aromatique polycycliques (HAP) | 25µg/l | somme des 5 composés ci-dessous | | 25µg/l | |
| Benzo (a) pyrène | 0,25 mg/l (respecté avec AM 02/02/98) | - | | | 0,25 mg/j |
| Benzo (a) fluoranthène | - | - | | | |
| Benzo (k) fluoranthène | - | - | | | |
| Benzo (a,h,i) perylène | - | - | | | |
| Indeno (1,2,3-cd)pyrène | - | - | | | |
| Composés du tributylétain (tributylétain-cation) | 25µg/l | | | 25µg/l | |
| Autres substances de l'état chimique | | | | | |
| Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP) | 1950mg/25µg/l | | | 25µg/l | < 1950mg/j |
| Polluants spécifiques de l'état écologique | | | | | |
| Matières inhibitrices | 25 equitox/j | | | | < 25 equitox/j |
| Arsenic et ses composés | 1245mg/25µg/l | si >=0,5g/jour | 0,05 mg/l | 0,05 mg/l | < 1245mg/j |
| MCPA, ou acide 2-méthyl-4-chlorophénoxyacétique | 750mg/j | | | | < 750mg/j |

Tableau 3 Seuils de rejet sur les paramètres qui seront vérifiés à chaque bâchée

1.3.5. GESTION DES POLLUTIONS VERS LE MILIEU AQUATIQUE

Une pollution accidentelle est caractérisée par l'imprévisibilité sur :

- Le moment de l'accident,
- Le lieu de l'accident,
- Le type de polluant,
- La quantité déversée,
- Les circonstances de l'accident,
- Les conséquences de l'accident.

Ce type de pollution se distingue des pollutions chroniques.

Elle peut survenir sur la plateforme dans plusieurs cas de figures :

- Lors d'un déversement et/ou retournement de matières dangereuses,

- Lors de la combustion ou l'incendie de véhicules et/ou de machines.

1.3.5.1. Risque de déversement/retournement de produits dangereux :

Ce type de pollution résulte principalement d'un déversement éventuel d'hydrocarbures lors d'un accident d'engins de chantiers ou de camion lors du transfert de matériaux, ou bien, lors du remplissage du réservoir des engins de manutention de la plateforme. Ces matières sont règlementées en trois catégories :

- Produits modifiant le pH des eaux,
- Produits de faible toxicité,
- Produits de toxicité aiguë.

Les conséquences du déversement de ce type de produits dépendent non seulement de leur nature, mais également, de la quantité déversée et du type de ressource contaminée.

En cas de pollution accidentelle limitée (fuite légère de fioul), du sable sera utilisé pour imbiber les hydrocarbures. Le sable souillé sera exporté vers un site de traitement. En cas de pollution accidentelle importante (déversement d'un conteneur de fioul ou fuite d'un réservoir d'un engin/camion), des kits anti-pollution seront utilisés pour circonscrire au mieux la pollution. En parallèle, la vanne de coupure du déboureur/séparateur concerné par la collecte de cette fuite sera fermée par un opérateur pour éviter tout départ l'exutoire.

Si l'accident a lieu sur le parking de la base vie, les eaux pourront être by-passées vers le bassin tampon, en actionnant la système de vannes du by-pass.

Selon le SETRA, l'évaluation statistique d'une pollution accidentelle de ce type aboutit toujours à des risques faibles. **Ces risques sont présents sur la plateforme, mais, restent très limités.**

1.3.5.2. Risque de combustion et d'incendie de véhicules/machines

Le feu est un ennemi redoutable qui se propage très vite s'il n'est pas arrêté à temps. Lorsque le feu est naissant, il peut faire l'objet d'une tentative d'extinction par le personnel d'exploitation. Quand il commence à s'étendre et que les fumées deviennent incommodantes, le bon réflexe est de procéder au plus vite à l'évacuation des lieux et d'appeler les pompiers.

Seuls les pompiers peuvent intervenir lors d'un incendie sur un véhicule. Lorsqu'ils interviennent, ils ne connaissent pas le type de carburant. De ce fait, ils mettent en place un périmètre de sécurité de 50m, le véhicule d'intervention devant être stationné à 80m. L'extinction du véhicule se fait avec de la mousse, puisque l'essence flotte sur l'eau.

1.3.5.3. Moyens de lutte contre la pollution

Les eaux ruisselant sur les aires de travail imperméabilisées (14 283m²) seront envoyées vers le bassin tampon étanche de 644 m³.

Les eaux ruisselant sur les zones à risque limité, c'est-à-dire, l'ensemble des voiries de circulation seront envoyées en infiltration à la parcelle.

Les eaux ruisselant sur la base vie et son parking pourront être envoyées vers le bassin tampon, après manœuvre des vannes du by-pass.

Toutes les zones à risque important c'est-à-dire, les zones de manœuvre des chargeuses, les zones de transit et les bassins, seront raccordées sur le bassin tampon. Le trop-plein du bassin tampon est raccordé sur un déboureur/séparateur à hydrocarbures, qui est équipé d'une vanne manuelle d'isolement.

En cas d'incendie la vanne de coupure du déboureur/séparateur concerné par la collecte de ces eaux sera fermée par un opérateur pour éviter tout départ vers l'exutoire .

Chaque année, le bon fonctionnement des vannes sera contrôlé dans le cadre des procédures de Maintenance Préventive. Également, un Plan d'Urgence sera établi pour identifier clairement la bonne procédure à adopter en cas d'accident et de pollution accidentelle sur le site.

Comme évoqué précédemment, le bassin tampon de 644 m³ , servira à stocker la totalité des eaux provenant des zones à risque important.

Un Plan de Secours contre les Risques Accidentels liés aux usages sera mis en place. Ce document permettra au personnel d'exploitation de la plateforme, en cas d'accidents avéré avec déversement de polluant, de réagir vite et de mettre en œuvre tous les moyens d'information et de protection du milieu naturel.

2. Identification des potentiels de danger

2.1. ANALYSES DES DANGERS LIES A L'ENVIRONNEMENT DU SITE

2.1.1. ENVIRONNEMENT NATUREL

2.1.1.1. Températures et précipitations

La station météorologique la plus proche du site est la station de Caen-Carpique qui correspond à l'aéroport de Caen, elle est située à 7,5 km du projet.

2.1.1.1.1. Précipitation

L'étude des précipitations pour la ville de Caen est présentée dans la figure ci-dessous.

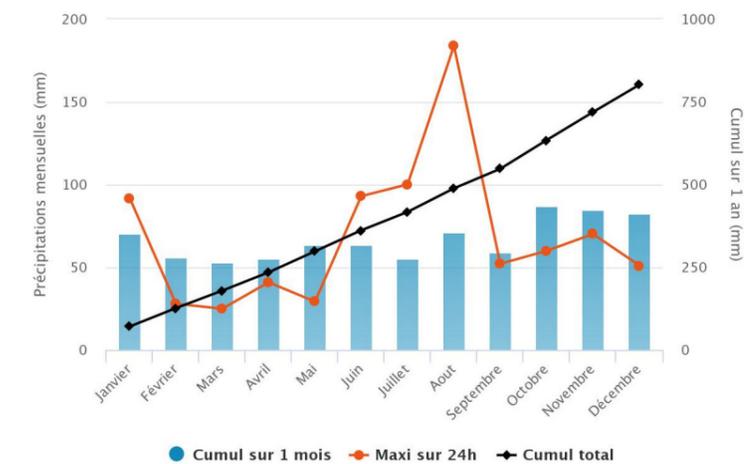


Figure 7 : Caractéristiques pluviométriques moyennes à Caen-Carpique entre 1991 et 2020 (Info-climat 1991-2020)

Les précipitations sont en moyenne de 66,8 mm par mois entre 1991 et 2020 et le cumul total de précipitation sur une année est de 801,6 mm. A titre de comparaison, le maximum pluviométrique annuel en France est atteint à Biarritz avec environ 1 451 mm/an. **Le mois le plus sec est le mois de juillet** avec 55,6 mm, alors que le **mois le plus humide est celui d'octobre** avec 86,9 mm.

2.1.1.1.2. Vents

Les figures suivantes indiquent la rose des vents de Caen ainsi que les vitesses et direction du vent entre 2000 et 2020.

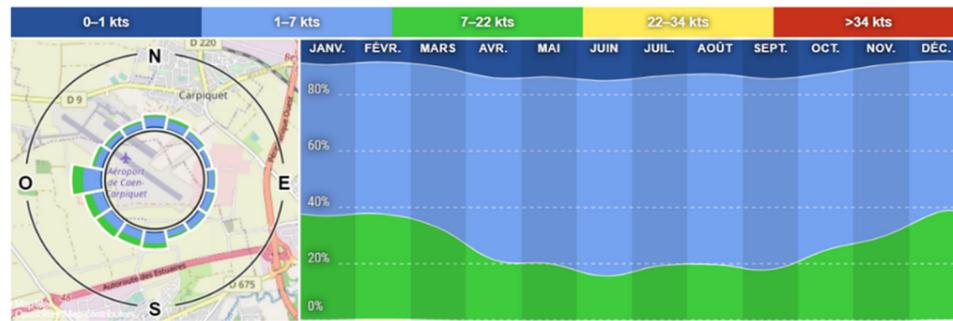


Figure 8 : Rose des vents de Caen entre 2001 et 2020 (Windfinder)

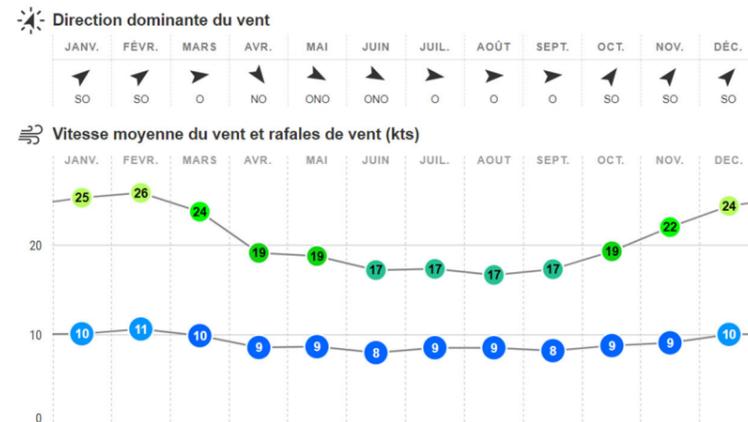


Figure 9 : Vitesse et direction moyenne des vents à Caen entre 2001 et 2020 (Windfinder)

Les vitesses des vents sont généralement plus importantes entre les mois de novembre et mars avec des vitesses moyennes allant jusqu'à 26 kts soit 48 km/h. Les directions proviennent quant à elles en majorité du secteur Ouest et Sud-Ouest.

2.1.1.1.3. Températures

L'étude des températures de la ville Caen est présentée dans la figure ci-dessous.

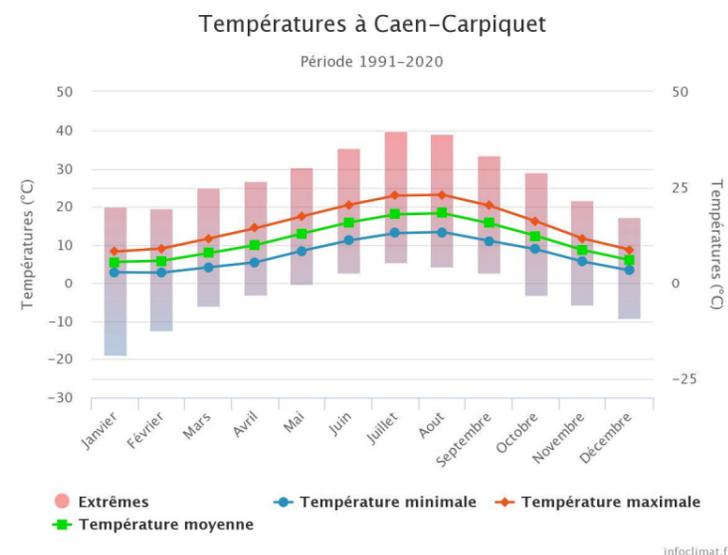


Figure 10: Températures mensuelles moyennes à Caen sur la période 1991-2020 (Info climat)

Le mois le plus chaud est le mois d'août avec une température moyenne de 18,3 °C et le mois le plus froid est le mois de janvier avec une moyenne de 5,4 °C.

Le climat du site est de type océanique avec des saisons humides et tempérées.

Etant donné la nature des matériaux qui seront manipulés (sédiments), les températures et les précipitations ne représentent pas des sources potentielles de dangers pour le site.

Les vents violents peuvent constituer un danger potentiel vis-à-vis de l'intégrité des superstructures d'exploitation en cas de défaut de construction ou d'entretien (effondrement...).

Dans le secteur de la zone d'étude, les vents dominants proviennent majoritairement de l'Ouest, et dans une moindre mesure du Nord-Ouest. Les vents très forts (> 90 km/h) sont rares.

Les installations seront construites de façon à résister aux conditions climatiques et notamment au vent. L'ensemble des constructions respecte les normes neige et vent.

Les vents violents ne sont pas retenus comme source potentielle de dangers pour le site.

2.1.1.2. Séismes

La France dispose d'un zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 et n° 2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ») :

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

Le site est en zone de sismicité 2 (faible).

Le site est soumis à l'arrêté du 24 janvier 2011 fixant les règles parasismiques applicables à certaines installations classées.

Le site ne comportant pas de bâtiment sensible (bungalows déplaçables) ou de substances dangereuses, il n'est pas soumis à des normes parasismiques.

Le séisme n'est donc pas retenu comme source potentielle de dangers dans la suite de l'étude (conformément au paragraphe 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010).

2.1.1.3. Inondations

2.1.1.3.1. Risque d'inondation par débordement

Des inondations lentes par débordement des cours d'eau sont possibles sur le territoire de Caen-Métropole. Les inondations de plaine se produisent lorsque la rivière sort de son lit mineur et inonde la plaine pendant une période relativement longue. La rivière occupe alors son lit moyen, voire son lit majeur qui peut être urbanisé. Ce type d'inondation concerne principalement la basse vallée de l'Orne, donc une grande partie de l'agglomération caennaise.

La crue de référence centennale a eu lieu en 1925-1926 avec un débit de pointe à Caen de 640 m³/s. Les enjeux humains s'avèrent les plus importants au niveau de l'agglomération caennaise en raison de la densité de population et des installations industrielles-portuaires de la basse vallée de l'Orne.

Le risque inondation au niveau de du site d'étude est étudié dans le PPRM de la basse vallée de l'Orne.



Figure 11 Superposition des aléas débordement, fréquent (décennal), moyen (centennal), rare (millenal), en hachuré / zones soustraites à l'aléa inondations (Géorisques, 2022)

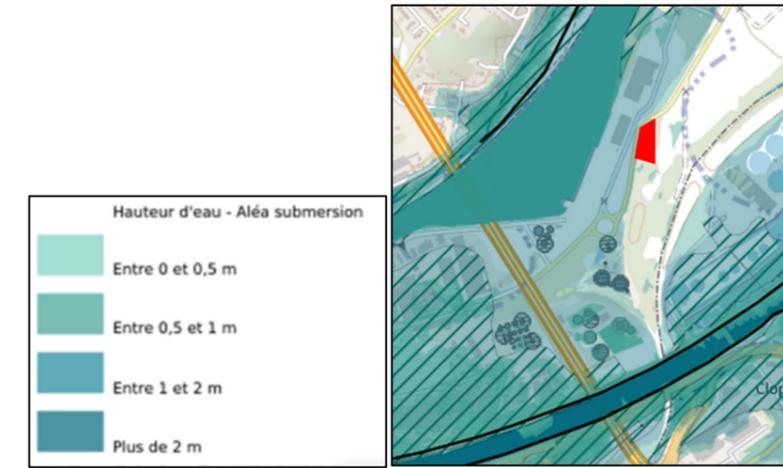


Figure 13 Superposition des aléas submersion, fréquent (décennal), moyen (centennal), rare (millenal), en hachuré / zones soustraites à l'aléa inondations (Géorisques, 2022)

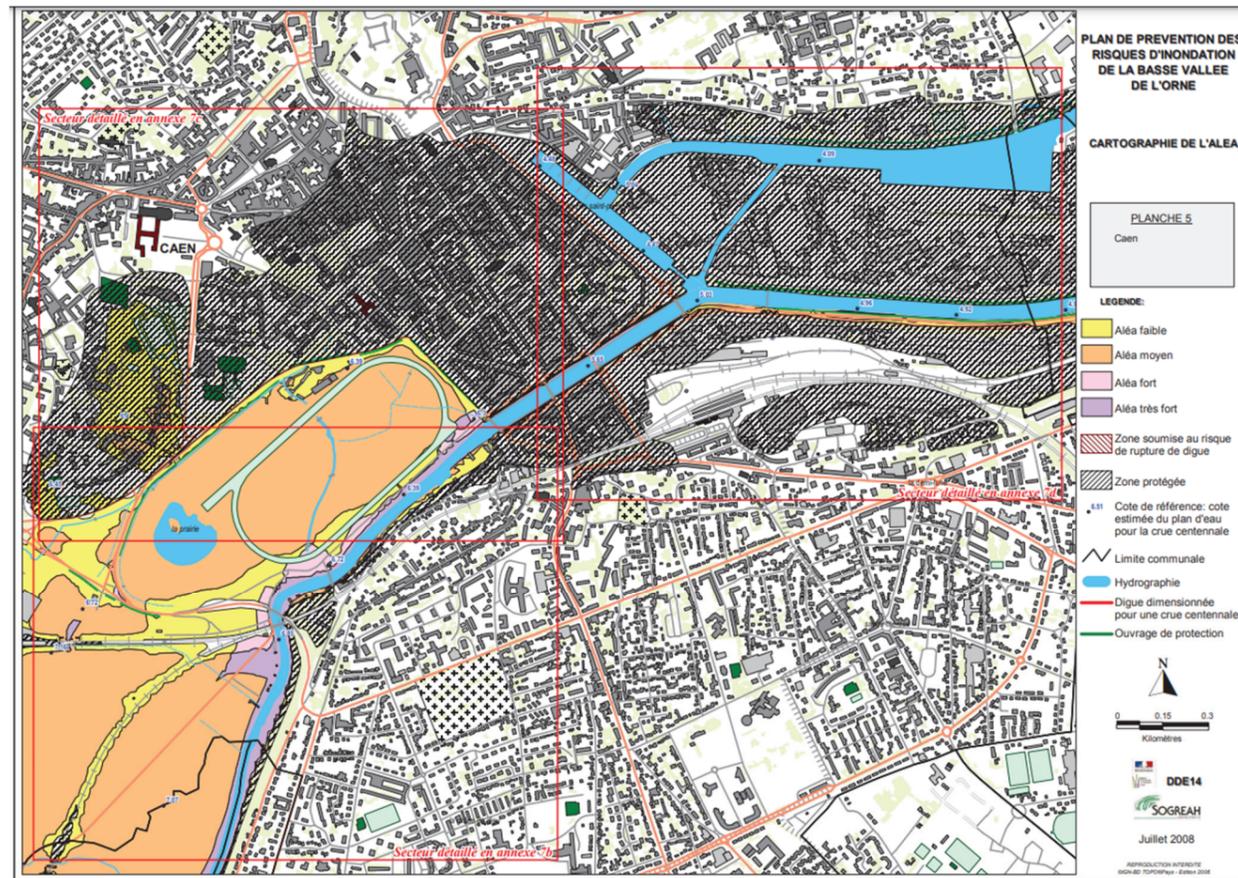


Figure 12 : Carte du PPRM de la basse vallée de l'Orne au niveau du site d'étude

Il existe une zone soustraite à l'aléa de débordement (hachuré), grâce aux digues et à la topographie naturelle.

Les sites étudiés sont, d'une part, non concernés car aquatiques et, d'autre part, en dehors des zones d'aléa (site choisi pour l'ICPE).

2.1.1.3.2. Risques de submersion marine

Le site choisi pour l'installation ICPE est considéré hors zonage lié aux submersions marines.

2.1.1.3.3. Risque d'inondation par remontée de nappe

Ce type d'évènement se produit relativement fréquemment sur Caen-Métropole. Après une ou plusieurs années pluvieuses, il arrive que la nappe affleure et qu'une inondation spontanée se produise. Ce phénomène concerne principalement les terrains bas ou mal drainés comme c'est le cas localement sur Caen-Métropole.

La carte suivante indique la profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux et donc les zones à risque de débordement.

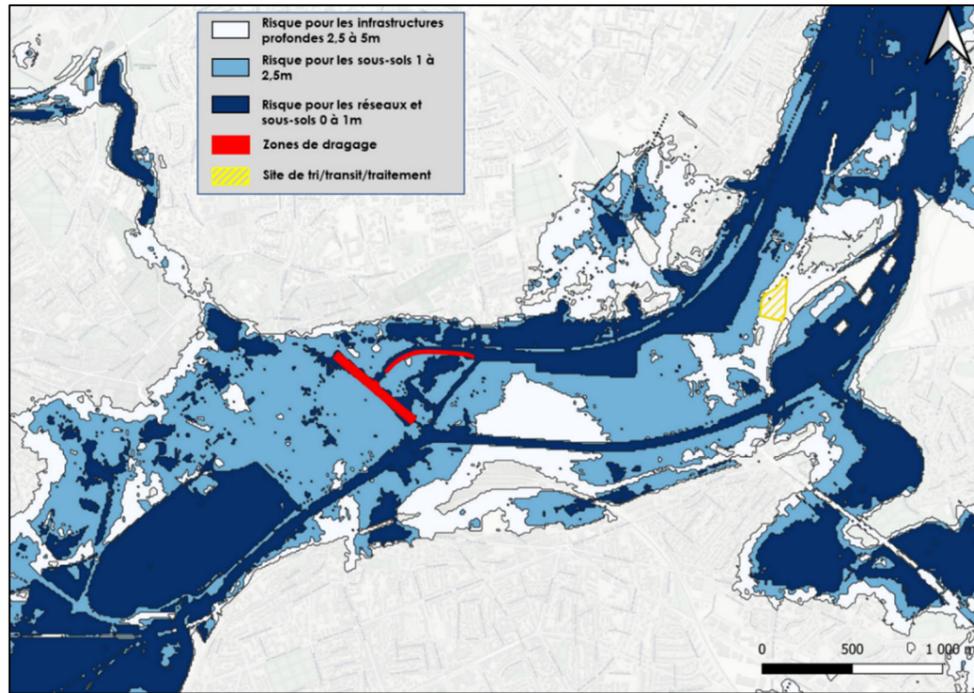


Figure 14 : Profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux sur le territoire de Caen Métropole (2005)

En bleu foncé sont les terrains où la nappe affleure le sol lors des périodes de très hautes eaux mais aussi, bien souvent, en temps normal. Les eaux souterraines sont en mesure d'y inonder durablement toutes les infrastructures enterrées et les sous-sols, rendant difficile la maîtrise de la salubrité et de la sécurité publiques (réseaux d'eaux usées en charge, rejet d'eau sur les voiries...). Les dégâts aux voiries, aux réseaux et aux bâtiments peuvent s'y avérer considérables et la gestion des dommages complexe et coûteuse. En tout état de cause et sans analyses prouvant le contraire, ces terrains sont inaptes à l'assainissement individuel, sauf dispositifs particuliers ;

En bleu clair sont les terrains susceptibles d'être inondés durablement mais à une profondeur plus grande que précédemment (de 1 à 2,5 m). Les infrastructures des bâtiments peuvent subir des dommages importants et très coûteux ; les sous-sols sont menacés d'inondation ;

En blanc sont les terrains où la zone non saturée excède 2,5 m. L'aléa ne concerne plus que les infrastructures les plus profondes (immeubles, parkings souterrains...) bien qu'en raison de l'imprécision cartographique ci-dessus précisée, le risque d'inondation ne peut être écarté pour les sous-sols ;

Le site de dragage, étant situé en eau, est logiquement situé dans une zone à risque pour les réseaux et les sous-sols.

Le site de transit est quant à lui situé dans une zone à risque pour les infrastructures profondes et est par conséquent pas soumis au risque de remontée de nappe, l'aléa ne concernant que les infrastructures profondes.

La prise en compte de ce type de phénomène implique la mise en œuvre du principe de précaution en matière de développement urbain et la mise en place de mesures adaptées à la construction.

Le site Géorisques indique les zones sensibles aux remontées de nappes (figure suivante).

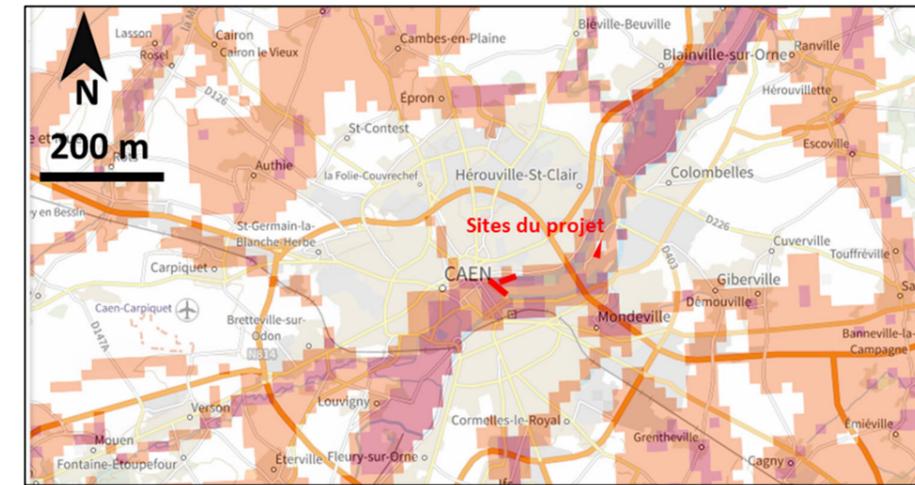


Figure 15 Zones sensibles aux remontées de nappe

Le site de dragage, aquatique, est par définition non concerné par ce phénomène.

Sur le site d'étude terrestre (ICPE), situé au cœur de la vallée de l'Orne, le risque est estimé à modéré considérant une profondeur de nappe de 0 à 1 m et le classement de risque selon Géorisques.

2.1.1.3.4. Inondation par ruissellement et coulées de boues

L'imperméabilisation des sols par les aménagements (bâtiments, voiries, parking) et par les pratiques culturales limite l'infiltration des précipitations et accentue le ruissellement. Selon le SCoT de Caen Normandie Métropole, ceci peut occasionner la saturation du réseau d'assainissement et le refoulement des eaux pluviales. Il en résulte des écoulements plus ou moins importants et souvent rapides dans les rues du centre de l'agglomération (ex : place de la Mare). Ces phénomènes de ruissellement peuvent aussi s'expliquer au niveau de l'agglomération par la présence d'une forte rupture de pente entre le plateau et la vallée de l'Orne (SCoT). Le territoire de la Communauté de Communes Plaine Sud de Caen est également régulièrement victime d'inondations par ruissellement.

Un second phénomène de ruissellement d'origine « agricole » s'accompagnant de coulées de boues se manifeste dans les espaces originellement voués à l'agriculture intensive et connaissant une urbanisation importante.

Compte-tenu des zonages, le risque naturel lié aux inondations n'est pas retenu comme source potentielle de dangers dans la suite de l'étude (conformément au paragraphe 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010).

2.1.1.4. Rupture de barrage

Le site n'est soumis à aucun risque de rupture de barrage.

2.1.1.5. Foudre

L'arrêté du 19 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, prévoit le repérage des appareils devant être protégés contre la foudre.

Le calvados fait partie des départements à niveau céramique faible (<15).

Le site ne prévoit pas de stockage ou de bâtiment de grande hauteur (< 4m ici), de plus, les matériels utilisés (pelles) ne présentent pas de sensibilité particulière au risque foudre. Enfin, le site ne prévoit pas de stockage de matières dangereuses.

Ainsi, le site et ses activités ne nécessitent pas de protection contre la foudre.

2.1.1.6. Mouvement de terrain

Les mouvements de terrain concernent l'ensemble des déplacements du sol ou du sous-sol, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique.

Le territoire du SCoT de Caen est concerné par différents types de risques « mouvement de terrain » :

- Les affaissements et les effondrements de cavités ;
- Les tassements différentiels ;
- Les chutes de pierre et les éboulements.

Les affaissements et les effondrements sont des phénomènes liés à la présence de cavités souterraines d'origine naturelle ou anthropique. Le substrat géologique de la plaine de Caen a été particulièrement exploité pour la pierre de taille (pierre de Caen). La partie centrale de l'agglomération caennaise est donc soumise à ces risques d'affaissement et d'effondrement en raison de l'importance des volumes extraits et de la densité des enjeux de surface.

Les tassements différentiels présentent un autre type de risque « mouvement de terrain ». Ils surviennent essentiellement pendant et à l'issue d'une longue période de sécheresse, par perte d'eau de certaines argiles du sol et du sous-sol. Ce phénomène de rétractation/gonflement des terrains argileux occasionne des dommages importants sur les bâtiments et les équipements. Les tassements différentiels s'observent ponctuellement sur Caen-Métropole sur les argiles du Trias et les argiles à silex dans la partie sud-ouest du territoire et les alluvions des basses vallées de l'Orne.

Le phénomène de chute de bloc est quant à lui présent au niveau des falaises littorales.

Compte-tenu des zonages, le risque lié aux mouvements de terrain n'est pas retenu comme source potentielle de dangers dans la suite de l'étude (conformément au paragraphe 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010).

2.1.1.7. Retrait et gonflement d'argile

Le risque de retrait-gonflement d'argiles est globalement faible sur Caen (figure suivante), mais n'est pas défini sur le site de dragage aquatique et sur le site prévu pour l'ICPE remblayé de longue date.



Figure 16 Risque de retrait-gonflement d'argiles sur les sites d'étude (Infoterre, 2022)

Compte-tenu des zonages, le risque lié au retrait-gonflement d'argiles n'est pas retenu comme source potentielle de dangers dans la suite de l'étude (conformément au paragraphe 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010).

2.1.2. ACTIVITES ET VOIES DE COMMUNICATION AVOISINANTES

2.1.2.1. Activités industrielles

Un risque industriel est lié aux événements accidentels en milieu industriel pouvant entraîner des conséquences immédiates graves pour le personnel, les populations avoisinantes, les biens et/ou l'environnement. Les activités industrielles sont classées selon les risques qu'elles présentent, par exemple les activités classées Seveso de seuil haut sont susceptibles de générer un « risque industriel majeur ». Le risque industriel dépend de la nature des produits en cause, du type d'activité, de l'importance de l'aléa (explosion et/ou incendie) et de la dissémination de produits toxiques dans l'environnement (pollution de l'air, de l'eau ou du sol).

Le site de la plateforme se trouve dans une zone industrialo-portuaire, comportant à proximité, un stockage d'hydrocarbures (200m) et d'une STEP (100m) de la construction à environ 180 m au Nord, et plusieurs garages à l'Est.

Le site de stockage d'hydrocarbures fait l'objet d'un PPRT.

2.1.2.1.1. Description des risques et du PPRT

Plusieurs sites Seveso sont situés dans le département du Calvados.



Les sites Seveso - Calvados (14)



Figure 17 : Carte des sites Seveso du Calvados (DREAL Normandie)

Un site Seveso seuil haut est situé proche du site d'étude sur la commune de Mondeville proche du site de valorisation. Il correspond à des dépôts pétroliers et est situé au niveau du pont de Calix.



Figure 18 : Dépôts pétroliers sous le pont de Calix (SCoT Caen Métropole)

Le Plan de Prévention des Risques Technologiques de la ville de Mondeville est représenté sur la figure ci-dessous.

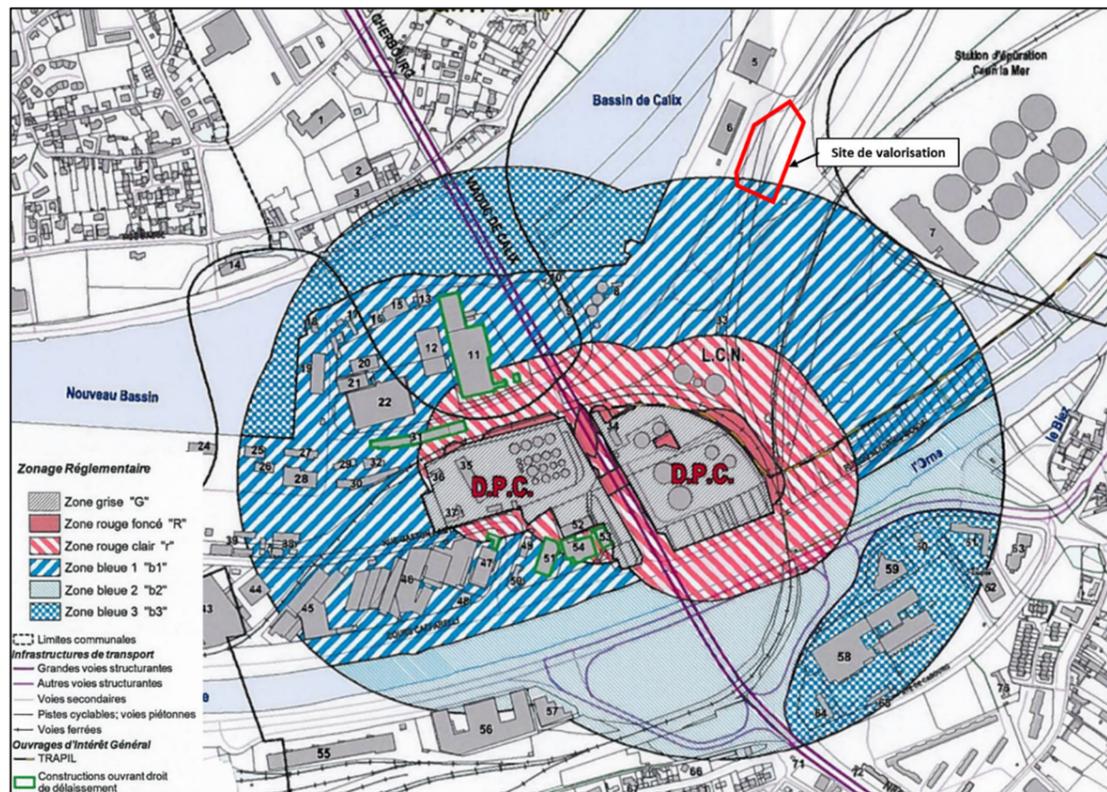


Figure 19 : PPRT de la commune de Mondeville (D.P.C.)

Le site de valorisation est situé au niveau de la limite Nord du PPRT, en partie en « zone bleue b1 ». Le transport par les camions et par les barges passera également par la zone bleue.

Les recommandations pour cette zone sont les suivantes :

- Pour les activités sans fréquentation permanente situées dans le périmètre d'exposition aux risques du présent PPRT, il est recommandé aux responsables de ces activités de prévoir des dispositions permettant aux personnes présentes ponctuellement de se protéger face aux risques encourus (définition des comportements à tenir, mise à disposition d'équipements de première intervention, information de l'établissement à l'origine du risque afin que celui-ci prenne les mesures appropriées par exemple).

- En zone bleu clair « b1 », « b2 » et « b3 », vis-à-vis de l'usage des espaces, il est recommandé de ne pas organiser de manifestations avec ou sans lien avec les activités présentes (exemples : vide-greniers, concerts, manifestations sportives, festives, commerciales, ...).
- En zones bleu clair « b1 », « b2 » et « b3 », vis-à-vis de la circulation routière et des déplacements, il est recommandé d'informer les usagers sur les risques encourus et de limiter autant que possible la circulation de transit de toute nature (liaison bus régulière, circulation routière, voies dédiées aux déplacements doux, cheminements piétons, circulation par voie d'eau...).

La zone de dragage au niveau du Port de Caen n'est quant à elle pas concernée par un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT).

Les sites d'étude se trouvent à proximité d'autres sites industriels ICPE, sans PPRT. Les sites les plus proches sont les suivants :

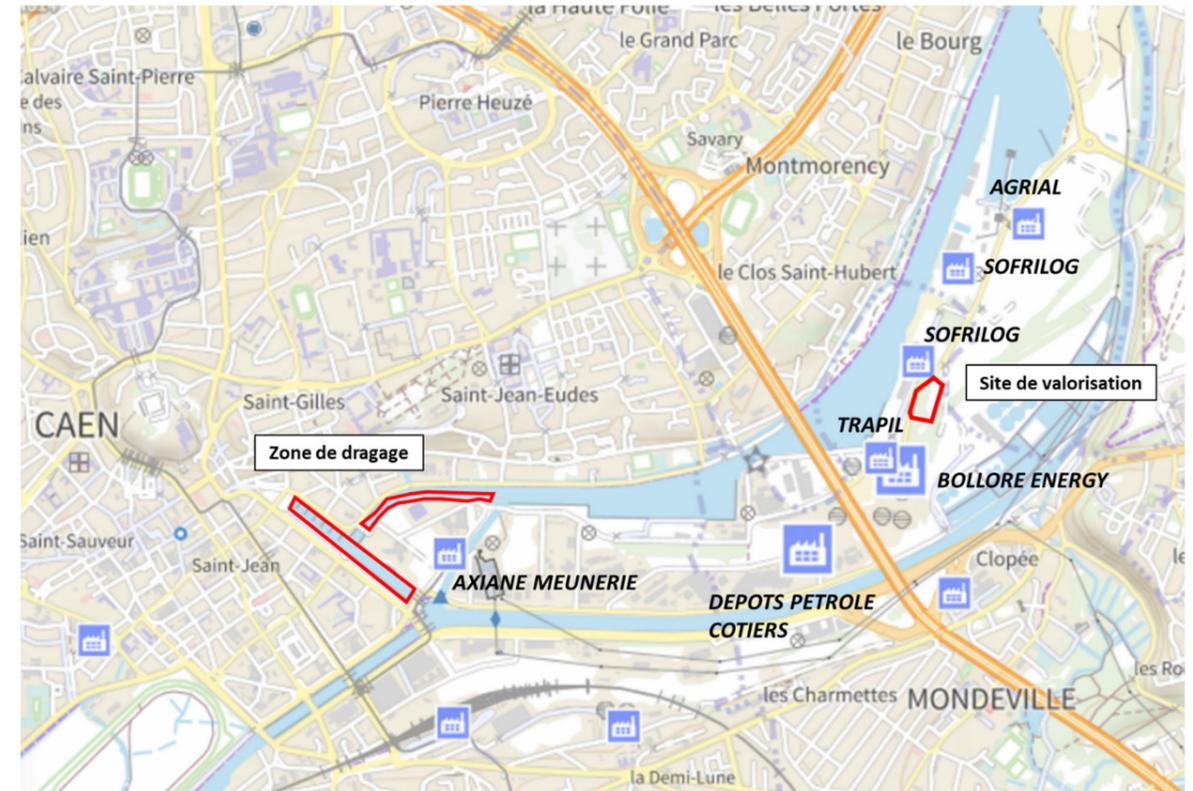


Figure 20 : Sites ICPE à proximité des sites d'études

| Nom | Rubriques concernées | Régime |
|---------------------------|--|----------------|
| AXIANE MEUNERIE | 22600 Broyage, concassage, criblage, déchiquetage, ensachage, pulvérisation, trituration, granulation, nettoyage, tamisage, blutage, mélange, épiluchage, décortication ou séchage par contact direct avec les gaz de combustion des substances végétales et de tous produits organiques naturels, à l'exclusion des installations dont les activités sont réalisées et classées au titre de l'une des rubriques 21xx, 22xx, 23xx, 24xx, 27xx, 3610, 3620, 3642 ou 3660. | E (1 300 kW) |
| | 2160 Silos et installations de stockage, en vrac, de céréales, grains, produits alimentaires ou tout produit organique dégageant des poussières inflammables, y compris les stockages sous tente ou structure gonflable, à l'exception des installations relevant par ailleurs de la rubrique 1532 | DC (12 330 m3) |
| DEPOTS DE PETROLE COTIERS | Seveso seuil haut – stockage de produits pétroliers | |
| | 1434 Liquides inflammables, liquides de point éclair compris entre 60° C et 93° C, fiouls lourds et pétroles bruts, à l'exception des liquides mentionnés à la rubrique 4755 et des autres boissons alcoolisées (installation de remplissage ou de distribution, à l'exception des stations-service visées à la rubrique 1435). | A (7 200 m3/h) |
| | 4331 Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330. | E (535 t) |
| | 4511. Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie chronique 2. | A (240 t) |

| Nom | Rubriques concernées | Régime |
|--------------------------------|--|-----------------------|
| | 4734. Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution : essences et naphthas ; kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazoles (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris) ; fioul lourd ; carburants de substitution pour véhicules, utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matière d'inflammabilité et de danger pour l'environnement. | A |
| BOLLORE ENERGY | Seveso seuil bas – stockage de produits pétroliers | |
| | 1432. Stockage en réservoirs manufacturés de liquides inflammables (Rubrique supprimée à compter du 1er juin 2015) | A (3 792 et 3 796 m3) |
| | 1434. Liquides inflammables, liquides de point éclair compris entre 60° C et 93° C, fiouls lourds et pétroles bruts, à l'exception des liquides mentionnés à la rubrique 4755 et des autres boissons alcoolisées (installation de remplissage ou de distribution, à l'exception des stations-service visées à la rubrique 1435). (1.a. et 2.) | A' (9 000 m3/h) |
| TRAPIL | 1432. Stockage en réservoirs manufacturés de liquides inflammables (Rubrique supprimée à compter du 1er juin 2015) | A (1 052m3) |
| | 1434. Liquides inflammables, liquides de point éclair compris entre 60° C et 93° C, fiouls lourds et pétroles bruts, à l'exception des liquides mentionnés à la rubrique 4755 et des autres boissons alcoolisées (installation de remplissage ou de distribution, à l'exception des stations-service visées à la rubrique 1435). (1.b. et 2.) | DC (45 m3/h) , A |
| | 4734. Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution : essences et naphthas ; kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazoles (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris) ; fioul lourd ; carburants de substitution pour véhicules, utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matière d'inflammabilité et de danger pour l'environnement. (2b) | E |
| SOFRILOG | 1185. Gaz à effet de serre fluorés visés à l'annexe I du règlement (UE) n° 517/2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés et abrogeant le règlement (CE) n° 842/2006 ou substances qui appauvrissent la couche d'ozone visées par le règlement (CE) n° 1005/2009 (fabrication, emploi, stockage) (2a) | DC (300 kg) |
| | 1432. Stockage en réservoirs manufacturés de liquides inflammables (Rubrique supprimée à compter du 1er juin 2015) (2.b.) | DC (15 m3) |
| | 1435. Stations-service : installations, ouvertes ou non au public, où les carburants sont transférés de réservoirs de stockage fixes dans les réservoirs à carburant de véhicules | DC (600 m3) |
| | 1511. Entrepôts frigorifiques, à l'exception des dépôts utilisés au stockage de catégories de matières, produits ou substances relevant, par ailleurs, de la présente nomenclature. | DC (31 000 m3) |
| | 2220. Préparation ou conservation de produits alimentaires d'origine végétale | E (35 t/j) |
| | 2221. Préparation ou conservation de produits alimentaires d'origine animale | E (50 t/j) |
| | 2921. Refroidissement évaporatif par dispersion d'eau dans un flux d'air généré par ventilation mécanique ou naturelle (installations de) | DC (2 327 kW) |
| | 2925. Ateliers de charge d'accumulateurs électriques | D (16,3 kW) |
| | 4735. Ammoniac. (1.a.) | A |
| AGRIAL | 515. Broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes | D (200 kW) |
| | 4702. Engrais solides simples et composés à base de nitrate d'ammonium correspondant aux spécifications du règlement européen n° 2003/2003 du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 relatif aux engrais ou à la norme française équivalente NF U 42-001-1. (I, II et III a, IV) | A et DC |
| | 4703. Nitrate d'ammonium : matières hors spécifications ou produits correspondant aux engrais simples à base de nitrate d'ammonium et à forte teneur en azote n'étant pas conformes aux exigences de l'annexe III-1 (alinéas 1.1 à 1.6) ou III-2 du règlement européen n° 2003/2003 ou à la norme française équivalente NF U 42-001-1. | A |
| SOCIETE DES MATERIAUX CAENNAIS | 2515. Broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes (1a) | E (400 kW) |
| | 2517. Station de transit, regroupement ou tri de produits minéraux ou de déchets non dangereux inertes autres que ceux visés par d'autres rubriques | E (80 000 m²) |
| | 2718. Installation de transit, regroupement ou tri de déchet dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2719, 2792 et 2793 | A |

Les industries déclarant des émissions polluantes sont :

SOCIETE FRANCO CONTINENTALE DE CHARBONS :

Pas de données sur géorisques.

STEP – CAEN :

- Emissions de polluants dans l'eau – Orne 1 (Zinc, Azote total, Cadmium, Cuivre, DBO5, DCO, Nickel, Fer).
- Emissions dans le sol (Azote total, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Phosphore total, Plomb, Zinc, PCBi)
- Production de déchets (Déchets dangereux et non dangereux), traitement de déchets non dangereux.

L'enjeu lié aux risques industriels est considéré comme fort compte tenu de la localisation du projet dans une zone industrialo-portuaire et à proximité du site Seveso seuil haut tout proche.

2.1.2.1.2. Vulnérabilité du projet vis-à-vis des risques industriels

a. Vulnérabilité en phase d'aménagement de la plateforme

La vulnérabilité du projet en phase d'aménagement est liée à la **potentielle mise en danger de travailleurs** sur le site, en zone bleue b1.

Il est notable que cette phase durera un temps limité et qu'en zone bleue, seuls la zone de transit de matériaux non dangereux et une partie de la voirie seront réalisés, nécessitant uniquement du terrassement et la mise en œuvre d'un revêtement étanche. Toutes les zones de travail et les bassins seront hors zone bleue.

L'**aménagement est en lien direct avec les activités industrialo-portuaires** (transit et traitement de matériaux de dragage), sa localisation à proximité d'un quai et dans une zone portuaire est donc nécessaire. Le site a donc été choisi comme **un compromis entre les différentes contraintes et en limitant l'exposition des travailleurs aux risques**.

Par ailleurs, les **préconisations du PPRT seront respectées**, ainsi, des dispositions permettant aux personnes présentes ponctuellement de se protéger face aux risques encourus seront prises :

- Elles seront **informées** du zonage et des risques ;
- Les informations issues de Dépôts De Pétrole Côtiers et Bolloré-Energy seront données en direct sur le chantier ;
- Le bungalow (disposé, hors zone bleue, dès le début du chantier) sera constitué de parois coupe-feu et sera le point de convergence des équipes en cas de danger.

La vulnérabilité du projet en phase d'aménagement de la plateforme, face au risque industriel est donc cotée à un niveau négligeable.

b. Vulnérabilité en phase de tri-transit-traitement des sédiments / en phase de fonctionnement de la plateforme

La vulnérabilité du projet en phase de fonctionnement est liée à la **potentielle mise en danger de travailleurs** sur le site, en zone bleue b1.

Il est notable que seule la zone de transit de matériaux non dangereux et une partie de la voirie seront en zone bleue, et donc n'accueillant du personnel qu'occasionnellement et/ou un temps très limité.

L'**aménagement est en lien direct avec les activités industrialo-portuaires** (transit et traitement de matériaux de dragage), sa localisation à proximité d'un quai et dans une zone portuaire est donc nécessaire. Le site a donc été choisi comme **un compromis entre les différentes contraintes et en limitant l'exposition des travailleurs aux risques**.

Par ailleurs, les **préconisations du PPRT seront respectées**, ainsi, des dispositions permettant aux personnes présentes ponctuellement de se protéger face aux risques encourus seront prises :

- Elles seront **informées** du zonage et des risques ;
- Les informations issues de Dépôts De Pétrole Côtiers et Bolloré-Energy seront données en direct sur le chantier ;
- Le bungalow (disposé hors zone bleue) sera constitué de parois coupe-feu et sera le point de convergence des équipes en cas de danger.

La vulnérabilité du projet en phase de fonctionnement de la plateforme, face au risque industriel est cotée à un niveau faible.

Le risque industriel n'est donc pas retenu comme source potentielle de dangers.

2.1.2.2. Voies de communication routières

Le site de la plateforme longe la RD402 qui se poursuit par la RD 403, une 2x2 voies qui contourne Caen par le Sud.

Les camions de transport de sédiments emprunteront potentiellement cette route pour acheminer les matériaux sur site. Une partie des matériaux pourra provenir d'un débarquement à proximité au niveau du Quai Calix.

La départementale accueille principalement des cargaisons frigorifiques en lien avec l'entreprise logistique voisine. **Par conséquent, les trafics à proximité du site ne sont pas retenus comme source potentielle de dangers.**

2.1.2.3. Canalisation de transport de matières dangereuses

Une canalisation de matières dangereuses achemine du gaz naturel, des produits pétroliers ou chimiques à destination de sites de stockage. D'après la base de données du BRGM, via Géorisques, aucune canalisation de TMD ne se situe à proximité du site d'étude (minimum 200m au sud).

Par conséquent, les canalisations de transport de matières dangereuses ne sont pas retenues comme source potentielle de dangers.

2.1.3. SYNTHÈSE DES SOURCES POTENTIELLES DE DANGER LIÉES À L'ENVIRONNEMENT DU SITE

Aucun facteur de l'environnement du site n'est retenu comme source potentielle de danger.

2.2. ACCIDENTOLOGIE

2.2.1. ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE

Le retour d'expérience acquis au cours de l'exploitation d'un établissement permet de collecter des informations tant sur le bon fonctionnement de certains dispositifs techniques que sur la défaillance de certains autres, mais aussi de connaître les incidents survenus ou les presque-accidents évités et les enseignements tirés de ces déviations. L'analyse du retour d'expérience joue un rôle fondamental dans l'analyse des risques à de nombreux titres car elle permet d'identifier a priori des scénarios d'accidents susceptibles de se produire à partir des accidents survenus sur des installations comparables à celles étudiées. L'accidentologie constitue donc une base de travail intéressante pour l'analyse des risques en groupe de travail qui devra identifier des scénarios d'accidents possibles.

2.2.1.1. Accidentologie interne

Le site n'est pas encore en exploitation, aucune accidentologie interne n'est disponible. Sur les sites de l'exploitant technique prévu (SOLVALOR), aucun incident notable n'est actuellement recensé.

2.2.1.2. Accidentologie sur des installations comparables

L'étude de l'accidentologie externe a été réalisée à partir de la base de données ARIA. Cette base de données, gérée par le MEEDTL - Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI), recense les événements accidentels qui ont ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou à la sécurité publique, la nature et l'environnement. Le recensement des événements accidentels réalisé dans ARIA ne peut être considéré comme exhaustif.

Ce site a été consulté pour identifier les principaux événements accidentels susceptibles de résulter de l'exploitation d'un centre de tri et traitement de déchets non dangereux, similaire à celles projetées sur la plateforme de tri-transit et traitement de sédiments non dangereux, dangereux, non inertes.

Il est à noter que des recherches ont été effectuées sur BARPI avec le mot clef « sédiments », sans donner de résultats exploitables pouvant se rapprocher des activités envisagées sur le site (analyses sur sédiments pollués principalement et accidents sur bassins tampon en second). Par ailleurs, un rapport du CSPRT (2013) indique qu'« aucun accident concernant spécifiquement le stockage de sédiments de dragage dans une installation relevant de la rubrique 2760 n'est recensé dans la base ARIA. Cette courte analyse se base sur l'analyse de quelques accidents impliquant des déchets de type « boues d'épuration » survenus dans des installations de stockage et de compostage. Les accidents rencontrés lors des opérations de curage/dragage des cours d'eau sont également mentionnés. »

Une recherche complémentaire a été réalisée à partir des mots-clés suivants :

- Malaxeur et/ou malaxage en excluant : « Activités pyrotechniques »
- Mélange et/ou mélangeur en excluant : « Activités pyrotechniques, activités agricoles, forestières et agroalimentaires, chimie, énergie/énergies nouvelles, raffinage de pétrole/stockage et distribution de produits pétroliers, sidérurgie, métallurgie, traitement de surface, mécanique, Transports (TMD, rail, route, canalisations) »
- Déchet -mélange -malaxeur -malaxage -métaux -incinérateur en excluant : activités pyrotechniques, activités agricoles, forestières et agroalimentaires, chimie, énergie/énergies nouvelles, ouvrages hydrauliques, raffinage de pétrole/stockage et distribution de produits pétroliers, sidérurgie, métallurgie, traitement de surface, mécanique, Transports (TMD, rail, route, canalisations).

Au total 222 accidents ont été comptabilisés.

Parmi les 222 accidents trouvés, on compte :

- 201 de type incendie-explosion
- 13 de type pollution
- 8 sont d'un autre type

Parmi les 201 incendie/explosion :

- 42 proviennent de la présence de matières combustibles (papier, carton, bois etc.) : **le site n'accueillera pas de matériaux inflammables de ce type et les sédiments ne sont pas combustibles.**
- 31 ont eu lieu dans une installation de stockage de déchets : **le site n'est pas une installation de stockage de déchets – notamment de type déchets ménagers.**
- 23 sont liés à la présence de matières dangereuses et/ou pyrotechniques : **le site ne recevra pas de déchets dangereux ou pyrotechniques.**
- 22 sont liés à la présence de déchets ou matières non prévus (piles notamment) : **les déchets seront triés avant leur arrivée sur le site.**
- 21 concernent une auto combustion de déchets organiques : **les sédiments ne sont pas le siège de processus de fermentation pouvant conduire à une auto-inflammation.**
- 13 sont liés à une origine mécanique ou électriques : **Les sédiments et les produits utilisés ne sont pas susceptibles de prendre feu suite à une étincelle, cependant cette liste de cas présente des feux d'outils et de réseaux électriques. Ces cas seront donc étudiés.**
- 12 sont dus à la présence de déchets métalliques ou des DEE (déchets électriques et électroniques) : **le site n'accueillera pas de déchets de ce type.**
- 9 concernent des exploitations de déchetterie : **le site n'est pas une déchetterie.**
- 7 dans une installation d'incinération : **le site n'est pas une installation d'incinération.**
- 5 sont dues à une erreur humaine : **ces accidents seront détaillés ci-après.**
- 5 sont liés à la météo (orages, canicule) : **ces accidents seront détaillés ci-après.**
- 3 sont en lien avec la réception d'ordures ménagères : **le site n'accueillera pas d'ordures ménagères.**
- 1 est dû à un acte de malveillance : **le site sera clôturé et ne sera pas ouvert au public.**

Concernant les événements de pollution :

- 5 sont liés à une erreur humaine : **ces cas seront détaillés ci-après**
- 1 a eu lieu dans une installation de stockage : **le site n'est pas une installation de stockage**
- 2 ont eu lieu dans une installation d'incinération : **le site n'est pas une installation d'incinération**
- 1 a eu lieu à cause de paramètres météorologiques : **ce cas sera détaillé ci-après**
- 1 a eu une origine mécanique/électrique : **ce cas sera détaillé ci-après.**
- 1 a eu pour origine la présence de matières dangereuses ou pyrotechniques : **le site n'accueillera pas de matières dangereuses ou pyrotechniques**
- 1 a eu pour origine la présence d'un déchet ou d'une substance non prévue : **les macro-déchets présents dans les sédiments seront triés avant leur arrivée sur le site.**

Les 8 autres types d'accidents (débordement d'un malaxeur, 2 accidents mortels : chute et choc, rupture de canalisation, acte de malveillance et présence d'un engin explosif x3) **seront détaillés ci-après.**

Feu- Explosion d'origine mécanique ou électrique :

| Titre | N° ARIA | Année | Description brève | Justification de la non applicabilité au site et aux activités ou de l'étude du risque. |
|--|---------|-------|---|--|
| Feu dans une usine de produits réfractaires | 43997 | 2013 | Un feu se déclare vers 9h25 dans un malaxeur d'une usine soumise à autorisation fabricant des produits réfractaires | Le malaxeur en question sera un outil adaptable sur une pelle et utilisé exclusivement à l'air libre avec des matériaux non combustibles. |
| Débordement d'un bac de déchets liquides | 60239 | 2022 | une pompe de transfert de déchets liquides est restée en fonctionnement | Aucun déchet liquide ne sera admis sur le site. Les opérations de remplissage et ou vidange des bassins tampons ne seront réalisées qu'en période d'ouverture du site. |
| Feu dans un centre de récupération de déchets triés non dangereux | 59386 | 2022 | un feu se déclare au niveau d'un broyeur | Le site ne sera pas équipé de broyeur |
| Percée d'un four dans un centre de collecte de déchets non dangereux | 59114 | 2022 | une percée de four se produit entre la porte de dégrassage et la trappe échantillon dans un centre de collecte de déchets non dangereux. L'accident est dû à une usure plus rapide du réfractaire du four liée à un laitier trop acide. | Le site ne sera pas équipé de four |
| Incendie dans un centre de tri de déchets | 58706 | 2022 | un feu se déclare au niveau du caisson du compacteur de déchets en refus de tri | Le site ne sera pas équipé de compacteur |
| Incendie dans un centre de tri des déchets non dangereux | 59763 | 2022 | un feu se déclare sur l'un des équipements de tri optique d'une chaîne (étincelle) | Le site ne comportera pas d'équipement de tri optique |
| Incendie dans un centre de tri et transit de déchets | 58727 | 2022 | un départ de feu se produit dans le poste de livraison haute tension d'un centre de tri, transit de déchets | Les équipements électriques du site seront neufs, aux normes, régulièrement entretenus et éloignés de la zone de travail. |
| Incendie dans une déchetterie | 59864 | 2022 | un feu se déclenche hors période d'ouverture, probablement dû à un problème électrique. | |
| Incendie dans un centre de collecte de déchets non dangereux | 59236 | 2022 | un feu se déclare au niveau de la ventilation du broyeur dans un centre de collecte de déchets non dangereux | Le site ne sera pas équipé de broyeur |
| Incendie de chargeuse dans un centre de tri de déchets ménagers | 58711 | 2022 | le chauffeur d'une chargeuse constate un dégagement de fumée au niveau de la zone moteur | Le malaxeur en question sera un outil adaptable sur une pelle et utilisé exclusivement à l'air libre avec des matériaux non combustibles. |
| Incendie dans un centre de collecte de déchets non dangereux et compostage | 59803 | 2022 | un feu se déclare au niveau du capot du moteur d'un tractopelle | Le malaxeur en question sera un outil adaptable sur une pelle et utilisé exclusivement à l'air libre avec des matériaux non combustibles. |
| Feu déchetterie | 59002 | 2022 | un feu se déclare sur la benne d'un compacteur à déchets dans un bâtiment | Le site ne sera pas équipé de compacteur |
| Incendie de broyeur dans un centre de traitement de déchets | 58930 | 2022 | un feu se déclare dans un broyeur | Le site ne sera pas équipé de broyeur |

Feu-explosion dues à une erreur humaine

| Titre | N° ARIA | Année | Description brève | Justification de la non applicabilité au site et aux activités ou de l'étude du risque. |
|---|---------|-------|--|---|
| Incendie lors de travaux dans une carrière | 54155 | 2019 | un feu se déclare sur un tapis roulant et un malaxeur de sable dans une carrière. Une découpe au chalumeau est à l'origine du sinistre. | Le malaxeur en question sera un outil adaptable sur une pelle et utilisé exclusivement à l'air libre avec des matériaux non combustibles. |
| Feu déchets verts dans une entreprise d'élagage | 58762 | 2021 | Un feu se déclare lors d'un brûlage non autorisé de déchets verts dans une entreprise d'élagage | Aucun brûlage de déchet ne sera autorisé sur le site. Le site n'accueillera pas de déchets verts. |
| Incendie dans une benne de déchets non dangereux dans un entrepôt | 59369 | 2022 | suite à une erreur humaine (dépôt de seaux de granulés de chlore) un feu se déclare dans une benne de déchets non dangereux | Les sédiments sont non inflammables et non combustibles. |
| Incendie dans une déchetterie | 59535 | 2022 | Un mégot de cigarette provoque un feu dans une benne contenant des déchets non dangereux remplie à 30 % | Les sédiments sont non inflammables et non combustibles. |
| Incendie de déchets non-triés dans une société de récupération de déchets | 59869 | 2022 | un feu se déclare dans un stock de 2 000 m³ de déchets non dangereux de type déchets de chantiers contenant notamment de la laine de verre, du béton, du bois situé sur une plateforme extérieure (piste malveillance ou erreur des usagers) | Les sédiments sont non inflammables et non combustibles. |

Feu-explosion lié à la météo

| Titre | N° ARIA | Année | Description brève | Justification de la non applicabilité au site et aux activités ou de l'étude du risque. |
|---|---------|-------|---|---|
| Incendie dans une benne de déchets non dangereux dans un commerce de gros de produits chimiques | 59292 | 2022 | Un arc électrique lié à un orage pourrait être à l'origine du feu qui s'est déclaré dans une benne de déchets non dangereux | Les sédiments sont non inflammables et non combustibles. |
| Incendie dans une installation de tri de déchets | 59383 | 2022 | En période de canicule, un feu se déclare au niveau du tas de déchets non dangereux | |
| Incendie dans un centre de valorisation de déchets | 59384 | 2022 | la canicule cause un départ de feu à l'arrière du tas de déchets non dangereux des activités économiques | |
| Incendie dans un centre de tri, transit de déchets non dangereux | 59422 | 2022 | En raison de températures élevées, un feu se déclare dans un tas de déchets valorisables | |
| Feu de déchets dans un centre de tri | 59467 | 2022 | suite à un temps orageux, un feu se déclare au niveau d'un tas de matelas dans un centre de tri | |

Pollution liée à une erreur humaine

| Titre | N° ARIA | Année | Description brève | Justification de la non applicabilité au site et aux activités ou de l'étude du risque. |
|--|---------|-------|--|--|
| MES polluant le SCHUSSELBAC | 10461 | 1996 | Des matières en suspension sans doute issues du rinçage d'un malaxeur à béton sur un chantier polluent une rivière. | Les eaux résiduaires seront récupérés dans un bassin tampon et analysées avant tout rejet |
| Pollution des eaux | 32519 | 2006 | lors de malaxage du sol de la déviation provisoire, le pulvimixeur rompt une canalisation d'eau potable, l'écoulement de l'eau entraîne un départ de chaux | Le malaxage aura lieu dans des casiers créés à cet effet. Aucune canalisation d'eau potable ne se trouve sous ces casiers. Cet accident est exclu. |
| Déversement de lisier | 34134 | 2007 | le malaxeur d'un stockage contenant 765 t de lisier perce la géomembrane de la fosse | |
| Pollution aquatique par une usine de colorants et pigments | 44743 | 2013 | en lien avec un équipement de malaxage des colorants et de nettoyage des fonds de fûts : une fuite a été détectée, les eaux s'écoulent directement vers le réseau pluvial. | Les eaux du site ne s'écoulent pas directement vers le réseau pluvial : bassin tampon pour les eaux résiduaires. |
| Rejet de lisier par une exploitation agricole | 53731 | 2019 | le malaxeur à lisier d'une exploitation agricole déchire la géomembrane de la fosse lors de l'homogénéisation de la fosse à lisier de 300 t | Le malaxage aura lieu dans des casiers créés à cet effet. Aucune canalisation d'eau potable ne se trouve sous ces casiers. Cet accident est exclu. |

Pollution due à un évènement météorologique

| Titre | N° ARIA | Année | Description brève | Justification de la non applicabilité au site et aux activités ou de l'étude du risque. |
|--|---------|-------|--|---|
| Fuite d'acide nitrique dans un centre de regroupement de déchets | 59366 | 2022 | une fuite de vapeurs d'acide nitrique se produit sur un GRV de 1 000 l due aux fortes chaleurs | Le site ne stockera pas de produits dangereux, seul de la chaux sera stockée sur le site selon les prescriptions indiquées dans la FDS. |

Pollution due à une origine mécanique/électrique

| Titre | N° ARIA | Année | Description brève | Justification de la non applicabilité au site et aux activités ou de l'étude du risque. |
|---|---------|-------|---|---|
| Pollution d'un cours d'eau par un centre de collecte de déchets non dangereux | 59824 | 2022 | L'usage d'une pompe défectueuse a provoqué l'envoi de 5 m³ d'eaux pluviales non conformes dans un fossé menant au milieu naturel. | Les eaux provenant des bassins tampons seront analysées avant rejet. Les eaux pluviales seront débarrassées des hydrocarbures et MES avant rejet (infiltration - eaux pluviales). |

Autres accidents recensés :

| Cause principale de l'accident | Titre | N° ARIA | Année | Description brève | Justification de la non applicabilité au site et aux activités ou de l'étude du risque. |
|--|---|---------|-------|---|---|
| Cause mécanique ou électrique | Débordement d'huile d'un malaxeur dans une usine de lubrifiants | 58920 | 2020 | alors qu'une usine de lubrifiants est à l'arrêt pour le weekend, un malaxeur déborde au sein de l'atelier de fabrication | L'action de malaxage sera réalisée dans des bassins préalablement remplis à l'aide de pelles mécaniques ou de camions-benne. Le remplissage n'est pas automatique et la revanche sera respectée. |
| Cause mécanique ou électrique | 1 mort dans une installation de stockage de déchets non dangereux | 59579 | 2022 | Lors du déchargement d'un engin de terrassement dans une installation de stockage de déchets non dangereux, la rupture d'une élingue provoque la chute du godet de l'engin sur le chauffeur | Les règles de sécurité éviteront la présence de piétons au niveau des pelles mécaniques. |
| Erreur Humaine | Chute d'un employé dans un malaxeur à torchis | 27404 | 2004 | un employé tombe, malgré la grille de protection, dans le malaxeur à torchis sur lequel il travaille et meurt | L'accès à la zone de travail sera limité pour les piétons. |
| Installation d'incinération | Rupture d'une canalisation d'eau dans une usine d'incinération de déchets non dangereux | 59295 | 2022 | une canalisation d'eau de ville alimentant le système de refroidissement des laveurs se rompt dans une usine d'incinération de déchets non dangereux | Le site n'est pas une installation d'incinération de déchets |
| présence de matières dangereuses et pyrotechniques | Acte de malveillance dans un centre de transit de déchets dangereux | 59136 | 2022 | Acte de malveillance dans un centre de transit de déchets dangereux | Le site n'accueillera pas de matières dangereuses ou inflammables (sédiments) et un tri des déchets sera effectué avant réception. Dans le cas de la réception d'un déchet non conforme celui-ci sera dirigé vers la filière agréé. |
| présence d'un déchet ou d'une matière non prévu | Traitement de déchets radioactifs non identifiés | 59878 | 2022 | Traitement de déchets radioactifs non identifiés sur une ISDND | |
| | Découverte d'engins explosifs dans un centre de collecte de déchets dangereux | 59964 | 2022 | Des engins explosifs sont découverts lors du tri d'un bac de déchetterie, dans un centre de collecte de déchets dangereux | |
| | Présence d'un obus dans une déchetterie | 58924 | 2022 | un agent d'une déchetterie découvre un obus dans la zone des produits dangereux (origine : fraude d'un usager) | |

2.2.1.3. Retour d'expérience

L'analyse des différents accidents recensés, permet de dresser les constats suivants :

- Les causes principales d'accidents sont liées à la présence de substances inflammables, ce qui ne sera pas le cas sur le site.
- La cause secondaire est liée au facteur humain : ensevelissement, blessures liées aux équipements d'exploitation.
- Les autres accidents inventoriés concernent des pollutions d'origine accidentelle.

Pour éviter ces accidents, SOLVALOR envisage les mesures suivantes :

- Personnels formés aux activités menées sur le site et aux consignes de sécurité ;
- Equipements conformes aux normes en vigueur en termes de sécurité ;
- Vérification périodique et maintenance des équipements et matériels de sécurité ;
- Imperméabilisation des zones de travail et de stockage des déchets non inertes ;
- Kits anti-pollution disponibles sur site ;
- Vannes d'isollements au niveau des séparateurs d'hydrocarbures ;
- Bassin de rétention ;
- Moyens de lutte incendie (extincteurs sur site, 120 m3 d'eau disponibles sur le site).

Globalement, le projet ne prévoit pas d'outil mécanique de type broyeur, concasseur, crible, bande transporteuse etc. Le seul outil sera une pelle éventuellement munie d'un malaxeur.

2.3. IDENTIFICATION DES PRODUITS PRESENTANT UN POTENTIEL DE DANGER

L'identification des potentiels de dangers a pour objectif de recenser les dangers associés aux produits (substances ou préparations) : il s'agit de qualifier les dangers (inflammabilité, toxicité...) présentés par les produits ou substances présents ou susceptibles d'être présents sur l'établissement en quantité significative.

Les sédiments, les terres et les déchets de déconstruction accueillis sur le site seront non inertes non dangereux. Les opérations de traitement peuvent mettre en œuvre des liants hydrauliques tels que la Chaux (FDS en annexe).

Aucune incompatibilité entre les produits stockés ou utilisés n'est à signaler.

Les caractéristiques des principaux produits présents sur le site et l'identification des produits présentant un potentiel de danger notable sont synthétisées dans le tableau ci-après.

| Produit | Etat physique | Mention de danger | Conditionnement – stockage | Potentils de danger – justification de la non-significativité du risque |
|---|---|---|--|--|
| sédiments | solide | Non dangereux Matériaux d'origine minérale susceptibles de contenir des hydrocarbures ou métaux. | Vracs dans des casiers/bassins imperméabilisés | Pollution des eaux. Le site sera imperméabilisé et les eaux collectées puis stockées dans un bassin tampon. Celles-ci seront analysées voire traitées avant rejet au réseau pluvial. |
| Chaux vive (traitement) | Solide | H315 : provoque une irritation cutanée H318 : Provoque des lésions oculaires graves H335 : Peut irriter les voies respiratoires | Silo/big bag | Aucun Le produit n'est pas combustible |
| Gasoil en citerne – temporairement présent lors des opérations de ravitaillement et dans les réservoirs des engins. | Liquide fluide Point éclair : > 55°C T° d'auto-inflammation : > 250°C Masse volumique : 830 à 880 kg/m ³ à 15°C Pression de vapeur : < 10 hPa à 40°C Limite inférieure d'explosibilité (LIE) : 0,6% Limite supérieure d'explosibilité (LES) : 6,5% | H226 : Liquide et vapeurs inflammables H304 : Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires H315 : Provoque une irritation cutanée H332 : Toxicité aigüe par inhalation-vapeur H351 : Cancérogénicité H373 : Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (par inhalation). H411 : Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme | - | Incendie et pollution des eaux. Point éclair élevé, stationnement temporaire d'un camion-citerne |

2.4. POTENTIELS DE DANGER LIES AUX EQUIPEMENTS ET AUX OPERATIONS

Dans cette partie, les différents procédés mis en œuvre sur le site sont identifiés afin de déterminer quels sont les potentiels de dangers liés aux différents équipements et opérations. Les potentiels de dangers des opérations et des équipements sont déterminés à partir des deux paramètres suivants :

- Dangérosité des produits mis en œuvre ;
- Conditions opératoires et dérives éventuelles (exothermie/emballément thermique, réactivité des produits, dégagement gazeux, ...).

Les dangers potentiels liés aux équipements et aux procédés d'exploitation d'une plateforme de transit, de tri et de valorisation de sédiments, de terres ou de déchets de déconstruction sont les suivants :

- Le bassin de stockage des eaux (danger potentiel : **chutes de tiers** liés à la présence de bassins, stabilité des digues, pollution du sous-sol) : le site comprendra un bassin de gestion des eaux qui récoltera les eaux pluviales.

La présence de ce bassin peut constituer un danger pour toute personne non autorisée et pénétrant sur le site (chute/noyade/enlèvement). Cependant, le site est clôturé.

Une rupture d'étanchéité (géomembrane) peut également être à l'origine d'une pollution accidentelle.

- Les engins roulants (danger potentiel : **collision et incendie**) : les engins roulants peuvent présenter un potentiel de danger de type départ de feu lié à la présence de carburant. Par ailleurs, des risques de collisions existeront avec des tiers égarés sur site (qu'ils soient piétons ou en voiture). Cependant il s'agit d'engins non fixes qui seront aux normes et régulièrement entretenus.

2.5. DANGERS LIES AUX PERTES D'UTILITE

La perte d'utilité perturbe l'exploitation normale du site et peut potentiellement être une cause de défaillance ou une source de dangers.

Le tableau ci-dessous regroupe les utilités, les principaux dysfonctionnements susceptibles de se produire, leurs conséquences et les mesures de prévention et de protection associées.

| Utilité | Dysfonctionnement | Cause | Conséquence | Mesures de prévention/protection |
|-------------|----------------------|-------------------------|--|---|
| Electricité | Perte d'alimentation | Coupure réseau EDF | Arrêt des installations électriques | / |
| Eau | Perte d'alimentation | Coupure réseau communal | Pas d'alimentation en eau de la zone de travail. | Bassin eau pluviale servant pour l'eau de process et de réserve incendie. |

En cas de perte des utilités, aucune conséquence dangereuse n'est attendue ; les opérations sont simplement arrêtées.

2.6. SYNTHÈSE DES POTENTIELS DE DANGERS

Il n'existe pas de potentiel de danger significatifs sur la plateforme. Les potentiels de danger notables sont les suivants :

- **Les risques d'incendie et d'accident liés aux engins présents sur le site.**

3. Analyse préliminaire des risques

L'objectif de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est d'identifier l'ensemble des scénarii d'évènements à caractère dangereux en lien avec l'exploitation étudiée et susceptibles de présenter un risque vis-à-vis de tiers. Ces évènements à risques sont établis sur la base des dangers potentiels identifiés lors de l'étape précédente.

Cette APR permet également de mettre en relation avec chaque évènement les éléments de maîtrise des risques (prévention ou protection), en vue de déterminer les principaux évènements dangereux redoutés et nécessitant une analyse plus approfondie du risque encouru. Ces derniers feront alors l'objet d'une Analyse Détaillée des Risques (ADR) basée sur la détermination de leur gravité (en fonction de l'exposition des tiers) et de leur probabilité (réalisation d'arbres de défaillance).

Les évènements redoutés étudiés dans l'ADR sont en règle générale ceux pour lesquels un risque peut potentiellement avoir des répercussions hors du périmètre d'exploitation.

Les tableaux présentés ci-après recensent les différents évènements à risques associés à l'exploitation d'une plateforme de transit et de traitement de terres et de déchets de déconstruction, ainsi que leurs éléments de maîtrise préventive ou curative.

Au regard des activités développées sur cette exploitation, les évènements ont été distingués de la manière suivante :

- Les opérations de stockage des sédiments, des terres et des déchets de déconstruction.
- Les opérations de valorisation des sédiments, des terres et des déchets de déconstruction.
- Les différentes activités annexes à l'exploitation de la plateforme de transit, de tri et de valorisation de sédiments, de terres et de déchets de déconstruction.

| N° | Activité | Source du risque (CAUSE) | Nature du risque (CONSEQUENCE) | Mesures de prévention | Mesures de protection | ADR |
|--|----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| Stockage des sédiments, terres et déchets de déconstruction | | | | | | |
| 1.1 | Chargements stockage | Déstockages, chargement | Chute de matériaux | Limitation des hauteurs de stockage (4m) | Intervention du personnel d'exploitation | NON |
| 1.2 | | Ravinement des stocks | Ensevelissement | Site interdit aux tiers* Restriction accessibilité aux zones de chargement | | |
| 1.3 | | Destockage, chargement sur l'estacade | Risque de chute | Mise en place d'éléments de prévention (panneaux, barrières...) Site interdit aux tiers* Restriction accessibilité aux zones de chargement | Intervention personnel d'exploitation | NON |
| 1.4 | | Collision entre véhicules, engins | Dégâts matériels et/ou corporels | Plan de circulation Formation à la conduite Site interdit aux tiers* Normes de résistance des véhicules | Intervention personnel d'exploitation | NON |
| 1.5 | | Présence d'engins | Source d'ignition | Incendie | Entretien et contrôle périodique du matériel Permis de feu, consignes de sécurité | Extincteurs Sécurisation de la zone |

| N° | Activité | Source du risque (CAUSE) | Nature du risque (CONSEQUENCE) | Mesures de prévention | Mesures de protection | ADR |
|--|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--|---|-----|
| 1.6 | | Fuite, épandage de carburant | Pollution du sol et des eaux | Entretien du matériel Kits absorbants | Bassin tampon * muni de vannes de confinement des eaux* Curage et traitement* | NON |
| Valorisation des sédiments, terres et déchets de déconstruction | | | | | | |
| 2.1 | Equipements de tri/traitement | Source d'ignition | Incendie | Entretien et contrôle périodique du matériel Permis de feu Consignes de sécurité | Extincteurs Sécurisation de la zone | OUI |
| 2.2 | | Fuite épandage de carburant | Pollution du sol et des eaux | | Bassin de rétention* Vannes d'isolement sur site : confinement des eaux* Curage et traitement* | NON |

*élément principal de maîtrise des risques évitant des répercussions vis-à-vis de tiers (risque interne au site) -> non-exposition des tiers = évènement non retenu dans l'ADR

Tableau 4 APR relative à la valorisation des sédiments, terres et déchets de déconstruction

Cotation :

Les classes de probabilité et de gravité sont celles définies par l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation et sont présentées dans le Tableau 20 et le Tableau 21.

| Terminologie | Critères de qualification | Probabilité | Correspondance par unité et par an | Classe de fréquence selon l'arrêté du 29/09/2005 |
|---|--|---|---|--|
| Évènement possible, mais extrêmement peu probable | N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années | 10 ⁻⁶ | 1 fois tous les 1 000 000 d'années | E |
| Évènement très improbable | S'est déjà produit dans ce secteur d'activité, mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité | 10 ⁻⁵ | 1 fois tous les 100 000 ans | D |
| Évènement improbable | Un évènement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité | 10 ⁻⁴ | 1 fois tous les 10 000 ans | C |
| Évènement probable | S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation | 10 ⁻³ | 1 fois tous les 1 000 ans | B |
| Évènement courant | Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives | 10 ⁻² 10 ⁻¹ 10 ⁰ 10 ¹ 10 ² | 1 fois tous les 100 ans 1 fois tous les 10 ans 1 fois par an 10 fois par an 100 fois par an | A |

Tableau 5 Classes de fréquence d'occurrence

| Niveau de gravité des conséquences | Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs | Zone délimitée par le seuil des effets létaux | Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine |
|------------------------------------|---|---|---|
| 1 - Modéré | Pas de zone de létalité hors de l'établissement | Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à 1 personne | |
| 2 - Sérieux | Aucune personne exposée | Au plus 1 personne exposée | Moins de 10 personnes exposées |
| 3 - Important | Au plus 1 personne exposée | Entre 1 et 10 personnes exposées | Entre 10 et 100 personnes exposées |
| 4 - Catastrophique | Moins de 10 personnes exposées | Entre 10 et 100 personnes exposées | Entre 100 et 1000 personnes exposées |
| 5 - Désastreux | Plus de 10 personnes exposées (1) | Plus de 100 personnes exposées | Plus de 1000 personnes exposées |

(1) Personne exposée : en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ces effets le permet.

Tableau 6 Niveau gravité en fonction des conséquences des phénomènes dangereux

Les différents phénomènes étudiés seront placés dans la grille de criticité définie dans la circulaire du 29 septembre 2005 relative aux critères d'appréciation de la démarche de maîtrise des risques d'accidents susceptibles de survenir dans les établissements dits « SEVESO », visés par l'arrêté du 10 mai 2000 modifié (Tableau 22).

| Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque | Probabilité (sens croissant de E vers A) | | | | |
|---|---|----------------------|-----------------|---------------|--------------|
| | E Possible mais extrêmement peu probable | D Très improbable | C Improbable | B Probable | A Courant |
| 5 - Désastreux | MMR Rang 2 | NON Rang 1 | NON Rang 2 | NON Rang 3 | NON Rang 4 |
| 4 - Catastrophique | MMR Rang 1 | MMR Rang 2 | NON Rang 1 | NON Rang 2 | NON Rang 3 |
| 3 - Important | MMR Rang 1 | MMR Rang 1 | MMR Rang 2 | NON Rang 1 | NON Rang 2 |
| 2 - Sérieux | | | MMR Rang 1 | MMR Rang 2 | NON Rang 1 |
| 1 - Modéré | | | | | MMR Rang 1 |

Tableau 7 Grille de criticité

Cette grille délimite trois zones de risque accidentel :

- Une zone de risque élevé, figurée par le mot « NON »,
- Une zone de risque intermédiaire, figurée par le sigle « MMR » (mesures de maîtrise des risques), dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation,
- Une zone de risque moindre, qui ne comporte ni « NON » ni « MMR ».

La gradation des cases « NON » ou « MMR » en « rangs », correspond à un risque croissant, depuis le rang 1 jusqu'au rang 4 pour les cases « NON » et depuis le rang 1 jusqu'au rang 2 pour les cases « MMR ». Cette gradation correspond à la priorité que l'on peut accorder à la réduction des risques, en s'attachant d'abord à réduire les risques les plus importants (rangs les plus élevés).

Analyse des scénarios accidentels :

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|-------------------------|
| <p>Gasoil en citerne – temporairement présent lors des opérations de ravitaillement et dans les réservoirs des engins.</p> | <p>Liquide fluide</p> <p>Point éclair : > 55°C</p> <p>T° d'auto-inflammation : > 250°C</p> <p>Masse volumique : 830 à 880 kg/m³ à 15°C</p> <p>Pression de vapeur : < 10 hPa à 40°C</p> <p>Limite inférieure d'explosibilité (LIE) : 0,6%</p> <p>Limite supérieure d'explosibilité (LES) : 6,5%</p> | <p>Incendie au niveau d'une pelle mécanique :</p> <p>Point éclair élevé, stationnement temporaire d'un camion-citerne – engins sur site.</p> | <p>Probabilité :</p> <p>Improbable avec les mesures prises : kit anti-pollution pour éviter les écoulements et extincteurs disponibles dans les engins.</p> | <p>Gravité :</p> <p>Modérée.</p> | <p>Criticité</p> |
|--|--|--|--|---|-------------------------|

Il est à noter que l'évènement « incendie au niveau d'une pelle mécanique » n'est pas un évènement retenu pour des activités ICPE. En effet, cet évènement est extrêmement rare et généralement sans effet notable.

Conclusion

Les évènements redoutés considérés comme majeurs et qui sont retenus pour être étudiés de façon plus approfondie dans l'Analyse Détaillée de Risques (ADR) regroupent les évènements pour lesquels la gravité des conséquences n'est pas clairement explicite (étendue du risque non déterminée, nombre de personnes potentiellement exposées non défini).

D'une manière générale, ces évènements redoutés ont des répercussions potentielles hors de l'exploitation et peuvent donc mettre en danger les tiers (voisinage de l'exploitation).

Ici, il n'est pas identifié d'évènement redouté ayant une criticité notable.

Dans ce contexte, aucun évènement redouté ne sera étudié dans la phase d'Analyse Détaillée des Risques.

4. Analyse des potentiels de dangers et des principales dispositions de réduction des potentiels de dangers.

Sans objet

5. Méthodes et moyens de calcul utilisés pour la modélisation des phénomènes dangereux

Sans objet

6. Effets dominos

6.1. GENERALITES

La définition retenue pour un effet domino est la suivante : « Action d'un phénomène accidentel affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un phénomène accidentel sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des conséquences ».

Les valeurs seuils d'effets retenues à partir desquelles un effet domino sur les installations voisines est envisageable sont les suivantes :

- Pour les effets thermiques : 8 kW/m², correspondant au seuil des dégâts graves sur les structures,
- Pour les effets de surpression : 200 mbar.

Ces valeurs constituent des limites inférieures à partir desquelles des effets dominos sont envisageables ; les seuils réellement retenus peuvent être supérieurs en fonction des éventuelles dispositions constructives et/ou caractéristiques des bâtiments et installations cibles.

6.2. EVALUATION DES EFFETS DOMINOS

Sans objet

7. Description des mesures générales de prévention des risques

7.1. ORGANISATIONS ET CONSIGNES GENERALES

7.1.1. ORGANISATION

SOLVALOR mettra en place une organisation qui définit les rôles et les responsabilités des personnels y compris des sous-traitants.

7.1.2. FORMATION DU PERSONNEL

SOLVALOR dispensera aux agents d'exploitation des formations au poste de travail et à la sécurité. Les formations seront délivrées en interne ou par des organismes extérieurs.

7.1.3. CONSIGNES D'EXPLOITATION

Les consignes d'exploitation mises en place par SOLVALOR comporteront explicitement les instructions de conduite des installations.

7.1.4. CONSIGNES DE SECURITE

Les consignes de sécurité seront établies pour maîtriser les opérations dangereuses, faire face aux situations accidentelles, mettre en œuvre les moyens d'intervention et d'évacuation et appeler les moyens de secours extérieurs. Ces documents, tenus à jour et accessibles, préciseront notamment :

- Les moyens d'intervention et de protection à utiliser selon les risques ;
- La conduite à tenir et les mesures d'urgence à prendre en cas d'accident (départ de feu, déversement accidentel de liquides...) ;
- La procédure d'alerte avec les numéros de téléphone du responsable d'exploitation, des services d'incendie et de secours,...
- Les interdictions de fumer et d'apporter du feu sous une forme quelconque.

L'ensemble du personnel sera informé et sensibilisé aux risques de chaque métier et aux produits utilisés ainsi qu'aux règles de sécurité à respecter.

7.1.5. VERIFICATIONS

Dans le cadre des mesures de prévention des risques, il convient de mettre en avant les vérifications de différents éléments et organes présents au sein des activités exploitées sur le site.

Les vérifications générales suivantes seront entre autres réalisées :

- Vérification annuelle des installations électriques par un organisme certifié ;
- Vérification annuelle des moyens de secours internes (extincteurs...) par un organisme certifié.

7.1.6. HABILITATIONS

L'exploitation des activités du site induit l'instauration d'habilitations particulières. Ces autorisations garantissent le suivi des procédés par du personnel qualifié (habilitation électrique, CACES,...).

7.1.7. SECURITE ANTI-INTRUSION

La prévention contre de tels risques consiste à limiter l'accessibilité du site aux personnes non autorisées :

- Bouclage du site par une clôture périphérique et la mise en place d'un portail en entrée de site fermé en dehors des horaires d'ouverture.
- Mise en place en périphérie du site de panneaux interdisant l'accès au site et informant de la nature des dangers.
- Mise en place d'une alarme sur le site.

Mesures générales de prévention et réduction des risques d'incendie

Les dispositions mises en œuvre vis-à-vis du risque incendie sont les suivantes :

- Consignes de sécurité. Les zones à risques particuliers sont clairement identifiées par des pictogrammes explicites,
- Interdiction de fumer sur tout le site,
- Etablissement d'un plan de prévention intégrant un permis de feu pour les travaux par point chaud,
- Affichage de plan d'évacuation aux différentes issues des bâtiments, éclairage de secours,
- Installations électriques conçues et maintenues conformément à la réglementation en vigueur : rapport de contrôles périodiques annuels tenus à disposition sur site,
- Engins et équipements conformes aux normes en vigueur avec maintenance et entretien régulier,
- Mise à la terre des équipements,
- Formation du personnel : Une formation à la sécurité est dispensée à tous les salariés évoluant sur le site.

7.2. PREVENTION DU RISQUE DE POLLUTION

Les consignes d'exploitation définissent les conditions de manutention et de dépotage sur le site.

Les aires de stockage, de voiries et de travail des déchets non inertes seront imperméabilisées.

Pour la majorité des surfaces imperméabilisées, les eaux seront envoyées vers le bassin tampon de 560m³, à l'exception des zones de circulation des camions, pour lesquelles, les eaux de ruissellement seront stockées dans les réseaux de collecte et sur la voirie du fait de la forme de cuvette des zones et des vannes d'isolement manuelles présentes en sortie de chaque déboureur/séparateur.

En cas de déversement accidentel sur le site (carburant des engins), des kits absorbants seront disponibles afin pouvoir récupérer rapidement les produits en cas d'épandage.

En cas de déversement important sur le site, les vannes manuelles d'isolement en sortie des séparateurs à hydrocarbures et du bassin tampon seront fermées pour éviter que la pollution s'étende sur le site et

s'évacue vers le milieu naturel. Le déversement serait donc collecté dans le bassin tampon des eaux pluviales du site et dans les réseaux du site.

Les produits dangereux liquides seront stockés sur rétention.

Une surveillance régulière des eaux souterraines sera assurée au niveau de piézomètres installés sur le site.

L'état des digues et de la géomembrane du bassin de collecte des eaux pluviales seront également régulièrement suivis, et l'étanchéité des casiers sera régulièrement contrôlée.

8. Analyse détaillée des risques

L'ensemble des risques présentés par les activités et les substances présentes sur l'ICPE est de niveau acceptable au vu des parties précédentes.

9. Organisation des secours

9.1. MOYENS DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE INTERNE

Dans l'hypothèse où les moyens de prévention visés précédemment s'avéraient insuffisants et qu'un incident venait à mettre en péril les personnes ou les biens matériels présents au sein du site, il pourrait être fait appel à des moyens d'intervention internes et, le cas échéant, des moyens externes. Les mesures et consignes de sécurité sont portées à la connaissance du personnel.

En cas de sinistre, la procédure d'intervention suivante serait mise en œuvre :

- Information de l'ensemble des personnes présentes au sein de l'établissement (personnel d'exploitation, intervenants extérieurs...).
- Mise en œuvre des moyens internes d'intervention, visant à réduire le développement d'un sinistre et son éventuelle propagation.
- Appel des moyens d'intervention et de secours extérieurs (si la gravité du sinistre l'exige et met en péril la sécurité du personnel d'exploitation).
- Délimitation d'un périmètre de sécurité et de la zone d'intervention des secours (le cas échéant, bouclage du site ou des abords, dans l'attente des secours extérieurs).
- Information du voisinage et de toute personne, service d'Etat (DREAL...), ou autre (mairie...), susceptibles d'être concernés par le sinistre et sa gravité.

Premiers soins en cas d'urgence

Afin de procéder aux premiers soins d'urgence, en cas d'accident ou d'incident sur l'établissement ou à proximité, des trousse de premières urgences (régulièrement vérifiées et complétées) seront présentes sur l'exploitation.

Par ailleurs, des membres du personnel seront formés ou sensibilisés pour organiser les secours sur les lieux de travail (sauveteurs-secouristes du travail) et suivront régulièrement des sessions de mises à niveau.

Extincteurs mobiles

La lutte contre l'incendie est en premier lieu assurée par des extincteurs en nombre suffisant et maintenus en bon état de fonctionnement. Un rappel sur le choix des agents extincteurs en fonction du type de feu peut être effectué :

- Classe A : feux de matériaux solides
- Classe B : feux de liquides ou de solides liquéfiables
- Classe C : feux de gaz
- Classe D : feux de métaux

L'ensemble des installations du site sera doté d'extincteurs en nombre suffisant en respectant la norme ISO 11602-1 relative à la protection contre l'incendie - Extincteurs portatifs et extincteurs sur roues.

Des extincteurs seront notamment positionnés au niveau :

- Des bureaux ;
- Du hangar de stockage des boues du filtre-presse ;
- De l'installation de lavage des terres ;

9.2. ACCESSIBILITE

Le site sera accessible aux secours publics par des voiries et des aires de manœuvre adaptées à leurs engins.

Bornes à incendie

Le site envisagé ne dispose pas actuellement de bornes à incendie. Néanmoins, une borne *a minima* sera installée à proximité ou sur le site.

Evaluation des besoins en eauMoyens de lutte contre la pollution interne

Le dimensionnement du volume d'eau à retenir en cas d'incendie est réalisé à partir du document D9A : Document technique de défense extérieure contre l'incendie et rétentions (Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction (INESC – FFSA – CNPP)).

D'après ce guide, les volumes à mettre en rétention sont :

- Les besoins en eau pour 2 heures selon le guide de dimensionnement des besoins en eau dans la lutte contre les incendies D9, soit 120 m3 ;
- Le volume d'eau lié aux intempéries, soit 440 m3 ;

Le volume à retenir serait de 560 m3.

En cas d'incendie, les vannes manuelles d'isolement en sortie du séparateur à hydrocarbures et du bassin tampon seront fermées pour éviter une pollution du milieu naturel. Les eaux d'extinction incendie, et les eaux liées aux intempéries, seraient donc collectées dans le bassin tampon des eaux pluviales du site et dans les réseaux du site. Les eaux d'extinction incendie confinées seront stockées puis reprises par un prestataire extérieur pour être traitées sur un site spécialisé selon les modalités fixées par la réglementation.

Comme évoqué précédemment, le bassin tampon de 560 m3 utile, servira également à stocker la totalité des eaux d'extinction incendie. Le surplus lié aux eaux d'extinction incendie est de 120 m3 et pourra donc être confiné dans le bassin tampon du site qui a été surdimensionné afin de prendre en

compte ce volume supplémentaire. Pour le dimensionnement du bassin tampon, nous avons pris en compte :

- Le volume de 440 m3 pour le tamponnement d'une pluie décennale sur 2h,
- Le volume de 120 m3 pour le confinement des eaux d'extinction incendie (le volume de 173 m3 d'eau lié aux intempéries est inclus dans le volume de la pluie décennale),

La société SOLVALOR mettra également en place un Plan de Secours contre les Risques Accidentels liés aux usages. Ce document permettra au personnel d'exploitation de la plateforme, en cas d'accidents avéré avec déversement de polluant, de réagir vite et de mettre en œuvre tous les moyens d'information et de protection du milieu naturel.

9.3. MOYENS D'INTERVENTION EXTERNE

Dans l'éventualité où les moyens de premiers secours visés précédemment s'avèreraient insuffisants, compte tenu de l'ampleur d'un accident, il serait alors fait appel aux services publics d'intervention qui disposent de moyens spécifiques adaptés à chaque type d'événement.

10. Conclusion

Suite à l'analyse des risques, aucun phénomène dangereux n'est retenu.

Les moyens de lutte incendie envisagés et de confinement des eaux d'extinction sont correctement dimensionnés pour répondre aux besoins.

PORT DE CAEN-OUISTREHAM

DRAGAGE ET GESTION DES SEDIMENTS DU BASSIN SAINT-PIERRE DU PORT DE CAEN, INCLUANT LA CREATION D'UNE PLATEFORME DE TRI, TRANSIT ET TRAITEMENT DE SEDIMENTS, SITUEE SUR LA COMMUNE DE MONDEVILLE (14)

PIECE 4

Annexes de l'étude d'impact

Annexe 15 : Procédure de gestion des ouvrages en temps de crue



© 7ème ciel Images - F.Monier



**DIRECTION DES ACCES ET DE LA
MAINTENANCE**

C O N S I G N E S

CONCERNANT L'ORGANISATION

EN TEMPS DE CRUES

⇒ **P.N.A.**

- Le Directeur Général
- Le Directeur de l'Aménagement et de l'Environnement
- Le Directeur du Développement et de la Promotion
- Le Commandant du Port de Caen-Ouistreham
- Le Directeur des Accès et de la Maintenance
- Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham
- Les conducteurs d'ouvrages du Poste Central de Conduite de Ouistreham
- Valise du responsable d'astreinte du COO

⇒ **S.M.L.C.I.**

⇒ **D.D.T.M. DU CALVADOS**

⇒ **MAIRIE DE OUISTREHAM**

⇒ **MAIRIE DE CAEN**

⇒ **MAIRIE DE MONDEVILLE**

⇒ **GENDARMERIE DE OUISTREHAM**

⇒ **C.C.I.C.**

PHASES DE REGULATION

Phase 1 : cote de l'Orne à Thury-Harcourt < 2m50

Le niveau de l'Orne peut varier en fonction des besoins en eau du Canal (régulation entre 7m40 CM et 8m10 CM)

Le niveau du canal peut varier entre 7m40 CM et 8m00 CM

Les ouvrages du canal Victor Hugo et du Maresquier sont verrouillés en fermeture

Phase 2 : 2m50 < cote de l'Orne à Thury-Harcourt < 3m00

Le niveau de l'Orne peut varier en fonction des besoins en eau du Canal (régulation entre 7m40 CM et 8m10 CM)

Le niveau du canal peut varier entre 7m40 CM et 8m10 CM

Les ouvrages du canal Victor Hugo et du Maresquier sont basculés en mode automatique

Phase 3 : 3m00 < cote de l'Orne à Thury-Harcourt < 4m00

Le niveau de l'Orne est variable (régulation à 6m80 CM)

Le niveau du canal peut monter à 8m30 CM (régulation 7m70 CM)

Phase 4 : cote de l'Orne à Thury-Harcourt > 4m00

Le niveau de l'Orne est variable (régulation à 6m80 CM)

Le niveau du canal peut monter à 8m50 CM (régulation 7m40 CM)

COTES DE L'ORNE A THURY-HARCOURT

La cote de l'Orne à Thury-Harcourt peut être obtenue sur le site <http://www.vigicrues.ecologie.gouv.fr/>

Elle peut également être obtenue sur le site http://www.donnees.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr/hydro/stations_hydroq_cotes.htm

Elle est également recopiée en temps réel sur le système de régulation situé au Poste de Conduite Centralisé (PCC) de Ouistreham.

CONSIGNES

| | | | |
|--------|--|------|----|
| I - | Dès que la hauteur d'eau à Thury-Harcourt a atteint → 2m20 | page | 3 |
| II - | Dès que la hauteur d'eau à Thury-Harcourt atteint → 2m50 | page | 3 |
| III - | Dès que la hauteur d'eau à Thury-Harcourt a atteint → 3m00 | page | 4 |
| IV - | Dès que le canal (Ouistreham) a atteint → 8m30 CM | page | 4 |
| V - | Dès que l'Orne (Vendeuvre) a atteint → 8m70 CM | page | 6 |
| VI - | Dès que la hauteur d'eau à Thury-Harcourt a atteint → 4m00 | page | 7 |
| VII - | Dès que l'Orne (Vendeuvre) a atteint → 9m00 CM | page | 8 |
| VIII - | Dès que le canal (Ouistreham) a atteint → 8m50 CM et qu'il y a risque de ne plus maîtriser son niveau | page | 8 |
| IX - | Dès la consignation du grand sas | page | 10 |
| X - | Dès que le canal (Ouistreham) a atteint → 8m70 CM | page | 11 |

I - **DES QUE LA HAUTEUR D'EAU A THURY
HARCOURT A ATTEINT 2m20**

↓
Seuil de vigilance

- ① - Le conducteur d'ouvrage prévient par téléphone le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham en heures ouvrables (HO) ou le responsable d'astreinte (hors HO) et ouvre une main courante (fichier crue).
- ② - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham en heures ouvrables (HO) ou le responsable d'astreinte (hors HO) prévient le Directeur d'astreinte par mail.
- ③ - Le Directeur peut faire réaliser un creux préventif en baissant la cote du canal jusqu'à 7,40 CM en fonction des conditions de marées, des navires au port ou attendus.

II - **DES QUE LA HAUTEUR D'EAU A THURY
HARCOURT A ATTEINT 2m50**

↓
Seuil d'alerte Phase 2
Niveau du canal entre 7m40 et 8m10 CM

- ① - Le conducteur d'ouvrage prévient par téléphone le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham en heures ouvrables (HO) ou le responsable d'astreinte (hors HO)
- ② - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham en heures ouvrables (HO) ou le responsable d'astreinte (hors HO) prévient le Directeur d'astreinte par mail, fait basculer les ouvrages du Maresquier et du canal Victor Hugo en mode automatique, **puis** se rend immédiatement au Poste Central de Conduite (PCC) de Ouistreham et **valide la phase 2** sur la supervision. La consigne de fermeture des vannes de l'amont devient fixe à 8,10 CM. La consigne d'ouverture du Maresquier devient C2 = 7,80 CM par défaut.

- ③ - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham (en HO) ou le responsable d'astreinte (hors HO) fait surveiller le niveau des Odons à Courtonne par un agent du COO (en HO) ou un des agents de conduite du PCC (hors HO)

FAX
ANNEXE
A

- Si on constate une surverse des Odons vers le canal :
 - il fait ouvrir la vanne Courtonne
 - il demande par fax à la ville de Caen de procéder à la fermeture de la vanne Vendeuve.
 - Il confirme à VEOLIA par téléphone au 06 03 91 47 29

III - **DES QUE LA HAUTEUR D'EAU A THURY
HARCOURT A ATTEINT 3m00**

↓
Seuil d'alerte Phase 3
Niveau du canal entre 7m70 et 8m30 CM

- ① - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham (en HO) ou le responsable d'astreinte (hors HO) prévient le Directeur d'astreinte par téléphone.
- ② - Il **valide la phase 3** sur la supervision. La consigne de fermeture des vannes de l'amont devient fixe à 8,30 CM. La consigne d'ouverture du Maresquier devient fixe à 7,70 CM.
- ③ - Il fait surveiller le niveau du fossé de ligne par un agent du COO (en HO) ou un des agents de conduite du PCC (hors HO)
 - Si son niveau est supérieur à celui du canal, Il fait ouvrir les vannes Blanchisserie et Beauregard
 - Si son niveau est inférieur à celui du canal, Il fait fermer les vannes Blanchisserie et Beauregard
- ④ - Il fait contrôler le bon fonctionnement des pompes de Blainville
- ⑤ - Il prévient la Ville de Caen de la possibilité de montée du canal à 8m30 CM et en informe VEOLIA par téléphone au 06 03 91 47 29

FAX
ANNEXE
B

IV -

DES QUE LE CANAL (Ouireham) A ATTEINT 8m30 CM

FAX
ANNEXE
C

- ① - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham (en HO) ou le responsable d'astreinte (hors HO) prévient la Mairie et les services techniques de Ouistreham de se mettre en situation d'alerte et de se préparer à fournir les moyens suivants :

- 1 chargeur
- 2 équipes de quatre agents
- 1 camion plateau

FAX
ANNEXE
D

- ② - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham fait préparer 800 sacs à sable en stock au magasin avec 8 doseurs (boîtes) en utilisant le sable stocké à Ouistreham.

- ③ - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham s'assure de la disponibilité de trois pompes thermiques de relèvement de plus de 500 m³ auprès des fournisseurs.

- ④ - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham met en situation d'alerte une équipe de quatre agents du pôle de conduite.

- ⑤ - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham met en situation d'alerte la totalité de l'effectif du pôle de maintenance et prépare les moyens suivants prêts à être mis en œuvre :

- Camion benne avec grue si le camion plateau de la commune de Ouistreham n'est pas disponible
- Chariot élévateur
- Batardeau Nauti-Plaisance :
 - bois numérotés
 - poutre intermédiaire
 - les containers avec 200 sacs de sable prêts à l'emploi.
- Batardeau piste cyclable aval Nauti-Plaisance
 - bois numérotés
 - poutre intermédiaire
 - les containers avec 50 sacs de sable prêts à l'emploi.
- Batardeau piste cyclable amont Nauti-Plaisance
 - bois numérotés
 - poutre intermédiaire
 - les containers avec 50 sacs de sable prêts à l'emploi.

- Batardeau accès tête amont Ouest de la grande écluse
 - bois numérotés
 - les containers avec 200 sacs de sable prêts à l'emploi
- Batardeau franchissement amont Ouest des écluses
 - bois numérotés
 - poutre intermédiaire
 - les containers avec 200 sacs de sable prêts à l'emploi

FAX
ANNEXE
E

- ⑥ - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham demande à la CCIC direction des installations portuaires de livrer deux pompes thermiques de 750 m³ rue du quai Charcot à proximité de la rue du canal sur les emplacements prévus à cet effet.

FAX
ANNEXE
F

- ⑦ - Dans le cas où les pompes thermiques de 750 m³ de la CCI ne sont pas disponibles, le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham passe commande des deux pompes réservées (IV – 3) auprès des fournisseurs.

- ⑧ - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham fait préparer la signalisation temporaire de fermeture du franchissement des écluses et la déviation de la circulation par le pont de Bénouville (voir schémas 2 et 3 en annexe).

V -

DES QUE L'ORNE (Vendeuvre) ATTEINT 8m70 CM

- ① - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham s'assure que le tracteur est équipé du chargeur.

- ② - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham fait préparer la signalisation temporaire de déviation en cas d'inondation autour du nouveau bassin (voir schéma en annexe) dans les locaux de Calix.

VI -

**DES QUE LA HAUTEUR D'EAU A THURY HARCOURT
A ATTEINT 4m00**

Seuil d'alerte Phase 4
Niveau du canal entre 7m40 et 8m50 CM

FAX
ANNEXE
G

- ① - Le Directeur des Accès et de la Maintenance ou le Directeur d'astreinte demande à la Mairie de Ouistreham et à ses services techniques (voir schéma 3 en annexe):
- de barrer la rue du quai Charcot entre le giratoire et la tête amont des écluses ;
 - de barrer la rue du Canal ;
 - de mettre la signalisation temporaire en place ;
 - d'assurer le dégrillage de la tête d'aqueduc du fossé de ligne quai Charcot deux fois par jour (début et fin de journée).

FAX
ANNEXE
H

- ② - Le Directeur des Accès et de la Maintenance ou le Directeur d'astreinte prévient la gendarmerie de Ouistreham que les rues du quai Charcot et du Canal sont fermées à la circulation **puis valide la phase 4** sur la supervision. La consigne de fermeture des vannes de l'amont devient fixe à 8,50 CM. La consigne d'ouverture du Maresquier devient fixe à 7,40 CM.

FAX
ANNEXE
I

- ③ - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham fait mettre en œuvre les pompes thermiques de 750 m3 de la CCIC (fonctionnement et approvisionnement en carburant) ou des fournisseurs rue du quai Charcot à Ouistreham
- ④ - Le Directeur des Accès et de la Maintenance ou le Directeur d'astreinte prévient la ville de Caen qu'il va mettre en œuvre une pompe de relèvement sur le fossé de ligne face au club d'aviron.
- ⑤ - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham est chargé de mettre en place un planning d'astreinte pour le fonctionnement des pompes (2 pompes rue du quai Charcot ; 1 pompe face au club d'aviron de la ville de Caen dès que le canal a atteint 9 m - consigne X - 1) et de le remettre au Directeur des Accès et de la Maintenance.

VII -

DES QUE L'ORNE (Vendeuvre) A ATTEINT 9m00 CM

- ① - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham fait fermer les barrières et ouvrir le pont de la Fonderie.
- ② - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham fait mettre en place la signalisation temporaire de déviation en raison des inondations autour du nouveau bassin (voir schéma 1 en annexe) à l'aide :
- de deux agents
 - du camion benne

FAX
ANNEXES
J - K

- ③ - Le Directeur des Accès et de la Maintenance ou le Directeur d'astreinte prévient la Ville de Caen et la Société R.V.I. de la situation.

VIII -

**DES QUE LE CANAL (Ouistreham) A ATTEINT 8m50 CM ET QU'IL Y A
RISQUE DE NE PLUS MAITRISER SON NIVEAU**

- ① - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham fait condamner le franchissement des écluses.
- ② - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham ou le Directeur d'astreinte fait condamner la route de la pointe du siège au niveau de la RD 514 (voir schémas 2 et 3 en annexe).
- ③ - Le Directeur des Accès et de la Maintenance ou le Directeur d'astreinte prévient la Mairie de Ouistreham, la Mairie de Ranville et la Gendarmerie que le franchissement des écluses est interdit et que la circulation est déviée par le pont de Bénouville.

FAX
ANNEXES
L-M-N

FAX
ANNEXE
O

- 4 - Le Directeur des Accès et de la Maintenance ou le Directeur d'astreinte demande aux services techniques de Ouistreham d'intervenir sans délai pour la mise en place des batardeaux devant Nauti-Plaisance : 1 équipe de 4 agents
- 5 - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham envoie deux agents du pôle maintenance au pont de Colombelles pour :
 - déposer les fins de course ;
 - déposer la caméra sous pont ;
 - déposer les fins de courses du vérin ;
 - isoler l'alimentation électrique.
- 6 - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham envoie deux agents du pôle maintenance au pont de La Fonderie pour :
 - déposer les projecteurs et caméras sous pont ;
 - isoler l'alimentation électrique.
- 7 - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham fait mettre en œuvre sans délai les batardeaux :
 - Tête amont Ouest grande écluse et franchissement amont des écluses côté Ouest : 1 équipe de 2 agents du pôle maintenance
- 8 - Le responsable de l'Entretien et du Suivi des Profondeurs fait déplacer la vedette de bathymétrie "La Solacium" de la tête amont des écluses vers le quai aux engins.

IX -

DES LA CONSIGNATION DU GRAND SAS

- 1 - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham s'assure du bon fonctionnement des pompes de relèvement situées sur les quatre fosses à bielles de l'écluse Ouest.
- 2 - Dans le cas d'insuffisance ou de défaillance des pompes de relèvement, le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham demande de faire démonter les moteurs électriques des cabestans des portes de l'écluse Ouest (en priorité dépose des moteurs électriques des portes amont).

FAX
ANNEXE
P

- 3 - En situation d'urgence, le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham demande la mise à disposition sans délai du camion grue de la CCIC pour le démontage des moteurs électriques.
- 4 - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham fait déposer par deux agents le moteur électrique du pont de la fonderie avec
 - le camion benne équipé d'une grue ;
 - un chariot plateau sur roulettes.

X -

DES QUE LE CANAL (Ouistreham) A ATTEINT 8m70 CM

- 1 - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham fait mettre en œuvre la pompe (fonctionnement et approvisionnement en carburant) situé sur le fossé de ligne face au club d'aviron de la ville de Caen.
- 2 - Le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham demande à l'officier de port de service De mettre en service l'éclairage sur le canal.
- 3 - Dès que la cote canal a atteint 8m70 CM, sur décision du Directeur des Accès et de la Maintenance ou du Directeur d'astreinte, fermeture du batardeau situé sur la voie départementale d'accès à la rue du quai Charcot (dans le S fossé SUD), puis fermeture de la vanne du Maresquier sur le fossé de ligne par 2 agents équipés de cuissardes envoyés par le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham, accès à partir du parking de l'établissement PUB GRILL LES Roches, ZA du Maresquier, puis fermeture de la vanne du camping des pommiers sur le fossé de ligne par 2 agents envoyés par le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham vers le camping des pommiers jusqu'à l'extrémité de la voie de desserte du lotissement, prendre le chemin rural pour rejoindre l'accès sur la digue (voir plan annexe).
- 4 - Le Directeur des Accès et de la Maintenance ou le Directeur d'astreinte prévient la ville de Ouistreham de la situation en cas d'application de la consigne X - 3 demande de faire surveiller par les pompiers de Ouistreham les berges Ouest du canal en amont de la vanne du camping des pommiers.-

ANNEXES - FAX

| | | |
|------------|-------------------|------------------------|
| A - | CONSIGNE II - 3 | VILLE DE CAEN |
| B - | CONSIGNE III - 1 | VILLE DE CAEN |
| C - | CONSIGNE IV - 1 | MAIRIE OUISTREHAM |
| D - | CONSIGNE IV - 3 | FOURNISSEURS DE POMPES |
| E - | CONSIGNE IV - 6 | C. C. I. C. |
| F - | CONSIGNE IV - 7 | FOURNISSEURS DE POMPES |
| G - | CONSIGNE VI - 1 | MAIRIE OUISTREHAM |
| H - | CONSIGNE VI - 2 | GENDARMERIE OUISTREHAM |
| I - | CONSIGNE VI - 4 | VILLE DE CAEN |
| J - | CONSIGNE VII - 2 | VILLE DE CAEN |
| K - | CONSIGNE VII - 2 | RENAULT TRUCKS |
| L - | CONSIGNE VIII - 3 | MAIRIE OUISTREHAM |
| M - | CONSIGNE VIII - 3 | MAIRIE RANVILLE |
| N - | CONSIGNE VIII - 3 | GENDARMERIE OUISTREHAM |
| O - | CONSIGNE VIII - 4 | MAIRIE OUISTREHAM |
| P - | CONSIGNE IX - 4 | C. C. I. C. |
| Q - | CONSIGNE X - 4 | MAIRIE OUISTREHAM |



DAM
 3, rue René Cassin
 14280 SAINT CONTEST
 02.31.53.34.61
 Fax 02.31.53.64.64

TELECOPIE

ANNEXE A

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : **02.31.86.02.38**
02.31.30.41.77 (copie)
 à l'attention de **Monsieur le Directeur des services techniques de la ville de Caen Service Eau Assainissement**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- ➔ La hauteur d'eau à Thury-Harcourt est inférieure à 3m00
- ➔ La cote canal reste inférieure à 8m10 CM
- ➔ Les Odons surversent dans le canal à hauteur de la vanne Courtonne
 - ⇒ Ouverture de la vanne Courtonne
 - ⇒ Votre service doit procéder à la fermeture de la vanne Vendeuvre
- ➔ Votre service doit assurer la vigilance du niveau dans la prairie et se préparer à la fermeture de la vanne Guillou



Suivant consigne II – 3

Le Directeur des Accès et de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



✉ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
 ☎ **02.31.53.34.61**
 Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE B

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : 02.31.86.02.38
02.31.30.41.77 (copie)
 à l'attention de **Monsieur le Directeur des**
services techniques de la ville de Caen
Service Eau Assainissement

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS
SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- La hauteur d'eau à Thury-Harcourt est supérieure à 3m00
- La cote canal peut atteindre 8m30 CM
- Vous devez envisager la fermeture de la vanne Guillou
- Merci de nous prévenir lorsque la manœuvre interviendra



Suivant consigne III – 5

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



✉ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
 ☎ **02.31.53.34.61**
 Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE C

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : 02.31.97.73.39

à l'attention de **Monsieur le Maire et de Monsieur le Directeur**
des Services Techniques de Ouistreham

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS
SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- Le canal a atteint la cote 8m30 CM
- Merci de mettre en situation d'alerte 2 équipes de 4 agents
- Merci de préparer la mise à disposition d'un
chargeur et d'un camion plateau

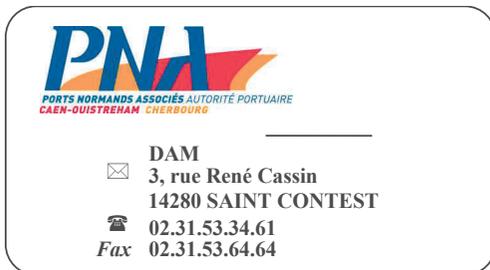


Suivant consigne IV – 1

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE D

Caen, le

EXPEDITEUR : **M. RABOTEAU**

FAX DESTINATAIRE LOXAM 02.31.26.05.33

à l'attention de l'entreprise **LOXAM**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- Merci de bien vouloir nous faire connaître sous 24h le nombre et la puissance des pompes (supérieure à 500 m³/h) autonomes ou avec alimentation autonome que vous pouvez mettre à notre disposition sur le port de Caen-Ouistreham ainsi que vos tarifs de location.

Le responsable de l'Atelier,

SIGNE

M. RABOTEAU



Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE E

Ouistreham, le

EXPEDITEUR : **M. RABOTEAU**

FAX DESTINATAIRE : 02.31.35.63.06

à l'attention de **Monsieur le Directeur des équipements portuaires**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- Le canal a atteint la cote 8m30 CM
- Merci de bien vouloir mettre à notre disposition les deux pompes thermiques de 750 m³
- Merci de les livrer
- rue du quai Charcot à Ouistreham
- Merci de me préciser l'heure de votre arrivée au 02.31.53.64.49 ou au 06.24.08.86.49.



Suivant consigne IV – 6

Le responsable de l'Atelier,

SIGNE

M. RABOTEAU



☒ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
 ☎ **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) 1

TELECOPIE

ANNEXE F

Caen, le

EXPEDITEUR : **M. RABOTEAU**

FAX DESTINATAIRE LOXAM 02.31.26.05.33

à l'attention de l'entreprise **LOXAM**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- Merci de bien vouloir nous livrer :
à Ouistreham, rue du quai Charcot
- 2 pompes de
- à Caen, club d'aviron, extrémité de l'avenue de Tourville
devant le chemin de halage
- 1 pompe de
- suivant votre proposition du

Le responsable de l'Atelier,

SIGNE

M. RABOTEAU



☒ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
 ☎ **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE G

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : **02.31.97.73.39**

à l'attention de **Monsieur le Maire** et de **Monsieur le Directeur des Services Techniques de Ouistreham**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- La hauteur d'eau de l'Orne a atteint 4m00 à Thury-Harcourt
- Merci de fermer à la circulation la rue du quai Charcot entre le giratoire et la tête amont des écluses ainsi que la rue du canal
- Merci de mettre en place la signalisation temporaire correspondante
- **Merci d'assurer le dégrillage de la tête d'aqueduc du fossé de ligne quai Charcot deux fois par jour (matin et soir)**



Suivant consignes VI - 1

Le Directeur des Accès et de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



 **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
 **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE H

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : **02.31.36.22.72**

à l'attention de **Monsieur le Commandant**
de la **Brigade de Gendarmerie de Ouistreham**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS
SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- La hauteur d'eau de l'Orne a atteint 4m00 à Thury-Harcourt
- Vous êtes informé que la rue du quai Charcot entre le giratoire et la tête amont des écluses est fermée à la circulation ainsi que la rue du canal.
- Merci de bien vouloir surveiller que les automobilistes respectent la signalisation d'interdiction de circuler sur ces voies



Suivant consigne VI – 2

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



 **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
 **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE I

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : **02.31.86.02.38**
02.31.30.41.77 (copie)

à l'attention de **Monsieur le Directeur des**
services techniques de la ville de Caen
Service Eau Assainissement

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS
SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- La hauteur d'eau à Thury-Harcourt à atteint 4m00
- Nous procédons à la mise en place une pompe de relèvement sur le fossé de ligne face au club d'aviron le long du chemin de halage à l'extrémité de l'avenue de Tourville



Suivant consigne VI – 4

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON

PNA
PORTS NORMANDS ASSOCIÉS AUTORITÉ PORTUAIRE
CAEN-OUISTREHAM CHERBOURG

✉ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST

☎ **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE J

EXPEDITEUR : **S. WALLON** Caen, le

FAX DESTINATAIRE : 02.31.86.02.38
02.31.30.41.77 (copie)
à l'attention de **Monsieur le Directeur des services techniques de la ville de Caen Service Eau Assainissement**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- Le niveau de la hauteur d'eau de l'Orne a atteint 9m00 CM
- La signalisation temporaire de déviation en raison des inondations est mise en place autour du nouveau bassin



Suivant consigne VII – 2

Le Directeur des Accès et de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON

PNA
PORTS NORMANDS ASSOCIÉS AUTORITÉ PORTUAIRE
CAEN-OUISTREHAM CHERBOURG

✉ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST

☎ **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE K

EXPEDITEUR : **S. WALLON** Caen, le

FAX DESTINATAIRE : 02.31.70.52.57
à l'attention de **Monsieur le Directeur de Sécurité de RENAULT TRUCKS**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- Le niveau de l'Orne a atteint 9m00 CM
- Nous vous informons du risque de ne plus pouvoir maîtriser le niveau du canal



Suivant consigne VII – 2

Le Directeur des Accès et de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



✉ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
☎ **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE L

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : **02.31.97.73.39**

à l'attention de **Monsieur le Maire et de Monsieur le Directeur des Services Techniques de Ouistreham**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- La hauteur d'eau du canal a atteint 8m30 CM
- Le franchissement des écluses est interdit à la circulation
- La route de la pointe du siège entre la R.D. 514 et les écluses est interdite à la circulation
- Une déviation est assurée par le pont de Bénouville
- Merci de bien vouloir informer les habitants du secteur de la pointe du siège de prendre leur disposition pour préserver des moyens de transport
- La gendarmerie de Ouistreham est informée de la situation



Suivant consigne VIII – 3

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



✉ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
☎ **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE M

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : **02.31.78.00.52**

à l'attention de **Monsieur le Maire de RANVILLE**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- La hauteur d'eau du canal a atteint 8m30 CM
- Le franchissement des écluses est interdit à la circulation
- La route de la pointe du siège entre la R.D. 514 et les écluses est interdite à la circulation
- La déviation est assurée par le pont de Bénouville
- La gendarmerie de Ouistreham est informée de la situation



Suivant consigne VIII – 3

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



 **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
 **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE N

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : 02.31.36.22.72

à l'attention de Monsieur le **COMMANDANT DE LA BRIGADE DE GENDARMERIE DE OUISTREHAM**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- La hauteur d'eau du canal a atteint 8m30 CM
- Le franchissement des écluses est interdit à la circulation
- La route de la pointe du siège entre la R.D. 514 et les écluses est interdite à la circulation
- La déviation est assurée par le pont de Bénouville
- Merci de bien vouloir surveiller que les automobilistes respectent la signalisation d'interdiction de circuler sur ces voies



Suivant consigne VIII – 3

Le Directeur des Accès et de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



 **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
 **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE O

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : 02.31.97.73.39

à l'attention de Monsieur le **Maire et de Monsieur le Directeur des Services Techniques de Ouistreham**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE URGENT

- La hauteur d'eau du canal a franchi 8m50 CM
- Décision de mise en place immédiate des batardeaux
 - cale nauti-plaisance mise en place d'une équipe de renfort de 4 agents
- Prendre contact avec le responsable du Centre Opérationnel de Ouistreham de la DAM au 02.31.53.64.49 ou au 06.24.08.86.49. pour arrêter l'organisation.



Suivant consigne VIII – 4

Le Directeur des Accès et de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



✉ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
☎ **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE P

Ouistreham, le

EXPEDITEUR : **M. RABOTEAU**

FAX DESTINATAIRE : 02.31.35.63.06

à l'attention de **Monsieur le DIRECTEUR**
DES INSTALLATIONS PORTUAIRES

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS
SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE URGENT

- La hauteur d'eau du canal a franchi 8m30 CM
- Merci de bien vouloir mettre à notre disposition votre camion grue pour le démontage des moteurs électriques des cabestans des portes de l'écluse Ouest.
- Prendre contact avec moi au 02.31.53.64.49 ou au 06.24.08.86.49.



Suivant consigne IX - 4

Le responsable de l'Atelier,

SIGNE

M. RABOTEAU



✉ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
☎ **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE S

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : 02.31.97.73.39

à l'attention de **Monsieur le Maire et de Monsieur le Directeur**
des Services Techniques de Ouistreham

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS
SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE IMPORTANT

- La hauteur d'eau du canal a atteint 8m70 CM
- Fermeture du batardeau du busage Ø 800 sur le fossé de ligne au Maresquier.
- Fermeture du batardeau du busage Ø 1200 du camping des pommiers
- Prière d'envoyer les pompiers surveiller les berges Ouest du canal en amont du camping des pommiers

Suivant consigne X - 4

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON

ANNEXES - FAX

LEVÉE DES CONSIGNES

| | | |
|------------|--|---------------------------|
| R - | Levée des consignes (IV-1 - VI-1 - VIII-3 - VIII-4 - X-5) | MAIRIE OUISTREHAM |
| S - | Levée des consignes (IV-2 - VIII-8) | ENTREPRISE ROUSSELET |
| T - | Levée des consignes (IV-7 - IX-4) | CCIC |
| U - | Levée des consignes (VI-2 - VIII-3) | GENDARMERIE OUISTREHAM |
| V - | Levée des consignes (II-2 - III-2 - VI-4 - VII-1) | VILLE DE CAEN |
| W - | Levée de la consigne (VIII-3) | MAIRIE RANVILLE |
| X - | Levée de la consigne (X-5) | MAIRIE BENOUVILLE |
| Y - | Fermeture du barrage | MAIRIE MONDEVILLE |



✉ **DAM**
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
☎ **02.31.53.34.61**
Fax **02.31.53.64.64**

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE R

Caen, le

EXPEDITEUR : **S. WALLON**

FAX DESTINATAIRE : **02.31.97.73.39**

à l'attention de **Monsieur le Maire** et de **Monsieur le Directeur**
des **Services Techniques de Ouistreham**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS
SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE

- La hauteur d'eau de l'Orne est en - dessous de m à THURY - HARCOURT Celle-ci décroît régulièrement.
- Dans ces conditions, les consignes d'alerte sont levées (IV-1 - VI-1 - VIII-3 - VIII-4 - X-5)
- Merci pour votre collaboration.

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON

TELECOPIE

ANNEXE S

Caen, le

EXPEDITEUR : S. WALLON

FAX DESTINATAIRE : 02.31.35.63.06

à l'attention de **Monsieur ROUSSELET**

**OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS
SERVICES EN TEMPS DE CRUES**

MESSAGE

- La hauteur d'eau de l'Orne est en - dessous de m à THURY - HARCOURT Celle-ci décroît régulièrement.
- Dans ces conditions les consignes d'alerte sont levées. (IV-2 - VIII-8)
- Merci pour votre collaboration.

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON

TELECOPIE

ANNEXE T

Caen, le

EXPEDITEUR : S. WALLON

FAX DESTINATAIRE : 02.31.35.63.06

à l'attention de **Monsieur le Directeur des équipements portuaires**

**OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS
SERVICES EN TEMPS DE CRUES**

MESSAGE

- La hauteur d'eau de l'Orne est en - dessous de m à THURY - HARCOURT Celle-ci décroît régulièrement.
- Dans ces conditions les consignes d'alerte sont levées. (IV-7 - IX-4)
- Les 2 pompes thermiques de 750 m³ vous sont restituées dans les meilleurs délais.
- Merci pour votre collaboration.

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



✉ DAM
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
☎ 02.31.53.34.61
Fax 02.31.53.64.64

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE U

Caen, le

EXPEDITEUR : S. WALLON

à l'attention de **Monsieur le Commandant de la Brigade de gendarmerie de Ouistreham**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE

- La hauteur d'eau de l'Orne est en - dessous de m à THURY - HARCOURT Celle-ci décroît régulièrement.
- Dans ces conditions la consigne d'alerte est levée. (VI-2 - VIII-3)
- La rue du Quai Charcot et la rue du Canal sont rendues à la circulation.
- Merci pour votre collaboration.

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



✉ DAM
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
☎ 02.31.53.34.61
Fax 02.31.53.64.64

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE V

Caen, le

EXPEDITEUR : S. WALLON

FAX DESTINATAIRE : 02.31.86.02.38
02.31.30.41.77 (copie)

à l'attention de **Monsieur le Directeur des Services Techniques de la ville de Caen – Service Eau Assainissement**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE

- La hauteur d'eau de l'Orne est en - dessous de m à THURY - HARCOURT Celle-ci décroît régulièrement.
- La vanne Courtonne est à nouveau fermée
- Votre service doit procéder à l'ouverture de la vanne Venduvre.
- Dans ces conditions, les consignes d'alerte sont levées (II-2 – III-2 - VI-4 - VII-1)
- Merci pour votre collaboration.

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



✉ DAM
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
☎ 02.31.53.34.61
Fax 02.31.53.64.64

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE W

Caen, le

EXPEDITEUR : S. WALLON

FAX DESTINATAIRE : 02.31.78.00.52

à l'attention de **Monsieur le Maire de RANVILLE**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE

- La hauteur d'eau de l'Orne est en - dessous de m à THURY - HARCOURT
Celle-ci décroît régulièrement.
- Dans ces conditions les consignes d'alerte sont levées.
(VIII-3)
- La route de la Pointe du Siège entre la RD 514 et les écluses de Ouistreham est rendue à la circulation.
- Merci pour votre collaboration.

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



✉ DAM
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
☎ 02.31.53.34.61
Fax 02.31.53.64.64

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

TELECOPIE

ANNEXE X

Caen, le

EXPEDITEUR : S. WALLON

FAX DESTINATAIRE : 02.31.44.62.01

à l'attention de **Monsieur le Maire de BENOUVILLE**

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE

- La hauteur d'eau de l'Orne est en - dessous de m à THURY - HARCOURT
Celle-ci décroît régulièrement.
- Dans ces conditions les consignes d'alerte sont levées.
(X-5)
- Merci pour votre collaboration.

Le Directeur des Accès et
de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON



DAM
3, rue René Cassin
14280 SAINT CONTEST
02.31.53.34.61
Fax 02.31.53.64.64

TELECOPIE

ANNEXE Y

Caen, le

EXPEDITEUR : S. WALLON

FAX DESTINATAIRE : 02.31.52.15.84

à l'attention de *Monsieur le Maire de MONDEVILLE*

OBJET : CONSIGNES CONCERNANT L'ORGANISATION DE NOS SERVICES EN TEMPS DE CRUES

MESSAGE

→ La hauteur d'eau de l'Orne est en - dessous de m à THURY - HARCOURT Celle-ci décroît régulièrement.

→ Dans ces conditions le barrage est refermé

Le Directeur des Accès et de la Maintenance

SIGNE

S. WALLON

ANNEXES

| | |
|---|---|
| ➡ | PLAN DE SITUATION DES OUVRAGES |
| ➡ | 1 - PLAN DE MISE EN PLACE DE LA SIGNALISATION DE DEVIATION AUTOUR DU NOUVEAU BASSIN AGGLOMERATION DE CAEN |
| ➡ | 2 - PLAN DE MISE EN PLACE DE LA SIGNALISATION DE DEVIATION RD 514 ROUTE DE LA POINTE DU SIEGE |
| ➡ | 3 - PLAN DE MISE EN PLACE DE LA SIGNALISATION POUR BARRER L'ACCES AU QUAI CHARCOT ET AUX ECLUSES |

PORT DE CAEN-OUISTREHAM

DRAGAGE ET GESTION DES SEDIMENTS DU BASSIN SAINT-PIERRE DU PORT DE CAEN, INCLUANT LA CREATION D'UNE PLATEFORME DE TRI, TRANSIT ET TRAITEMENT DE SEDIMENTS, SITUEE SUR LA COMMUNE DE MONDEVILLE (14)

PIECE 4

Annexes de l'étude d'impact

Annexe 16 : Bilan de l'opération de nivellement de juin 2022



PORT DE CAEN-OUISTREHAM
Nivelage des fonds du Bassin Saint-Pierre

Rapport de fin d'opération

Mai 2022



Table des matières

| | | |
|-----|---|---|
| 1 | Rappel de l'opération | 3 |
| 2 | Déroulement et résultats de l'opération..... | 3 |
| 3 | Mesures de confinement et suivi de la turbidité | 4 |
| 3.1 | Mesures de confinement mises en place | 4 |
| 3.2 | Suivi de la turbidité..... | 5 |
| 4 | Conclusion | 6 |

1 RAPPEL DE L'OPERATION

Ports de Normandie souhaitait réaliser un nivelage des fonds du Bassin Saint-pierre à Caen afin de rétablir une profondeur d'eau de 3 m permettant l'accueil de voiliers de course dans le cadre de la Normandy Channel Race 2022.

L'emprise de l'opération et la bathymétrie avant nivelage sont les suivants :

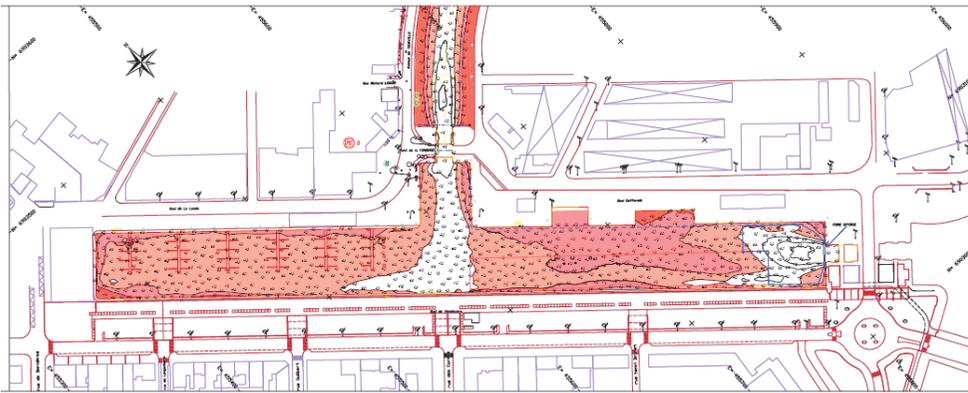


Figure 1 : zones concernées par le nivelage. Les sédiments situés dans le cadre rouge seront déplacés vers la zone en bleu.

Suite au porter à connaissance envoyé par Ports de Normandie, la DDTM du Calvados a autorisé l'opération le 25 avril 2022 sous conditions : mettre en place des mesures de confinement, assurer un contrôle de la turbidité, informer les usagers du port et interdire les activités nautiques durant l'opération.

2 DEROULEMENT ET RESULTATS DE L'OPERATION

Préalablement au nivelage, un AVURNAV (Avis Urgent aux Navigateurs) a été diffusé par la Capitainerie pour informer les usagers et interdire les activités nautiques le jour de l'opération.

La campagne de nivelage s'est tenue le 3 mai 2022 de 10h30 à 14h00. Le matériel utilisé était une charrue niveleuse installée sur un remorqueur de la CCI de Caen (voir ci-après). Celle-ci devait permettre de répartir les sédiments des surfaces bosselées vers celles plus creuses. L'opération s'est bien déroulée sans rencontrer de difficultés particulières. Un gros branchage a été récupéré à bord et les déchets remontés à la surface ont été pêchés à l'aide d'une épuisette.

Le nivelage a été efficace puisque le Bassin a retrouvé une profondeur d'eau comprise entre 3.10 et 3.30 m dans la zone nivelée (en rouge sur le plan ci-dessus) sans créer une accumulation importante de sédiments devant la vanne Saint-Pierre (zone bleue sur le plan ci-dessus). Douze points plus élevés ont été contrôlés par les plongeurs de Ports de Normandie. Il ne s'agissait que d'accumulations de vase non gênantes pour la navigation.

Le plan bathymétrique réalisé après l'opération est le suivant :

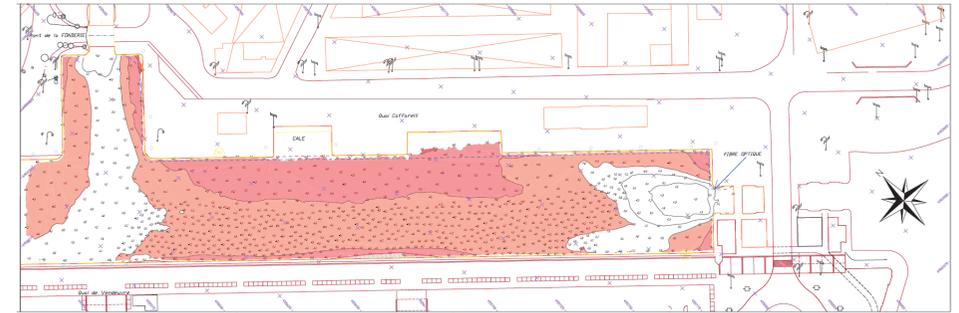
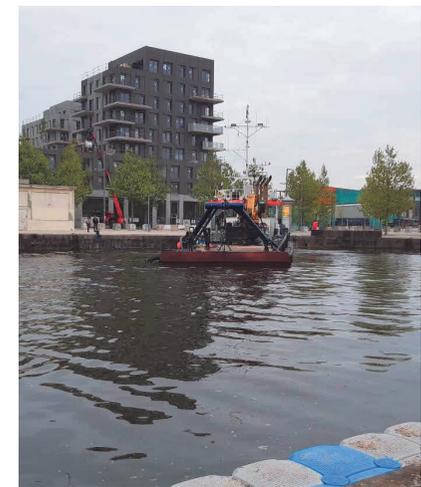


Figure 3: Plan bathymétrique après nivelage



Photos 1 et 2 : Remorqueur et charrue dans le Bassin Saint-Pierre

3 MESURES DE CONFINEMENT ET SUIVI DE LA TURBIDITE

3.1 MESURES DE CONFINEMENT MISES EN PLACE

Afin de limiter les courants dans le bassin et donc le risque de pollution, la vanne Saint-Pierre d'alimentation du canal a été fermée avant l'opération.

Un rideau de bulles préparé et testé par les ateliers de Ports de Normandie a été installé au niveau du pont de la Fonderie pour confiner le Bassin dans sa partie aval. Le compresseur d'air de Ports de Normandie étant trop bruyant, un compresseur électrique a été loué afin de réduire les nuisances pour le voisinage.



Photo 3 : Rideau de bulles en amont du pont de la Fonderie

3.2 SUIVI DE LA TURBIDITE

o Rappel du protocole

Le suivi de la turbidité a été fait à l'aide de la méthode du disque de Secchi. Ce disque noir et blanc, fixé au bout d'une corde, est immergé dans l'eau. La profondeur de sa disparition est alors relevée puis celle de sa réapparition à la remontée. La profondeur du disque de Secchi est le point médian entre ces deux mesures. Cette mesure a été faite en plusieurs points afin de surveiller la répartition de la turbidité dans le Bassin.

o Contrôle visuel

Au cours de l'opération, il a été observé une augmentation de la turbidité (nuage de sédiments noir) dans la zone de nivelage. Mais il n'a pas été constaté de dispersion dans le reste du Bassin.



Photo 4 : Turbidité au passage de la charrue

o Mesures contrôle de la turbidité

Une première mesure de la turbidité a été effectuée la veille de l'opération afin de définir une référence :

| Avant Nivelage 02/05/2022 | Point 1 Aval Fonderie | Point 2 Amont Fonderie | Point 3 Milieu Quai Vendeuvre | Point 4 Milieu Quai François Mitterrand |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| Mesure à la descente (en m) | 0,46 | 0,49 | 0,55 | 0,57 |
| Mesure à la remonté (en m) | 0,41 | 0,41 | 0,58 | 0,61 |
| Valeur Médiane (en m) | 0,44 | 0,45 | 0,57 | 0,59 |

Tableau 1 : Mesures de la turbidité avant nivelage (02/05/2022)

Une deuxième mesure a été effectuée le lendemain de l'opération. La turbidité était alors déjà revenue à la normale (voir tableau ci-dessous).

| Après Nivelage 1 04/05/2022 | Point 1 Aval Fonderie | Point 2 Amont Fonderie | Point 3 Milieu Quai Vendeuvre | Point 4 Milieu Quai François Mitterrand |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| Mesure à la descente (en m) | 0,54 | 0,54 | 0,61 | 0,55 |
| Mesure à la remonté (en m) | 0,6 | 0,51 | 0,59 | 0,56 |
| Valeur Médiane (en m) | 0,57 | 0,52 | 0,6 | 0,55 |

Tableau 2 : Mesures de la turbidité après nivelage (04/05/2022)

4 CONCLUSION

L'opération de nivelage organisée par Ports de Normandie le 3 mai 2022 a permis d'atteindre une profondeur d'eau d'au moins 3 mètres dans la partie du Bassin Saint-Pierre accueillant la Normandy Channel Race 2022.

Conformément aux prescriptions de la DDTM, toutes les mesures de précautions ont été prises pour limiter au maximum la dispersion des sédiments remis en suspension. Suite au retour à la normale de la turbidité le rideau de bulles a été retiré le lendemain soir de l'opération (le 4 mai 2022). La vanne Saint-Pierre n'a été réouverte que le lundi 16 mai, après le départ des voiliers participant à la Normandy Channel Race, pour ne pas risquer de remettre en suspension les sédiments fraîchement déposés.

PORT DE CAEN-OUISTREHAM

DRAGAGE ET GESTION DES SEDIMENTS DU BASSIN SAINT-PIERRE DU PORT DE CAEN, INCLUANT LA CREATION D'UNE PLATEFORME DE TRI, TRANSIT ET TRAITEMENT DE SEDIMENTS, SITUEE SUR LA COMMUNE DE MONDEVILLE (14)

PIECE 4

Annexes de l'étude d'impact

Annexe 17 : Etude acoustique



Projet de plateforme de valorisation des
sédiments à Hérouville-Saint-Clair (14) : Etat
sonore initial
22-22-60-01119-SBA

Votre interlocuteur VENATHEC
Fabien GUILLOU
Chargé d'affaires
f.guilou@venathec.com
06 60 49 24 74

IDRA ENVIRONNEMENT
Baptiste GUINEHEUX
Responsable de projets - Pôle SSP / ICPE
baptiste.guineheux@idra-environnement.com
07 63 19 80 49

RAPPORT D'ÉTUDE ACOUSTIQUE

Acoustique Industrielle



Client

| | |
|----------------|--|
| Raison Sociale | IDRA ENVIRONNEMENT |
| Adresse | La Haye de Pan – Contour Joseph Laurent – 35170 BRUZ |
| Interlocuteur | Baptiste GUINEHEUX |
| Fonction | Responsable de projets – Pôle SSP / ICPE |
| Téléphone | 07 63 19 80 49 |
| Courriel | baptiste.guineheux@idra-environnement.com |

Diffusion

| | |
|---------|------------------|
| Version | A |
| Date | 10 novembre 2022 |

Rédacteur
Samuel BALAVOINE

Relecteur
Fabien GUILLOU

La diffusion ou la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme d'un fac-similé comprenant 29 pages. Rédigé par Samuel BALAVOINE, transmis le 10/11/2022.

Table des matières

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | RESUME TECHNIQUE..... | 4 |
| 2 | PRESENTATION DE L'ETABLISSEMENT..... | 5 |
| 2.1 | Activité du futur établissement..... | 5 |
| 2.2 | Horaire de fonctionnement..... | 5 |
| 2.3 | Implantation de l'établissement..... | 5 |
| 3 | CONTEXTE REGLEMENTAIRE..... | 6 |
| 3.1 | Exigences réglementaires..... | 6 |
| 3.2 | Niveaux sonores maximum en limite de propriété..... | 6 |
| 3.3 | Emergences admissibles en ZER..... | 6 |
| 3.4 | Tonalité marquée..... | 7 |
| 4 | DEROULEMENT DU MESURAGE..... | 8 |
| 4.1 | Localisation des points de mesure..... | 8 |
| 4.2 | Déroulement des mesures..... | 9 |
| 4.3 | Appareillages de mesure utilisé..... | 9 |
| 4.4 | Traçabilité et sauvegarde des mesures..... | 9 |
| 4.5 | Conditions météorologiques..... | 9 |
| 5 | RESULTATS DES MESURES..... | 10 |
| 5.1 | Résultats des mesures..... | 10 |
| 6 | CONCLUSION / SYNTHESE DES NIVEAUX MESURES / CALCULS DES NIVEAUX LIMITES ADMISSIBLES..... | 13 |
| 7 | Annexes..... | 14 |
| 7.1 | Annexe A : Fiches de mesures..... | 14 |
| 7.2 | Annexe B : Exemple de calcul de niveaux limites admissibles..... | 18 |
| 7.3 | Annexe C : Glossaire..... | 19 |
| 7.4 | Annexe D : Réglementation..... | 22 |

La diffusion ou la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme d'un fac-similé comprenant 29 pages. Rédigé par Samuel BALAVOINE, transmis le 10/11/2022.

1 RESUME TECHNIQUE

Ce rapport rend compte des résultats des mesures d'état sonore initial réalisées dans le cadre du projet d'implantation d'un site de valorisation de sédiments à Hérouville-Saint-Clair.

La société VENATHEC, mandatée par la société IDRA Environnement pour la réalisation des mesures et analyse des résultats, a réalisé une campagne de mesure le 27 octobre 2022 en 2 points en limite de propriété du futur établissement et 2 points en ZER (Zone à Emergence Réglementée).

La synthèse des résultats est présentée ci-dessous.



| Point de mesure | Période diurne | | | | Contribution maximale autorisée pour le projet en dBA |
|-----------------|---|-----------------------------|--|-------------------------------------|---|
| | Niveau résiduel de référence mesuré et retenu | Niveau sonore mesuré en dBA | Exigences réglementaires | | |
| | Indice de référence retenu | | Niveau ambiant maximum autorisé en dBA | Emergence maximale autorisée en dBA | |
| LP 1 | LAeq | 64,5 | 70,0 | / | 68,5 |
| LP 2 | LAeq | 51,0 | 70,0 | / | 70,0 |
| ZER A | L ₉₀ | 51,0 | 56,0 | 5,0 | 54,0 |
| ZER B | L ₉₀ | 52,5 | 57,5 | 5,0 | 55,5 |

2 PRESENTATION DE L'ETABLISSEMENT

2.1 Activité du futur établissement

Le projet prévoit la création d'une plateforme de valorisation des sédiments à Hérouville-Saint-Clair.

2.2 Horaire de fonctionnement

Le site fonctionnera dans la journée durant la semaine.
Les mesures et l'analyse des résultats portent donc sur la période diurne.

2.3 Implantation de l'établissement

Le plan ci-dessous indique la localisation du futur site dans son environnement.



Plan de situation du projet

Le projet sera localisé au sein d'une zone industrielle. Le site sera donc principalement entouré de bâtiments industriels déjà construits. A noter la présence d'une zone d'habitations au nord-ouest à environ 350m du site, et la présence du viaduc à l'ouest à environ 400m.

3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

3.1 Exigences réglementaires

Les mesurages ont pour but de contrôler les niveaux de bruit résiduel en fonction de :

- Valeurs limites fixées par l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Norme NF S31-010 - Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement ;
- Norme NF S31-010/A1 - Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Méthodes particulières de mesurage ;
- Norme NF S31-010/AA – Acoustique - Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Méthodes particulières de mesurage.

Cette installation industrielle devra satisfaire aux exigences réglementaires spécifiques aux ICPE (Installations Classées pour la Protection de L'Environnement), fixées dans l'arrêté du 23 janvier 1997, en termes :

- de niveaux sonores maximum en limite de propriété ;
- d'émergence en Zones à Emergence Réglementée (ZER) ;
- de tonalités marquées en ZER.

Ainsi, l'installation doit être construite, équipée et exploitée de façon à ce que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou de constituer une nuisance pour celui-ci.

3.2 Niveaux sonores maximum en limite de propriété

L'arrêté préfectoral d'autorisation d'un établissement fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergences admissibles.

De manière générale, les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder **70 dBA** pour la période de jour sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Pour ce projet, il est donc tenu compte de ces valeurs seuils de 70 dBA.

3.3 Emergences admissibles en ZER

En ZER, les valeurs limites d'émergence sont les suivantes :

| Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée, incluant le bruit de l'établissement | Emergence admissible pour la période diurne allant de 07h00 à 22h00, sauf dimanches et jours fériés |
|---|---|
| 35 dBA < L _{ambiant} ≤ 45 dBA | 6 dBA |
| L _{ambiant} > 45 dBA | 5 dBA |

Remarque : si le niveau de bruit ambiant mesuré est inférieur à 35 dBA, le critère d'émergence ne s'applique pour la ZER considérée.

3.4 Tonalité marquée

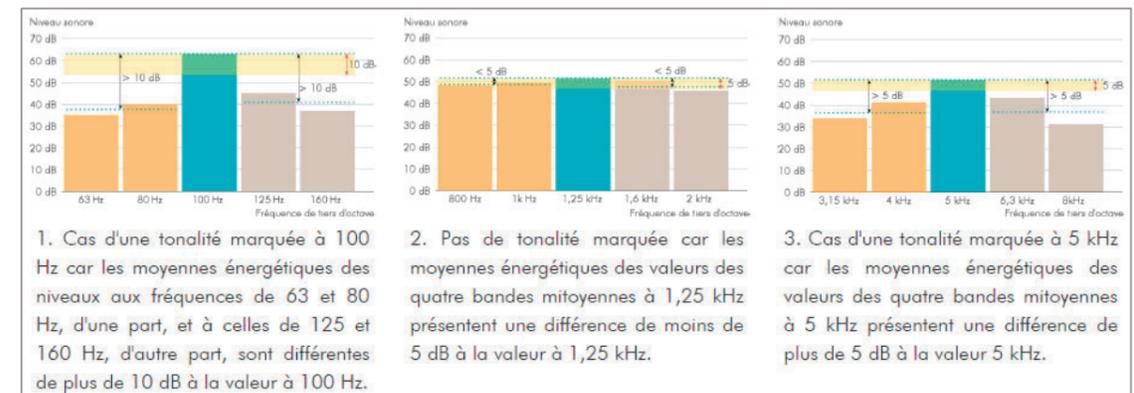
Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe de l'arrêté du 23 janvier 1997, relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne.

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau ci-après pour la bande considérée :

| Bandes de fréquences | 50 Hz à 315 Hz | 400 Hz à 8000 Hz |
|-------------------------|----------------|------------------|
| Seuil à ne pas dépasser | 10 dB | 5 dB |

L'analyse doit être réalisée sur une durée minimale de 10 secondes.

Les bandes sont définies par fréquence centrale de tiers d'octave.



Exemple d'apparition ou de non-apparition d'une tonalité marquée

4 DEROULEMENT DU MESURAGE

4.1 Localisation des points de mesure

Les mesures ont été réalisées en quatre points en période diurne le 27 octobre 2022.



Plan de situation du projet et des points de mesures

Les sources sonores rencontrées pendant les mesures aux points retenus sont les suivantes :

| Point | Localisation | Sources sonores environnantes |
|-------|------------------------------------|--|
| LP 1 | Nord-Ouest du site | Source principale de bruit : entreprise utilisant des remorques réfrigérées de l'autre côté de la route Passage de camions et voitures sur la route |
| LP 2 | Sud-Est du site | Trafic routier provenant et de la route et du viaduc Bruit provenant des entreprises alentours (camions, machines...) |
| ZER A | ZER au Ouest/Nord-Ouest du site | Source principale de bruit : circulation sur le viaduc Bruit ponctuels des entreprises en face du canal (bruits courts type grue, containers...) |
| ZER B | ZER au niveau du port de plaisance | Environnement du port : piétons, vélos, voitures (trafic piétonnier soutenu) |

Un descriptif complet de chaque point de mesures est repris en annexe du document.

4.2 Déroulement des mesures

Les mesures ont été réalisées par M. Samuel BALAVOINE, acousticien au sein de la société VENATHEC, en période diurne le jeudi 27 octobre 2022.

4.3 Appareillages de mesure utilisés

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des éléments des différentes chaînes de mesure :

| Matériel | Type et marque | Numéro de série |
|-------------|----------------------|-----------------|
| Sonomètre * | Fusion de 01dB-ACOEM | 10663 |
| Calibreur | CAL 12 de 01dB-ACOEM | 34565084 |

* Les préamplificateurs et microphones sont associés à chaque sonomètre. Leurs références peuvent être fournis sur simple demande.

Avant et après chaque série de mesurage, chaque chaîne de mesure a été calibrée à l'aide d'un calibreur de classe 1, conforme à la norme EN CEI 60-942. **Aucune dérive supérieure à 0,5 dB n'a été constatée.**

4.4 Traçabilité et sauvegarde des mesures

Comme spécifié dans la norme NF S 31-010, seront conservés au moins 2 ans :

- La description complète de l'appareillage de mesure acoustique et l'indication des réglages utilisés ;
- Le croquis des lieux, le rapport d'étude ;
- L'ensemble des évolutions temporelles et niveaux pondérés A sous format informatique.

4.5 Conditions météorologiques

4.5.1 Principe de la norme

Dans le cas de mesure d'un bruit résiduel, les conditions météorologiques peuvent influencer sur le résultat par perturbation du mesurage, en particulier par action sur le microphone, il convient donc de ne pas faire de mesurage quand la vitesse du vent est supérieure à 5 m/s, ou en cas de pluie marquée.

4.5.2 Conditions météorologiques rencontrées lors des mesures

Le tableau suivant synthétise les conditions météorologiques rencontrées pendant la campagne de mesure et leurs effets sur les points de mesure.

| Conditions météorologiques |
|---|
| Direction de vent : Nord Vitesse de vent : 3 à 5 m/s Couverture nuageuse : Nulle puis faible en fin de soirée Pluviométrie : Nulle |

* La station météorologique se situant à l'opposé de Caen par rapport aux points de mesure, le vent constaté sur place diffère du relevé. Il a été constaté un vent faible voir nul sur les lieux des mesures.

Remarque

A noter que les conditions météorologiques décrites ci-dessus sont une simple constatation normative, présentée à titre indicatif. Dans le cas d'une mesure de bruit résiduel, les sources environnantes pouvant être situées tout autour des points de mesure, les conditions météorologiques ont une influence relativement mineure.

5 RESULTATS DES MESURES

5.1 Résultats des mesures

Les mesurages ont été effectués conformément à la norme NF S 31-010 "Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement" sans déroger à aucune de ses dispositions.

Pour chaque point, sont présentés les indices L_{Aeq} , L_{50} et L_{90} sur l'ensemble de la période de mesurage (sur chaque période réglementaire).

Les niveaux statistiques (L_{50} et L_{90}) du niveau global sont calculés à partir du niveau L_{Aeq} du niveau global.

Les niveaux statistiques (L_{50} et L_{90}) des niveaux spectraux sont calculés à partir du niveau L_{Aeq} de chaque bande spectrale séparément.

5.1.1 Point de mesure LP 1 (côté route)

| Période diurne | | Niveaux spectraux en dB | | | | | | |
|------------------|----------------------|-------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Indice considéré | Niveau global en dBA | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
| L_{Aeq} | 64,5 | 72,0 | 65,0 | 62,0 | 60,0 | 61,5 | 56,0 | 48,0 |
| L_{50} | 57,5 | 70,5 | 63,5 | 59,0 | 51,5 | 53,0 | 48,5 | 40,0 |
| L_{90} | 54,5 | 69,5 | 60,5 | 52,5 | 49,0 | 48,5 | 44,5 | 35,5 |

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB près

Commentaire

Les mesures réalisées montrent un niveau sonore à ce jour de 64,5 dBA inférieur au seuil réglementaire de 70 dBA. Le niveau mesuré reste cependant élevé, à cause de la route et de l'entreprise utilisant des remorques réfrigérées à proximité.

5.1.2 Point de mesure LP 2 (sud-est)

| Période diurne | | Niveaux spectraux en dB | | | | | | |
|------------------|----------------------|-------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Indice considéré | Niveau global en dBA | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
| L_{Aeq} | 51,0 | 61,0 | 50,5 | 44,5 | 46,5 | 48,5 | 41,5 | 28,0 |
| L_{50} | 50,5 | 60,5 | 49,5 | 42,5 | 46,0 | 48,5 | 41,0 | 27,0 |
| L_{90} | 49,5 | 58,5 | 48,0 | 41,0 | 44,5 | 47,0 | 39,5 | 25,5 |

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB près

Commentaire

Les mesures réalisées montrent un niveau sonore à ce jour de 51 dBA inférieur au seuil réglementaire de 70 dBA.

5.1.3 Point de mesure ZER A

| Période diurne | | Niveaux spectraux en dB | | | | | | |
|------------------|----------------------|-------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Indice considéré | Niveau global en dBA | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
| L_{Aeq} | 58,0 | 62,5 | 55,5 | 53,5 | 53,5 | 54,5 | 51,0 | 44,0 |
| L_{50} | 53,0 | 61,0 | 49,0 | 47,0 | 49,0 | 50,0 | 43,5 | 31,5 |
| L_{90} | 51,0 | 59,5 | 46,5 | 44,5 | 47,0 | 48,5 | 42,0 | 29,5 |

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB près

Tonalité marquée

Le contrôle de la tonalité marquée est réalisé au niveau du point ZER A afin que les éventuelles tonalités relevées ne soit pas imputables à la future exploitation. Le critère de tonalité marquée a été évalué par période de 15 secondes.

| Bande de tiers d'octave | Limite | Spectre moyen de jour | % d'apparition | % globale d'apparition d'une tonalité marquée |
|-------------------------|--------|-----------------------|----------------|---|
| 50Hz | 10dB | 58,3 | 0% | 1% |
| 63Hz | | 59,4 | 0% | |
| 80Hz | | 54,5 | 0% | |
| 100Hz | | 50,6 | 0% | |
| 125Hz | | 51,3 | 0% | |
| 160Hz | | 49,9 | 0% | |
| 200Hz | | 48,6 | 0% | |
| 250Hz | | 49,0 | 0% | |
| 315Hz | | 48,9 | 0% | |
| 400Hz | | 5dB | 48,0 | |
| 500Hz | 48,9 | | 0% | |
| 630Hz | 49,3 | | 0% | |
| 800Hz | 49,6 | | 0% | |
| 1kHz | 50,0 | | 0% | |
| 1,25kHz | 49,0 | | 0% | |
| 1,6kHz | 47,8 | | 0% | |
| 2kHz | 46,3 | | 0% | |
| 2,5kHz | 43,8 | | 0% | |
| 3,15kHz | 41,0 | | 0% | |
| 4kHz | 39,4 | 0% | | |
| 5kHz | 37,0 | 0% | | |
| 6,3kHz | 34,3 | 0% | | |
| 8kHz | 32,6 | 0% | | |

Commentaires

Au point ZER A, la mesure réalisée en période diurne montre qu'aucune tonalité marquée n'est à relever à l'état actuel.

5.14 Point de mesure ZER B port de plaisance

| Période diurne | | Niveaux spectraux en dB | | | | | | |
|------------------|----------------------|-------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Indice considéré | Niveau global en dBA | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
| L _{Aeq} | 61,0 | 67,0 | 61,0 | 56,0 | 55,0 | 57,5 | 54,5 | 44,0 |
| L ₅₀ | 56,0 | 65,0 | 56,0 | 52,0 | 52,5 | 51,5 | 48,0 | 40,5 |
| L ₉₀ | 52,5 | 62,0 | 52,5 | 48,5 | 48,0 | 48,0 | 43,5 | 36,5 |

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB près

Tonalité marquée

Le contrôle de la tonalité marquée est réalisé au niveau du point ZER B afin que les éventuelles tonalités relevées ne soit pas imputables à la future exploitation. Le critère de tonalité marquée a été évalué par période de 15 secondes.

| Bande de tiers d'octave | Limite | Spectre moyen de jour | % d'apparition | % globale d'apparition d'une tonalité marquée |
|-------------------------|--------|-----------------------|----------------|---|
| 50Hz | 10dB | 64,1 | 0% | 15% |
| 63Hz | | 61,6 | 0% | |
| 80Hz | | 59,2 | 0% | |
| 100Hz | | 57,6 | 0% | |
| 125Hz | | 56,2 | 0% | |
| 160Hz | | 54,4 | 0% | |
| 200Hz | | 53,3 | 0% | |
| 250Hz | | 50,5 | 0% | |
| 315Hz | | 49,5 | 0% | |
| 400Hz | | 5dB | 48,9 | |
| 500Hz | 51,7 | | 12% | |
| 630Hz | 50,0 | | 0% | |
| 800Hz | 51,4 | | 0% | |
| 1kHz | 50,5 | | 0% | |
| 1.25kHz | 55,0 | | 2% | |
| 1.6kHz | 52,7 | | 0% | |
| 2kHz | 49,1 | | 0% | |
| 2.5kHz | 44,9 | | 0% | |
| 3.15kHz | 41,8 | | 0% | |
| 4kHz | 38,7 | 0% | | |
| 5kHz | 35,8 | 0% | | |
| 6.3kHz | 33,4 | 0% | | |
| 8kHz | 30,5 | 0% | | |

Commentaires

Au point ZER B, la mesure réalisée en période diurne montre qu'aucune tonalité marquée n'est à relever à l'état actuel.

6 CONCLUSION / SYNTHÈSE DES NIVEAUX MESURES / CALCULS DES NIVEAUX LIMITES ADMISSIBLES

Dans le cadre d'un projet de création d'un site de valorisation des sédiments à Hérouville-Saint-Clair (14), une campagne de mesurage de quatre points a été entreprise afin de caractériser l'état initial acoustique sur et autour du site.

Les mesures ont été effectuées en périodes de jour le 27 octobre 2022 en 2 points en limite de propriété du site et en 2 points en zone à émergence réglementée.

Les niveaux retenus permettent une estimation de l'ambiance en limite de propriété du projet et au niveau des ZER les plus proches.

Les niveaux sonores mesurés pourront être utilisés dans le cadre d'une étude acoustique comme étant les niveaux de bruit résiduels (niveaux de bruit obtenus dans les conditions environnementales initiales du site, c'est-à-dire en l'absence du bruit généré par le futur établissement).

A partir de ces niveaux mesurés, il est possible de calculer les contributions sonores maximales admissibles par le projet sur chaque point en période diurne. Ces données sont reprises dans les tableaux suivants :

| Point de mesure | Période diurne | | | | Contribution maximale autorisée pour le projet en dBA |
|-----------------|---|-----------------------------|--|-------------------------------------|---|
| | Niveau résiduel de référence mesuré et retenu | | Exigences réglementaires | | |
| | Indice de référence retenu | Niveau sonore mesuré en dBA | Niveau ambiant maximum autorisé en dBA | Émergence maximale autorisée en dBA | |
| LP 1 | L _{Aeq} | 64,5 | 70,0 | / | 68,5 |
| LP 2 | L _{Aeq} | 51,0 | 70,0 | / | 70,0 |
| ZER A | L ₉₀ | 51,0 | 56,0 | 5,0 | 54,0 |
| ZER B | L ₉₀ | 52,5 | 57,5 | 5,0 | 55,5 |

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dBA près.

Des exemples de calcul de la contribution maximale sont présentés en annexe du document

Remarque

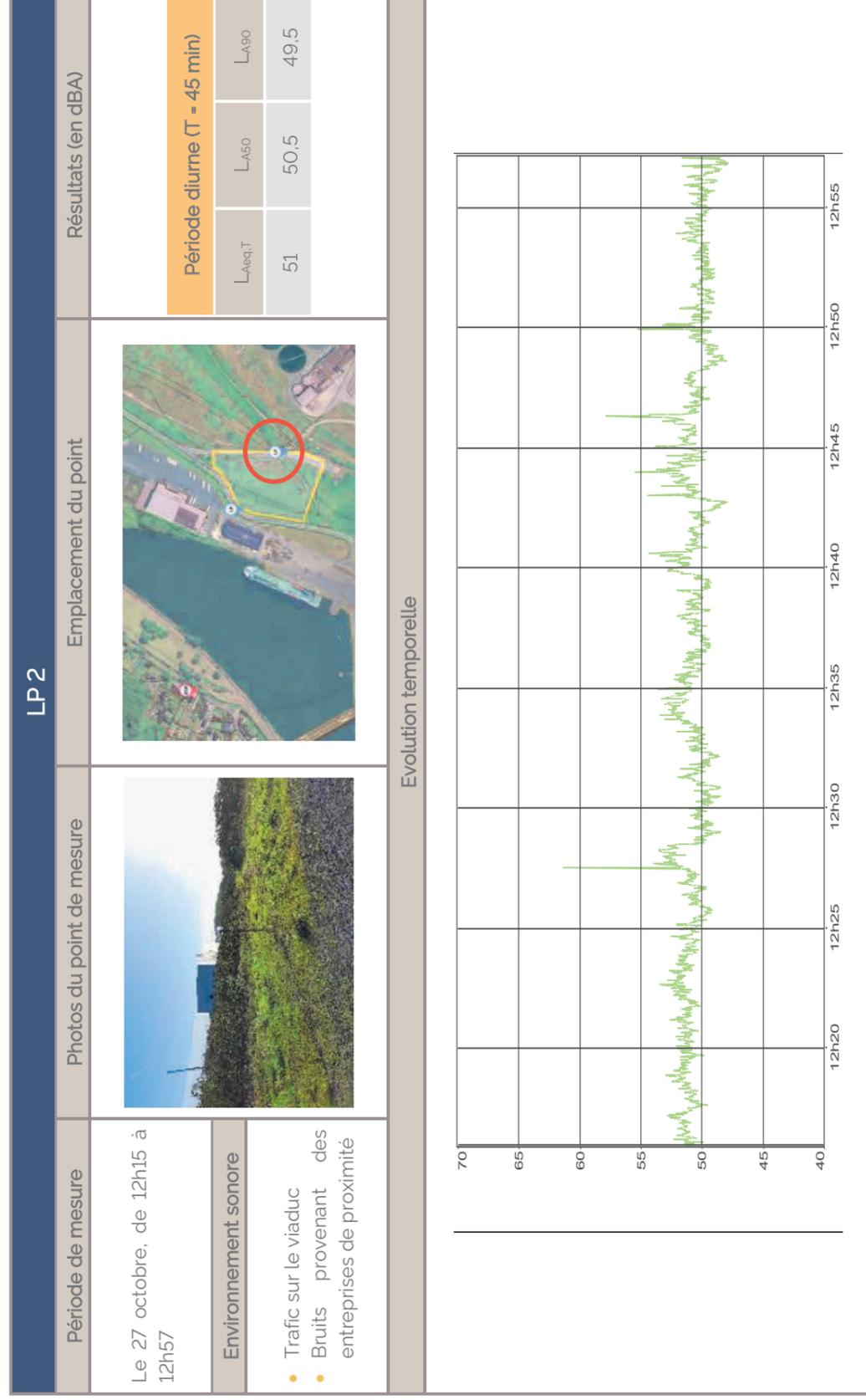
Pour les points en limite de propriété, afin de se placer dans un cas conservateur, le calcul de la contribution maximale autorisée est réalisé à partir de l'indice de référence L_{Aeq}.

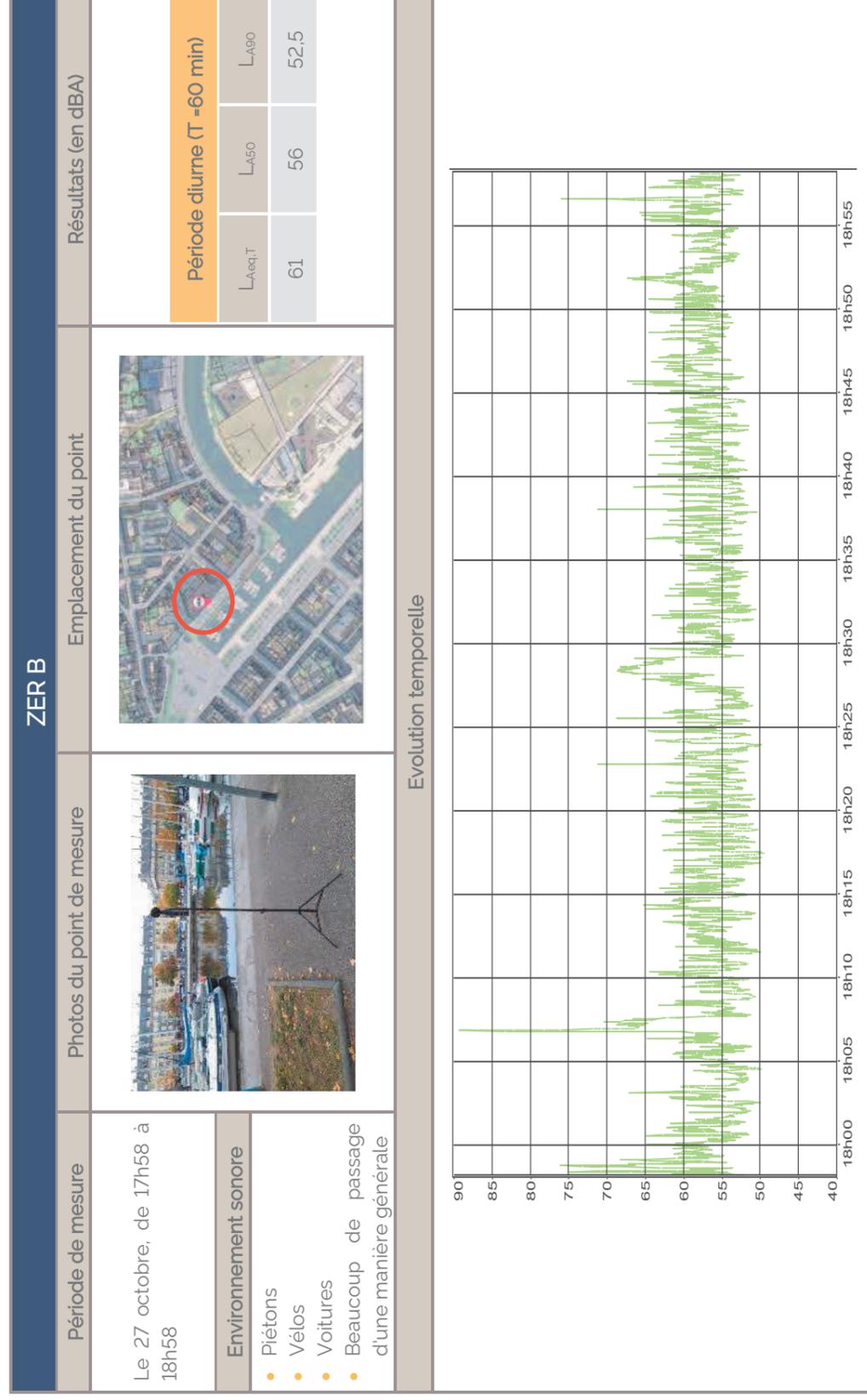
Pour les points en ZER, réglementairement, l'analyse de l'émergence doit être réalisée avec les niveaux L_{Aeq} ou L₅₀, selon les cas. Dans le cas présent, afin de se placer dans un cas conservateur, le calcul de la contribution maximale autorisée est réalisé à partir de l'indice de référence L₉₀ dans tous les cas.

Il est rappelé, à toutes fins utiles, que les résultats présentés dans ce rapport concernent les niveaux de bruit mesurés in situ aux points spécifiés dans le rapport, et dans les conditions du jour de mesure (trafic routier, conditions météorologiques, événements sonores ponctuels, etc.). Un autre jour, dans des conditions différentes, et a fortiori en une localisation différente, les résultats peuvent être différents. Il conviendra donc d'intégrer cet aspect dans l'évaluation des contraintes acoustiques du futur projet

7 Annexes

7.1 Annexe A : Fiches de mesures





7.2 Annexe B : Exemple de calcul de niveaux limites admissibles

Exemple pour un point LP

Période diurne

Lorsque l'activité sera en fonctionnement, le niveau ambiant en limite de propriété ne devra pas dépasser 70 dBA, ce qui signifie que le niveau de bruit particulier du site ne devra pas se situer au-delà de la valeur suivante :

- Bruit résiduel LAeq de 50,0 dBA ;
- Bruit ambiant maximum admissible de 70,0 dBA ;
- Soit un niveau de bruit particulier max admissible égal à :
 - LParticulier = $10 \log(10^{0,1 \cdot L_{\text{Ambiant}}} - 10^{0,1 \cdot L_{\text{Résiduel}}}) = 70,0 \text{ dBA}$

Période nocturne

Lorsque l'activité sera en fonctionnement, le niveau ambiant en limite de propriété ne devra pas dépasser 60 dBA, ce qui signifie que le niveau de bruit particulier du site ne devra pas se situer au-delà de la valeur suivante :

- Bruit résiduel LAeq de 55,0 dBA ;
- Bruit ambiant maximum admissible de 60,0 dBA ;
- Soit un niveau de bruit particulier max admissible égal à :
 - LParticulier = $10 \log(10^{0,1 \cdot L_{\text{Ambiant}}} - 10^{0,1 \cdot L_{\text{Résiduel}}}) = 70,0 \text{ dBA}$

Exemple pour un point ZER

Période diurne

Lorsque l'activité sera en fonctionnement, le niveau d'émergence sonore ne devra pas dépasser 5 dBA, ce qui signifie que le niveau de bruit particulier du site ne devra pas se situer au-delà de la valeur suivante :

- Bruit résiduel LA90 de 48,0 dBA ;
- Soit un bruit ambiant maximum admissible égal à :
 - Lambiant = $LA_{90} + 5,0 \text{ dBA} = 53,0 \text{ dBA}$
- Soit un niveau de bruit particulier max admissible égal à :
 - LParticulier = $10 \log(10^{0,1 \cdot L_{\text{Ambiant}}} - 10^{0,1 \cdot L_{\text{Résiduel}}}) = 51,5 \text{ dBA}$

Période nocturne

Lorsque l'activité sera en fonctionnement, le niveau d'émergence sonore ne devra pas dépasser 3 dBA, ce qui signifie que le niveau de bruit particulier du site ne devra pas se situer au-delà de la valeur suivante :

- Bruit résiduel LA90 de 48,5 dBA ;
- Soit un bruit ambiant max admissible égal à :
 - Lambiant = $LA_{90} + 3,0 \text{ dBA} = 51,5 \text{ dBA}$
- Soit un niveau de bruit particulier max admissible égal à :
 - LParticulier = $10 \log(10^{0,1 \cdot L_{\text{Ambiant}}} - 10^{0,1 \cdot L_{\text{Résiduel}}}) = 48,5 \text{ dBA}$

7.3 Annexe C : Glossaire

Généralités acoustiques

Décibel (dB)

Le son est une sensation auditive produite par une variation rapide de la pression de l'air. Dans la pratique, l'échelle de perception de l'oreille humaine étant très vaste, on utilise une échelle logarithmique, plus adaptée pour caractériser le niveau sonore. Cette échelle réduite s'exprime en décibel (dB).

On ne peut donc pas ajouter arithmétiquement les décibels de deux bruits pour arriver au niveau sonore global.

À noter 2 règles simples :

- $60 \text{ dB} + 60 \text{ dB} = 63 \text{ dB}$;
- $60 \text{ dB} + 50 \text{ dB} \approx 60 \text{ dB}$.



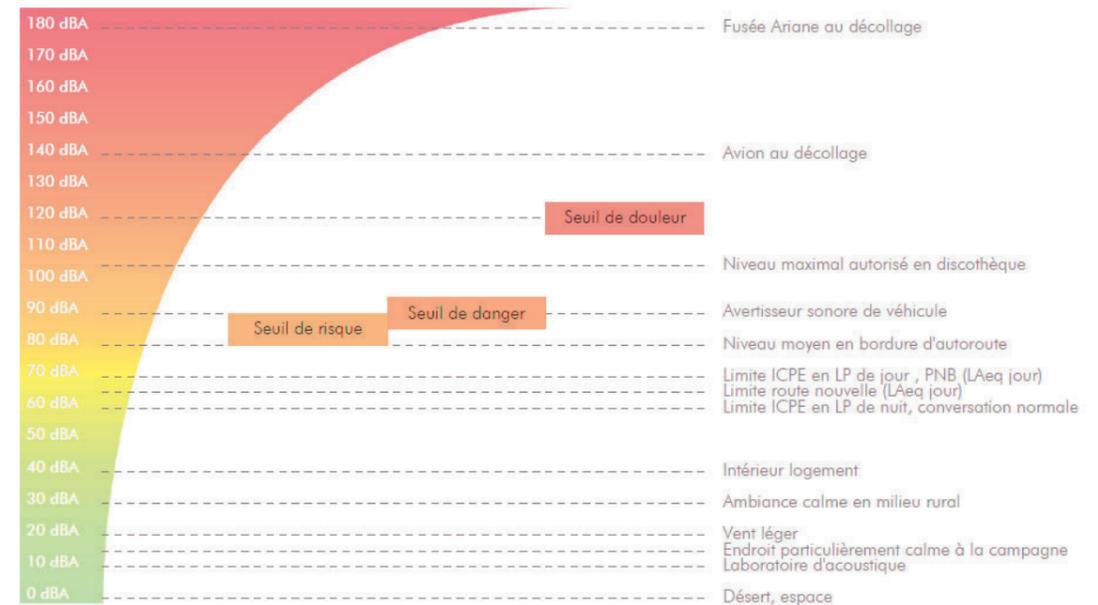
Décibel pondéré A (dBA)

La forme de l'oreille humaine influençant directement le niveau sonore perçu par l'être humain, on applique généralement au niveau sonore mesuré, une pondération dite de type A pour prendre en compte cette influence. On parle alors de niveau sonore pondéré A, exprimé en dBA.

A noter 2 règles simples :

- L'oreille humaine fait une distinction entre deux niveaux sonores à partir d'un écart de 3 dBA ;
- Une augmentation du niveau sonore de 10 dBA est perçue par l'oreille comme un doublement de la puissance sonore.

Echelle sonore



Fréquence / Octave / Tiers d'octave

La fréquence d'un son correspond au nombre de variations d'oscillations identiques que réalise chaque molécule d'air par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz).

Pour l'être humain, plus la fréquence d'un son sera haute, plus le son sera perçu comme aigu. A l'inverse, plus la fréquence d'un son sera basse, plus le son sera perçu comme grave.

En pratique, pour caractériser un son, on utilise des intervalles de fréquence.

Chaque intervalle de fréquence est caractérisé par ses 2 bornes dont la plus haute fréquence (f_2) est le double de la plus basse (f_1) pour une octave, et la racine cubique de 2 pour le tiers d'octave.

L'analyse en fréquence par bande de tiers d'octave correspond à la résolution fréquentielle de l'oreille humaine.

| 1/1 octave | 1/3 octave | |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|
| $f_2 = 2 * f_1$ | $f_2 = \sqrt[3]{2} * f_1$ | f_c : fréquence centrale |
| $f_c = \sqrt{2} * f_1$ | $\Delta f / f_c = 23\%$ | $\Delta f = f_2 - f_1$ |
| $\Delta f / f_c = 71\%$ | | |

Niveau sonore équivalent Leq

Niveau sonore en dB intégré sur une période de mesure. L'intégration est définie par une succession de niveaux sonores intermédiaires mesurés selon un intervalle d'intégration. Généralement dans l'environnement, l'intervalle d'intégration est fixé à 1 seconde (appelé Leq court). Le niveau global équivalent se note Leq, il s'exprime en dB.

Lorsque les niveaux sont pondérés selon la pondération A, on obtient un indicateur noté LAeq.

Termes particuliers liés à l'acoustique d'une installation ICPE

Niveau résiduel L_{res}

Le niveau résiduel caractérise le niveau de bruit obtenu dans les conditions environnementales initiales du site, c'est-à-dire en l'absence du bruit généré par l'établissement.

Niveau particulier L_{part}

Le niveau particulier caractérise le niveau de bruit généré par l'activité de l'établissement.

Niveau ambiant L_{amb}

Le niveau ambiant caractérise le niveau de bruit obtenu en considérant l'ensemble des sources présentes dans l'environnement du site. En l'occurrence, ce niveau sera la somme logarithmique du bruit résiduel et du bruit particulier de l'établissement.

Emergence acoustique E

L'émergence acoustique est fondée sur la différence entre le niveau de bruit équivalent pondéré A du bruit ambiant (comportant le bruit particulier de l'établissement en fonctionnement) et celui du résiduel.

$$E = L_{eq \text{ ambiant}} - L_{eq \text{ résiduel}}$$

$$E = L_{eq \text{ établissement en fonctionnement}} - L_{eq \text{ établissement à l'arrêt}}$$

Niveau fractile (L_n)

Le niveau fractile L_n représente le niveau sonore qui a été dépassé pendant n% du temps du mesurage. L'utilisation des niveaux fractiles permet dans certains cas de s'affranchir du bruit provenant d'événements perturbateurs et non représentatifs.

Limite de propriété (LP)

En ce qui concerne les mesures acoustiques effectuées lors d'un contrôle de site industriel, les mesures peuvent être effectuées en limites de propriété interne ou externe au site.

Zone à Emergence Réglementée (ZER)

Définie dans l'arrêté du 23 janvier 1997 comme étant l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) ;

Une ZER peut également être une zone constructible définie par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'arrêté d'autorisation, ainsi que l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'arrêté d'autorisation dans les zones constructibles définies ci-avant et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

7.4 Annexe D : Réglementation

Arrêté du 23 janvier 1997

relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement - (JO du 27 mars 1997)

NOR : ENVP9760055A

Texte modifié par :

Arrêté du 15 novembre 1999 (JO du 3 décembre 1999)

Arrêté du 3 avril 2000 (JO du 17 juin 2000)

Arrêté du 24 janvier 2001 (JO du 14 février 2001)

Vus :

Vu la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, et notamment son article 7;

Vu le décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement;

Vu l'arrêté du 20 août 1985 relatif aux bruits aériens émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement;

Vu l'avis du Conseil supérieur des installations classées en date du 30 septembre 1996;

Vu l'avis des organisations professionnelles intéressées;

Sur proposition du directeur de la prévention des pollutions et des risques,

Arrêtés :

Article 1

Le présent arrêté fixe les dispositions relatives aux émissions sonores des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, à l'exclusion :

- des élevages de veaux de boucherie et/ou de bovins, des élevages de vaches laitières et/ou mixtes et des porcheries de plus de 450 porcs visés par les arrêtés du 29 février 1992, ainsi que les élevages de volailles et/ou de gibiers à plumes visés par l'arrêté du 13 juin 1994 ;
- des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 mentionnées par l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Ces dispositions sont applicables aux installations nouvelles, dont l'arrêté d'autorisation interviendra postérieurement au 1er juillet 1997, ainsi qu'aux installations existantes faisant l'objet d'une modification autorisée postérieurement à cette même date.

Lorsque plusieurs installations classées sont situées au sein d'un même établissement, les dispositions du présent arrêté sont applicables au bruit global émis par l'ensemble des activités exercées à l'intérieur de l'établissement, y compris le bruit émis par les véhicules et engins visés au premier alinéa de l'article 4.

Le présent arrêté définit la méthode de mesure applicable.

Article 2

Au sens du présent arrêté, on appelle :

- émergence** : la différence entre les niveaux de pression continue équivalents pondérés A du bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement) ; dans le cas d'un établissement faisant l'objet d'une modification autorisée, le bruit résiduel exclut le bruit généré par l'ensemble de l'établissement modifié ;
- zones à émergence réglementée :
 - l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'arrêté d'autorisation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse);
 - les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'arrêté d'autorisation;
 - l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'arrêté d'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

Dans le cas d'un établissement existant au 1er juillet 1997 et faisant l'objet d'une modification autorisée, la date à prendre en considération pour la détermination des zones à émergence réglementée est celle de l'arrêté autorisant la première modification intervenant après le 1er juillet 1997.

Article 3

L'installation est construite, équipée et exploitée de façon que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solide susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou de constituer une nuisance pour celui-ci.

Ses émissions sonores ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau ci-après, dans les zones où celle-ci est réglementée :

| Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée incluant le bruit de l'établissement | Emergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures sauf dimanches et jours fériés | Emergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures ainsi que les dimanches et jours fériés |
|--|--|---|
| Sup à 35 dBA et inf ou égal à 45 dBA | 6 dBA | 4 dBA |
| Supérieur à 45 dBA | 5 dBA | 3 dBA |

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dBA pour la période de jour et 60 dBA pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe du présent arrêté, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne définies dans le tableau ci-dessus.

Si l'arrêté d'autorisation concerne la modification d'un établissement existant au 1er juillet 1997, dont la limite de propriété est distante de moins de 200 mètres des zones à émergence réglementée, il peut prévoir que les valeurs admissibles d'émergence ne s'appliquent, dans les zones considérées, qu'au-delà d'une distance donnée de la limite de propriété. Cette distance ne peut excéder 200 mètres. Toutefois, les niveaux admissibles en limite de propriété de l'établissement, fixés par l'arrêté autorisant la modification, ne peuvent être supérieurs aux niveaux admissibles prévus dans l'arrêté d'autorisation initiale, sauf si le niveau de bruit résiduel a été modifié de manière notable.

Article 4

Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'établissement doivent être conformes aux dispositions en vigueur les concernant en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier doivent être conformes à un type homologué.

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

Article 5

La mesure des émissions sonores d'une installation classée est faite selon la méthode fixée à l'annexe du présent arrêté.

L'exploitant doit faire réaliser périodiquement, à ses frais, une mesure des niveaux d'émission sonore de son établissement par une personne ou un organisme qualifié choisi après accord de l'inspection des installations classées. Ces mesures se font aux emplacements et avec une périodicité fixés par l'arrêté d'autorisation. Les emplacements sont définis de façon à apprécier le respect des valeurs limites d'émergence dans les zones où elle est réglementée.

Article 6

Dans les arrêtés ministériels pris au titre de l'article 7 de la loi du 19 juillet 1976 susvisée et faisant référence à la méthodologie d'évaluation définie par l'arrêté du 20 août 1985, la méthode de mesure définie dans l'annexe du présent arrêté se substitue de plein droit aux dispositions des paragraphes 2.1, 2.2 et 2.3 de l'instruction technique jointe à l'arrêté du 20 août 1985.

Article 7

L'article 1er de l'arrêté du 20 août 1985 susvisé et modifié comme suit à compter du 1er juillet 1997 : après les mots : "installations soumises à la législation des installations classées pour la protection de l'environnement", il est ajouté les mots : "à l'exclusion des installations soumises aux dispositions de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement".

Article 8

Le présent arrêté est applicable à compter du 1er juillet 1997.

Article 9

Le directeur de la prévention des pollutions et des risques est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Annexes :**Méthode de mesure des émissions sonores**

La présente méthode de mesure des émissions sonores d'une installation classée est applicable pour la mesure des niveaux de bruit en limites de propriété de l'établissement et pour la mesure de l'émergence dans les zones où celle-ci est limitée.

Les mesures sont effectuées selon les dispositions de la norme AFNOR NF S 31-010 " Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement. - Méthodes particulières de mesurage " (décembre 1996), complétées par les dispositions ci-après.

Cette norme fixe deux méthodes de mesure se différenciant par les moyens à mettre en œuvre et par la précision des résultats. La méthode de mesure à utiliser est la méthode dite " d'expertise " définie au point 6 de la norme. Cependant, un simple contrôle du respect des prescriptions peut être effectué selon la méthode dite de " contrôle " définie au point 5 de la norme. Dans ce cas, une conclusion quant à la conformité des émissions sonores de l'établissement ne pourra être tirée que si le résultat de la mesure diffère de la valeur limite considérée (émergence ou niveau admissible) de plus de 2 dBA.

Définitions

Les définitions suivantes constituent un rappel de celles figurant dans la norme.

1.1. Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A " court ", LAeq, t

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A obtenu sur un intervalle de temps " court ". Cet intervalle de temps, appelé durée d'intégration, a pour symbole t. Le LAeq court est utilisé pour obtenir une répartition fine de l'évolution temporelle des événements acoustiques pendant l'intervalle de mesurage. La durée d'intégration retenue dépend de la durée des phénomènes que l'on veut mettre en évidence. Elle est généralement de durée inférieure ou égale à 10 s.

1.2. Niveau acoustique fractile, LAN, t

Par analyse statistique de LAeq courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N % de l'intervalle de temps considéré, dénommé " niveau acoustique fractile ". Son symbole est LAN, t : par exemple, LA90,1s est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 90 % de l'intervalle de mesurage, avec une durée d'intégration égale à 1 s.

1.3. Intervalle de mesurage

Intervalle de temps au cours duquel la pression acoustique quadratique pondérée A est intégrée et moyennée.

1.4. Intervalle d'observation

Intervalle de temps au cours duquel tous les mesurages nécessaires à la caractérisation de la situation sonore sont effectués soit en continu, soit par intermittence.

1.5. Intervalle de référence

Intervalle de temps retenu pour caractériser une situation acoustique et pour déterminer de façon représentative l'exposition au bruit des personnes.

1.6. Bruit ambiant

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.

1.7. Bruit particulier (1)

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.

Note : Au sens du présent arrêté, le bruit particulier est constitué de l'ensemble des bruits émis par l'établissement considéré.

1.8. Bruit résiduel

Bruit ambiant, en l'absence du (des) bruits(s) particulier(s), objet(s) de la requête considérée.

1.9. Tonalité marquée

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau ci-après pour la bande considérée :

| Cette analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10 s | | |
|---|------------------|-------------------|
| 50 Hz à 315 Hz | 400 Hz à 1250 Hz | 1600 Hz à 8000 Hz |
| 10 dB | 5 dB | 5 dB |

Les bandes sont définies par fréquence centrale de tiers d'octave.

*2. Méthode d'expertise (point 6 de la norme)**2.1. Appareillage de mesure (point 6.1 de la norme)*

Les mesures de simple contrôle de conformité peuvent être effectuées avec un appareillage de mesure de classe 2, répondant aux spécifications du point 6.1.1 de la norme et permettant d'utiliser la technique des niveaux équivalents courts. Cet appareillage doit en outre être conforme aux dispositions légales en matière de métrologie légale applicables aux sonomètres. L'appareil doit porter la marque de vérification périodique attestant sa conformité.

Si les mesures sont utilisées en vue de la constatation d'une infraction, le sonomètre utilisé doit être de classe 1.

Avant chaque série de mesurage, le sonomètre doit être calibré.

2.2. Conditions de mesurage (point 6.2 de la norme)

Le contrôle des niveaux de bruit admissibles en limites de propriété de l'établissement, fixés par l'arrêté d'autorisation, est effectué aux emplacements désignés par cet arrêté. A défaut, les emplacements de mesures sont déterminés en fonction des positions respectives de l'installation et des zones à émergence réglementée, de manière à avoir une représentativité satisfaisante de l'effet potentiel des émissions sonores de l'installation sur les zones habitées.

Note : l'arrêté d'autorisation peut moduler les niveaux admissibles selon différentes parties du pourtour de l'installation, en fonction de l'implantation des zones à émergence réglementée par rapport à l'établissement ; les contrôles doivent en principe porter sur chacun d'eux.

Le contrôle de l'émergence est effectué aux emplacements jugés les plus représentatifs des zones à émergence réglementée. Dans le cas du traitement d'une plainte, on privilégiera les emplacements où la gêne est ressentie, en tenant compte de l'utilisation normale ou habituelle des lieux.

2.3. Gamme de fréquence (point 6.3 de la norme)

Les dispositions de la norme sont applicables.

2.4. Conditions météorologiques (point 6.4 de la norme)

Les dispositions de la norme sont applicables.

2.5. Indicateurs (point 6.5 de la norme)

Les indicateurs acoustiques sont destinés à fournir une description synthétique d'une situation sonore complexe.

a) Contrôle des niveaux de bruit admissibles en limites de propriété

Le niveau équivalent, déterminé dans les conditions fixées au point 2.6 ci-après, est utilisé.

Lorsque le mesurage est effectué sur plusieurs intervalles, le niveau de bruit équivalent global est obtenu par la moyenne pondérée énergétique des valeurs mesurées sur chaque intervalle, en tenant compte de la durée de la période représentée par l'intervalle de mesurage selon la formule suivante :

$$LA_{eq, T} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i 10^{0,1 LA_{eq, i}} \right)$$

Dans laquelle :

- T est la durée de l'intervalle de référence ;
- $LA_{eq, i}$ est le niveau équivalent mesuré pendant l'intervalle d'observation i ;
- t_i est la durée de la période représentée par l'intervalle de mesurage i (avec $t_i = T$).

b) Contrôle de l'émergence

Des indicateurs différents sont utilisés suivant les situations.

Dans le cas général, l'indicateur est la différence entre les niveaux de pression continue équivalents pondérés du bruit ambiant et du bruit résiduel, déterminée selon le point 6.5.1 de la norme.

Dans certaines situations particulières, cet indicateur n'est pas suffisamment adapté. Ces situations se caractérisent par la présence de bruits intermittents, porteurs de beaucoup d'énergie mais qui ont une durée d'apparition suffisamment faible pour ne pas présenter, à l'oreille, d'effet de " masque " du bruit de l'installation. Une telle situation se rencontre notamment lorsqu'il existe un trafic très discontinu.

Dans le cas où la différence $LA_{eq} - L_{50}$ est supérieure à 5 dBA, on utilise comme indicateur d'émergence la différence entre les indices fractiles L_{50} calculés sur le bruit ambiant et le bruit résiduel.

Le point 6.5.2 de la norme n'est pas applicable, sauf en ce qui concerne la disposition relative à la tonalité marquée.

2.6. Acquisitions des données, choix et durée des intervalles d'observations (point 6.6 de la norme)

Les mesurages doivent être organisés de façon à donner une valeur représentative du niveau de bruit qui existe sur l'ensemble de la période de fonctionnement de l'activité.

On entend par période de fonctionnement la période où l'activité est exercée dans des conditions normales. En règle générale, cela correspond à la période de production. En dehors de cette période, des opérations de nature différente (maintenance, mise en veille de machines, etc.) mais générant peu ou pas de bruit peuvent avoir lieu. Elles ne doivent pas être incluses dans l'intervalle de référence, afin d'éviter une " dilution " du bruit correspondant au fonctionnement normal par allongement de la durée d'intégration. Toutefois, si ces opérations sont à l'origine de niveaux de bruit comparables à ceux de l'établissement en fonctionnement normal, elles sont intégrées dans l'intervalle de référence.

Si le fonctionnement se déroule sur tout ou partie de chacune des périodes diurne ou nocturne, le niveau équivalent est mesuré séparément pour chacune des parties de la période de fonctionnement (que l'on retiendra comme intervalle de référence) se situant dans les tranches horaires 7 heures - 22 heures ou 22 heures - 7 heures.

De la même façon, la valeur représentative du bruit résiduel est déterminée pour chaque intervalle de référence.

Exemple 1 : activité fonctionnant de 7 heures à 17 h 30 :

L'intervalle de référence est 7 heures - 17 h 30. L'arrêté d'autorisation fixe, pour un emplacement donné, un seul niveau de bruit admissible.

Exemple 2 : activité fonctionnant de 4 heures à 23 heures :

Les trois intervalles de référence sont : 4 heures - 7 heures, 7 heures - 22 heures et 22 heures - 23 heures. L'arrêté d'autorisation fixe, pour un emplacement donné, trois niveaux de bruit admissibles (un pour chaque intervalle de référence).

Exemple 3 : activité fonctionnant 24 heures sur 24 :

Les deux intervalles de référence sont 7 heures - 22 heures et 22 heures - 7 heures. L'arrêté d'autorisation fixe, pour un emplacement donné, deux niveaux de bruit admissibles pour chacune des périodes diurne et nocturne.

Les valeurs des niveaux de bruit ambiant et résiduel sont déterminées par mesure, soit sur la totalité de l'intervalle de référence, soit sur plusieurs " échantillons ", dont la représentativité est essentielle pour permettre une conclusion correcte quant à la conformité de l'installation.

Toutes les garanties doivent être prises pour assurer à chaque emplacement de mesure cette représentativité :

- les mesurages doivent de préférence être effectués sur plusieurs intervalles de mesurage distincts, de manière à caractériser correctement le ou les intervalles de référence retenus;
- la durée des mesurages doit prendre en compte toutes les phases de l'évolution du bruit pendant la totalité de la période de fonctionnement, particulièrement dans le cas de bruits fluctuants;
- le fonctionnement de l'installation pendant le ou les mesurages doit correspondre aux activités normales ; l'intervalle d'observation doit englober tous les cycles de variations caractéristiques de l'activité;
- la mesure du bruit résiduel doit prendre en compte les variations se produisant pendant le ou les intervalles de référence.

Pour la détermination de chacun des niveaux de bruit ambiant ou résiduel, la durée cumulée des mesurages à chaque emplacement doit être d'une demi-heure au moins, sauf dans le cas d'un bruit très stable ou intermittent stable.

Si les valeurs mesurées sont proches des valeurs limites (niveaux admissibles et/ou émergence), un soin particulier sera pris dans le choix, la durée et le nombre des intervalles de mesurage.

3. Méthode de contrôle (point 5 de la norme)

La méthode de contrôle est moins exigeante que la méthode d'expertise, quant aux moyens à mettre en œuvre et à l'appareillage de mesure à utiliser. Elle n'est applicable qu'à des situations sonores relativement simples permettant une durée d'observation plus faible. Elle ne fait pas appel à la technique des niveaux équivalents courts.

Les dispositions du point 2 ci-dessus sont également applicables à la méthode de contrôle, sous réserve des modifications suivantes :

- l'appareillage de mesure est un sonomètre de classe 2 au moins, permettant la détermination directe du niveau de pression acoustique continu équivalent;
- elle ne peut être mise en œuvre en cas de présence de bruit à tonalité marquée, ainsi que dans les situations nécessitant l'utilisation d'un indice fractile et décrites au point 2.5 ci-dessus.

4. Rapport de mesurage (point 7 de la norme)

Le rapport de mesurage établi par la personne ou l'organisme qualifié qui effectue des mesures de contrôle en application de l'article 5 ou à la demande de l'inspection des installations classées doit contenir les éléments mentionnés au point 7.1 de la norme, à l'exception de la référence à cette dernière, qui est remplacée par la référence au présent arrêté.

Pour le ministre et par délégation,

Le directeur de la prévention des pollutions et des risques, délégué aux risques majeurs,

P. Vesseron