



Réalisation d'une plateforme de réparation pour méga-yachts de 4 000 tonnes sur les chantiers navals de La Ciotat



Chantiers navals La Ciotat Shipyards
Site maritime d'excellence en Méditerranée

Dossier de demande d'autorisation environnementale Note complémentaire n°1

Edition du 17 octobre 2019



Le Dossier de demande d'autorisation environnementale, édité le 2 septembre 2019, est composé des pièces suivantes :

- Pièce 1 - Pièces générales du dossier
- Pièce 2 - Etude d'impact
- Pièce 3 - Etude d'impact - Résumé non technique
- Pièce 4 - Etude d'impact – Annexes
- Pièce 5 - Note de présentation non technique

La présente note complémentaire est fournie à la suite de l'analyse du dossier par la DDTM des Bouches du Rhône pour définir la complétude du dossier et préalablement au lancement de l'enquête publique. Elle a pour objectif de compléter certains points particuliers de l'étude d'impact :

- La fourniture des résultats d'analyse HP14 des sédiments
- Le protocole de suivi de la turbidité en phase de travaux
- Les modalités d'utilisation des rideaux anti-turbidité en phase de travaux

Note complémentaire n°1

1	Résultats d'analyse HP14 des sédiments	5
2	Protocole de suivi de la turbidité en phase de travaux.....	6
3	Modalités d'utilisation des rideaux anti-turbidité en phase de travaux	8
	Annexe - Résultats d'analyses HP14 - Laboratoire Eurofins	9

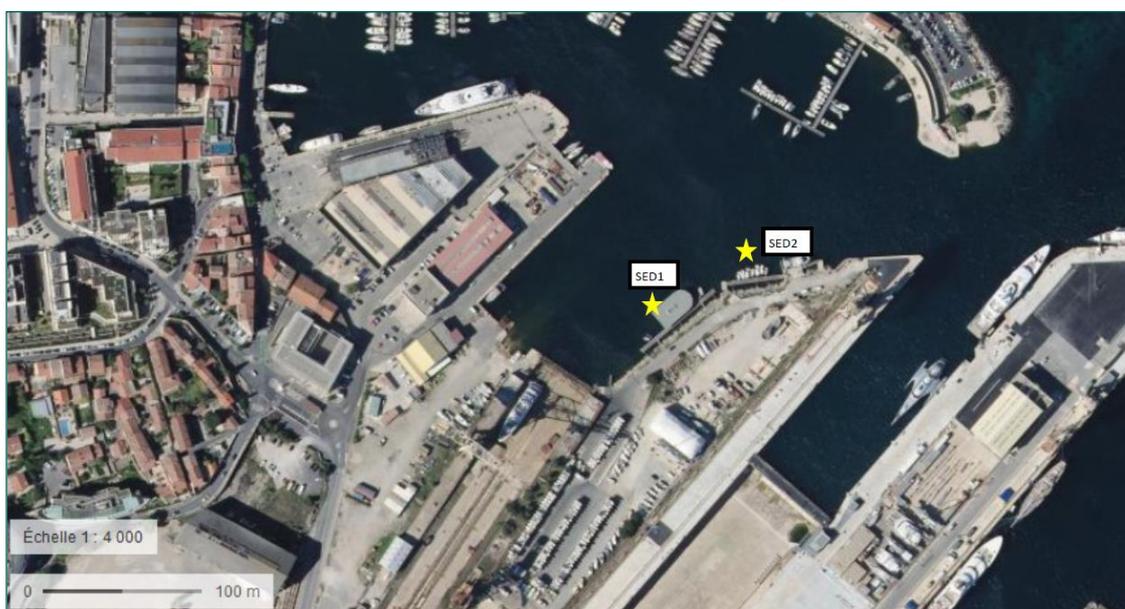
1 Résultats d'analyse HP14 des sédiments

Le chapitre 3.2.3.4 de l'étude d'impact présente la qualité des sédiments marins de la zone portuaire concernée par les travaux. Il est notamment indiqué en page 94 que les résultats d'analyse montrent que « ...les sédiments du port ne présentent pas de dangerosité écotoxique ».

Afin de compléter l'étude d'impact qui ne les présentait pas, les résultats détaillés relatifs au Critère HP14 (essais proposés dans le rapport INERIS DRC-15-149793-06416A « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » - 2016) permettant de caractériser l'écotoxicité d'un sédiment sont fournis dans la présente note.

Les 2 points de prélèvements effectués le 5 mars 2019 sont localisés sur la Figure 1.

Figure 1 : Situation des points de prélèvements de sédiments effectués le 5 mars 2019



On trouvera en annexe les rapports d'analyses effectués par le laboratoire agréé Eurofins qui détaillent les méthodologies et les résultats.

Pour les 2 échantillons, le bilan est le suivant :

- **Pour le test de toxicité aiguë**, réalisé sur éluat, les échantillons ne sont pas considérés comme écotoxique par le test Microtox (Test d'inhibition de la luminescence de bactéries marines - *Vibrio fischeri*).
- **Pour le test de toxicité chronique**, réalisés sur éluat, les échantillons ne sont pas considérés comme écotoxique par les tests sur la croissance de la population des *Brachionus*,
- **Pour le test de toxicité terrestre**, les échantillons ne sont pas considérés comme écotoxique par les tests d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée.

En conclusion, 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, les échantillons ne sont pas considérés comme écotoxique.

2 Protocole de suivi de la turbidité en phase de travaux

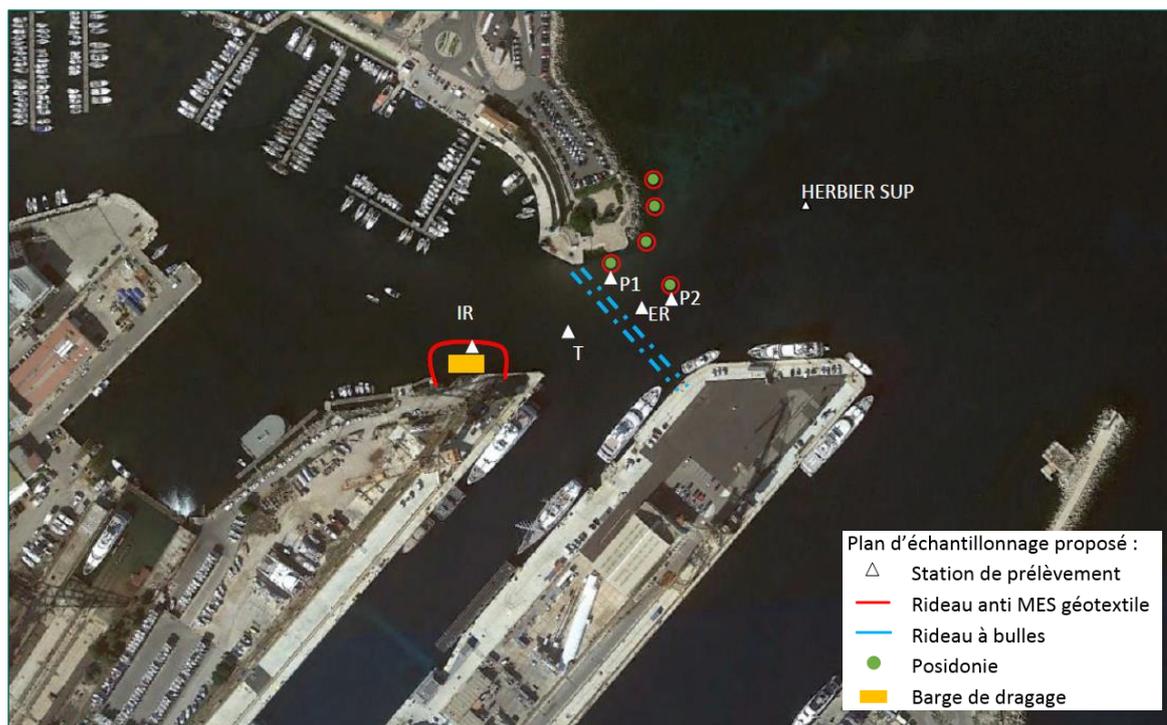
Le chapitre 8.4.7.2 de l'étude d'impact présente le principe du protocole de suivi de la turbidité des eaux en phase chantier.

Le suivi de la turbidité permettra d'évaluer l'efficacité du confinement de la zone de chantier et, le cas échéant, de moduler ou d'arrêter les travaux pour éviter tout départ de fines susceptibles de polluer les milieux environnants. Le suivi est basé sur une surveillance visuelle et sur des mesures in situ effectuées au niveau de 6 stations 3 fois par jour (le matin avant les travaux, dans la matinée et dans l'après-midi).

Les 6 stations initialement prévues sont les suivantes (cf. Figure 2) :

- station IR : à l'intérieur du rideau anti-MES géotextile ;
- station T : à proximité de la zone des travaux, entre le rideau anti-MES en géotextile et le rideau à bulles ;
- station ER : entre le rideau à bulles et les ilots de Posidonie ;
- stations P1 et P2 : au droit des ilots de Posidonie les plus proches de la zone de travaux ;
- station HP : en limite supérieure de l'herbier de Posidonie.

Figure 2 : Implantation des 6 stations du plan d'échantillonnage initialement prévu pour le suivi de la turbidité en phase chantier

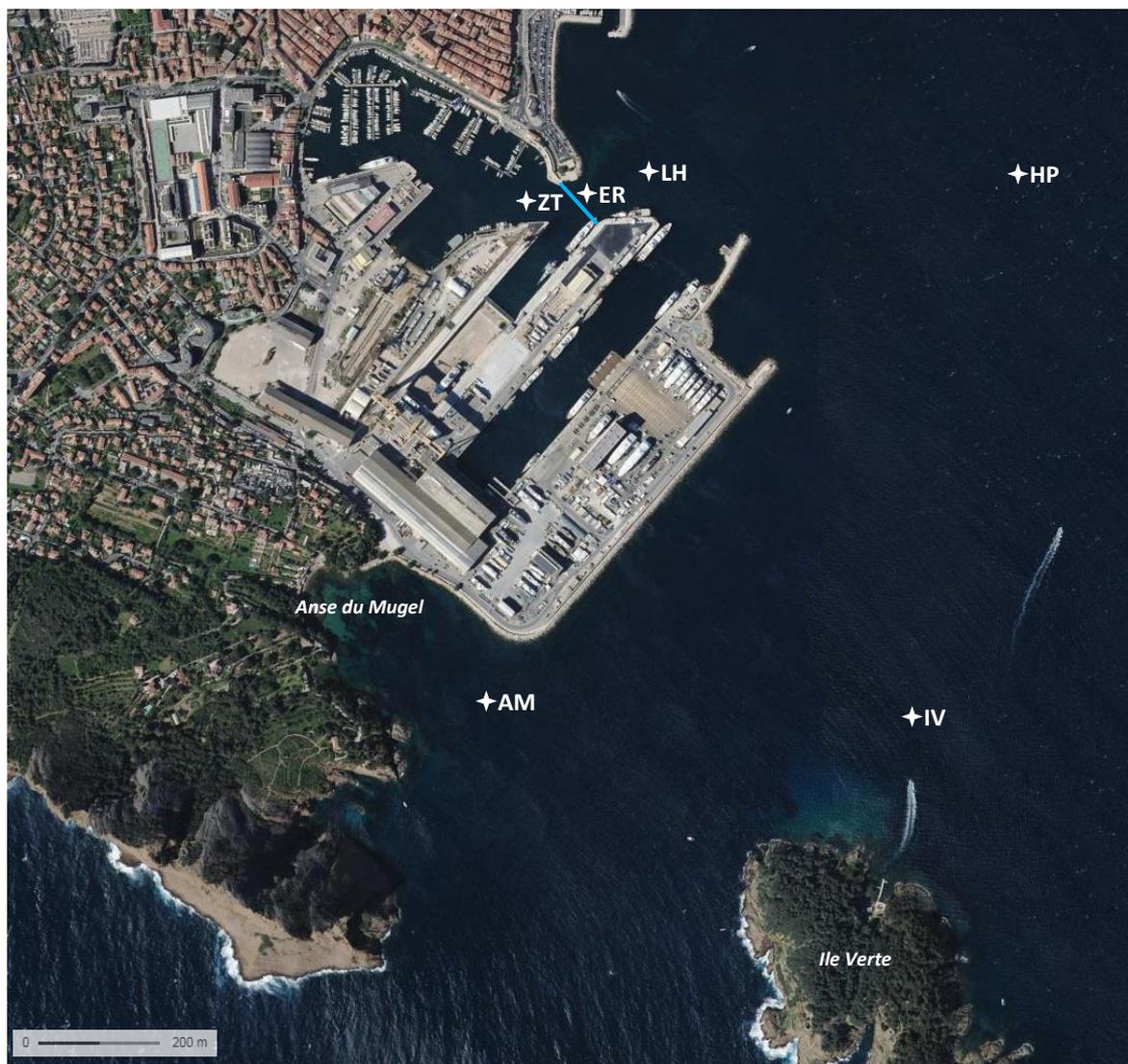


Notons toutefois que ce plan d'échantillonnage n'est pas figé. Il devra être adapté en fonction des premiers résultats obtenus, du déplacement des zones de travaux, de la proximité des zones sensibles pouvant être exposées à un éventuel panache turbide et surtout de l'avis des experts du Parc National des Calanques. Ceux-ci, récemment consultés, sembleraient préférer un plan d'échantillonnage plus étendu permettant de contrôler les espaces naturels sensibles du Mugel et de l'île Verte.

Le plan d'échantillonnage élargi, présenté à la Figure 3, propose donc une implantation des stations de suivi de la turbidité prenant en compte les attentes des partenaires locaux en charge de la protection des espaces subaquatiques sensibles. Les stations sont les suivantes :

- station ZT : zone des travaux à l'intérieur du port ;
- station ER : à l'extérieur du rideau à bulles ;
- station LH : en limite supérieure de l'herbier à Posidonies ;
- station HP : représentative de l'herbier à Posidonies de la Baie ;
- station IV : au nord immédiat de l'Ile Verte ;
- station AM : à l'entrée de l'Anse du Mugel.

Figure 3 : Proposition de plan d'échantillonnage élargi pour le suivi de la turbidité en phase chantier



3 Modalités d'utilisation des rideaux anti-turbidité en phase de travaux

Le chapitre 8.4.2.1 de l'étude d'impact présente la technique qui sera mise en place pour confiner les sources de départ de matières en suspension (MES). Il s'agit en premier lieu des opérations de dragage.

Il est prévu de positionner autour de l'atelier de dragage un rideau constitué d'une jupe en géotextile non tissé de masse surfacique de 600 g/m² et d'ouverture de filtration de 70 µm. Le rideau sera maintenu à la surface par des flotteurs PEHD et lesté par une chaîne fixée au bas du rideau (cf. Figure 4).

Etant données la nature des travaux et la profondeur importante sur site, le rideau sera installé sur une hauteur d'eau de 3 m au maximum et sera repositionné à l'avancement. Il sera retiré lors des intempéries.

Figure 4 : Exemple de rideau anti-turbidité en géotextile



Il importe de signaler que toute opération susceptible de provoquer un départ de matières en suspension sera également protégé par un rideau anti-turbidité. Ce sera par exemple le cas pour les matériaux de remblai provisoire pouvant être en contact avec le milieu marin. Le rideau anti-MES restera en place autour des ouvrages tant que ceux-ci ne seront pas démontés (batardeau provisoire...). Par ailleurs, des rideaux à bulles secondaires (par rapport au double rideau à bulles prévu à l'entrée du port) compléteront le dispositif de contrôle d'une éventuelle dispersion des matières en suspension.

Annexe - Résultats d'analyses HP14 - Laboratoire Eurofins

**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-19-IY-007627-01

Version du : 18/04/2019

Page 1/2

Dossier N° : 19G002095

Date de réception : 07/03/2019

Référence bon de commande : EUFRSA200078287

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
001	Sédiments	19E026611-006 / Sed 1 H14	Rapport d'analyse n°19FER6-0405 version 1 du 18/04/2019

N° ech **19G002095-001** | Version AR-19-IY-007627-01(18/04/2019) | Votre réf. 19E026611-006 Page 2/2

Température de l'air de l'enceinte	12.6°C	Date de réception	07/03/2019 09:14
Prélèvement effectué par	Prélevé par vos soins	Début d'analyse	18/04/2019
Date prélèvement	05/03/2019		

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>	cf. rapport	
IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i>	cf. rapport	% (CE 50)

Divers

	Résultat	Unité
IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins <i>Technique -</i>	cf. rapport	g/kg



 Eloise Renouf
Ingénieur Projets

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2.00 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 :***

« 19E026611-006 »

Rapport d'analyses n° 19FER6-0405 révision 1 du 18/04/2019

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	<i>Tests de toxicité aiguë.....</i>	<i>5</i>
IV.2.2	<i>Test de toxicité chronique</i>	<i>6</i>
IV.3	TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES.....	7
IV.3.1	<i>Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)</i>	<i>7</i>
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	<i>- Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats</i>	<i>8</i>
VI.2.2	<i>- Ecotoxicité de la matrice solide.....</i>	<i>11</i>
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 chronique	10
Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute.....	11
Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute	11
Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus	12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats.....	9
Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....	10
Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment	11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

Echantillon de sédiment référencé « 19E026611-006 » réceptionné le 7 mars 2019.

Date de prélèvement : 5 mars 2019.

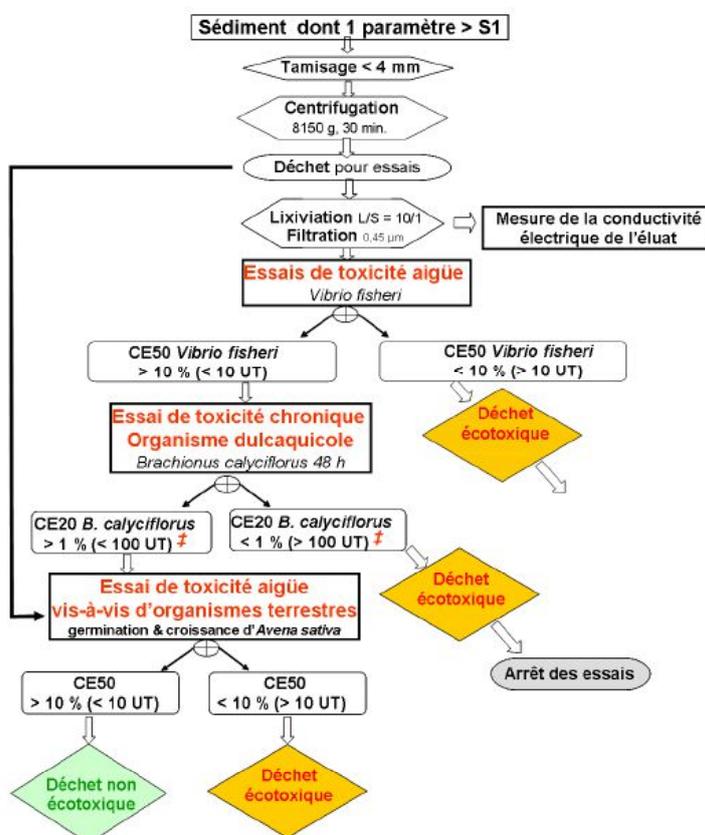
Référence Eurofins Expertises Environnementales : 19G002095-001.

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 : $\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$.

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

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 (monocotylédone : 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

Tamissage à 4 mm : 18/03/19.

Centrifugation : 18/03/19.

Lixiviation : 25-26/03/19.

Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 03/04/19 (échantillon congelé avant analyse).
- Test *Brachionus* : 27 au 29/03/19.
- Test plantes : 25/03/19.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 39 %.

Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 26 %.

	pH	Oxygène dissous (mg/L)	Conductivité (μ S/cm)
Eaux interstitielles			57 700
Éluats	8.3	7.7	3 370

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

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

	Tests	Effet	Descripteur toxicologique	19E026611-006
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.2.1.2 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
19E026611-006	-	-

+ « 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 %.

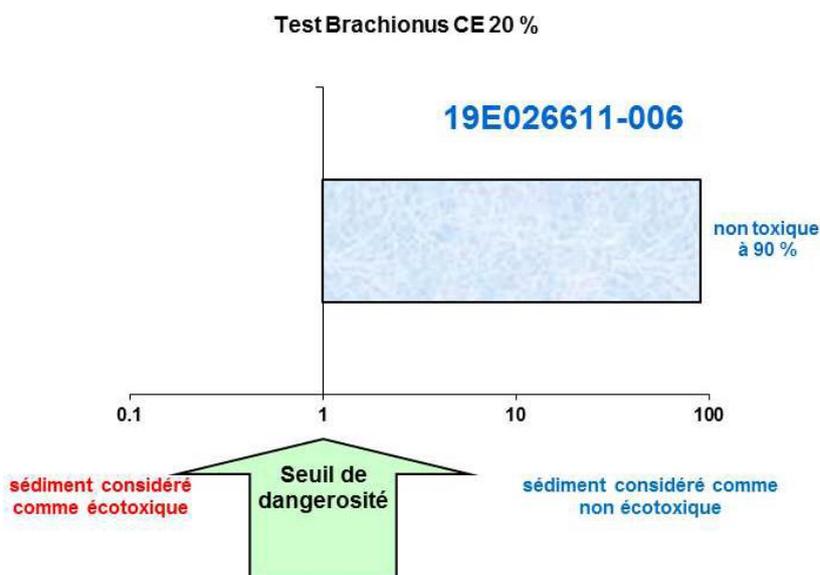


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 74 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

Tests	Effet	Descripteur toxicologique	19E026611-006
Avoine	Germination	CE 50	31.3 % de MS (24.9-39.7)
Avoine	Croissance	CE 50-21 jours	28.3 % de MS (21.2-37.5)

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*
19E026611-006	-	-

+ « 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 %.

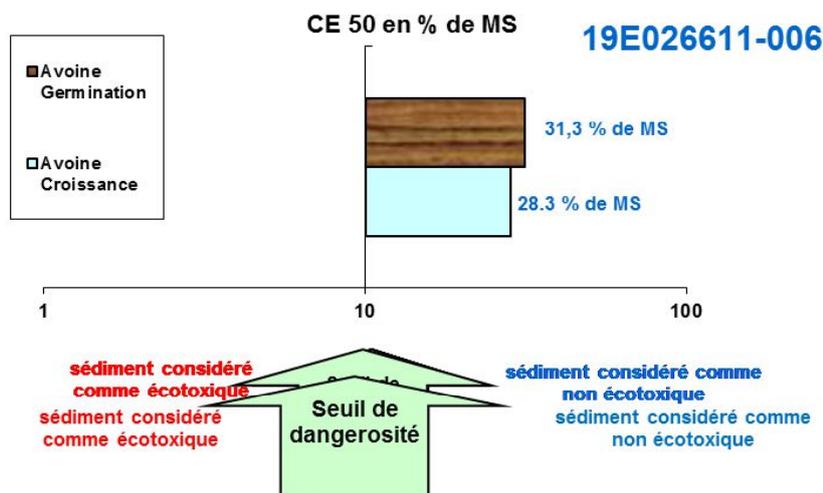


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

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*
19E026611-006	-	-	-	-

+ « 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 « 19E026611-006 » 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 « 19E026611-006 » 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 « 19E026611-006 » 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 « 19E026611-006 » 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) : 39 %.

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 27 mars 2019 : (CuSO₄, 5H₂O).CE 50-72h = 27,1 µg Cu²⁺/L.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 8,3.

A Maxéville, le 18/04/2019.

Eloïse Renouf, Ingénieur projet 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-19-IY-007628-01

Version du : 18/04/2019

Page 1/2

Dossier N° : 19G002095

Date de réception : 07/03/2019

Référence bon de commande : EUFRSA200078287

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
002	Sédiments	19E026611-007 / Sed 2 H14	Rapport d'analyse n°19FER6-0406 version 1 du 18/04/2019

N° ech **19G002095-002** | Version AR-19-IY-007628-01(18/04/2019) | Votre réf. 19E026611-007 Page 2/2

Température de l'air de l'enceinte	12.6°C	Date de réception	07/03/2019 09:14
Prélèvement effectué par	Prélevé par vos soins	Début d'analyse	18/04/2019
Date prélèvement	05/03/2019		

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>	cf. rapport	
IX248 : Test plantes émergence et croissance - 1 semence Prestation réalisée par nos soins <i>Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - NF ISO 11269-2</i>	cf. rapport	% (CE 50)

Divers

	Résultat	Unité
IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins <i>Technique -</i>	cf. rapport	g/kg



 Eloise Renouf
Ingénieur Projets

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2.00 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 :***

« 19E026611-007 »

Rapport d'analyses n° 19FER6-0405 révision 1 du 18/04/2019

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	<i>Tests de toxicité aiguë</i>	5
IV.2.2	<i>Test de toxicité chronique</i>	6
IV.3	TESTS DE TOXICITE REALISES SUR SEDIMENTS CENTRIFUGES.....	7
IV.3.1	<i>Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance de semences par une matrice potentiellement polluée (NF EN ISO 11269-2, 2013)</i>	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	<i>- Résultats des essais d'écotoxicité sur éluats</i>	8
VI.2.2	<i>- Ecotoxicité de la matrice solide</i>	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 chronique	10
Tableau 4. Tableau récapitulatif des résultats en % de matière sèche (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute.....	11
Tableau 5. Classement du sédiment sur la base des tests biologiques sur matrice brute	11
Tableau 6. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus	12

Liste des figures

Figure 1. Toxicité aiguë sur éluats.....	9
Figure 2. Toxicité chronique sur éluats.....	10
Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment	11

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

Echantillon de sédiment référencé « 19E026611-007 » réceptionné le 7 mars 2019.

Date de prélèvement : 5 mars 2019.

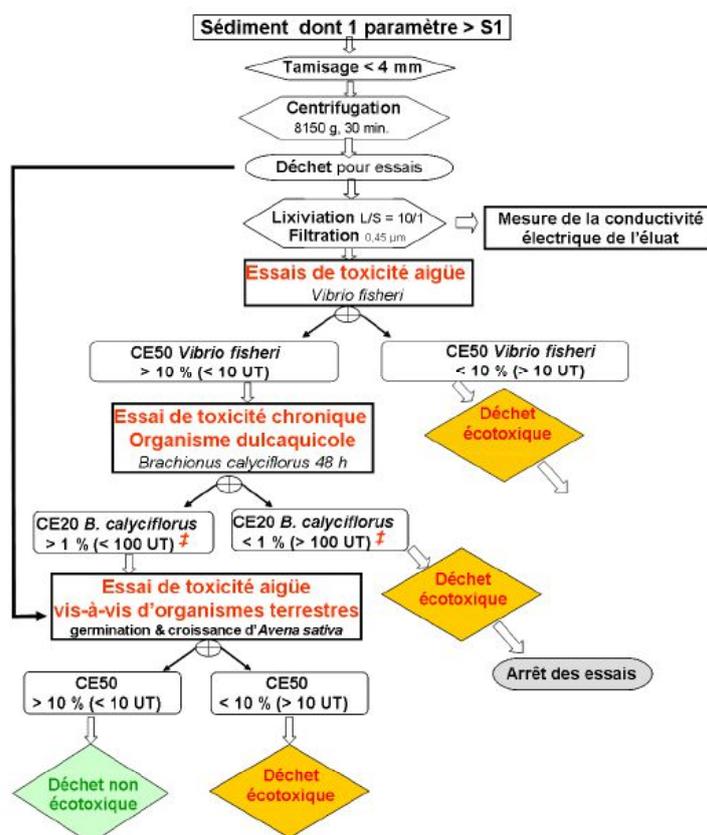
Référence Eurofins Expertises Environnementales : 19G002095-002.

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 : $\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$.

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

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 (monocotylédone : 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

Tamissage à 4 mm : 18/03/19.

Centrifugation : 18/03/19.

Lixiviation : 25-26/03/19.

Date des essais définitifs :

- Test *Vibrio fischeri* : 03/04/19 (échantillon congelé avant analyse).
- Test *Brachionus* : 27 au 29/03/19.
- Test plantes : 25/03/19.

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 Analyses physico-chimiques

Teneur en eau de l'échantillon brut : 48 %.

Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation : 19 %.

	pH	Oxygène dissous (mg/L)	Conductivité (µS/cm)
Eaux interstitielles			57 100
Éluats	8.1	7.6	4 080

VI.2 Résultats des tests biologiques de toxicité

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

	Tests	Effet	Descripteur toxicologique	19E026611-007
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.2.1.2 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
19E026611-007	-	-

+ « 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 %.

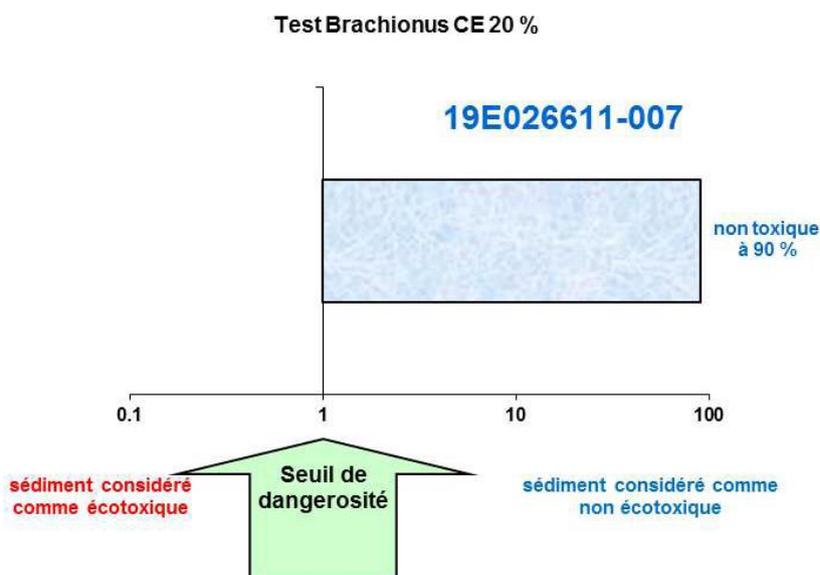


Figure 2. Toxicité chronique sur éluats

VI.2.2 - Ecotoxicité de la matrice solide

Remarque : 81 % d'échantillon en équivalent matière sèche correspond à 100 % d'échantillon brut pré-traité.

Tests	Effet	Descripteur toxicologique	19E026611-007
Avoine	Germination	CE 50	17.7 % de MS (15.0-24.2)
Avoine	Croissance	CE 50-21 jours	20.3 % de MS (17.4-24.7)

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*
19E026611-007	-	-

+ « 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 %.

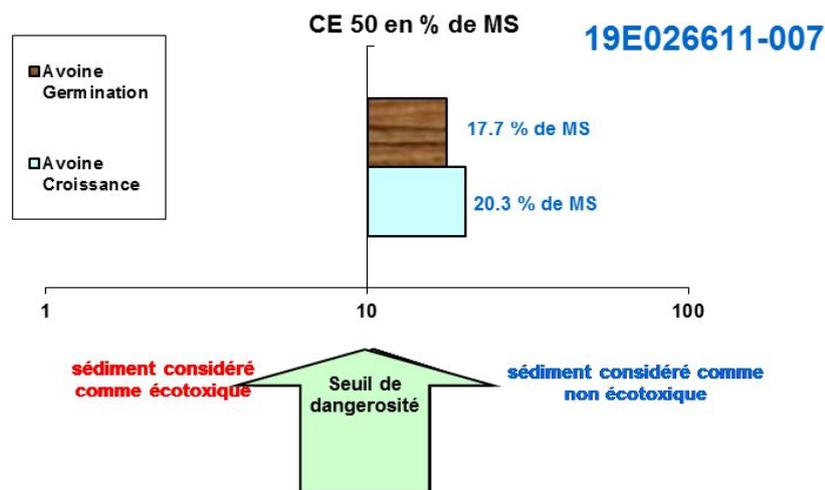


Figure 3 . Toxicité terrestre sur sédiment

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*
19E026611-007	-	-	-	-

+ « 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 « 19E026611-007 » 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 « 19E026611-007 » 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 « 19E026611-007 » 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 « 19E026611-007 » 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) : 39 %.

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 27 mars 2019 : (CuSO₄, 5H₂O).CE 50-72h = 27,1 µg Cu²⁺/L.

VIII.3 Test plantes :

- Nombre moyen de graines germées supérieur à 7 dans le lot témoin :
 - avoine (*Avena sativa*) : 8,3.

A Maxéville, le 18/04/2019.

Eloïse Renouf, Ingénieur projet Ecotoxicologie



