

**Confidentiel**



**Rapport d'expertise :**

**Réalisation d'une troisième  
campagne d'analyse et  
interprétation des résultats – Site  
Ecomat de la commune de Bessens  
(82)**

**BRGM/RP-62861-FR**

2113 21 8768.13.0  
Novembre 2013

**Cadre de l'expertise :**

Appuis aux administrations

Appuis à la police de l'eau

**Date de réalisation de l'expertise : Novembre 2012**

**Localisation géographique du sujet de l'expertise :  
Bessens (82)**

**Auteurs BRGM : Mélanie Bardeau**

**Demandeur : DDT 82 – Service Eau et Biodiversité**

1.89 3740.46 -625.5



Géosciences pour une Terre durable


**brgm**

L'original du rapport muni des signatures des Vérificateurs et Approbateurs est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Ce rapport est le produit d'une expertise institutionnelle qui engage la responsabilité civile du BRGM.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

<b>Approbateur :</b>	
Nom : Philippe Roubichou (Directeur Régional)	Date :
<b>Vérificateur :</b>	
Nom : Laurent Rouvreau (expert sites et sols pollués)	Date : 

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

**Mots clés :** expertise – appui à la police de l'eau – carrière – site de stockage – contamination – mercure – eau souterraine

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

M. Bardeau (2013) – Réalisation d'une troisième campagne d'analyse et interprétation des résultats – Site Ecomat de la commune de Bessens (82), Rapport final. Rapport BRGM/RP-62861-FR. 39 p., 9 fig., 2 an.

## Synthèse

### Contexte :

Date de la formulation de la demande d'expertise au BRGM : Septembre 2013

Demandeur : D.D.T.de Tarn-et Garonne – Service Eau et Biodiversité.

Nature de l'expertise / question posée : Une autorisation préfectorale d'exploiter une installation de stockage de déchets inertes (ISDI) délivrée en octobre 2011 fait l'objet d'un recours gracieux au motif d'une suspicion de pollution d'un plan d'eau au mercure. Cette installation est située sur la commune de Bessens, au lieu-dit Lalande, dans le département du Tarn et Garonne.

Une première campagne d'analyse, réalisée en mai 2012, selon les préconisations délivrées par le BRGM, est présentée dans le rapport RP-60885-FR de février 2012. Les analyses ont été réalisées par le Laboratoire Départemental de Haute-Garonne, puis interprétées par le BRGM dans le rapport RP-61253-FR.

Dans ce document, le BRGM recommandait la réalisation d'une seconde campagne d'analyses,, réalisée en octobre 2012, et dont les résultats interprétés sont présentés dans le rapport BRGM RP-61800-FR. Ce document donne également un avis sur la possibilité d'exploiter le site en tant qu'Installation de Stockage de Déchets Inertes, et la possibilité de stocker des matériaux en remblaiement du plan d'eau. Ce rapport conclut qu'un test de remblaiement partiel par des déchets inertes suivi 2 mois après d'une campagne d'analyse sur le plan d'eau et sur le puits de la société FLORES T.P. devrait être réalisée.

Cette troisième campagne fait l'objet du présent rapport, qui a pour objectifs de :

- donner une interprétation des résultats d'analyses de la campagne de juillet 2013 ;
- émettre un avis sur les impacts éventuels du comblement du lac par des déchets inertes sur la qualité des eaux souterraines situées en aval ;
- formuler des recommandations pour le suivi ultérieur du site.

Situation du sujet : Bessens – Tarn-et-Garonne – Midi-Pyrénées.

Date des prélèvements : 16/07/2013.

### Dossier examiné :

Nature de l'intervention du BRGM : l'avis a été réalisé à partir de l'examen des documents suivants :

- Résultats d'analyses du Laboratoire Départemental de Haute-Garonne, fournis par courrier le 04/09/2013 ;
- Les rapports BRGM RP-60885-FR, RP-61253-FR, RP-61800-FR.

## Conclusions du BRGM :

Les dépôts de déchets inertes dans la partie sud du lac semblent avoir provoqué une remise en suspension de particules chargées en aluminium et, dans une bien moindre mesure, en arsenic. L'origine de ces éléments est inconnue, mais semble liée à des dépôts plus anciens, stockés dans la partie ouest du lac.

Ce phénomène n'a pas impacté les teneurs en mercure total dans les eaux souterraines et du lac, qui restent inférieures aux limites de quantification.

En toute logique, les concentrations en Aluminium et en Arsenic devraient redescendre avec la décantation des sédiments et des particules remises en suspension. Cela devra être confirmé par la réalisation d'une prochaine campagne de mesures.

L'exploitation du site, et en particulier du lac en tant qu'ISDI, pourra se poursuivre dans la mesure où un suivi régulier de la qualité des eaux du lac et de l'eau souterraine est effectué et où ce suivi ne montre pas de dégradation de la qualité des eaux.

## Recommandations du BRGM :

- Afin de disposer d'un état de référence de la qualité des eaux souterraines, un piézomètre devra être réalisé en amont du lac ECOMAT. De plus, le puits FLORES étant situé en décalage par rapport à l'aval hydraulique immédiat du lac, un autre piézomètre aval sera réalisé. Les prochains prélèvements seront réalisés sur ces nouveaux ouvrages.

Le BRGM préconise la mise en place du programme de surveillance et d'analyses suivant :

- Une fois par an, en période de basses eaux souterraines (octobre),:
  - analyses physico-chimiques *in situ* permettant de caractériser la présence d'oxygène et les conditions oxydo-réductrices du milieu dans le lac Ecomat, à 5 m et 10 de profondeur, au plus près des dépôts de déchets inertes déversés dans le lac. Attention, le potentiel d'oxydo-réduction mesuré doit être corrigé. En effet, la valeur mesurée sur le terrain par le voltmètre donne le rH, tension d'opposition entre de Eh et l'électrode de référence. Pour passer du rH (valeur lue) au Eh, il faut donc ajouter le potentiel de l'électrode de référence. Certains préfèrent utiliser le potentiel de l'électron (pe) avec  $pe = Eh \cdot F / (\ln 10 \cdot R \cdot T)$  avec F le Faraday, R constante des gaz parfaits, T température en Kelvin. Aux températures habituelles  $pe = 15 \cdot Eh$  (volt) environ,
  - l'analyse du mercure total (dissous et particulaire) et du mercure dissous dans le lac Ecomat et le piézomètre aval,
  - l'analyse des sulfates dans le lac Ecomat et dans les piézomètres amont et aval,
  - l'analyse de l'aluminium total et dissous dans le lac ECOMAT et dans le piézomètre aval,
  - l'analyse de l'arsenic total, dans le lac ECOMAT, et dans les piézomètres amont et aval,
  - l'analyse du Fer dissous et total, dans le lac ECOMAT, et dans les piézomètres amont et aval,
- Afin de valider totalement l'absence de méthylmercure dans les eaux du lac, une analyse du mercure pourra être réalisée en 2014 sur la chair d'un poisson (en sélectionnant une espèce

située le plus haut possible dans la chaîne alimentaire) pêché dans le lac Ecomat. Cette analyse sera renouvelée une fois en 2016.

- Afin de surveiller l'évolution des teneurs en mercure particulaire dans les matières en suspension décantée, une analyse du mercure total dans les sédiments pourra être réalisée en 2014, puis une seconde fois en 2016, dans la chair de poisson.

La présence en quantité importante de mercure total dans les sédiments du lac, mais également de sulfates dans les eaux du lac, et dans une moindre mesure d'aluminium et d'arsenic dans le lac ECOMAT, implique de maintenir l'interdiction de la pêche dans le lac et de renforcer la communication à ce sujet, par l'intermédiaire de panneaux placés dans les différentes zones d'accès au plan d'eau.

Par ailleurs la mise en place de clôtures non franchissables viendra conforter la sécurisation du site.



# Sommaire

<b>1. Déroulement de la campagne d'analyse du 16/07/13.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Interprétation des résultats d'analyse .....</b>	<b>15</b>
2.1 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	15
2.2 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS .....	16
2.2.1 Rappel des valeurs-seuils sur les eaux souterraines .....	16
2.2.2 Sulfates .....	17
2.2.3 Nitrites et ammonium.....	17
2.2.4 Mercure .....	17
2.2.5 L'aluminium .....	17
2.2.6 L'arsenic.....	18
<b>3. Conclusion générale et recommandations du BRGM.....</b>	<b>19</b>
3.1 CONCLUSION.....	19
3.2 RECOMMANDATIONS SUR LE DEVENIR DU SITE .....	19
3.2.1 Recommandations relatives au site ECOMAT .....	19
3.2.2 Rappel de la réglementation en vigueur sur les ISDI .....	20
3.3 RECOMMANDATIONS SUR LA MISE EN PLACE D'UNE SURVEILLANCE .....	22
<b>4. Bibliographie .....</b>	<b>25</b>
<b>Annexe 1 – Résultats d'analyse de juillet 2013.....</b>	<b>27</b>
<b>Annexe 2 – Synthèse de l'ensemble des résultats d'analyses depuis 2011 .....</b>	<b>33</b>





## 1. Déroulement de la campagne d'analyse du 16/07/13

Dans le cadre de sa précédente mission d'expertise, le BRGM avait préconisé, dans son rapport RP-61800-FR, la réalisation d'une campagne d'analyses supplémentaires deux mois après le comblement d'une partie du lac, par des déchets inertes. Cette proposition a été approuvée lors d'une réunion organisée le 25/03/2013 à la Préfecture du Tarn-et-Garonne.

Cette nouvelle campagne avait pour objectif de vérifier que l'action de comblement, et la remise en suspension d'une partie des sédiments déposés au fond du lac qui l'accompagne ne provoquaient pas un changement d'état du mercure et une remise en solution d'éléments indésirables (métaux, métalloïdes et associés).

L'analyse de l'eau du puits situé en aval, sur le terrain des locaux de l'entreprise FLORES T.P. avait pour objectif de vérifier l'absence de transfert d'éléments entre le lac et la nappe libre environnante.

Pour cette troisième campagne, les prélèvements ont été ciblés sur le lac ECOMAT et le puits FLORES, situé en aval hydraulique.

Le programme technique de cette campagne est détaillé en illustration 1.

Les prélèvements ont été effectués sur les points définis au préalable par le BRGM et validés par le Comité de Pilotage.

La localisation précise des points de prélèvement est présentée dans l'illustration 2.

Les prélèvements ont été réalisés le 16 juillet 2013 par deux techniciens du LDE 31 accompagnés de Mélanie Bardeau du BRGM Midi-Pyrénées.

Ce jour-là, le temps était ensoleillé et la température de l'air proche de 33°C.

L'organisation des prélèvements et les coordonnées précises de leur localisation sont synthétisées dans le tableau de l'illustration 3.

L'illustration 4 présente des photographies des sites de prélèvements réalisées le 16/07/2013.

<b>ANALYSES PAR LDE 31</b>	<b>Eau Lac ECOMAT_5m</b>	<b>Eau Lac ECOMAT_10 m</b>	<b>Puits FLORES</b>
T°C in situ	X	X	
pH in situ	X	X	
O <sub>2</sub> dissous in situ	X	X	
Potentiel Redox in situ	X	X	
Conductivité in situ	X	X	
Mercure dissous	X	X	X
Mercure Total	X	X	X
Sulfates	X	X	
Nitrates	X	X	
Nitrites	X	X	
Arsenic	X	X	X
Aluminium total	X	X	X
Aluminium dissous	X	X	X

Illustration 1 – Tableau des analyses préconisées pour la campagne de juillet 2013



Illustration 2 – Localisation des points de prélèvements du 16/07/2013

Lieu	LAC ECOMAT ou LAC 1		Puits FLORES
	Point centre sud		
Profondeur(m)	2	7	10
Date et heure du prélèvement	16/07/2013 à 9h00		16/07/12 à 10h30
Coordonnées X Lambert II Etendu	516064,63		516306,53
Coordonnées Y Lambert II Etendu	1876403,01		1876194,92
Cote Z (m NGF)	126		130
Analyses réalisées in-situ par LDE 31	T°C, pH, Conductivité		
Analyses réalisées en laboratoire par LDE 31	Hg dissous, Hg total, Al dissous, Al total, As, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Hg dissous, Hg total, Al dissous, Al total, As
Remarques	Potentiel Rédox non mesuré		

Illustration 3 – Informations sur les points de prélèvements

<b>LAC ECOMAT 1 – Centre sud</b>	
	
<b>PUITS FLORES</b>	

Illustration 4 – Photographies des sites de prélèvement

Les prélèvements destinés à l'analyse du Hg dissous ont été filtrés à 0,45 µm et stockés dans des flacons à usage unique, puis stabilisés à l'arrivée au laboratoire par ajout d'un mélange de Bromate-Bromure + HCl (selon les conditions préconisées par les normes environnementales d'analyse).

Les normes respectées pour les analyses sont les suivantes :

Paramètres	Normes pour liquides	Normes pour sédiments
<b>Paramètres mesurés sur place</b>	NF EN 27888, 25814	
<b>Ions majeurs</b>	NF en ISO 14911 / NF T90-015-2 / NF EN ISO 10304-1	
<b>Métaux et assimilés</b>	NF EN ISO 17294-2 / NF EN ISO 13346 pour Hg NF EN ISO 1483 pour Hg	NF EN ISO 1483 pour Hg
<b>Minéralisation acide</b>		NF en 13346
<b>Tamis de 2 mm</b>		NF ISO 11464
<b>Granulométrie</b>		NF P 94-056
<b>Mercure total</b>	NF EN ISO 17852	
<b>Mercure dissous</b>	NF EN 1483	

Illustration 5 – Normes utilisées par le laboratoire LDE 31 pour les analyses

Les prélèvements, les analyses sur site et en laboratoire ont été réalisés pour la plupart sous accréditation COFRAC.

Concernant les prélèvements réalisés dans le lac ECOMAT, la profondeur de 10 m n'a pas pu être atteinte dans la zone où des premiers apports de déchets inertes ont été effectués. Le premier prélèvement a donc été réalisé à 2 m de profondeur et le second à 7 m de profondeur.



## Interprétation des résultats d'analyse

### 2.1 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Les résultats reçus en septembre 2013, et détaillés en annexe 1 montrent :

- Dans le lac ECOMAT :
  - qu'un gradient thermique d'environ  $-2^{\circ}\text{C}/\text{m}$  subsiste, avec une température au fond du lac de  $15^{\circ}\text{C}$  en période estivale,
  - une conductivité toujours importante, de l'ordre de  $2\,200\ \mu\text{S}/\text{cm}$  à  $25^{\circ}\text{C}$ ,
  - un appauvrissement important en  $\text{O}_2$  dissous avec la profondeur (passage de  $5,9$  à  $0,8\ \text{mg}/\text{l}$   $\text{O}_2$ ). Il n'existe quasiment plus d' $\text{O}_2$  dissous au fond du lac, avec une teneur de  $0,8\ \text{mg}/\text{l}$   $\text{O}_2$ . En pourcentage de saturation, les valeurs passent de  $76\ \%$  en sub-surface à  $9\ \%$  en profondeur<sup>1</sup>,
  - des teneurs en sulfates toujours très importantes (entre  $900$  et  $1\,000\ \text{mg}/\text{l}$ ) et homogènes dans les différentes strates du plan d'eau,
  - des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) et des ions ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) à la Limite de Quantification (LQ) à  $2\ \text{m}$  et  $5\ \text{m}$  de profondeur ( $\text{NO}_3^-$  non analysés).
  - pour le mercure (Hg) :
    - Hg dissous inférieur à la LQ ( $0,05\ \mu\text{g}/\text{l}$ ) dans l'eau brute à  $5\ \text{m}$  de profondeur, selon le LDE31,
    - Hg total (dissous et particulaire) inférieur à la LQ sur l'eau brute à  $5\ \text{m}$  de profondeur,
    - Hg total (dissous et particulaire) inférieur à la LQ dans les sédiments ( $10$  de profondeur).
  - pour l'aluminium :
    - une concentration en aluminium total (fraction dissoute + colloïdale) importante à  $2\ \text{m}$  de profondeur, avec  $381\ \mu\text{g}/\text{l}$ , et qui devient extrêmement importante à  $7\ \text{m}$  de profondeur avec  $11\,880\ \mu\text{g}/\text{l}$ ,
    - une concentration en aluminium dissous inférieure à la limite de quantification à  $2\ \text{m}$  de profondeur ( $10\ \mu\text{g}/\text{l}$ ), et qui augmente légèrement à  $7\ \text{m}$  de profondeur ( $13\ \mu\text{g}/\text{l}$ ).
  - pour l'arsenic :
    - une concentration en arsenic total (fractions dissoute et colloïdale) inférieure à la limite de quantification à  $2\ \text{m}$  de profondeur, mais qui augmente à  $11\ \mu\text{g}/\text{l}$  à  $7\ \text{m}$  de profondeur.

---

<sup>1</sup> Malheureusement, le potentiel redox n'a pas été mesuré *in situ*.

- dans le puits FLORES :
  - une température de 15°C, typique des eaux souterraines, et identique aux précédentes campagnes de mesure,
  - une conductivité plus faible que l'eau du lac, avec 1 102  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 25°C,
  - une teneur en  $\text{O}_2$  dissous faible, de 0,9 mg/l de  $\text{O}_2$ , et un pourcentage de saturation de 95 % (valeur à confirmer car anormale),
  - le potentiel redox n'a pas été mesuré in-situ,
  - la concentration en Aluminium total et dissous est inférieure à la limite de quantification (10  $\mu\text{g}/\text{l}$ ),
  - la concentration en Mercure total est inférieure à la limite de quantification (0,0003  $\mu\text{g}/\text{l}$ ),
  - la concentration en Arsenic total est inférieure à la limite de quantification (0,0003  $\mu\text{g}/\text{l}$ ).

## 2.2 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

### 2.2.1 Rappel des valeurs-seuils sur les eaux souterraines

Prise en application de l'article 17 de la DCE, la directive fille sur la protection des eaux souterraines contre la pollution, adoptée le 12 décembre 2006, précise le bon état chimique des eaux souterraines : elle fixe ainsi les normes de qualité pour les nitrates et pesticides, impose que les Etats membres déterminent les valeurs seuils pour les autres paramètres et précise les grandes lignes méthodologiques pour l'élaboration de ces valeurs seuils, elle fixe également les principes de la méthode d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraines. La Directive fille a été transposée en droit français par l'arrêté ministériel du 17 décembre 2008.

Concernant les paramètres étudiés dans le cadre de la présente étude, les valeurs-seuils applicables à l'échelle nationale, conformément aux prescriptions de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité sont les suivantes (cf. illustration 6) :

<b>Code SANDRE du paramètre</b>	<b>Nom du paramètre</b>	<b>Valeur seuil ou norme de qualité</b>	<b>Unité</b>
1370	Aluminium	200	$\mu\text{g}/\text{l}$
1369	Arsenic	10	$\mu\text{g}/\text{l}$
1393	Fer	200	$\mu\text{g}/\text{l}$
1387	Mercure	1	$\mu\text{g}/\text{l}$
1340	Nitrates	50	mg/l
1339	Nitrites	0.5	mg/l
1338	Sulfates	250	mg/l

Illustration 6 – Tableau des valeurs seuil sur les eaux souterraines (selon la transposition en droit français de la Directive Fille sur les eaux souterraines) – Paramètres analysés dans le cadre de l'étude

Dans l'arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines, seuls les paramètres nitrates, mercure et arsenic sont traités. Les valeurs seuils sont identiques à celles mentionnées dans l'illustration 6.



### 2.2.2 Sulfates

Les très fortes teneurs en sulfates observées lors de la campagne de mai 2012 sur le lac ECOMAT sont toujours confirmées par cette nouvelle campagne.

Les très fortes teneurs en sulfates peuvent s'expliquer par la présence en abondance dans le lac de matériaux de démolition en particulier de Plaques de plâtre, fabriqués à partir de gypse déshydraté, à savoir de  $\text{CaSO}_4$ . La dissolution de ces plaques sous l'effet du contact avec les eaux du lac a pu remettre en solution les ions sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).

La quasi absence de sulfates dans les eaux du lac IMERYYS, situé en amont latéral hydraulique du lac ECOMAT indique que la source de production de sulfates est bien située dans le lac ECOMAT et provient vraisemblablement du stockage de déchets de la plate-forme.

### 2.2.3 Nitrites et ammonium

Les précédentes analyses montraient une absence de nitrates dans les eaux du lac ECOMAT, alors que des valeurs de 14 mg/l avaient été mesurées dans les eaux du puits FLORES.

Comme le lac ECOMAT présentait également les caractéristiques d'un milieu réducteur en profondeur, l'hypothèse selon laquelle le lac pouvait être le siège d'une dénitrification, c'est-à-dire d'une transformation des nitrates en nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), ammoniac ( $\text{NH}_4^+$ ) ou azote gazeux ( $\text{N}_2$ ) a été émise.

Les ions nitrites et ammonium n'ayant pas été analysés, il n'était pas possible de conclure sur la possibilité d'une dénitrification incomplète, c'est-à-dire la réduction des  $\text{NO}_3^-$  en  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{NH}_4^+$ , sans aller jusqu'à l'azote gazeux. Dans ce cas, les  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{NH}_4^+$  restent sous une forme dissoute dans les eaux, et il leur est donc possible, dès leur contact avec de l'oxygène, de s'oxyder à nouveau en nitrates. Ainsi les  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{NH}_4^+$  des eaux du lac, une fois transportés dans les eaux souterraines plus oxygénées, pourraient s'oxyder en  $\text{NO}_3^-$ , expliquant ainsi la concentration de 14 mg/l mesurée au niveau du puits FLORES.

Il a donc été demandé de réaliser l'analyse des  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{NH}_4^+$  lors de la campagne de juillet 2013.

Or les dernières analyses montrent une absence (concentrations inférieures aux limites de quantification) de  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{NH}_4^+$  dans les eaux du lac.

**Si un phénomène de dénitrification a bien lieu dans le lac, il se produit de manière complète, jusqu'à la production d'azote gazeux.**

### 2.2.4 Mercure

La troisième campagne d'analyse montre que les concentrations en mercure dissous et colloïdal dans les eaux du lac restent inférieures aux limites de quantification (0,3 µg/l), et ce malgré un début de dépôts de matériaux inertes dans le lac, quelle que soit la profondeur d'échantillonnage (2 m et 7 m).

A priori, l'activité de remblaiement n'a pas provoqué la remise en solution du mercure, qui reste piégé dans les sédiments déposés au fond du lac. Cela reste cependant à confirmer par des analyses ultérieures, réalisées après mise en production de l'activité de comblement du lac.

### 2.2.5 L'aluminium

La concentration en aluminium total (fraction dissoute + particulaire) mesurée à 2 m de profondeur est légèrement plus importante qu'en mai 2012, avec une valeur de 381 µg/l.

Les normes de l'OMS sur les eaux souterraines et les normes françaises sur les eaux destinées à l'alimentation en eau potable sont fixées à 200 µg/l (cf. également les valeurs seuil de la Directive Fille sur les eaux souterraines : illustration 6).

Cependant, les concentrations observées sur le puits FLORES étant inférieures aux limites de quantification (10 µg/l), il semble qu'il n'y ait pas transfert de l'aluminium vers la nappe alluviale environnante.

La concentration en aluminium observée dans le lac à 2 m de profondeur ne pose pas de problème particulier étant donné l'absence d'usages des eaux du lac ECOMAT.

Le même prélèvement, effectué dans le lac à 7 m de profondeur, montre une augmentation très importante des concentrations en aluminium total, avec une valeur approchant les 12 000 µg/l. Ce pic d'aluminium total, jamais observé jusque-là montre que la mise en place de déchets dans le lac provoque une remise en suspension de particules chargées en aluminium.

La faible concentration en aluminium dissous (13 µg/l) confirme que la phase de l'aluminium en présence est essentiellement particulaire.

Il est fort probable que les prochaines campagnes d'analyses, réalisées après une phase de décantation des sédiments remués (c'est-à-dire suffisamment longtemps après l'arrêt des opérations de remblaiement), montrent une baisse des concentrations en aluminium total, avec des valeurs comprises entre 200 et 300 µg/l.

L'origine de cet aluminium est inconnue, mais il semble provenir des matériaux stockés sur le secteur ouest du lac, puisque des concentrations anormales étaient déjà mesurées en mai 2012 par le LDE 31.

### 2.2.6 L'arsenic

Les eaux du lac situées à **2 m** de profondeur présentent des teneurs extrêmement faibles en arsenic, inférieures à la limite de quantification (5 µg/l). Cela est cohérent avec les résultats de la campagne de mai 2012, où les eaux du lac situées sur la partie ouest à 5 m de profondeur montraient une concentration de 2 µg/l. En août 2008, les eaux situées en bord de lac présentaient des concentrations de 6,6 µg/l, ce qui reste dans les mêmes gammes de valeur, mais montre une augmentation. A noter que les limites de quantifications ont augmenté entre 2012 et 2013 au sein du Laboratoire Départemental de l'Eau de Haute-Garonne (LDE 31) et sont passées de 1 à 5 µg/l.

De la même manière, les eaux du puits FLORES présentent des teneurs en arsenic inférieures à la limite de quantification de 5 µg/l.

Des teneurs plus élevées, de l'ordre de 11 µg/l sont observées au sud du lac, à **7 m** de profondeur. Il semble donc y avoir une augmentation de la concentration en arsenic des eaux du lac ECOMAT avec la profondeur.

L'arrêté du 17 décembre 2008 (établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines) indique une valeur seuil de 10 µg/l pour l'arsenic (cf. également les valeurs seuil de la Directive Fille sur les eaux souterraines : illustration 6).

Il semble donc que les concentrations en arsenic suivent, dans une bien moindre proportion, la dynamique d'augmentation des teneurs en aluminium particulaire.

### 3. Conclusion générale et recommandations du BRGM

#### 3.1 CONCLUSION

Le remblaiement avec des déchets inertes de la partie sud du lac semble avoir provoqué une remise en suspension de particules chargées en aluminium et, dans une bien moindre mesure, en arsenic. L'origine de ces éléments est inconnue, mais semble liée à une période de remblaiement plus ancienne, sur la partie ouest du lac.

Ce phénomène n'a pas impacté les teneurs en mercure total dans les eaux souterraines et dans le lac qui restent inférieures aux limites de quantification.

En toute logique, ces concentrations devraient rapidement diminuer avec la décantation des sédiments et particules remises en suspension. Cela devra être confirmé par la réalisation d'une prochaine campagne de mesures.

L'exploitation du site, et en particulier du lac en tant qu'ISDI, pourra se poursuivre dans la mesure où un suivi régulier de la qualité des eaux du lac et de l'eau souterraine est effectué et où ce suivi ne montre pas de dégradation de la qualité des eaux.

#### 3.2 RECOMMANDATIONS SUR LE DEVENIR DU SITE

##### 3.2.1 Recommandations relatives au site ECOMAT

La mise en place récente de déchets inertes dans le lac ECOMAT semble donc avoir perturbé, au moins provisoirement, l'équilibre physico-chimique des métaux et métalloïdes situés dans le fond du lac, et en particulier pour l'aluminium et l'arsenic.

Ce phénomène n'a pas affecté la partie superficielle du lac, ni les eaux souterraines prélevées au niveau du puits FLORES.

L'équilibre du mercure ne semble pas avoir été affecté par ces remous.

Lors du précédent rapport BRGM (RP-61800-FR), les recommandations suivantes avaient été émises :

« Dans la mesure où ce projet de comblement avec des matériaux inertes serait mis en œuvre (réaménagement du site, mise en sécurité, stabilité), il conviendrait que :

- des critères de contrôle stricts permettent de vérifier et de garantir que les matériaux admis sont effectivement inertes et dépourvus de matière organique, celle-ci pouvant favoriser l'instauration de conditions réductrices avec un processus de méthylation du mercure, et d'autre part que les conditions d'exploitation permettent de minimiser les remous, les phénomènes de remise en suspension et d'éviter toute augmentation du taux d'oxygène de l'eau ;
- les matériaux utilisés, outre leur caractère inerte, ne présentent ni une minéralisation élevée, ni un caractère soluble dans l'eau (comme le plâtre par exemple, les déchets de plaques de plâtre ne devant par ailleurs faire l'objet d'un stockage en ISDI) ;
- les matériaux utilisés, même s'il s'agit de matériaux respectant la réglementation ISDI, ne devraient ni affecter la qualité des sols du site (fond géochimique), ni être susceptible de dégrader la qualité de la ressource en eau souterraine et superficielle et des écosystèmes, ni

affecter les usages futurs possibles du site dans une perspective de réaménagement et de reconversion.

La mise en place d'une couverture finale pourrait être envisagée à l'issue du réaménagement afin de préserver les conditions physico chimiques du milieu. »

Ces recommandations restent toujours d'actualité et pertinentes pour la future exploitation du site (lac) en tant qu'Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI).

D'après les informations fournies par la société ECOMAT, les déchets prévus pour le comblement du lac seront des terres dépolluées issues de la société ORTEC.

Un entretien téléphonique entre le BRGM et la société ORTEC a permis de préciser les points suivants :

- les terres concernées sont initialement polluées aux hydrocarbures, puis traitées par voie biologique,
- les terres dépolluées respectent l'arrêté d'octobre 2010 sur les matériaux inertes.

Les terres qui, à leur arrivée dans le centre de traitement ORTEC, dépassent les teneurs en métaux stipulées dans l'arrêté sur les déchets inertes du 18/10/2010 ne sont pas acceptées.

Des analyses de terres sont réalisées par lot, tous les 250 m<sup>3</sup> environ.

Ces conditions de composition en COT doivent être strictement respectées pour le remplissage du lac. De plus, un suivi régulier et complet devra être réalisé selon les recommandations énoncées dans le paragraphe 3.3 ci-après.

### **3.2.2 Rappel de la réglementation en vigueur sur les ISDI**

La liste de déchets admissibles dans les Installations de Stockage de Déchets Inertes visés par l'arrêté du 28 octobre 2010, sans réalisation de la procédure d'acceptation préalable prévue à l'article 9 de l'arrêté du 28/10/10, est précisée dans l'illustration 7 ci-après :

CODE DÉCHET (*)	DESCRIPTION (*)	RESTRICTIONS
10 11 03	Déchets de matériaux à base de fibre de verre	Seulement en l'absence de liant organique
15 01 07	Emballage en verre	
17 01 01	Béton	Uniquement les déchets de construction et de démolition triés (**) et à l'exclusion de ceux provenant de sites contaminés
17 01 02	Briques	Uniquement les déchets de construction et de démolition triés (**) et à l'exclusion de ceux provenant de sites contaminés
17 01 03	Tuiles et céramiques	Uniquement les déchets de construction et de démolition triés (**) et à l'exclusion de ceux provenant de sites contaminés
17 01 07	Mélanges de béton, tuiles et céramiques ne contenant pas de substances dangereuses	Uniquement les déchets de construction et de démolition triés (**) et à l'exclusion de ceux provenant de sites contaminés
17 02 02	Verre	
17 03 02	Mélanges bitumineux ne contenant pas de goudron	
17 05 04	Terres et cailloux ne contenant pas de substances dangereuses	A l'exclusion de la terre végétale, de la tourbe et des terres et cailloux provenant de sites contaminés
17 06 05 *	Matériaux de construction contenant de l'amiante	Uniquement les déchets d'amiante lié à des matériaux inertes ayant conservé leur intégrité
19 12 05	Verre	
20 02 02	Terres et pierres	Provenant uniquement de jardins et de parcs et à l'exclusion de la terre végétale et de la tourbe

(\*) Annexe II à l'article R. 541-8 du code de l'environnement.

(\*\*) Les déchets de construction et de démolition triés mentionnés dans cette liste et contenant en faible quantité d'autres types de matériaux tels que des métaux, des matières plastiques, du plâtre, des substances organiques, du bois, du caoutchouc, etc., peuvent également être admis dans les installations de stockage visées par le présent arrêté sans réalisation de la procédure d'acceptation préalable prévue à l'article 9

*Illustration 7 – Liste des déchets admissibles en ISDI, sans procédure d'acceptation préalable (selon arrêté du 28/10/2010)*

Les matériaux stockés dans le lac ECOMAT doivent donc respecter les critères d'acceptation définis dans le paragraphe 3.2.1., ainsi que la nature des matériaux précisée dans la liste de l'illustration 7.

### 3.3 RECOMMANDATIONS SUR LA MISE EN PLACE D'UNE SURVEILLANCE

Etant donné l'importance qu'il y a à maîtriser les conditions physico chimiques du milieu et à éviter tout changement de ces conditions, il paraît indispensable de poursuivre le suivi de la qualité physico-chimique des eaux du lac ECOMAT et du puits FLORES.

Afin de disposer d'un état de référence de la qualité des eaux souterraines, un piézomètre devra être réalisé en amont du lac ECOMAT. De plus, le puits FLORES étant situé en décalage par rapport à l'aval hydraulique immédiat du lac, un autre piézomètre aval sera réalisé. Les prochains prélèvements seront réalisés sur ces nouveaux ouvrages.

La localisation de ces ouvrages pourrait se rapprocher de celle indiquée dans l'illustration 8 ci-après :

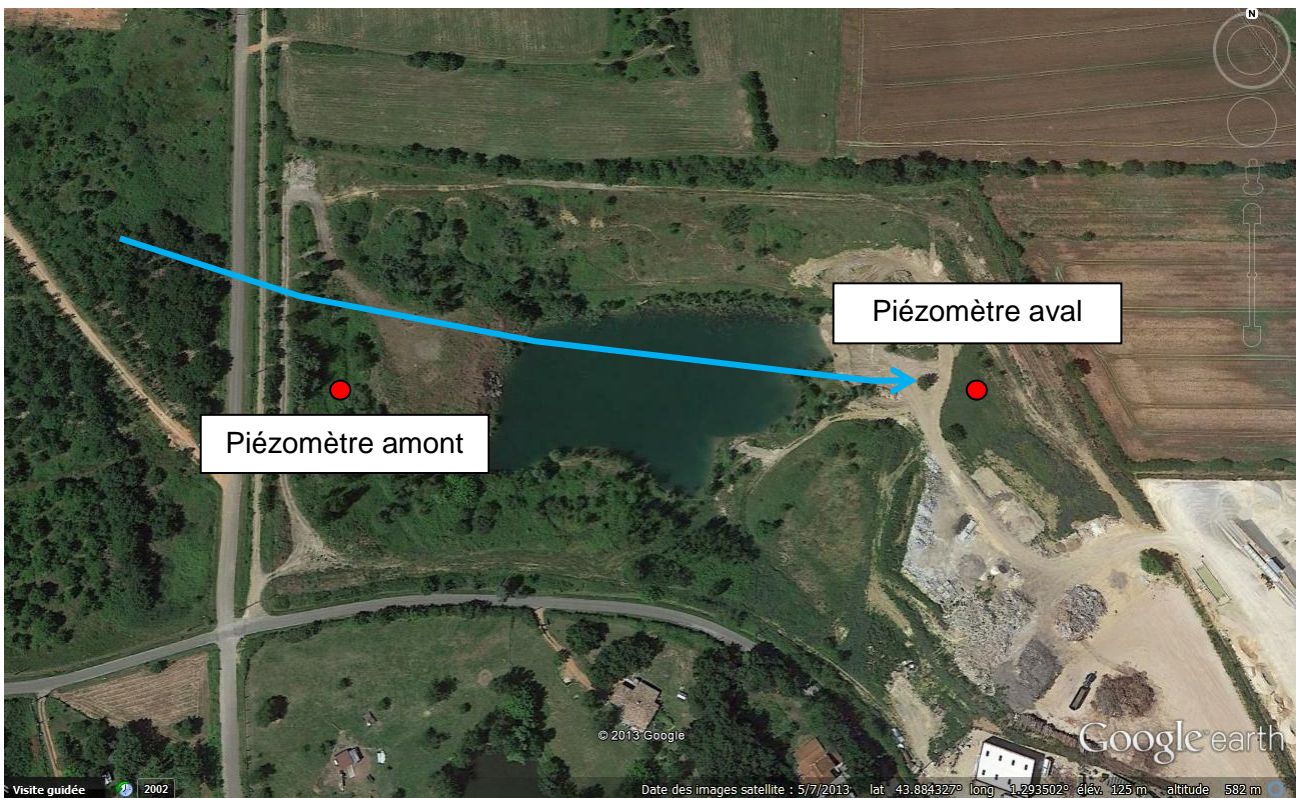


Illustration 8 – Proposition de localisation du piézomètre amont

Le BRGM préconise la mise en place du programme de surveillance et d'analyses suivant :

- Une fois par an, en période de basses eaux souterraines (octobre):
  - Analyses physico-chimiques *in situ* permettant de caractériser la présence d'oxygène et les conditions oxydo-réductrices du milieu dans le lac Ecomat, à 5 m et 10 m de profondeur, au plus près des dépôts de déchets inertes déversés dans le lac. Attention, le potentiel


d'oxydo-réduction mesuré doit être corrigé. En effet, la valeur mesurée sur le terrain par le voltmètre donne le rH, tension d'opposition entre de Eh et l'électrode de référence. Pour passer du rH (valeur lue) au Eh, il faut donc ajouter le potentiel de l'électrode de référence. Certains préfèrent utiliser le potentiel de l'électron (pe) avec  $pe = Eh \cdot F / (\ln 10 \cdot R \cdot T)$  avec F le Faraday, R constante des gaz parfaits, T température en Kelvin. Aux températures habituelles  $pe = 15 \cdot Eh$  (volt) environ.

- L'analyse du mercure total (dissous et particulaire) et du mercure dissous dans le lac Ecomat et le piézomètre aval,
  - L'analyse des sulfates dans le lac Ecomat et dans les piézomètres amont et aval,
  - L'analyse de l'aluminium total et dissous dans le lac ECOMAT et dans le piézomètre aval,
  - L'analyse de l'arsenic total, dans le lac ECOMAT, et dans les piézomètres amont et aval,
  - L'analyse du Fer dissous et total, dans le lac ECOMAT, et dans les piézomètres amont et aval,
  - L'analyse des Hydrocarbures totaux HCT dans les eaux du lac et dans le piézomètre aval, afin de vérifier l'absence de contamination par les matériaux de comblement.
- .
- Afin de valider totalement l'absence de méthylmercure dans les eaux du lac, une analyse du mercure pourra être réalisée en 2014 dans la chair d'un poisson (en sélectionnant une espèce située le plus haut possible dans la chaîne alimentaire) pêché dans le lac Ecomat et renouvelée une fois en 2016 ;
  - Afin de surveiller l'évolution des teneurs en mercure particulaire dans les matières en suspension décantées, une analyse du mercure total dans les sédiments pourra être réalisée en 2014, puis une seconde fois en 2016, dans la chair de poisson.

Un récapitulatif des analyses préconisées est présenté dans l'illustration 9 ci-après :

	Eau Lac ECOMAT 5m	Eau Lac ECOMAT 10 m	Poisson Lac ECOMAT	Sédiment lac	Piézomètre amont	Piézomètre aval
T°C in situ						
O <sub>2</sub> dissous in situ						
Potentiel Redox in situ <b>corrigé</b>						
Conductivité in situ						
Hg dissous						
Hg Total				En 2014 et 2016 (BE)		
Sulfates						
MéthylMercure			En 2014 et 2016 (BE)			
As						
Al total						
Al dissous						
Fer dissous						
Fer total						
HCT						

Illustration 9 – Tableaux des analyses recommandées par le BRGM

 Analyses à faire réaliser tous les ans par un laboratoire agréé.

BE : Basses eaux souterraines

La présence en quantité importante de mercure total dans les sédiments du lac, mais également de sulfates dans les eaux du lac, et dans une moindre mesure d'aluminium et d'arsenic dans le lac ECOMAT, implique de maintenir l'interdiction de la pêche dans le lac et de renforcer la communication à ce sujet, par l'intermédiaire de panneaux placés dans les différentes zones d'accès au plan d'eau.

Par ailleurs la mise en place de clôtures non franchissables viendra conforter la sécurisation du site.



## 4. Bibliographie

**Thomassin J.F., Touzé S.** avec la collaboration de Baranger Ph. (2003) – Le mercure et ses composés. Comportement dans les sols, les eaux et les boues de sédiments. BRGM/RP-51890-FR, 119 p., 20 fig., 4 ann.

**M. Bardeau** (2012) – Expertise hydrogéologique et avis sur la pollution au mercure du site de l'ancienne carrière d'argile de la commune de Bessens (82), Rapport final. Rapport BRGM/RP-60875-FR. 31p., 12 fig.

**M. Bardeau** (2012) – Réalisation d'une seconde campagne d'analyse et interprétation des résultats – Site Ecomat de la commune de Bessens (82), Rapport final. Rapport BRGM/RP-61800-FR. 28p., 10 fig., 1 an.

**M. Bardeau** (2012) – Campagne d'analyse et interprétation des résultats – Site Ecomat de la commune de Bessens (82), Rapport final. Rapport BRGM/RP-61253-FR. 28 p., 9 fig.



## **Annexe 1 – Résultats d'analyse de juillet 2013**



# LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DE L'EAU

## Conseil Général de la Haute-Garonne

76, Chemin Boudou - 31140 LAUNAGUET

Téléphone : 05.62.79.94.40

Télécopie : 05.62.79.94.41

Email : lde31@cg31.fr



### RAPPORT D'ANALYSES

Launaguet, le 05 Août 2013

Destinataire

**Dossier N° :** 1307-3435-ECOMAT  
**Produit :** Eau milieu naturel origine souterraine  
**Origine :** ECOMAT  
**Bulletin N° :** 130806599 Page : 1 sur 2

**SARL ECOMAT**  
**1585 CHEMIN LALANDE**

**82170 BESSENS**

Objet de la demande

Contrôle

Prélevé par

LDE31 (RBO)

Référence commande

Devis 523-13 Remise 5%

Demandeur

Mme. BARDEAU Mélanie

Date de réception

16/07/2013

Heure de réception

14:00

Reçu au LDE 31 par


L. MONFLIER (LMO)

Observations

Analyses	Num éch	Résultats / Echantillons				Méthode	
		130716-10394	130716-10398				
		Lieu de prél.	SITE ECOMAT BESSENS	SITE ECOMAT BESSENS			
		Point de prél.	PUITS FLORES BRUT	PUITS FLORES FILTRÉ			
		Date de prél.	16/07/2013	16/07/2013			
		Heure de prél.	10:30	10:30			
Debut d'analyse	16/07/2013	16/07/2013					
<b>PARAMETRES D'ECHANTILLONNAGE</b>							
Prélèvement sous accréditation COFRAC	<input checked="" type="checkbox"/>	Oui					
<b>PARAMETRES MESURES SUR PLACE</b>							
Température eau sur place (°C)	<input checked="" type="checkbox"/>	15				Méthode Interne	
pH sur place (unité pH)	<input checked="" type="checkbox"/>	6.80				NF EN ISO 10523	
Conductivité (mesure in situ) (µS/cm à 25 C°)	<input checked="" type="checkbox"/>	1102				NF EN 27888	
Oxygène Dissous sur place (mg/l O2)	<input checked="" type="checkbox"/>	0.90				NF EN 25814	
Oxygène Dissous sur place, % Saturation (%)	<input checked="" type="checkbox"/>	95				NF EN 25814	
Hauteur piezométrique (m)		2.80					
<b>PARAMETRES METAUX ET ASSIMILES</b>							
Traitement de l'échantillon avant analyse		Brut acidifié in situ	Filtré 0.45µm puis acidifié in situ				
Aluminium. (µg/l Al)	<input checked="" type="checkbox"/>	<10	<input checked="" type="checkbox"/>	<10		NF EN ISO 11885	
Arsenic. (µg/l As)	<input checked="" type="checkbox"/>	<5				NF EN ISO 11885	
Mercure (mg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.0003	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.0003		NF EN 1483	

Etat : Mul31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

<b>Dossier N° :</b> 1307-3435-ECOMAT
<b>Produit :</b> Eau milieu naturel origine souterraine
<b>Origine :</b> ECOMAT
<b>Bulletin N° :</b> 130806599      Page : 2 sur 2

*Ce rapport d'essai ne concerne que les objets soumis à l'essai. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. L'accréditation de la Section Essais du Cofrac atteste de la compétence des Laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation et identifiés par le symbole . Pour déclarer ou non la conformité par rapport à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande. Les commentaires et observations ne font pas partie de la portée d'accréditation.*

Destinataires : DOSSIER LDE - Service interventions extéri  
ECOMAT



Résultats signés électroniquement le 05/08/2013,  
par Agnès DELTORT, Chef de service.

Etat : Mul31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

# LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DE L'EAU

## Conseil Général de la Haute-Garonne

76, Chemin Boudou - 31140 LAUNAGUET  
 Téléphone : 05.62.79.94.40  
 Télécopie : 05.62.79.94.41  
 Email : lde31@cg31.fr



### RAPPORT D'ANALYSES

Launaguet, le 05 Août 2013

Destinataire

**Dossier N° :** 1307-3435-ECOMAT  
**Produit :** Eau du milieu naturel d'origine superfici  
**Origine :** ECOMAT  
**Bulletin N° :** 130806600 Page : 1 sur 2

**SARL ECOMAT**  
**1585 CHEMIN LALANDE**

**82170 BESSENS**

*Objet de la demande*                      *Contrôle*  
*Prélevé par*                                *LDE31 (RBO)*  
*Référence de commande*                *Devis 523-13 Remise 5%*  
*Référence Echantillon*                 /

*Demandeur*                                *Mme. BARDEAU Mélanie*  
*Date de réception*                        *16/07/2013*  
*Heure de réception*                       *14:00*  
*Reçu au LDE 31 par*                      *L. MONFLIER (LMO)*

*Observations*

Analyses	Num éch	Résultats / Echantillons				Méthode	
		130716-10392	130716-10393	130716-10396	130716-10397		
		SITE ECOMAT BESSENS	SITE ECOMAT BESSENS	SITE ECOMAT BESSENS	SITE ECOMAT BESSENS		
		POINT 1 BRUT	POINT 3 BRUT	POINT 1 FILTRÉ	POINT 3 FILTRÉ		
		Date de prél.	16/07/2013	16/07/2013	16/07/2013		16/07/2013
		Heure de prél.	09:30	10:00	09:30		10:00
Debut d'analyse	16/07/2013	16/07/2013	16/07/2013	16/07/2013			
<b>PARAMETRES D'ECHANTILLONNAGE</b>							
Prélèvement sous accréditation COFRAC	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	<input checked="" type="checkbox"/> Oui					
<b>PARAMETRES MESURES SUR PLACE</b>							
Température eau sur place (° C)	<input checked="" type="checkbox"/> 27	<input checked="" type="checkbox"/> 15			Méthode Interne		
pH sur place (unité pH)	<input checked="" type="checkbox"/> 7.90	<input checked="" type="checkbox"/> 7.30			NF EN ISO 10523		
Conductivité (mesure in situ) (µS/cm à 25 C°)	<input checked="" type="checkbox"/> 2110	<input checked="" type="checkbox"/> 2290			NF EN 27888		
Oxygène Dissous sur place (mg/l O2)	<input checked="" type="checkbox"/> 59.00	<input checked="" type="checkbox"/> 0.80			NF EN 25814		
Oxygène Dissous sur place, % Saturation (%)	<input checked="" type="checkbox"/> 76	<input checked="" type="checkbox"/> 9			NF EN 25814		
<b>PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES MAJEURS</b>							
Ammonium (mg/l NH4)	<input checked="" type="checkbox"/> <0.05	<input checked="" type="checkbox"/> <0.05			NF T90-015-2		
Nitrites (mg/l NO2)	<input checked="" type="checkbox"/> <0.03	<input checked="" type="checkbox"/> <0.03			NF EN ISO 10304-1		
Sulfates (mg/l SO4)	<input checked="" type="checkbox"/> 902	<input checked="" type="checkbox"/> 971			NF EN ISO 10304-1		
<b>PARAMETRES METAUX ET ASSIMILES</b>							
Traitement de l'échantillon avant analyse	Echantillon total minéralisé en milieu acide	Echantillon total minéralisé en milieu acide	Filtré 0.45µm puis acidifié in situ	Filtré 0.45µm puis acidifié in situ			
Aluminium. (µg/l Al)	<input checked="" type="checkbox"/> 381	<input checked="" type="checkbox"/> 11880	<input checked="" type="checkbox"/> <10	<input checked="" type="checkbox"/> 13	NF EN ISO 11885		

Etat : Mul31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

**N.B : Point 1 du lac = 2 m de profondeur / Point 2 du lac = 7 m de profondeur**

Dossier N° : 1307-3435-ECOMAT  
 Produit : Eau du milieu naturel d'origine superficielle  
 Origine : ECOMAT  
 Bulletin N° : 130806600 Page : 2 sur 2

Analyses	Num éch Lieu de prél. Point de prél. Date de prél. Heure de prél. Debut d'analyse	Résultats / Echantillons				Méthode
		130716-10392	130716-10393	130716-10396	130716-10397	
		SITE ECOMAT BESSENS	SITE ECOMAT BESSENS	SITE ECOMAT BESSENS	SITE ECOMAT BESSENS	
		POINT 1 BRUT	POINT 3 BRUT	POINT 1 FILTRÉ	POINT 3 FILTRÉ	
		16/07/2013	16/07/2013	16/07/2013	16/07/2013	
		09:30	10:00	09:30	10:00	
		16/07/2013	16/07/2013	16/07/2013	16/07/2013	
Arsenic. ( $\mu\text{g/l As}$ )	<input checked="" type="checkbox"/> <5	<input checked="" type="checkbox"/> 11			NF EN ISO 11885	
Mercure (mg/l)	<input checked="" type="checkbox"/> <0.0003	<input checked="" type="checkbox"/> <0.0003	<input checked="" type="checkbox"/> <0.0003	<input checked="" type="checkbox"/> <0.0003	NF EN 1483	

*Ce rapport d'essai ne concerne que les objets soumis à l'essai. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. L'accréditation de la Section Essais du Cofrac atteste de la compétence des Laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation et identifiés par le symbole . Pour déclarer ou non la conformité par rapport à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. Les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande. Les commentaires et observations ne font pas partie de la portée d'accréditation.*

Destinataires : DOSSIER LDE - Service interventions extérior  
 ECOMAT



Résultats signés électroniquement le 05/08/2013,  
 par Agnès DELTORT, Chef de service.

Etat : Mul31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009



## **Annexe 2 – Synthèse de l'ensemble des résultats d'analyses depuis 2011**



Tableau de synthèse des analyses réalisées sur le site ECOMAT depuis 2011

Date	Paramètre	Lac ECOMAT- Ouest, en bord de plage EAU	Lac ECOMAT Ouest-2,5 m prof-EAU	Lac ECOMAT Ouest-5 m prof-EAU	Lac ECOMAT Ouest-10 m prof-EAU	Lac ECOMAT Ouest-10 m prof- SEDIMENT	Lac ECOMAT Centre-2,5 m prof-EAU	Lac ECOMAT Centre-5 m prof-EAU	Lac ECOMAT Est-10 m prof-EAU	PUITS-FLORES- PUITS aval lac- EAU	Lac IMERYS-Amont Lac ECOMAT-5 m- EAU
16/07/2013	T°C (°C)			27	15					15	
16/07/2013	pH (U pH)			7,9	7,3					6,8	
16/07/2013	Cond (µS/cm à 25°C)			2110	2290					1102	
16/07/2013	Oxygène dissous sur place (mg/l O2)			5,9	0,8					0,9	
16/07/2013	Oxygène dissous sur place (% saturation)			76	9					95	
16/07/2013	NH4+ (mg/l)			<0,05	<0,05						
16/07/2013	NO2- (mg/l)			<0,03	<0,03						
16/07/2013	SO42- (mg/l)			902	971						
16/07/2013	Al (µg/l)			381	11880					<10	
16/07/2013	As (µg/l)			<5	11					<5	
16/07/2013	Hg total (µg/l)			<0,3	<0,3					<0,3	
03/10/2012	T°C (°C)		18	19	9					15	
03/10/2012	Cond (µS/cm à 25°C)		575	2380	2490					74	
03/10/2012	Oxygène dissous sur place (mg/l O2)		8,7	6,6	0,13					1,1	
03/10/2012	Oxygène dissous sur place (% saturation)		93	72	1					11	
03/10/2012	Pox (mV/Ept) non corrigé		11,5	-182	-362,9					872	
03/10/2012	NO3 (mg/l)		<1	<1	<1					14	<1
03/10/2012	SO42- (mg/l)		21	1060	1010					41	
03/10/2012	Hg total (µg/l) sur eau brute		<0,05	<0,05	<0,05					<0,05	
03/10/2012	Hg total (µg/l) sur phase dissoute		<0,05	<0,05	0,047					<0,02	
03/10/2012	Hg total (µg/l) sur phase particulaire				4,8					2,9	
03/10/2012	Hg total (mg/kg) sur sédiment				2,1						
03/10/2012	MeHg (µg/l) phase dissoute				<0,02					<0,02	
03/10/2012	MeHg (µg/l) phase particulaire				<2					<2	
03/10/2012	MeHg (µg/kg) sédiment				<0,02						
03/10/2012	MES (mg/l)				5,6					0,18	
09/05/2012	T°C (°C)			20,5							
09/05/2012	pH (U pH)			7,8							
09/05/2012	Ca (mg/l)			359							
09/05/2012	Mg (mg/l)			51							
09/05/2012	Na (mg/l)			127							
09/05/2012	K (mg/l)			37							
09/05/2012	Cl (mg/l)			168							
09/05/2012	F (mg/l)			0,2							
09/05/2012	NO3 (mg/l)			<1							
09/05/2012	NH4+ (mg/l)			<0,05							
09/05/2012	NO2- (mg/l)			<0,03							
09/05/2012	SO42- (mg/l)			1020							
09/05/2012	Al (µg/l)			232							
09/05/2012	As (µg/l)			2							
09/05/2012	Ag (µg/l)			<1							
09/05/2012	Cd (µg/l)			0,07							
09/05/2012	Cr total (µg/l)			<1							
09/05/2012	Cu (µg/l)			2							
09/05/2012	Sn (µg/l)			<1							
09/05/2012	Ni (µg/l)			3							
09/05/2012	Pb (µg/l)			<1							
09/05/2012	Zn (µg/l)			7							
09/05/2012	Hg total (µg/l) sur eau brute		<0,0003	<0,0003	<0,0003		<0,0003	<0,0003		<0,0003	<0,0003
09/05/2012	HPA (µg/l)			<LQ							
09/05/2012	PCB 28 (µg/l)			<0,02							
09/05/2012	THM			<LQ				<LQ			
09/05/2012	COV			<LQ				<LQ			
26/08/2011	T°C (°C)										
26/08/2011	pH (U pH)	7,58								6,48	
26/08/2011	Cond (µS/cm à 25°C)	1185								796	
26/08/2011	DCO (mg d'O2/l)	33,7								29,1	
26/08/2011	DBO5 (mg d'O2/l)	3,9								4,5	
26/08/2011	NTK (mg/l)	313,55								124,87	
26/08/2011	P (t) (mg/l)	<5								<5	
26/08/2011	COT (mg/l)	9,6								<5	
26/08/2011	As (µg/l)	6,6								<5	
26/08/2011	Cd (µg/l)	<0,4								<0,4	
26/08/2011	Cr total (µg/l)	<1								<1	
26/08/2011	Cu (µg/l)	<5								<5	
26/08/2011	Ni (µg/l)	<10								<10	
26/08/2011	Pb (µg/l)	<10								<10	
26/08/2011	Zn (µg/l)	<20								<20	
26/08/2011	Hg total (µg/l) sur eau brute	11								3,4	
26/08/2011	METOX (mg/l)	<0,4								<0,806	
26/08/2011	AOX (mg/l)	0,04								0,02	
26/08/2011	HCT C10-C40 (µg/l)	<LQ (20)								<LQ (20)	
26/08/2011	MIT (Equitox)	>90								>90	

**Cellules jaunes** : concentrations anormalement élevées détectées au moins une fois

**Cellules rouges** : concentrations très élevées d'un paramètre

Tableau croisé dynamique des analyses réalisées sur le site ECOMAT depuis 2011

Étiquettes d'EAU	Max de Lac ECOMAT-Ouest, en bord de plage - EAU		Max de Lac ECOMAT-Ouest-5 m prof.-EAU		Max de Lac ECOMAT-Ouest-10 m prof.-EAU		Max de Lac ECOMAT-Ouest-10 m prof.-SEDIMENT		Max de PUITES-FLORES-PUITS aval lac-EAU			
	26/08/2011	03/10/2012	03/10/2012	16/07/2013	09/05/2012	26/08/2011	26/08/2011	03/10/2012	26/08/2011	03/10/2012	16/07/2013	09/05/2012
Ag (µg/l)					0							
Al (µg/l)		381			232						0	
AOX (mg/l)	0,04								0,02			
As (µg/l)	6,6	0			2				0		0	
Ca (mg/l)					359							
Cd (µg/l)	0				0,07				0			
Cl (mg/l)					168							
Cond (µS/cm à 25°C)	1185	2380	2110			2490	2290		796	74	1102	
COT (mg/l)	9,6								0			
COV					0							
Cr total (µg/l)	0				0				0			
Cu (µg/l)	0				2				0			
DBO5 (mg d'O2/l)	3,9								4,5			
DCO (mg d'O2/l)	33,7								29,1			
F (mg/l)					0,2							
HCT C10-C40 (µg/l)	0								0			
Hg total (µg/l)		0		0			0				0	
Hg total (µg/l) sur eau brute	11	0	0		0				3,4	0		0
Hg total (µg/l) sur phase dissoute		0				0,047				0		
Hg total (µg/l) sur phase particulaire						4,8				2,9		
Hg total (mg/kg) sur sédiment								2,1				
HPA (µg/l)					0							
K (mg/l)					37							
MeHg (µg/kg) sédiment												
MeHg (µg/l) phase dissoute										0		
MeHg (µg/l) phase particulaire										0		
MES (mg/l)						5,6				0,18		
METOX (mg/l)	0									0		
Mg (mg/l)					51							
MIT (Equitox)	0								0			
Na (mg/l)					127							
NH4+ (mg/l)			0	0	0		0					
Ni (µg/l)	0				3					0		
NO2- (mg/l)			0	0	0		0					
NO3 (mg/l)		0	0	0	0		0			14		
NTK (mg/l)	313,55								124,87			
Oxygène dissous sur place (% saturation)		93	72			1				11		
Oxygène dissous sur place (mg/l)		8,7	6,6	5,9		0,13	0,8			1,1	0,9	
P (t) (mg/l)	0											
Pb (µg/l)	0				0					0		
PCB 28 (µg/l)					0					0		
pH (U pH)	7,58		7,9	7,8			7,3		6,48		6,8	
Pox (mV/Ept) non corrigé		11,5	-182				-362,9			872		
Sn (µg/l)					0							
SO42- (mg/l)	21	1060	902	1020		1010	971			41		
T°C (°C)	18	19	27	20,5		9	15			15	15	
THM					0							
Zn (µg/l)	0			7						0		
Oxygène dissous sur place (% saturation)			76				9				95	



**Cellules jaunes** : concentrations anormalement élevées détectées au moins une fois.

**Cellules oranges** : concentrations ou valeurs élevées sur un paramètre, mais peu préoccupantes.

**Cellules rouges** : concentrations très élevées d'un paramètre.

**Cellules bleues** : Concentrations ou valeurs anormalement basses (erreur d'analyses ?).

**Cellules vertes** : Soulignées à titre indicatif.



Centre scientifique et technique BRGM Midi-Pyrénées  
3, avenue Claude-Guillemin 3 rue Marie Curie – Bât ARUBA – BP 49  
BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France 31 527 Ramonville St Agne – France  
Tel. 02 38 64 34 34 Tél. : 05 62 24 14 58