



**Accès différé**

# Rapport d'expertise :

## Recherche de l'origine de la qualité des eaux des piézomètres

**ISDND de Brametot (76).**

**BRGM/RP-58895-FR**

Septembre 2010

### Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations ■

Appuis à la police de l'eau □

**Date de réalisation de l'expertise : 09/2010**

**Localisation géographique du sujet de l'expertise : Brametot (76)**

**Auteur BRGM : B. Chevrier, S. Lallier**

**Demandeur : DREAL Haute-Normandie**

1.89 3740.46 -625.5



Géosciences pour une Terre durable

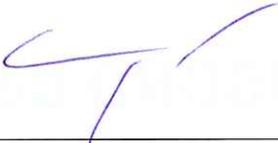
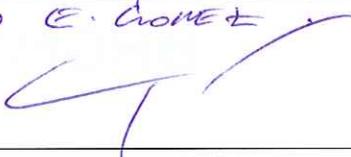
**brgm**

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 9001:2000.

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 : E. Gomez		Date : 21.09.2010.
<b>Vérificateur :</b> Nom : L. Rouvreau	 p/0 E. GOMEZ	Date : 17.09.2010.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

**Mots clés :** expertise – appuis aux administrations – eaux souterraines - piézomètres – paramètres – qualité - impact

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

B. Chevrier, S. Lallier (2010) – Rapport d'expertise : Recherche de l'origine de la qualité des eaux des piézomètres. ISDND de Brametot (76). Rapport final. Rapport BRGM/RP-58895-FR. 19 p.

## Synthèse

### Contexte :

Date de la formulation de la demande d'expertise au BRGM : 23 juillet 2010

Demandeur : DREAL Haute-Normandie

Nature de l'expertise / question posée : Avis sur la recherche de l'origine des paramètres élevés mesurés sur les eaux souterraines au droit de l'ISDND de Brametot.

Situation du sujet (commune, lieu-dit et adresse) : ISDND de Brametot (76)

Nature de l'intervention du BRGM : appui aux administrations

### Faits constatés :

Suite aux recommandations émises par le BRGM en février 2009 (rapport BRGM/RP-57062-FR), le SMITVAD a réalisé, en août 2009, 2 piézomètres supplémentaires (sur 7 recommandés par le BRGM), ainsi qu'une campagne d'analyses des eaux souterraines, en respectant les recommandations ministérielles, d'août à décembre 2009. Le SMITVAD a également missionné le bureau d'études SHE pour la réalisation d'une étude visant à déterminer l'origine des paramètres élevés mesurés dans les eaux du site depuis 2004.

Cette étude est synthétisée dans la note technique SHE DO-09-06-13 947 de juin 2010, objet du présent avis.

De façon synthétique, les conclusions de SHE convergent vers une absence de responsabilité du SMITVAD : l'impact observé serait dû au fond géochimique, et une éventuelle influence des casiers de stockage aurait une origine antérieure à la prise de gestion du site par le SMITVAD.

### Avis du BRGM :

Les paramètres élevés mesurés jusqu'en août 2009 pourraient être liés à des prélèvements et des analyses d'eaux réalisés non conformément aux règles de l'art et aux normes en vigueur. Cela semble être confirmé par les importantes diminutions de concentrations mesurées postérieurement à août 2009, dans des conditions conformes aux recommandations ministérielles. Ces diminutions ne concernent cependant pas tous les paramètres mesurés et tous les ouvrages.

La connaissance actuelle du fonctionnement hydrogéologique au droit du site ne permet pas de distinguer sans ambiguïté l'influence individuelle de chaque casier. Pour ce faire, il conviendrait de compléter le réseau de surveillance tel que recommandé par le BRGM en février 2009, de réaliser une étude hydrogéologique précise à différentes périodes (hautes eaux, étiages), puis de réaliser une modélisation à l'aide d'outils adaptés à l'étude des transferts de polluants.

Tels qu'ils sont présentés dans le rapport expertisé, les bilans hydriques semblent incomplets, sont présentés sur une période trop courte (3 ans) et sont réalisés selon une fréquence annuelle trop intégratrice pour obtenir le niveau de précision nécessaire à la démonstration recherchée.

Les incertitudes mises en évidence montrent que les conclusions avancées par SHE ne sont pas suffisamment étayées en l'état et apparaissent prématurées au vu de la connaissance actuelle du site.



## Sommaire

<b>1. Contexte de l'expertise</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Historique du site</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Contexte du site</b> .....	<b>8</b>
3.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE .....	8
3.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE DU SITE .....	9
3.3 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE DU SITE .....	9
<b>4. Réseau de contrôle des eaux souterraines</b> .....	<b>11</b>
4.1 RESEAU DE CONTROLE HISTORIQUE .....	11
4.2 NOUVEAUX OUVRAGES .....	12
<b>5. Analyses des eaux souterraines</b> .....	<b>13</b>
5.1 ANALYSES ANTERIEURES A AOUT 2009 .....	13
5.2 ANALYSES POSTERIEURES A AOUT 2009 .....	14
5.3 PARAMETRES PRIS EN COMPTE .....	14
5.4 AVIS DU BRGM .....	15
<b>6. Bilan hydrique</b> .....	<b>16</b>
6.1 DOCUMENTS FIGURANT DANS LE RAPPORT EXPERTISE .....	16
6.2 AVIS DU BRGM .....	17
<b>7. Estimation des vitesses d'écoulement des eaux souterraines</b> .....	<b>18</b>
7.1 ESTIMATION DES VITESSES D'ECOULEMENT .....	18
7.2 AVIS DU BRGM .....	18

## Liste des illustrations

Figure 1- Localisation géographique de l'ISDND de Brametot .....	8
Figure 2 - Carte géologique à 1 / 50 000 (feuille n° 058 – Doudeville, BRGM©) de la zone d'étude	9
Figure 3 - Carte piézométrique régionale au niveau du secteur d'étude (Atlas hydrogéologique de la Seine-Maritime, BRGM, 1981) – 1/100 000ieme. ....	10
Figure 4 – Implantation du réseau de contrôle des eaux souterraines .....	13
Tableau 1- Synthèse des résultats des bilans hydriques de 2007 à 2009.....	17

## 1. Contexte de l'expertise

En janvier 2009, l'expert désigné par le Tribunal Administratif de Rouen a sollicité le BRGM pour l'émission d'un avis concernant la capacité du réseau de piézomètres existant à assurer un bon suivi de la qualité des eaux au droit de l'ISDND<sup>1</sup> de Brametot (76), et plus particulièrement pour déterminer la participation de chaque casier à la pollution observée à l'échelle du site.

Cet avis a été émis en février 2009 dans le rapport BRGM/RP-57062-FR. Le BRGM concluait que le réseau existant de piézomètres (5 ouvrages), ne permettait pas d'établir avec précision une esquisse piézométrique détaillée au droit du site, et recommandait notamment la création de 7 nouveaux ouvrages piézométriques.

Cette recommandation a été partiellement suivie par le SMITVAD<sup>2</sup>, qui a fait réaliser 2 nouveaux piézomètres sur le site (Pz6 et Pz7) en juillet 2009. Le forage, l'équipement et le développement de ces piézomètres ont été réalisés en présence de l'expert hydrogéologue du BRGM.

Le SMITVAD a ensuite chargé le bureau d'étude SOL-HYDRO-ENVIRONNEMENT (SHE) de réaliser une étude visant à déterminer l'origine des valeurs élevées obtenues pour certains paramètres dans les piézomètres du site.

Cette étude, réalisée en plusieurs étapes, est synthétisée dans le rapport de synthèse SHE DO-09-06-19 947 de juin 2010.

Les investigations menées lors de cette étude et les conclusions formulées par BHDE font l'objet du présent avis.

## 2. Historique du site

L'ISDND de Brametot a été créé en 1978 et comprenait initialement une usine de compostage de déchets ménagers ainsi qu'une décharge accueillant les refus de compostage.

Le site comprend actuellement 4 casiers existants et 1 projet de casier :

- Casier n°1, exploité de 1978 à 1997 ;
- Casier n°2, exploité de 1987 à 1996 ;
- Casier n°3, exploité de 1996 à 2008 ;
- Casier n°4, en cours d'exploitation depuis 2008 ;
- Casier n°5, en projet.

Les deux premiers casiers, réalisés antérieurement à la réglementation de 1997, ne disposent pas du dispositif d'étanchéité réglementaire actuel, constitué d'une barrière active (géomembrane) surmontant une barrière passive (barrière argileuse). Ils ont reçu une couverture étanche, respectivement, en 1987 et 1996. Les lixiviats de ces casiers ne sont pas collectés.

---

<sup>1</sup> Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux.

<sup>2</sup> Syndicat Mixte de Traitement et de Valorisation des Déchets du Pays de Caux.

Selon les informations figurant dans les documents expertisés, l'étanchéité du casier n°3 est conforme à l'Arrêté Ministériel du 9/9/1997 modifié en 2007 pour les 3 dernières alvéoles uniquement. Les lixiviats de ce casier sont collectés et traités hors du site.

Le casier n°4, en cours d'exploitation, est conforme à la réglementation actuelle. Il n'a pas encore été couvert. Les lixiviats de ce casier sont collectés et traités hors du site.

On note également la présence, au nord du site, de 3 bassins de stockage de lixiviats qui n'ont été étanchés qu'à partir de 2007.

Le suivi de la qualité des eaux souterraines, réalisé depuis 2004, a mis en évidence des valeurs élevées pour certains paramètres mesurés sur les eaux prélevés dans les piézomètres du site. Un contentieux oppose aujourd'hui le SMITVAD et l'inspection des installations classées au sujet de la conformité du réseau piézométrique et de l'origine des pollutions observées.

### 3. Contexte du site

Les informations figurant dans ce chapitre sont reprises *in extenso* du rapport BRGM/RP-57062-FR.

#### 3.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

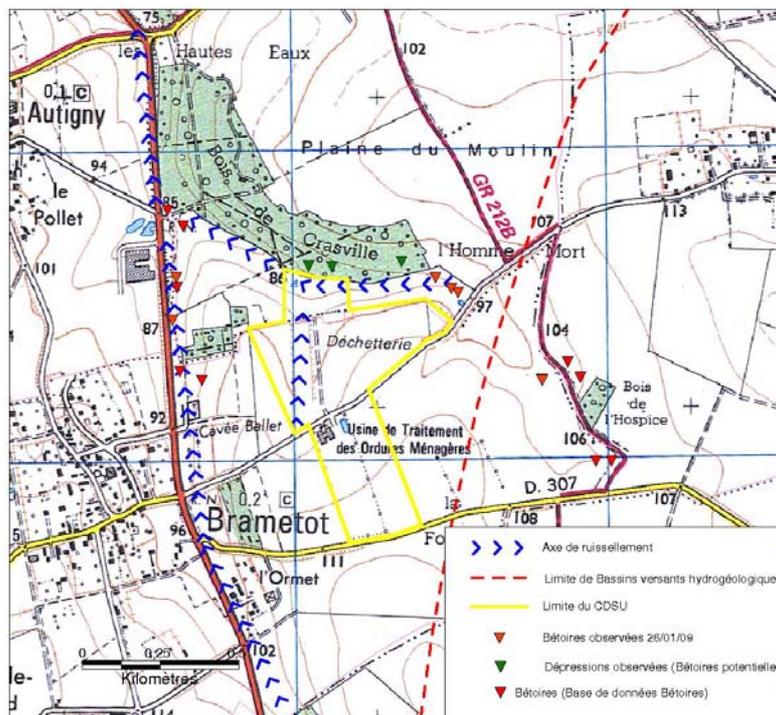


Figure 1- Localisation géographique de l'ISDND de Brametot

« L'ISDND du SMITVAD est situé sur la commune de Brametot et en partie sur la commune de Crasville-la-Roquefort (76) à environ 55 km au Nord-Ouest de Rouen et 17 km au Sud-Est de Saint-Valéry-en-Caux.

Le site est situé en bordure de plateau, entre deux vallées sèches qui le bordent à l'Ouest (Brametot), au Nord (Bois de Crasville) et à l'Est. Le site est entaillé par un talweg de direction Sud-Nord (Figure 1). Globalement, l'altitude du site est comprise entre 90 et 115 m NGF. »

### 3.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE DU SITE

« D'un point de vue géologique, d'après la carte à 1/50 000 de Doudeville (Figure 2 ; carte n° 058, Ed. BRGM), les données BSS (Banque de données du Sous - Sol gérée par le BRGM et accessible au public) et les données collectées, le sous-sol du secteur de l'étude est constitué de haut en bas par :

- les Limons de plateaux (notation LP) dont l'épaisseur varie entre 0,8 et 4 m, et plus particulièrement de 0,1 à 0,8 m d'après les forages d'eau réalisés au droit du site étudié ;
- la formation des argiles résiduelles à silex (Rs) : d'une épaisseur de 5 à 14 m et plus particulièrement de 7 m à 21 m d'après les forages d'eau réalisés au droit du site étudié ;
- un complexe de versant : limons et colluvions limoneuses (notation C<sub>LP-LP</sub>) dans la partie Nord de la zone d'étude ;
- la Craie blanche à silex du Santonien (C<sub>5</sub>) : située entre 7 et 21 m de profondeur dans les forages d'eau réalisés au droit du site.

Les fortes variations de l'épaisseur des argiles à silex selon les forages, peuvent laisser supposer la présence de failles dont les directions sont difficiles à discerner à ce stade. En milieu carbonaté, les failles sont sujettes aux phénomènes de karstification. »

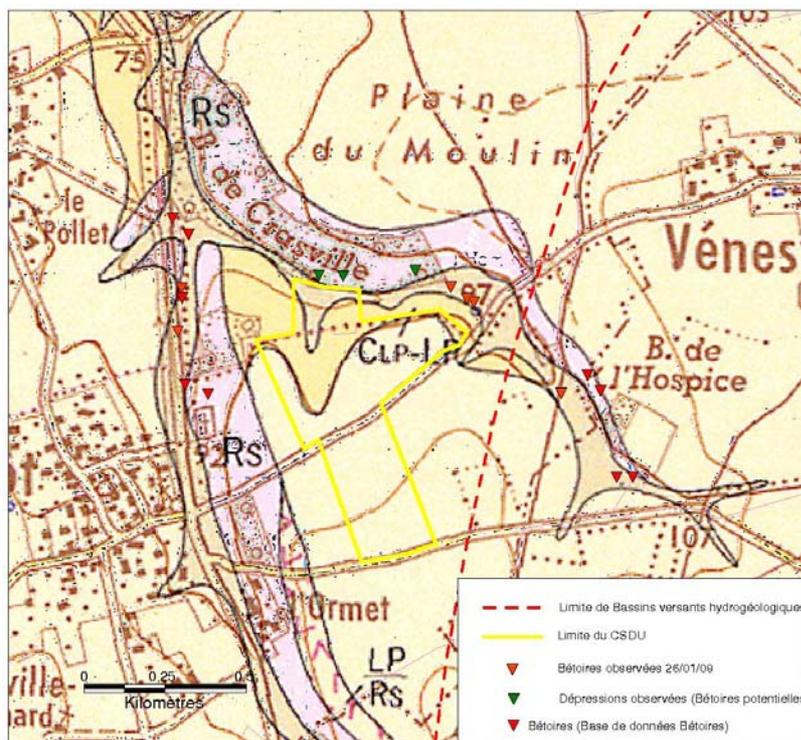


Figure 2 - Carte géologique à 1 / 50 000 (feuille n° 058 – Doudeville, BRGM©) de la zone d'étude

### 3.3 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE DU SITE

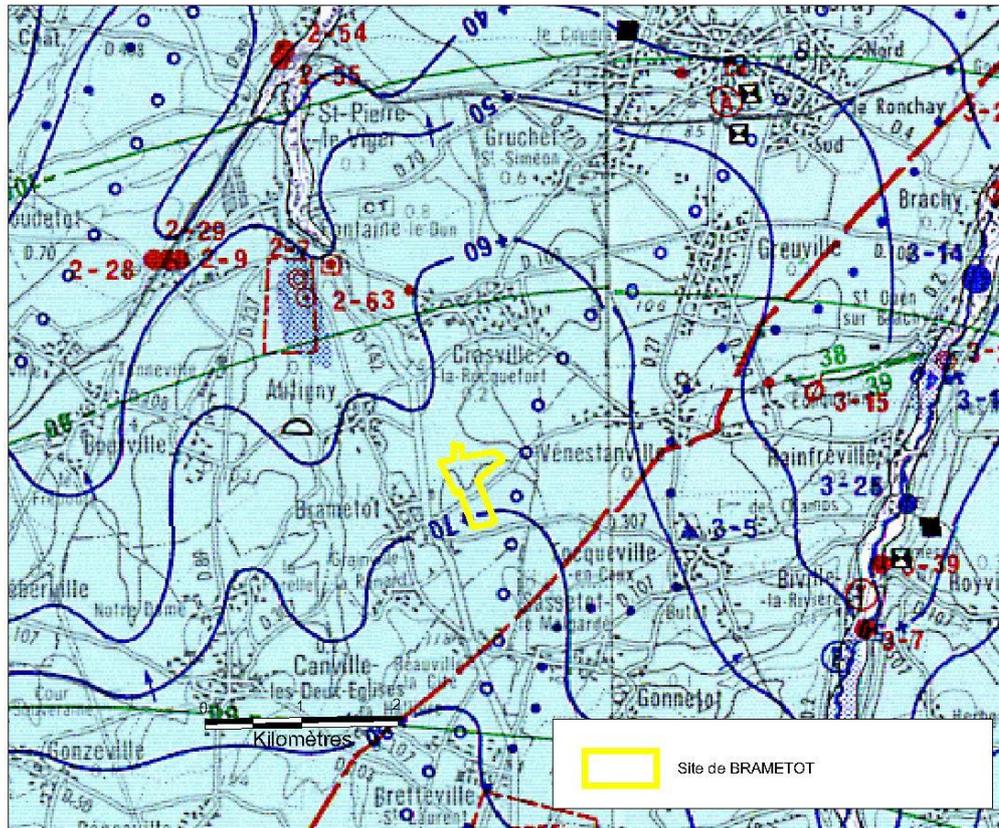
« D'un point du hydrogéologique, le site se situe au droit de l'aquifère crayeux.

L'écoulement de la nappe est tributaire des paramètres physiques de la craie aquifère. Cet aquifère possède en Haute-Normandie une double porosité :

- la micro porosité (pores inter granulaires et microfissures) lui conférant son rôle réservoir,

- la macro porosité de fractures et/ou de drains karstiques dont le rôle est essentiellement conducteur : collecte et drainage des eaux emmagasinées dans les parties moins perméables du réservoir. Ce sont les drains qui véhiculent de façon rapide les eaux souterraines et les éventuelles pollutions qu'elles contiendraient. Ce contexte karstique confère à l'aquifère sa grande vulnérabilité.

La présence de cette double porosité avec notamment des drains karstiques, et la situation du site sur un axe en dôme piézométrique (cf. Figure 3 ci-après) peuvent permettre un écoulement de nappe dans de multiples directions. »



**Figure 3 - Carte piézométrique régionale au niveau du secteur d'étude (Atlas hydrogéologique de la Seine-Maritime, BRGM, 1981) – 1/100 000ième.**

« L'atlas hydrogéologique de la Seine-Maritime réalisé par le BRGM en 1981 indique un sens d'écoulement régional de la nappe de la craie s'effectuant selon une direction du Sud vers le Nord, voire du Sud-Sud-Est vers Nord-Nord-Ouest en direction de la vallée du Dun. Par ailleurs, des études antérieures ont montré que les écoulements de la nappe étaient complexes et ne se superposaient pas aux écoulements des ruissellements superficiels. L'atlas hydrogéologique de la Seine-Maritime situe d'ailleurs la limite de partage des eaux souterraines (entre les bassins du Dun et de la Saône) à la limite Est du site.

L'échelle (1/100 000ième) à laquelle a été réalisée l'Atlas hydrogéologique de Seine-Maritime ne permet cependant pas une interprétation précise des sens d'écoulement souterrains au droit du site.

Le site est par ailleurs bordé par deux vallées sèches à l'Ouest (Brametot) et au Nord (Bois de Crasville) se prolongeant à l'Est (bordure du Bois de l'hospice). Le site est également entaillé par un talweg dont les eaux de ruissellement s'écoulent du sud vers le nord.

Les vallées sèches sont généralement le lieu privilégié d'apparition de phénomènes karstiques. Les témoins les plus visibles de ces phénomènes sont les bétoires, affaissements ou anomalies de

terrain représentant des points d'engouffrement direct des eaux de surface vers les eaux souterraines.

Plusieurs de ces phénomènes de surface ont été mis en évidence dans le secteur d'étude :

- Dans les deux talwegs bordant le site à l'Ouest et à l'Est, des bétoires ont été recensées par la base de données Bétoires/Traçages/Exutoires en cours de réalisation par le BRGM. De plus, lors de notre visite sur site le 26 janvier 2009, d'autres bétoires ont été observées dans les talwegs qui bordent le CDSU<sup>3</sup> ;
- Par ailleurs, dans la vallée sèche bordant le site au Nord, deux effondrements ont été observés en décembre 2008 : le premier au droit d'un forage qui avait été rebouché et le second au droit de Pz5 situé à 3 m. Le rapport de visite du bureau d'études chargé de l'étude de ces effondrements ne conclut pas de façon catégorique sur le caractère karstique de ces effondrements mais indique qu'il s'agit d'une explication possible. Il précise cependant que les pertes d'injection observées entre -27 et -36 m lors de la réalisation de ces forages indiquent la présence de fractures ouvertes dans la craie ou d'un conduit karstique. L'observation faite précédemment en 2.2.1 relative aux fortes variations de l'épaisseur des argiles observées dans les coupes de forages viennent corroborer cette remarque.

En aval hydraulique du site étudié, on note la présence de captages AEP sur les (00582X0007 et 00582X0063) communes d'Autigny (2,3 km au Nord-Ouest) et (00583X0022) de Saint-Ouen sur Brachy (4,6 km au Nord Est). Ces points de captage sont, par conséquent, des cibles potentielles des éventuels polluants que pourraient générer ce site de stockage de déchets.

Un traçage à la fluorescéine avait été réalisé en mars 1989 par le BRGM [16] avec injection dans un puits d'infiltration du site et dans le bassin « d'incendie du site », puis recherché sur 8 captages AEP (00425X0001, 00426X0001, 00427X0006, 00427X0037, 00581X0020, 00582X0063, 00583X0003 et 00583X0022). Aucune trace significative de fluorescéine n'avait été observée par les fluocapteurs adsorbants de l'époque dans les différents AEP suivis. A noter cependant que les bétoires situées autour du site n'ont pas fait l'objet d'injection au cours de ce traçage. »

## 4. Réseau de contrôle des eaux souterraines

### 4.1 RESEAU DE CONTROLE HISTORIQUE

Jusqu'en juillet 2009, le réseau opérationnel de contrôle des eaux souterraines de l'ISDND de Brametot était constitué des 5 ouvrages suivants :

- Pz0, créé en 2007, à l'amont hydraulique de l'ensemble du site ;
- Pz1, créé en 1999, à l'aval latéral du casier n°1, à l'amont des autres casiers ;
- Pzb1, créé en 2004, à l'aval du casier n°4, en aval latéral des casiers n°2 et n°3 ;
- Pz4 ; créé en 2007, à l'aval global du site et notamment des bassins à lixiviats ;

---

<sup>3</sup> Centre de Stockage de Déchets Ultimes, actuellement ISDND

- Pz5, créé également en 2007, à l'aval global du site, et notamment du bassin d'eaux pluviales.

L'ensemble de ces ouvrages s'adressent à la nappe de la craie.

On notera également la présence sur le site de 3 autres piézomètres, qui ne sont plus utilisés :

- Pz2 et Pz3, créés en 1999, secs respectivement depuis 2004 et 2006 ;
- Pzb2, créé en 2004, trop proche du casier n°1 (15 m) pour représenter un point de contrôle amont pertinent.

## **4.2 NOUVEAUX OUVRAGES**

Suite aux recommandations émises par le BRGM dans le rapport BRGM/RP-57062-FR de février 2009, qui préconisaient la création de 7 nouveaux ouvrages afin de déterminer avec précision le fonctionnement hydrogéologique au droit du site, 2 nouveaux piézomètres ont été réalisés en août 2009 :

- Pz6, à l'aval du casier n°1 ;
- Pz7, à l'aval du casier n°2 et à l'amont du bassin d'eaux pluviales 2.

L'implantation de l'ensemble du réseau de surveillance actuel est présentée sur la Figure 4.

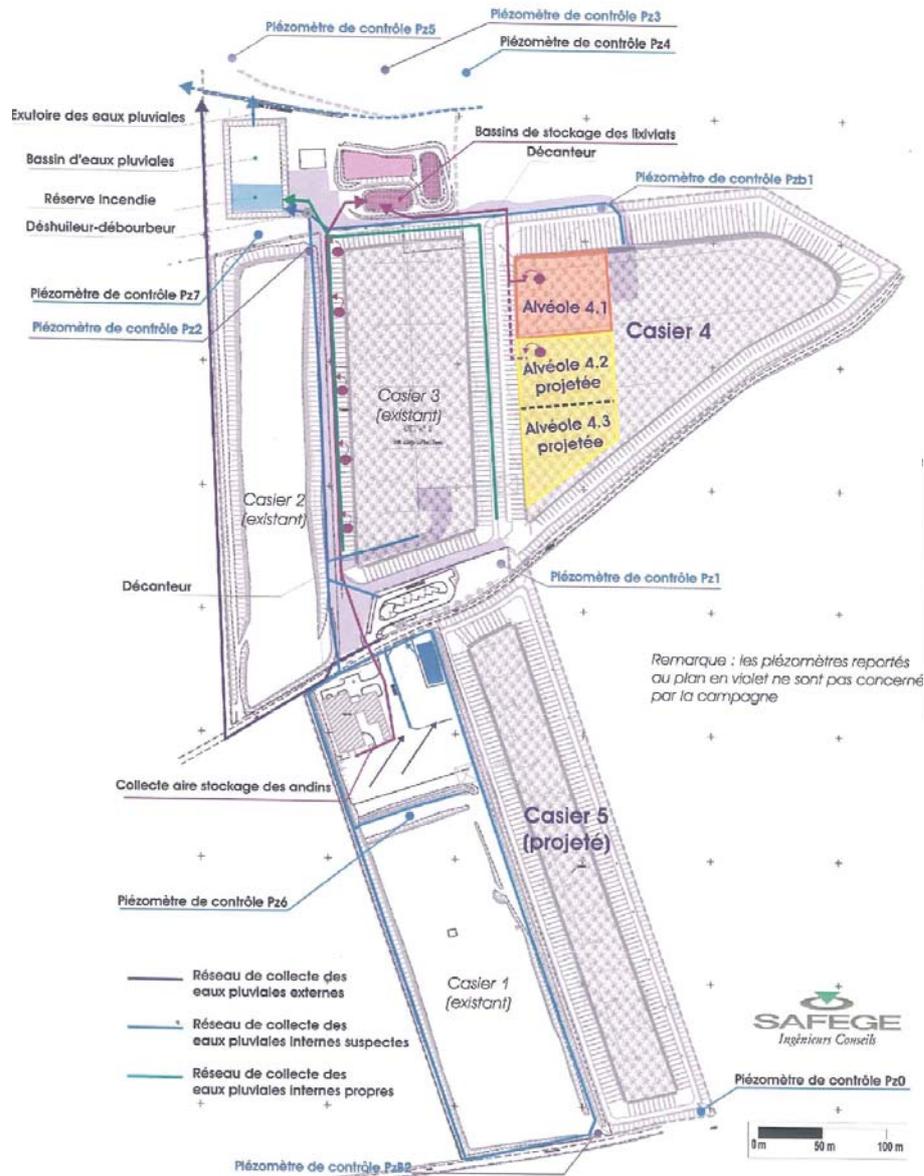


Figure 4 – Implantation du réseau de contrôle des eaux souterraines

## 5. Analyses des eaux souterraines

### 5.1 ANALYSES ANTERIEURES A AOUT 2009

Les analyses présentées dans le rapport de synthèse concernent les piézomètres :

- Pz0, pour une période allant de septembre 2007 à février 2009 ;
- Pz1, de juin 2004 à février 2009 ;
- Pzb1, de février 2005 à février 2009 ;
- Pz2, de juin 2004 à février 2006 ;

- PzB2, d'août 2005 à février 2007 ;
- Pz3, uniquement en juin 2004 ;
- Pz4, d'août 2007 à février 2009 ;
- Pz5, d'août 2007 à février 2009.

Les résultats de ces analyses révèlent des niveaux élevés, pour l'ensemble des piézomètres, pour les Matières en Suspension (MES), la Demande Chimique en Oxygène (DCO), le Carbone Organique Total (COT), les coliformes, l'Aluminium et le Fer. Le potentiel d'oxydo-réduction est relativement faible (quelques mV) sur l'ensemble des piézomètres.

On remarque également, sur les eaux prélevées en PZ1 et PZb1, des valeurs élevées en Nickel, Zinc et Chrome. On mesure également des valeurs élevées en Ammonium, Plomb, Cuivre et Coliformes dans Pz1.

On remarque de plus une absence de cohérence temporelle et spatiale dans ces résultats. Cette incohérence est relevée par SHE, qui remet en cause la qualité des piézomètres et des prélèvements d'eau réalisés dans ces ouvrages.

## **5.2 ANALYSES POSTERIEURES A AOUT 2009**

Ces analyses concernant les ouvrages existants Pz0, Pz1, Pzb1, Pz4 et Pz5, ainsi que les deux nouveaux ouvrages Pz6 et Pz7. Elles couvrent une période allant d'août 2009 à décembre 2009 (2 à 4 analyses par ouvrage). Ces analyses sont postérieures à l'émission et à la prise en compte des recommandations du BRGM, portant notamment sur la qualité des prélèvements.

Les résultats de ces analyses ne révèlent pas d'indices de contamination dans les eaux souterraines, à l'exception, notamment :

- Du paramètre mercure en Pz4. Les valeurs élevées pour le mercure sont attribuées par SHE à une contamination par le matériel de prélèvements ;
- Des paramètres Chlorures, Nitrites, Fer, Aluminium et Manganèse pour Pz5 ;
- Pour Pz6, de l'Ammonium, de l'Aluminium, du Manganèse et des Cyanures ;
- Du Manganèse en Pz7.

On remarque également une augmentation cohérente des paramètres calcium et chlorures de l'amont (Pz0) vers l'aval du site (Pz5). Une telle augmentation des chlorures est généralement caractéristique de l'impact d'une INSDND sur les eaux souterraines.

On remarque également que le potentiel d'oxydo-réduction subit une augmentation importante (de quelques dizaines à quelques centaines de mV), pour tous les ouvrages, à partir d'août 2009.

## **5.3 PARAMETRES PRIS EN COMPTE**

Afin de déterminer une potentielle influence des lixiviats de l'ISDND sur la qualité des eaux souterraines, SHE établit une comparaison, pour les paramètres communs, entre les résultats des analyses sur lixiviats et les limites réglementaires de qualité avant traitement pour une eau destinée à l'AEP.

Sur la base de cette comparaison, sont retenus les paramètres pour lesquels les rapports entre ces deux séries de valeurs sont les plus importants, à savoir :

- Carbone Organique Total ;
- Conductivité ;
- Ammonium.

Les métaux (notamment Mn, Al, Fe, Cr, Ni) ne sont pas retenus par SHE comme étant représentatifs d'un impact dû à l'ISDND, car ils sont naturellement présents dans les argiles du sous-sol, même si des rapports élevés sont mesurés.

SHE a également fait réaliser des tests de lixiviation sur les argiles du site, afin de détecter une influence du fond géochimique sur la qualité des eaux des piézomètres. Ces analyses montrent que les paramètres mesurés, dont les métaux :

- Présentent une concentration maximale après 30 s de décantation ;
- Voient leur concentration chuter fortement après 2h de décantation ;
- Sont minimaux, et inférieurs aux normes AEP, sur échantillons filtrés.

A noter que le mercure n'a pas été détecté lors de ces analyses.

#### **5.4 AVIS DU BRGM**

Les impacts mesurés pendant la période antérieure à août 2009 pourraient être dus, pour partie, à des défauts dans les protocoles de prélèvements. L'amélioration de la cohérence des résultats depuis cette date, à partir de laquelle les recommandations émises par le BRGM ont été prises en compte, est un indice en faveur de cette hypothèse. On ne peut toutefois écarter une influence des casiers stockage.

Plus particulièrement, il semblerait que les analyses étaient antérieurement réalisées sur des eaux ayant stagnées dans les piézomètres, ce qui semble confirmé par le potentiel Redox peu élevé et l'importance des MES. Cette non-conformité pourrait être expliquée par le caractère peu productif de la nappe au droit du site.

SHE conclut à une origine naturelle pour les paramètres élevés mesurés dans les piézomètres. En l'état actuel des connaissances de l'hydrogéologie du site, cette hypothèse ne peut être confirmée. Une influence des lixiviats ne peut être écartée, au-moins sur les ouvrages situés à l'aval des casiers de stockage.

Cela semble de plus confirmé par l'élévation des concentrations de l'amont vers l'aval pour le paramètre Chlorures, représentatif des ISDND.

Enfin, pour émettre cette conclusion, SHE s'appuie sur les résultats des tests de lixiviation sur argiles. Le bureau d'études annonce même, concernant les analyses réalisées sur les eaux souterraines, que « ... il a été le plus souvent analysé un mélange d'eau et d'argile du terrain naturel que la seule eau de l'aquifère ».

Cet avis est uniquement de nature confirmer le fait que les prélèvements et/ou les analyses antérieures à août 2009 n'ont pas été réalisées dans les règles de l'art. En effet, les normes et protocoles d'analyses prévoient une phase de filtration, avec une maille de filtre adaptée aux paramètres analysés. De plus, les concentrations maximales ont été obtenues après une décantation de 30s, les valeurs chutant fortement après un temps de décantation de 2h. Les résultats de cet essai de lixiviation ne semblent donc pas pertinents et suffisants pour confirmer l'origine géochimique des impacts mesurés sur les eaux souterraines, les conditions de cet essai de lixiviation n'étant pas comparables à celles régnant dans les eaux souterraines.

Pour ce qui concerne les valeurs élevées du paramètre mercure relevées en Pz4, l'hypothèse émise par SHE demande à être confirmée. En effet, ces valeurs élevées sont mesurées sur 4 analyses, réalisées d'août à décembre 2009. Une contamination due au matériel de prélèvement expliquerait une valeur ponctuellement élevée, ce qui n'est pas le cas. Ou bien, il faudrait supposer que le même matériel a été utilisé à chaque campagne et que ce matériel est définitivement contaminé, ce qui peut remettre en cause, une nouvelle fois, la conformité, la qualité et la validité des analyses réalisées pour le mercure, mais également pour l'ensemble des paramètres suivis. On pourrait de plus s'interroger sur l'absence de dispositions prises d'une campagne à l'autre pour y pallier.

Enfin, les paramètres pris en compte par SHE ne sont que partiellement représentatifs de l'impact éventuels d'une ISDND. Il s'agit des paramètres les plus élevés des lixiviats au regard des contraintes réglementaires pour l'AEP. Or, des indicateurs typiques des ISNSD, tels que la DCO, la DBO5, le potentiel redox, ne sont pas pris en compte pour la qualité des eaux avant traitement.

De même, les métaux sont écartés sur la base de leur présence dans les argiles du site, et sur les résultats des essais de lixiviations de ces argiles. Or, l'interprétation de ces essais de lixiviation n'est pas pertinente. De plus, les analyses sur lixiviats montrent bien que les métaux y sont présents, à des concentrations très importantes au regard des normes AEP.

SHE considère enfin que la conductivité est un paramètre pertinent pour évaluer l'impact d'une ISDND. Cela est pertinent, mais il faut rappeler que la conductivité est dépendante notamment des concentrations en ions (dont les métaux, mais également les cations). Or, parmi les paramètres que SHE considère comme pertinents, l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) est le seul ion pris en compte.

Il convient ici de rappeler que l'ion chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) est considéré dans la littérature comme un indicateur performant de l'influence des ISDND sur les eaux souterraines. C'est également le cas des ions calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) et sodium ( $\text{Na}^+$ ). Si l'on considère les concentrations atteintes pour ces ions dans les eaux des piézomètres, il ne semble pas pertinent de ne pas avoir pris ces paramètres en compte.

Enfin, on constate que les limites de quantification des analyses réalisées sont très variables dans le temps, notamment pour les métaux. Ces limites de quantification peuvent même être supérieures aux limites réglementaires pour l'AEP qui sont prises comme référence par SHE : il n'est par conséquent par possible de conclure quant à l'absence d'un éventuel impact, alors que les limites réglementaires pour l'AEP avant traitement pourraient être dépassées.

## 6. Bilan hydrique

### 6.1 DOCUMENTS FIGURANT DANS LE RAPPORT EXPERTISE

Le rapport soumis à l'expertise du BRGM comprend, au chapitre 9, les conclusions des rapports de bilan hydrique réalisés en 2007, 2008 et 2009 par Safege.

Dans ces conclusions figurent :

- La production mensuelle théorique moyenne de lixiviats ;
- La production annuelle théorique de lixiviats ;
- La quantité annuelle de lixiviats évacués pour traitement.

Pour ces trois années, les quantités annuelles se répartissent comme suit (Tableau 1) :

	2007	2008	2009
Production théorique (m <sup>3</sup> )	6 411,6	6 208	5 952
Quantité évacuée (m <sup>3</sup> )	6 191,86	6 286	5 317
Différence (%)	- 3,55%	+1,19%	-10,67%

**Tableau 1- Synthèse des résultats des bilans hydriques de 2007 à 2009**

On notera que la production mensuelle théorique annoncée est une production moyenne.

Les différences constatées entre production théorique et quantités évacuées sont systématiquement imputées à la capacité totale de rétention de lixiviats du site, constituées des bassins à lixiviats et des massifs drainants des casiers (sur une hauteur réglementaire de 0,30 m).

## 6.2 AVIS DU BRGM

Les seules conclusions des bilans hydriques ne permettent pas d'émettre un avis sur la pertinence des calculs réalisés. Il faudrait pour ce faire disposer du détail des hypothèses prises en compte (pluviométrie, surface et géométrie des casiers, étanchéité du fond et de la couverture, infiltrations, pentes, coefficients de ruissellement, évapotranspiration, eaux des déchets, phasage d'exploitation, efficacité du drainage, ...) ainsi que de la méthode appliquée.

On notera toutefois qu'un bilan hydrique établi selon les règles de l'art consiste en une évaluation mensuelle des quantités théoriques, confrontées aux productions réelles. Cette méthode permet de caler au mieux les paramètres du calcul, et de réduire la marge d'erreur. Toutefois, compte tenu des nombreux paramètres pris en compte dans un tel calcul et des incertitudes qui en découlent, les différences relevées pour les 3 bilans hydriques présentés sont acceptables.

Cependant, ces différences concernent la production théorique de lixiviats comparée à la quantité évacuée pour traitement. Cette évaluation ne concerne pas l'intégralité du bilan hydrique, qui doit prendre en compte de façon précise l'intégralité des lixiviats présents sur site, y compris les volumes en fond de casiers et les volumes stockés en bassin.

Concernant ce point, il est notamment annoncé au chapitre 9 du rapport que le volume de lixiviats en fond de casier 3 peut atteindre 6 000 m<sup>3</sup>, tout en respectant la hauteur réglementaire. Or, la surface de ce casier est d'environ 30 000 m<sup>2</sup> (3 ha). Si l'on prend en compte une porosité de 0,3 (hypothèse courante) à 0,5 pour le massif drainant, la capacité de rétention en fond de casier n°3 serait de 2 700 à 4 500 m<sup>3</sup>. Un casier présentant un volume de lixiviats de 6 000 m<sup>3</sup>, tout en respectant les contraintes réglementaires, devrait présenter une surface de 3,6 à 6 ha.

En conclusion, il n'est pas possible, sur la base des éléments soumis à expertise, de confirmer la conclusion de SHE figurant page 91 du rapport expertisé : « *Les bilans, ..., montrent globalement que les volumes exportés pour traitement sont identiques aux volumes infiltrés dans les massifs de déchets. Cette information essentielle confirme que les casiers 3 et 4 sont bien imperméables, ils ne peuvent donc pas être à l'origine d'une pollution des eaux souterraines* ».

L'imperméabilité du fond de casier n°3 n'est de plus pas acquise puisque, comme il l'a été mentionné dans le rapport d'expertise BRGM/RP-57062-FR, seules les 3 dernières alvéoles de ce casier sont dotées d'un dispositif d'étanchéité (barrières active et passive) conforme à la réglementation actuelle. De plus, la qualité et la pérennité des barrières d'étanchéité sont étroitement liées à la qualité de leur mise en œuvre initiale, et aux précautions prises pendant le remplissage des casiers

En conséquence, on ne peut exclure une influence des casiers n°3 sur la qualité des eaux souterraines au droit de l'ISDND de Brametot.

## **7. Estimation des vitesses d'écoulement des eaux souterraines**

### **7.1 ESTIMATION DES VITESSES D'ÉCOULEMENT**

Au chapitre 6 de la note de synthèse figure une estimation des vitesses d'écoulements des eaux souterraines et des temps de transfert d'éventuels polluants au droit du site.

Cette estimation est basée sur la loi de Darcy, en prenant en compte, notamment, des valeurs de perméabilité mesurées in situ, ramenées à une perméabilité moyenne pour l'épaisseur de terrain considérée.

Ce calcul prend également en compte, pour l'estimation des vitesses d'écoulement, une porosité efficace de la craie issue de la bibliographie (2 à 5 %).

Les hypothèses sur la ressource cible (nappe de la craie), proviennent notamment des levés piézométriques du site, et prennent en compte différentes conditions hydriques (hautes eaux, étiage, gradient moyen).

Sur la base de ces calculs, SHE aboutit à la conclusion que les seuls impacts visibles actuellement dans les eaux du site ne peuvent provenir que :

- Des casiers n°1 et n°2 exploités antérieurement à la reprise du site par le SMITVAD ;
- Des bassins à lixiviats, avant imperméabilisation par le SMITVAD.

### **7.2 AVIS DU BRGM**

L'estimation des vitesses d'écoulement au droit du site est menée selon des hypothèses très simplificatrices, non représentatives du site. La formule utilisée (formule de Darcy) est adaptée au calcul des vitesses convectives des écoulements d'eaux souterraines, à condition d'utiliser une porosité cinématique, mais ne peut en aucun être appliquée au calcul de transferts de polluants.

En effet, les transferts de polluants dans les sols sont soumis, notamment, à des phénomènes de diffusion-dispersion, de dilution et d'adsorption, qui influent sur leur vitesse de propagation. Il est donc erroné d'assimiler la vitesse de transfert d'un polluant dans le sol à celle du fluide vecteur (l'eau).

Des outils numériques sont disponibles sur le marché, qui permettent de réaliser ce type de calcul de façon plus pertinente et satisfaisante. On citera par exemple les logiciels Ctran/w et Seep/w (Geoslope) ou Pollute (K. Rowe).

Toutefois, la mise en œuvre de tels outils nécessite une meilleure connaissance du site étudié que celle disponible sur Brametot.

Il semblerait plus pertinent, dans un premier temps, d'acquérir des connaissances et des informations supplémentaires concernant ce site, dont le contexte hydrogéologique potentiellement karstique ne simplifie pas la compréhension.



Centre scientifique et technique  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France  
Tel. 02 38 64 34 34

Service Géologique Régional de Haute-Normandie  
10, rue de Sakharov  
76130 Mont Saint Aignan – France  
Tél. : 02 35 60 12 00

