

# **Centre de stockage de déchets ultimes minéraux de HARDIVILLERS (60)**

*Dossier de demande de modification des seuils de  
rejet et dossier de porter à connaissance*

Février 2014  
A 74127/A



**GURDEBEKE s.a.**

65, boulevard Carnot - 60400 NOYON - T. 03 44 93 25 20 - Fax 03 44 94 25 20  
www.gurdebeke.com - e-mail: urdue@gurdebeke.com

65, Boulevard Carnot  
60400 NOYON



Direction Régionale Paris Centre Normandie  
Pôle Infrastructures  
Implantation d'Orléans  
ZAC du Moulin – 803 boulevard Duhamel du Monceau – CS 30602  
45166 OLIVET Cedex  
Tél. : 02 38 23 22 20  
Fax. : 02 38 23 22 30

## Synthèse

La Société GURDEBEKE SA exploite un Centre de Stockage de Déchets Ultimes Minéraux à HARDIVILLERS (60) dans le cadre d'un arrêté préfectoral d'autorisation du 16 juillet 2010.

Le traitement des lixiviats est réalisé par une station d'osmose inverse installée par PALL France.

Les rejets sont autorisés avec un exutoire de bassin d'infiltration (Article 4.4.5 de l'arrêté).

La Société GURDEBEKE SA, après un an d'exploitation, observe que ces valeurs sont trop restrictives.

Antea Group a réalisé à l'automne 2013 un audit sur le fonctionnement de la station d'osmose inverse et a comparé cette solution au MTD (Meilleures Techniques Disponible) et aux normes en vigueur. Le traitement des lixiviats mis en place sur le site du CSDU DE HARDIVILLERS vise à assurer le traitement final des effluents. La technologie retenue (osmose inverse double étage) correspond à la technologie la plus fine identifiée dans les MTD, elle permet donc d'atteindre les meilleurs résultats possibles en termes de traitement.

Sur les 11 composés pour lesquels des valeurs guide d'émission sont mentionnées dans les MTD, 5 composés font l'objet de limites de rejet imposées par l'Arrêté préfectoral inférieures aux valeurs d'émissions spécifiées par les MTD :

- DCO (10 mg/l pour 20 à 120 mg/l dans les MTD) ;
- Chrome (0,02 mg/l pour 0,1 à 1 mg/l dans les MTD) ;
- Plomb (0,01 mg/l pour 0,1 à 1 mg/l dans les MTD) ;
- Mercure (0,001 mg/l pour 0,1 mg/l dans les MTD) ;
- Cadmium (0,005 mg/l pour 0,1 à 0,2 mg/l dans les MTD).

Pour deux autres composés, les limites de rejet imposées par l'Arrêté préfectoral sont égales à la valeur d'émission la plus basse spécifiée par les MTD :

- DBO<sub>5</sub> (2 mg/l pour 2 à 20 mg/l dans les MTD) ;
- Arsenic (0,01 mg/l pour 0,01 à 0,05 mg/l dans les MTD).

Néanmoins, dans le cadre de l'amélioration de la qualité des rejets de lixiviats traités et de la qualité des concentrats d'osmose recyclés sur les massifs de déchets, il est préconisé de réaliser sur chacun de ces flux un traitement sur lits plantés de roseaux. Ce traitement complémentaire des lixiviats sera réalisé en sortie d'osmose inverse avant rejet dans le bassin d'infiltration.

La modélisation hydrodispersive menée dans le cadre de cette étude montre que, même en supposant que les concentrations des polluants dans les rejets des lixiviats traités en sortie d'osmose inverse du CSDU soient au niveau des valeurs maximales définies par l'arrêté ministériel du 2 février 1998, la concentration infiltrée en nappe sous le bassin à un débit de 2 m<sup>3</sup>/h, débit envisagé dans le schéma de principe du traitement des lixiviats, était abattue de 87 % dès 500 m en aval hydraulique du CSDU. Ainsi, l'infiltration de ces rejets en nappe n'aurait pas d'impact sur la qualité des eaux en aval du site et a fortiori sur les eaux captées pour l'alimentation en eau potable de la ville de Breteuil, dont le champ captant est situé à 3,8 km en aval du site dans le sens général d'écoulement de la nappe de la craie.

En conséquence, le tableau ci-dessous propose des nouvelles valeurs seuils, qui restent toutefois inférieures aux valeurs limites les plus sévères de l'Arrêté Ministériel des rejets industriels du 02-02-1998.

Paramètres	Unités	Nouveaux seuils demandés pour le rejet de lixiviats	Seuils de l'A.P du 16-07-2010	Valeur limite pour les rejets industriels AM du 02/02/1998 (mg/l)
MEST	mg/l	15	5	
COT	mg/l	7	2	
DCO	mg/l	<u>10</u>	10	
DBO <sub>5</sub>	mg/l	5	2	
Nitrates (N-NO <sub>3</sub> )	mg/l	10	2	
Nitrites (N-NO <sub>2</sub> )	mg/l	<u>0,5</u>	0,5	
Fluorures	mg/l	0,5	0,2	15,0
P total	mg/l	<u>0,5</u>	0,5	1,
Indice Phénol	mg/l	0,1	0,05	0,3
Hydrocarbures Totaux	mg/l	0,2	0,1	10,0
AOX	mg/l	1	0,05	1
Cyanures (CN)	mg/l	0,1	0,05	0,1
Métaux totaux (Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al)	mg/l	-	0,05	-
Plomb (Pb)	mg/l	0,05	0,01	0,5
Chrome (Cr)	mg/l	0,05	0,02	0,5
Cadmium (Cd)	mg/l	0,01	0,005	0,5
Mercure (Hg)	mg/l	0,05	0,001	0,05
Arsenic (As)	mg/l	0,05	0,01	0,05

Proposition de nouvelles valeurs seuils

Les valeurs soulignées montrent les valeurs seuils qui ne varient pas entre la nouvelle demande et l'AP.

## Sommaire

	Pages
<b>Synthèse</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Introduction</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Audits du fonctionnement des installations de traitement des lixiviats</b> .....	<b>7</b>
2.1. Descriptif des installations de traitement des lixiviats .....	7
2.1.1. Normes de rejet .....	7
2.1.2. Données de dimensionnement .....	7
2.1.3. Descriptif des installations .....	8
2.2. Bilan de fonctionnement et performances atteintes .....	9
<b>3. Comparaisons aux normes et aux MTD</b> .....	<b>11</b>
3.1. Comparatifs avec les normes en vigueur .....	11
3.2. Comparaison aux meilleures techniques disponibles (MTD) .....	14
<b>4. Complément de traitement sur lits plantés de roseaux</b> .....	<b>18</b>
4.1. Traitement des lixiviats traités .....	18
4.1.1. Descriptif et principe de la filière .....	18
4.1.2. Données de base .....	18
4.1.3. Dimensionnement des ouvrages .....	19
4.1.4. Descriptif des ouvrages .....	20
4.2. Traitement des concentrats d'osmose .....	20
4.2.1. Descriptif et principe de la filière .....	20
4.2.2. Données de base .....	20
4.2.3. Dimensionnement des ouvrages .....	21
4.2.4. Descriptif des ouvrages .....	22
<b>5. Etude hydro-dispersive d'un rejet d'eau chronique par infiltration</b> .....	<b>23</b>
5.1. Modèle hydrodynamique utilisé .....	23
5.1.1. Géométrie du modèle .....	23
5.1.2. Entrées et sorties d'eau .....	28
5.1.3. Conditions aux limites .....	29
5.1.4. Calage hydrodynamique .....	30
5.2. Calcul des concentrations en nappe .....	33
5.2.1. Hypothèses utilisées .....	33
5.2.2. Concentrations simulées en régime transitoire .....	35
<b>6. Conclusions</b> .....	<b>40</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Schéma de principe du traitement des lixiviats .....	8
Figure 2 : Photos de la station de traitement des lixiviats par osmose inverse.....	9
Figure 3 : Photo du bassin d'infiltration des lixiviats traités .....	9
Figure 4 : Schéma de principe en coupe d'un lit planté de roseaux .....	22
Figure 5 : Extension horizontale du domaine modélisé (sur fond de carte IGN à 1/25 000 <sup>ème</sup> )	24
Figure 6 : Contexte géologique du domaine modélisé (cartes géologiques du BRGM au 1/50 000 <sup>ème</sup> ).....	25
Figure 7 : Topographie du modèle .....	26
Figure 8 : Vue 3D du domaine modélisé .....	26
Figure 9 : Maillage utilisé .....	27
Figure 10 : Localisation des captages AEP de la zone d'étude et précision de leur débit nominal de prélèvement .....	29
Figure 11 : Conditions aux limites imposées dans le modèle .....	30
Figure 12 : Perméabilités affectées au modèle obtenues par calage en régime d'hydraulique permanente (2009) .....	31
Figure 13 : Piézométrie simulée en régime d'hydraulique permanente (recharge de 100 mm /an) .....	32
Figure 14 : Simulation n° 1 - Concentrations simulées en régime transitoire dans la craie à 80 ans .....	36
Figure 15 : Simulation n° 1 - Impact sur un forage fictif situé en sortie immédiate du CSDU (concentrations dans la craie à 80 ans) .....	37

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Normes de rejet des lixiviats après traitement (d'après A.P. du 16/07/2010).....	7
Tableau 2 : Résultats d'analyses des lixiviats entrée / sortie traitement.....	10
Tableau 3 : Comparaison des limites de rejet du site avec les normes « eaux potables » et « rejets industriels ».....	12
Tableau 4 : Comparatif des valeurs limites de rejet applicables aux lixiviats traités et aux eaux pluviales (§ 4.4.8 et 4.4.9 de l'A.P. d'autorisation du 16/07/2010).....	14
Tableau 5 : Synthèse des recommandations liées aux MTD et application sur le site de Hardivillers .....	17
Tableau 6 : Valeurs d'émission associées à l'utilisation des MTD (MTD n° 56) .....	17
Tableau 7 : Caractéristiques de l'eau à traiter .....	19
Tableau 8 : Caractéristiques des concentrats d'osmose .....	21
Tableau 9 : Concentrations simulées en nappe entre le site et le captage AEP et calcul d'abattements.....	38
Tableau 10 : Comparatif des valeurs limite de rejet du site avec les normes en vigueur.....	39
Tableau 11 : Proposition de nouvelles valeurs seuils.....	41

## **1. Introduction**

La société GURDEBEKE SA exploite un Centre de Stockage de Déchets Ultimes Minéraux à HARDIVILLERS (60) dans le cadre d'un arrêté préfectoral d'autorisation du 16 juillet 2010.

Le traitement des lixiviats est réalisé par une station d'osmose inverse installée par PALL France. Les rejets sont autorisés avec un exutoire de bassin d'infiltration (Article 4.4.5 de l'arrêté). La Société GURDEBEKE SA, après un an d'exploitation, observe que les valeurs limites de rejet fixées par arrêté préfectoral sont trop restrictives. Lors de la visite de site du 28 août 2013 par Antea Group (messieurs R. FAUCHER et J.F. OUVRY), il a été constaté que l'installation d'osmose inverse fonctionnait et qu'elle répondait aux besoins de traitement des lixiviats du site.

La Société GURDEBEKE SA a sollicité Antea Group dans ce cadre pour élaborer un dossier de demande de modification des seuils de rejets et un dossier de porter à connaissance sur le sujet du rejet des eaux de traitement en sortie d'osmose.

## 2. Audits du fonctionnement des installations de traitement des lixiviats

### 2.1. Descriptif des installations de traitement des lixiviats

#### 2.1.1. Normes de rejet

Les normes de rejet des lixiviats après traitement sont spécifiées à l'article 4.4.9 de l'Arrêté Préfectoral d'autorisation du site du 16 juillet 2010. Ces normes de rejet sont données dans le Tableau 1.

Paramètres	Concentration maximale instantanée (mg/l)
MEST	5
COT	2
DCO	10
DBO <sub>5</sub>	2
Nitrates	2
Nitrites	0,5
Fluorures	0,2
P total	0,5
Indice Phénol	0,05
Métaux totaux (Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al)	0,05
Mercurure (Hg)	0,001
Cadmium (Cd)	0,005
Chrome total (Cr)	0,02
Plomb (Pb)	0,01
Arsenic (As)	0,01
Fluor (F)	0,5
Cyanures (CN)	0,05
Hydrocarbures totaux	0,1
AOX	0,05

Tableau 1 : Normes de rejet des lixiviats après traitement (d'après A.P. du 16/07/2010)

#### 2.1.2. Données de dimensionnement

Les données de dimensionnement de l'installation rappelées ci-après sont issues du DDAE de novembre 2007.

### 2.1.2.1. Production prévisionnelle de lixiviats et volume du bassin de lixiviats bruts

Le flux prévisionnel de lixiviats issus de l'exploitation des casiers est estimé à 456 m<sup>3</sup>/mois en moyenne, et à 673 m<sup>3</sup>/mois au maximum. La production moyenne annuelle peut donc être estimée sur la base de la production moyenne mensuelle à 5 500 m<sup>3</sup>/an.

Sur cette base, le bassin de lixiviats bruts a été dimensionné sur un volume de stockage de 2 000 m<sup>3</sup>, permettant une autonomie de stockage de 3 mois sur l'hypothèse de production maximale.

### 2.1.2.2. Filière de traitement

La filière de traitement des lixiviats est basée sur une double osmose inverse. L'unité est dimensionnée sur un débit nominal de traitement de 72 m<sup>3</sup>/jour, soit 3 m<sup>3</sup>/h sur la base d'un taux de disponibilité de 80 %, cette unité est donc capable de traiter un flux mensuel de 1 700 m<sup>3</sup>/mois, soit environ 2,5 fois le flux mensuel maximal estimé.

Les différentes étapes du traitement sont schématisées sur la Figure 1.

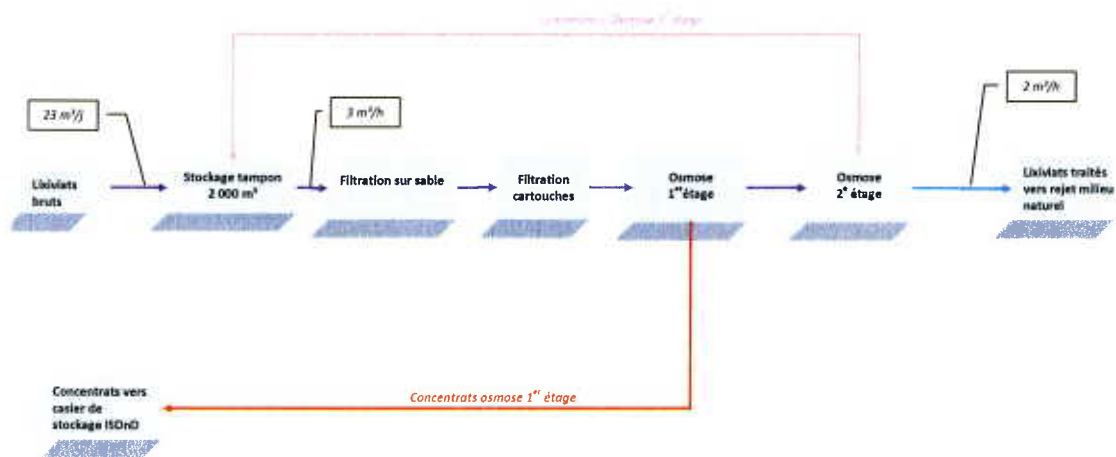


Figure 1 : Schéma de principe du traitement des lixiviats

### 2.1.3. Descriptif des installations

Les installations sont constituées des équipements suivants :

- 1 unité de traitement des lixiviats en conteneur 40 pieds, contenant les équipements suivants :
  - Pompes d'alimentation

Le traitement des lixiviats est réalisé par une station d'osmose inverse installée par PALL France.





Figure 2 : Photos de la station de traitement des lixiviats par osmose inverse



Figure 3 : Photo du bassin d'infiltration des lixiviats traités

## 2.2. Bilan de fonctionnement et performances atteintes

Des analyses ont été réalisées en mai 2013 sur les lixiviats bruts, les perméats des 1<sup>er</sup> étage et 2<sup>e</sup> étage d'osmose. Les résultats sont donnés dans le Tableau 2.

Ces résultats mettent en évidence les points suivants :

- La conformité des lixiviats traités aux normes de rejet imposées par l'Arrêté Préfectoral d'autorisation du site du 16/07/2010. Voir la discussion ci-dessous pour les paramètres « métaux totaux » et DBO<sub>5</sub>.
- Une faible charge polluante dans les lixiviats bruts. La DCO très faible, l'absence de pollution organique et de métaux lourds, sont caractéristiques d'un lixiviat en début d'exploitation, et par ailleurs d'un faible potentiel polluant des déchets stockés sur le site.

## GURDEBEKE S.A. – CSDU DE HARDIVILLERS (60)

Demande de modification des seuils de rejet et de dossier de porter à connaissance – A 74127/A

- L'impossibilité de calculer les rendements épuratoires de l'unité d'osmose sur la plupart des composants. En effet, les faibles concentrations en entrée et les nombreuses teneurs inférieures aux limites de quantification en sortie rendent peu pertinents les calculs de rendements épuratoires.
- L'impossibilité de déterminer la conformité des lixiviats traités sur le paramètre « métaux totaux » (somme de 11 métaux), du fait de teneurs inférieures aux limites de quantification sur la totalité des paramètres. En effet, la somme des limites de quantification des différents métaux pris individuellement est supérieure à la limite imposée sur le paramètre « métaux totaux ».
- La valeur extrêmement basse de la limite de rejet imposée sur le paramètre DBO<sub>5</sub>. Cette valeur limite de rejet (2 mg/l O<sub>2</sub>) est en effet inférieure à la limite de quantification en laboratoire (3 à 5 mg/l O<sub>2</sub>), ce qui rend l'interprétation des résultats impossible en toute rigueur, alors même que des teneurs de cet ordre de grandeur ne sont plus significatives pour des eaux résiduaires traitées avant rejet dans le milieu naturel.

paramètres	unités	lixiviats bruts	perméats 1er étage	perméats 2e étage	norme de rejet	limites de quantification	Observations
température	°C	16	23	22			
pH	unité pH	9,40	4,15	6,20			
Conductivité	µS/cm	460	19	15			
MEST	mg/l	9,000	<5	<5	5,000	5,000	
COT	mg/l	20,280	0,290	0,200	2,000	0,200	
DCO	mg/l	64,000	<2	2,000	10,000	2,000	
DBO <sub>5</sub>	mg/l	<5	<3	<3	2,000	5,000	
N-NH4	mg/l	<1	<1	<1		1,000	
N-NO3	mg/l	<1	<1	<1	2,000	1,000	
N-NO2	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	0,500	0,020	
Fluorures	mg/l	0,344	0,362	0,321	0,200	0,100	
P total	mg/l	0,340	<0,1	<0,1	0,500	0,100	
Indice Phénol	mg/l	<0,025	<0,025	<0,025	0,050	0,025	
Hydrocarbures totaux	mg/l	0,120	<0,1	<0,1	0,100	0,100	
AOX	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	0,050	0,050	
Cyanures (CN)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,050	0,010	
Métaux totaux (Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al)	mg/l	<0,661	<0,641	<0,641	0,050	0,641	L.Q = Somme des L.Q par métaux
Plomb (Pb)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,010	0,010	
Cuivre (Cu)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,020	
Chrome total (Cr)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	0,020	0,020	
Nickel (Ni)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,020	
Zinc (Zn)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,020	
Manganese (Mn)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,020	
Etain (Sn)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	-	0,005	
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,005	
Mercure (Hg)	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	
Fer (Fe)	mg/l	0,040	<0,02	<0,02	-	0,020	
Aluminium (Al)	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	-	0,500	
Arsenic (As)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,010	0,010	

Tableau 2 : Résultats d'analyses des lixiviats entrée / sortie traitement

### 3. Comparaisons aux normes et aux MTD

#### 3.1. Comparatifs avec les normes en vigueur

Un comparatif entre les limites de rejet imposées au C.S.D.U.M de Hardivillers par l'Arrêté d'autorisation du 16/07/2010 et les normes « eau potable » (A.M du 11/01/2007) et « rejets industriels » (A.M du 02/02/1998) est présenté dans le Tableau 3.

Ce comparatif met en évidence que ces limites de rejet sont extrêmement faibles. En effet, outre le fait que ces limites sont très proches, voire égales, aux limites de quantification analytiques (voir Tableau 2), le Tableau 3 montre qu'elles sont toutes très inférieures (facteur 2 à 100 suivant les paramètres) aux limites de rejet imposées aux eaux usées industrielles traitées avant rejet dans le milieu naturel (A.M du 02/02/1998).

La plupart des valeurs limites de rejet fixées pour les lixiviats traités du site de Hardivillers sont en fait plus contraignantes que les normes les plus sévères, fixées de plus pour des qualités d'eaux plus sensibles que des eaux usées traitées avant rejet au milieu naturel :

- Normes de qualité environnementale (NQE) applicables aux eaux naturelles (Arrêté Ministériel du 25/01/2010),
- Normes applicables aux eaux brutes destinées à la production d'eau potable (Arrêté Ministériel du 11/01/2007),
- Normes applicables à l'eau potable distribuée (Arrêté Ministériel du 11/01/2007).

GURDEBEKE S.A. – CSDU DE HARDIVILLERS (60)  
Demande de modification des seuils de rejet et de dossier de connaissance – A 74127/A

Paramètres	Unités	Valeur limite de rejet GURDEBEKE S.A (A.P du 16/07/2010)	Eau potable distribuée (A.M du 11/01/2007 - annexe 1)	Eau brute pour la production d'eau potable (A.M du 11/01/2007 - annexe 2)	Eau douces superficielles pour la production d'eau potable / valeurs limite impératives (A.M du 11/01/2007 - annexe 3)			Eaux douces de surface (A.M du 25/01/2010)	Rejets industriels (valeurs les plus sévères - A.M du 02/02/1998)	Observations
					A1 (eaux nécessitant un traitement physique simple + désinfection)	A2 (eaux nécessitant traitement physique normal + chimique + désinfection)	A3 (eaux nécessitant traitement physico-chimique poussé + affinage + désinfection)			
Température	°C	-								
pH	unités pH	-								
Conductivité	µS/cm	-								
MES	mg/l	5,000	2,000	10,000	25,000		5 à 7	35,000		
COT	mg/l	2,000						125,000		
DOC	mg/l	10,000						30,000		
DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,000						7,000		
NH <sub>4</sub>	mg/l	-	0,100	4,000	3,000	5,000	3 à 6	30,000		
NO <sub>3</sub>	mg/l	2,000	50-100		0,050	1,500	0,1 à 0,5	4,000		A.M 02/02/1998 : norme de rejet en zone sensible pour azote global (N-MGL)
NO <sub>2</sub>	mg/l	0,500			50,000	50,000	10 à 50	50,000		
Fluorures	mg/l	0,200	1,500		1,500	0,700	0,1 à 0,3	0,700		AP Gurdebecke ; autre valeur pour Fluor=0,5
P total	mg/l	0,500					0,05 à 0,2	1,000		A.M 02/02/1998 : norme de rejet en zone sensible
Indice Phénol	mg/l	0,050		0,100	0,001	0,005		0,100		
Hydrocarbures totaux	mg/l	0,100		1,000	0,050	0,200		1,000		
603	mg/l	0,050								
Cyanures (CN)	mg/l	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050		0,050		
Métaux totaux (Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al)	mg/l	0,050		0,050						L.Q.= Somme des L.Q par métaux
Ploomb (Pb)	mg/l	0,010	0,010	0,050	0,010	0,050		0,050		
Cuivre (Cu)	mg/l	-	2,000		0,050	0,050		1,000		
Chrome total (Cr)	mg/l	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050		0,500		
Nickel (Ni)	mg/l	-	0,020					0,500		
Zinc (Zn)	mg/l	-	5,000		3,000	5,000		2,000		
Manganèse (Mn)	mg/l	-	0,050		0,050	0,100		1,000		
Étain (Sn)	mg/l	-						2,000		
Cadmium (Cd)	mg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005		0,005		
Mercurure (Hg)	mg/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		0,200		
Fer (Fe)	mg/l	-	0,200		0,300	2,000		1,000		A.M 20/02/1998 : valeur limite de rejet pour Fe + Al
Aluminium (Al)	mg/l	-	0,200							
Arsenic (As)	mg/l	0,010	0,010	0,100	0,010	0,050		0,100		

Valeur limite de rejet inférieure à la norme la plus sévère existante

Valeur limite de rejet égale à la norme la plus sévère existante

Valeur limite de rejet inférieure à la norme la plus sévère de l'A.M du 02/02/1998

Normes inférieures ou égales à valeur limite de rejet GURDEBEKE S.A

Normes supérieures à valeur limite de rejet GURDEBEKE S.A

Tableau 3 : Comparaison des limites de rejet du site avec les normes « eaux potables » et « rejets industriels »

Pour 7 paramètres sur 19, les valeurs limites de rejet imposées au site sont inférieures à la norme existante la plus sévère, toutes eaux confondues :

- Matières en suspension : 5 mg/l (5 fois plus faible que la norme « eau douce superficielle pour la production d'eau potable / catégorie A1 » : 25 mg/l – A.M du 11/01/2007 / annexe 3) ;
- DCO : 10 mg/l (3 fois plus faible que la norme « eau douce superficielle pour la production d'eau potable / catégorie A3 » : 30 mg/l – A.M du 11/01/2007 / annexe 3) ;
- DBO<sub>5</sub> : 2 mg/l (1,5 fois plus faible que la norme pour l'eau potable distribuée : 3 mg/l – A.M du 11/01/2007 / annexe 1) ;
- Nitrates (NO<sub>3</sub>) : 2 mg/l (25 fois plus faible que la norme pour l'eau potable distribuée : 3 mg/l – A.M du 11/01/2007 / annexe 1) ;
- Fluorures (F) : 0,2 mg/l (3,5 fois plus faible que la norme « eau douce superficielle pour la production d'eau potable / catégories A2 et A3 » : 0,7 mg/l – A.M du 11/01/2007 / annexe 3) ;
- AOX : 0,05 mg/l (20 fois plus faible que la norme « rejets industriels » : 1 mg/l – A.M du 02/02/1998) ;
- Chrome total : 20 µg/l (2,5 fois plus faible que l'ensemble des normes « eau potable » : 50 µg/l – A.M du 11/01/2007).

Pour 6 paramètres sur 19, les valeurs limites de rejet imposées au site sont égales à la norme existante la plus sévère, toutes eaux confondues :

- COT : 2 mg/l (égale à la norme pour l'eau potable distribuée – A.M du 11/01/2007 / annexe 1) ;
- Cyanures : 50 µg/l (égale à l'ensemble des normes « eau potable » – A.M du 11/01/2007) ;
- Plomb : 10 µg/l (égale à la norme pour l'eau potable distribuée – A.M du 11/01/2007 / annexe 1) ;
- Cadmium : 5 µg/l (égale à l'ensemble des normes « eau potable » – A.M du 11/01/2007) ;
- Mercure : 1 µg/l (égale à l'ensemble des normes « eau potable » – A.M du 11/01/2007) ;
- Arsenic : 10 µg/l (égale à la norme pour l'eau potable distribuée – A.M du 11/01/2007 / annexe 1).

Pour 4 paramètres sur 19, les valeurs limites de rejet imposées au site ne sont pas alignées sur la norme existante la plus sévère, mais restent très inférieures aux normes de rejet des eaux usées industrielles (A.M du 02/02/1998) :

- Nitrites (NO<sub>2</sub>) : 0,5 mg/l (égale à la norme pour l'eau potable distribuée – A.M du 11/01/2007 / annexe 1) ;
- Phosphore total : 0,5 mg/l (2 fois plus faible que la norme « rejets industriels en zone sensible » : 1 mg/l – A.M du 02/02/1998) ;
- Indice Phénol : 50 µg/l (6 fois plus faible que la norme « rejets industriels » : 1 mg/l – A.M du 02/02/1998) ;

- Hydrocarbures totaux : 0,1 mg/l (100 fois plus faible que la norme « rejets industriels » : 10 mg/l – A.M du 02/02/1998).

Il n'existe pas de norme générale applicable aux rejets d'eaux traitées pour le paramètre global « somme des métaux (Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al) ». On remarque néanmoins sur ce paramètre que la valeur limite fixée par l'Arrêté Préfectoral d'autorisation (50 µg/l) est inférieure à la somme des limites de quantification généralement constatées pour les 11 composés constituant l'indice global, d'où une impossibilité à conclure lorsque tous les résultats d'analyse sont inférieurs à cette limite de quantification, à moins d'attribuer une valeur de 0 aux analyses inférieures au seuil de quantification.

Enfin, on remarque que l'Arrêté d'autorisation distingue 2 paramètres qui en réalité n'en constituent qu'un seul, et fixe en outre 2 valeurs limites différentes : fluorures (0,2 mg/l) et Fluor (F) (0,5 mg/l).

On peut également comparer les valeurs limites de rejet imposées aux lixiviats traités avec les valeurs limites de rejet des eaux pluviales fixées pour le site (Tableau 4 ci-dessous).

Paramètres	Unités	Valeur limite de rejet LIXIVIATS TRAITES (A.P du 16/07/2010 - § 4.4.9)	Valeur limite de rejet EAUX PLUVIALES (A.P du 16/07/2010 - § 4.4.8)	Ratio norme EP / norme lixiviat
MEST	mg/l	5,0	35,0	7,0
DCO	mg/l	10,0	125,0	12,5
DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,0	30,0	15,0
Hydrocarbures totaux	mg/l	0,1	10,0	100,0

Tableau 4 : Comparatif des valeurs limites de rejet applicables aux lixiviats traités et aux eaux pluviales (§ 4.4.8 et 4.4.9 de l'A.P. d'autorisation du 16/07/2010)

Ce comparatif met en évidence des valeurs limites de rejet de 7 à 100 fois plus faibles pour les lixiviats traités que pour les eaux pluviales, pourtant rejetées dans le même milieu naturel.

### 3.2. Comparaison aux meilleures techniques disponibles (MTD)

Les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) sont définies et documentées au niveau européen par des documents de référence (BREF) déclinés par type d'activité industrielle. Le BREF de référence pour les industries du déchet (BREF WT) décline donc les meilleures techniques disponibles pour l'ensemble des activités liées aux déchets, y compris le traitement des effluents (§ 4.7 et 5.1 du BREF WT).

Le paragraphe relatif au traitement des eaux résiduaires décrit les techniques classiquement utilisées dans le secteur des déchets en distinguant les phases de traitement primaire, traitement secondaire, traitement tertiaire et traitement final.

Le traitement primaire couvre notamment le déshuilage et l'élimination par stripping des solvants halogénés.

Le traitement secondaire couvre les technologies physico-chimiques (coagulation / floculation après ajustement de pH) appliquées à l'insolubilisation des métaux.

Le traitement tertiaire couvre le traitement des pollutions biodégradables et les composés azotés, par traitement biologique.

Le traitement final porte sur les phases de polissage final des effluents, par des technologies de filtration, d'oxydation (UV, ozone), d'évaporation et évapo-concentration, d'adsorption, et de séparation membranaire (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, osmose inverse).

Sur le site de Hardivillers, les problématiques liées aux traitements primaires et secondaires ne sont pas présentes. Une certaine part de pollution biodégradable est attendue dans les effluents, mais celle-ci restera faible compte tenu de la nature entièrement minérale des déchets stockés. La faible part de cette pollution organique rendrait inopérante une installation de traitement biologique, ce qui explique qu'elle n'ait pas été prévue sur le site de Hardivillers.

L'essentiel du traitement mis en place vise donc à assurer le traitement final des effluents. La technologie retenue (osmose inverse double étage) correspond à la technologie la plus fine identifiée dans les MTD, elle permet donc d'attendre les meilleurs résultats possibles en termes de traitement.

La synthèse des MTD applicables à la gestion des eaux résiduaires dans le domaine du traitement des déchets conduit à une série de recommandations (n° 42 à 56 du § 5.1 du BREF WT). L'analyse de ces recommandations et leur application au site de Hardivillers est fournie dans le Tableau 5.

N°	Énoncé de la MTD	Application au site de Hardivillers
42	Réduire l'utilisation de l'eau et la contamination de l'eau : a. en mettant en œuvre des méthodes d'étanchéification du site et de rétention au niveau des stockages ; b. en effectuant régulièrement des contrôles des réservoirs et des fosses, en particulier, lorsqu'ils sont enterrés ; c. en drainant séparément l'eau en fonction de la charge de pollution (eaux de ruissellement des toits, eaux de ruissellement des routes, eaux des procédés) ; d. en disposant d'un bassin de collecte de sécurité ; e. en effectuant régulièrement des audits de l'eau, avec pour objectif la réduction de la consommation d'eau et la prévention de sa contamination ; f. en séparant l'eau du procédé des eaux de pluie (Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 46).	Fait
43	Disposer de procédures permettant de s'assurer que la spécification des effluents se prête à un traitement ou à un déversement sur site.	Fait – analyses régulières au rejet des lixiviats traités.
44	Éviter que les effluents ne court-circuitent les systèmes de traitement de l'installation.	Fait – les lixiviats ne peuvent pas être déversés sans traitement (réseaux séparatifs et bassin de stockage des lixiviats bruts)

N°	Énoncé de la MTD	Application au site de Hardivillers
45	Avoir à disposition et mettre en œuvre un système d'isolement grâce auquel l'eau de pluie tombant sur les zones de traitement est collectée en même temps que les eaux provenant du lavage des réservoirs, des écoulements accidentels occasionnels, du lavage des fûts, etc. puis retournée à l'installation de traitement ou recueillie dans un intercepteur combiné.	Fait – réseaux entièrement séparatifs
46	Séparer les systèmes de collecte des eaux potentiellement plus contaminées de ceux des eaux qui le sont moins.	Fait – réseaux séparés pour EP, EU, lixiviats
47	Disposer d'une dalle entièrement en béton couvrant la globalité de la zone de traitement, accusant une pente douce vers des systèmes internes de drainage du site qui s'écoulent vers des réservoirs de stockage ou des intercepteurs qui peuvent recueillir les eaux de pluie et tous les écoulements accidentels. Les intercepteurs avec un trop-plein s'écoulant vers les égouts nécessitent, en règle générale, la mise en place de systèmes automatiques de surveillance, tels que des contrôles du pH, qui sont en mesure d'interrompre l'écoulement du trop-plein (Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 63)	Fait
48	Recueillir les eaux de pluie dans un bassin spécial pour y effectuer des contrôles, un traitement en cas de contamination, en vue de son utilisation ultérieure.	Fait – bassins spécifiques eaux de pluie.
49	Maximaliser le réemploi des eaux résiduaires traitées et utiliser les eaux de pluie dans l'installation	Sans objet – pas d'utilisation d'eau dans les Process du site.
50	Effectuer quotidiennement des contrôles du système de gestion des effluents et tenir un journal de tous les contrôles effectués, en ayant un système permettant de contrôler la qualité des effluents et des boues rejetés	Fait
51	Identifier en premier lieu les eaux résiduaires susceptibles de contenir des composés dangereux (par ex. les halogènes adsorbables, liés organiquement (AOX) ; les cyanures ; les sulfures ; les composés aromatiques ; le benzène ou les hydrocarbures (dissous, en émulsion, ou non dissous) ; et les métaux, tels que le mercure, le cadmium, le plomb, le cuivre, le nickel, le chrome, l'arsenic et le zinc). En second lieu, séparer les flux d'eaux résiduaires initialement identifiés sur le site et troisièmement, traiter spécifiquement les eaux résiduaires sur site et hors site.	Sans objet – les lixiviats proviennent d'une source unique (alvéole de stockage de déchets)
52	En dernier lieu, après avoir appliqué la MTD numéro 42, choisir et mettre en œuvre la technique de traitement approprié pour chaque type d'eaux résiduaires	Fait – unité de traitement par osmose inverse
53	Mettre en œuvre des mesures pour accroître la fiabilité avec laquelle le contrôle requis et une technique performante de dépollution peuvent être menées à bien (par exemple, optimisation de la précipitation des métaux)	Fait
54	Identifier les principaux constituants chimiques de l'effluent traité (y compris la constitution de la DCO) et de mener en connaissance de cause une évaluation de la destination de ces produits chimiques dans l'environnement.	Fait – voir étude d'impact
55	Conserver les eaux résiduaires dans leur réservoir de stockage jusqu'à ce que toutes les mesures relatives au traitement ainsi que l'inspection finale y faisant suite, aient été réalisées	Fait – bassin de lixiviats traités



N°	Enoncé de la MTD	Application au site de Hardivillers
56	Atteindre les valeurs mentionnées dans le Tableau 6 avant déversement des eaux	Fait – les résultats d'analyse montrent des teneurs inférieures aux valeurs des MTD

Tableau 5 : Synthèse des recommandations liées aux MTD et application sur le site de Hardivillers

Paramètres	Valeurs d'émission associées à l'utilisation des MTD (mg/l)
DCO	20 – 120
DBO <sub>5</sub>	2 – 20
Métaux lourds (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn)	0,1 – 1
As	0,01 – 0,05
Hg	< 0,1
Cd	< 0,1 – 0,2
Cr VI	< 0,1 – 0,4

Tableau 6 : Valeurs d'émission associées à l'utilisation des MTD (MTD n° 56)

Sur les 11 composés pour lesquels des valeurs guide d'émission sont mentionnées dans les MTD, 5 composés font l'objet de limites de rejet imposées par l'Arrêté préfectoral inférieures aux valeurs d'émissions spécifiées par les MTD :

- DCO (10 mg/l pour 20 à 120 mg/l dans les MTD) ;
- Chrome (0,02 mg/l pour 0,1 à 1 mg/l dans les MTD) ;
- Plomb (0,01 mg/l pour 0,1 à 1 mg/l dans les MTD) ;
- Mercure (0,001 mg/l pour 0,1 mg/l dans les MTD) ;
- Cadmium (0,005 mg/l pour 0,1 à 0,2 mg/l dans les MTD).

Pour deux autres composés, les limites de rejet imposées par l'Arrêté préfectoral sont égales à la valeur d'émission la plus basse spécifiées par les MTD :

- DBO<sub>5</sub> (2 mg/l pour 2 à 20 mg/l dans les MTD) ;
- Arsenic (0,01 mg/l pour 0,01 à 0,05 mg/l dans les MTD).

## 4. Complément de traitement sur lits plantés de roseaux

Dans le cadre de l'amélioration de la qualité des rejets de lixiviats traités et de la qualité des concentrats d'osmose recyclés sur les massifs de déchets, il est préconisé de réaliser sur chacun de ces flux un traitement sur lits plantés de roseaux. Le descriptif et le pré-dimensionnement de ces filières est fourni ci-après au stade de l'avant-projet sommaire (APS).

### 4.1. Traitement des lixiviats traités

#### 4.1.1. Descriptif et principe de la filière

L'objectif des lagunes à macrophytes est d'assurer un traitement de finition et de lissage en sortie de traitement par osmose, avant rejet dans le milieu naturel. Les lits à macrophytes agiront principalement sur les paramètres suivants : DCO, DBO<sub>5</sub>, métaux (et plus particulièrement fer et manganèse).

#### 4.1.2. Données de base

##### 4.1.2.1. Hydraulique

Les données hydrauliques retenues pour le dimensionnement des lits plantés sur les lixiviats traités sont :

- Débit nominal :  $Q_N = 2,4 \text{ m}^3/\text{h}$
- Flux journalier :  $Q_j = 58 \text{ m}^3/\text{j}$

##### 4.1.2.2. Qualité des eaux à traiter

La qualité des eaux à traiter sur les lits plantés correspond à la qualité d'eau de rejet visée en sortie de traitement d'osmose. Les données de base retenues pour le dimensionnement des installations sont présentées dans le Tableau 7.

paramètres	unités	qualité des lixiviats traités (mg/l)
température	°C	< 30°C
pH	unité pH	6,5 - 8,5
MEST	mg/l	5,000
COT	mg/l	2,000
DCO	mg/l	10,000
DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,000
N-NH <sub>4</sub>	mg/l	
N-NO <sub>3</sub>	mg/l	2,000
N-NO <sub>2</sub>	mg/l	0,500
Fluorures	mg/l	0,2 / 0,5
P total	mg/l	0,500
Indice Phénol	mg/l	0,050
Hydrocarbures totaux	mg/l	0,100
AOX	mg/l	0,050
Cyanures (CN)	mg/l	0,050
Métaux totaux (Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al)	mg/l	0,050
Plomb (Pb)	mg/l	0,010
Chrome total (Cr)	mg/l	0,020
Cadmium (Cd)	mg/l	0,005
Mercure (Hg)	mg/l	0,001
Fer (Fe)	mg/l	0,150
Aluminium (Al)	mg/l	0,100
Arsenic (As)	mg/l	0,010

Tableau 7 : Caractéristiques de l'eau à traiter

### 4.1.3. Dimensionnement des ouvrages

#### 4.1.3.1. Critères de dimensionnement

Les critères de dimensionnement utilisés sont les paramètres hydrauliques suivants :

Charge hydraulique journalière	:	$Ch_j = 1,8 \text{ à } 3,5 \text{ m/j}$
Temps d'alimentation des filtres	:	$T_{\text{alim}} = 6 \text{ à } 12 \%$
Charge hydraulique par bâchée	:	$Ch_b = 0,1 \text{ à } 0,3 \text{ m}$
Charge hydraulique d'alimentation	:	$Ch_{\text{alim}} = 0,5 \text{ à } 0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$

#### 4.1.3.2. Justificatifs de dimensionnement

La surface des lits filtrants (S) est calculée sur la base du flux hydraulique journalier ( $Q_j = 58 \text{ m}^3/\text{j}$ ) et d'une charge hydraulique journalière admissible  $Ch_j = 2,0 \text{ m/j}$ , grâce à la formule suivante :

$$S = \frac{Q_j}{Ch_j}$$

Soit une surface de lits de  $30 \text{ m}^2$ .

On retiendra une alimentation sur 12 % du temps ( $T_{\text{alim}} = 12 \%$ ), soit 3h00 d'alimentation effective par jour, et un débit instantané d'alimentation  $Q_{\text{inst}} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ , et une charge hydraulique d'alimentation  $Ch_{\text{alim}} = 0,67 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ .

Les lits seront alimentés par bâchées de 7 à 8 min toutes les heures.

#### 4.1.4. Descriptif des ouvrages

Les ouvrages comprennent :

- Un réservoir de chasse d'eau traitée de  $3 \text{ m}^3$ , équipé d'un dispositif de chasse automatique,
- Un lit planté de surface utile  $32 \text{ m}^2$ , et de dimensions intérieures  $8 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ , constitué de :
  - 1 merlon périphérique de  $1,30 \text{ m}$  de hauteur,  $0,50 \text{ m}$  de largeur en tête et de pente de talus 1/1 ;
  - Un massif filtrant constitué de 3 couches successives de granulats réparties sur une hauteur de  $1 \text{ m}$  :
    - $50 \text{ cm}$  de matériaux filtrants 0-4 mm (sable lavé, roulé et silicaté).
    - $10$  à  $20 \text{ cm}$  de matériaux de transition de type gravier 3/20.
    - $10$  à  $30 \text{ cm}$  de matériaux drainants de type galets 20/60.
  - Un réseau de drains en partie basse du massif filtrant,
  - Un réseau de tuyaux de répartition de l'eau sur la surface du filtre,
- Un regard de prélèvement collectera les effluents traités.

Le filtre sera planté à raison de 4 plants de *Phragmites australis* par  $\text{m}^2$ .

## 4.2. Traitement des concentrats d'osmose

### 4.2.1. Descriptif et principe de la filière

L'objectif des lagunes à macrophytes est d'assurer un pré-traitement des concentrats, avant recyclage sur le massif de déchets. Les lits à macrophytes agiront principalement sur les paramètres suivants : DCO,  $\text{DBO}_5$ , métaux (et plus particulièrement fer et manganèse).

### 4.2.2. Données de base

#### 4.2.2.1. Hydraulique

Les données hydrauliques retenues pour le dimensionnement des lits plantés sur les lixiviats traités sont :

- Débit nominal :  $Q_N = 0,6 \text{ m}^3/\text{h}$
- Flux journalier :  $Q_j = 15 \text{ m}^3/\text{j}$

#### 4.2.2.2. Qualité des eaux à traiter

La qualité des eaux à traiter sur les lits plantés correspond à la qualité attendue des concentrats d'osmose issue du dossier constructeur. Les données de base retenues pour le dimensionnement des installations sont présentées dans le Tableau 8.

paramètres	unités	qualité des concentrats d'osmose (2e étage) (mg/l)
COT	mg/l	320,000
DCO	mg/l	3 200,000
DBO <sub>5</sub>	mg/l	2 000,000
N-NGL	mg/l	4 800,000
Fluorures	mg/l	60,000
P total	mg/l	80,000
Indice Phénol	mg/l	8,000
Hydrocarbures totaux	mg/l	40,000
AOX	mg/l	12,000
Cyanures (CN)	mg/l	6,000
Plomb (Pb)	mg/l	4,000
Cuivre (Cu)	mg/l	20,000
Chrome total (Cr)	mg/l	4,000
Nickel (Ni)	mg/l	4,000
Zinc (Zn)	mg/l	20,000
Manganese (Mn)	mg/l	20,000
Etain (Sn)	mg/l	20,000
Cadmium (Cd)	mg/l	0,400
Mercure (Hg)	mg/l	0,080
Fer (Fe)	mg/l	60,000
Arsenic (As)	mg/l	0,800

Tableau 8 : Caractéristiques des concentrats d'osmose

#### 4.2.3. Dimensionnement des ouvrages

##### 4.2.3.1. Critères de dimensionnement

Les critères de dimensionnement utilisés sont les paramètres hydrauliques suivants :

Charge hydraulique journalière	:	Ch <sub>j</sub> = 1,8 à 3,5 m/j
Temps d'alimentation des filtres	:	T <sub>alim</sub> = 6 à 12 %
Charge hydraulique par bâchée	:	Ch <sub>b</sub> = 0,1 à 0,3 m
Charge hydraulique d'alimentation	:	Ch <sub>alim</sub> = 0,5 à 0,8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h

##### 4.2.3.2. Justificatifs de dimensionnement

La **surface des lits filtrants (S)** est calculée sur la base du flux hydraulique journalier (Q<sub>j</sub> = 15 m<sup>3</sup>/j) et d'une charge hydraulique journalière admissible Ch<sub>j</sub> = 1,0 m/j, grâce à la formule suivante :

$$S = \frac{Q_j}{Ch_j}$$

Soit une surface de lits minimale de 15 m<sup>2</sup>.

On retiendra une alimentation sur 12 % du temps ( $T_{\text{alim}} = 12\%$ ), soit 3h00 d'alimentation effective par jour, et un débit instantané d'alimentation  $Q_{\text{inst}} = 2 \text{ m}^3/\text{h}$ , et une charge hydraulique d'alimentation  $Ch_{\text{alim}} = 0,1 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ .

Les lits seront alimentés par bâchées de 7 à 8 min toutes les heures.

#### 4.2.4. Descriptif des ouvrages

Les ouvrages comprennent :

- Un réservoir de chasse d'eau traitée de  $1 \text{ m}^3$ , équipé d'un dispositif de chasse automatique,
- Un lit planté de surface utile  $18 \text{ m}^2$ , et de dimensions intérieures  $6 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ , constitué de :
  - 1 merlon périphérique de  $1,30 \text{ m}$  de hauteur,  $0,50 \text{ m}$  de largeur en tête et de pente de talus  $1/1$  ;
  - Un massif filtrant constitué de 3 couches successives de granulats réparties sur une hauteur de  $1 \text{ m}$  :
    - $50 \text{ cm}$  de matériaux filtrants  $0-4 \text{ mm}$  (sable lavé, roulé et silicaté).
    - $10$  à  $20 \text{ cm}$  de matériaux de transition de type gravier  $3/20$ .
    - $10$  à  $30 \text{ cm}$  de matériaux drainants de type galets  $20/60$ .
  - Un réseau de drains en partie basse du massif filtrant,
  - Un réseau de tuyaux de répartition de l'eau sur la surface du filtre,
- Une étanchéité de fond par membrane PEHD soudée ;
- Un poste de reprise des concentrats filtrés équipé d'une pompe, qui renverra les concentrats vers le massif de déchets.

Le filtre sera planté à raison de 4 plants de *Phragmites australis* par  $\text{m}^2$ .

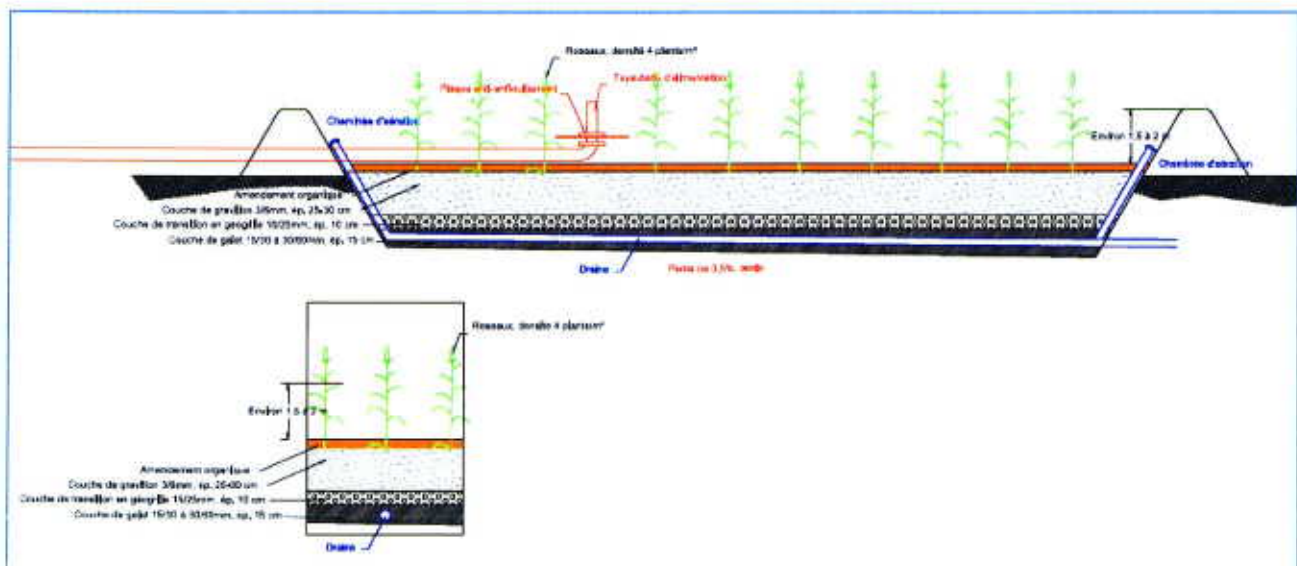


Figure 4 : Schéma de principe en coupe d'un lit planté de roseaux

## 5. Etude hydro-dispersive d'un rejet d'eau chronique par infiltration

Le présent chapitre comporte deux phases principales :

1. Le rappel du modèle hydrodynamique constitué lors de l'élaboration du DDAE et repris dans la présente étude ;
2. L'exploitation de ce modèle en mode hydrodispersif.

### 5.1. Modèle hydrodynamique utilisé

Le modèle hydrodynamique utilisé dans la présente étude a été élaboré par le Bureau d'Etudes SHYGMA lors de la constitution du DDAE du site. Les simulations de l'écoulement souterrain ont été alors réalisées avec le logiciel TALISMAN (rapport de « Modélisation hydrodynamique et hydrodispersive de l'impact du CSDU de Hardivillers sur la nappe de la craie », RP Mod05 version B, janvier-février 2009).

Dans le cadre de la présente étude, le modèle hydrodynamique a été reconstitué à l'aide du logiciel MARTHE élaboré par le BRGM, à partir :

- Des informations du rapport de modélisation RP Mod05 version B de janvier-février 2009 ;
- Des données de modélisation transmises par M. Bonnet Marc, gérant de la société SHYGMA :
  - Le champ des perméabilités horizontales affectées dans le modèle ;
  - Le champ des perméabilités verticales affectées dans le modèle ;
  - Les cotes du substratum affectées dans le modèle ;
  - Le champ des charges simulées par le modèle en régime d'hydraulique permanente.

Une modification a été apportée au modèle en 2013 : le maillage a été affiné afin de limiter la dispersion numérique dans les calculs de transport de masse (cf. paragraphe 5.1.1.4 - Le maillage retenu).

Les paragraphes suivants présentent donc le modèle conceptuel ainsi que le calage hydrodynamique utilisés en 2013 pour la présente étude.

#### 5.1.1. Géométrie du modèle

##### 5.1.1.1. Extension horizontale du modèle

Le site du CSDU d'Hardivillers se trouve en bordure d'une zone de plateau entaillé d'est en ouest par des vallées sèches qui descendent vers la vallée de la Noye à 14 km à l'est du site, vallée d'orientation nord-sud. La Noye est le seul cours d'eau pérenne en périphérie est du plateau.

L'étendue du domaine modélisé, présenté sur la Figure 5, est la suivante, en coordonnées Lambert II étendu :

Xmin : 589 273 m	Xmax : 598 471 m	Largeur : 9 km
Ymin : 2 506 375 m	Ymax : 2 516 778 m	Hauteur : 10,4 km

Ainsi, le domaine modélisé englobe largement le site du CSDU et est limité à l'est par la vallée de la Noye.

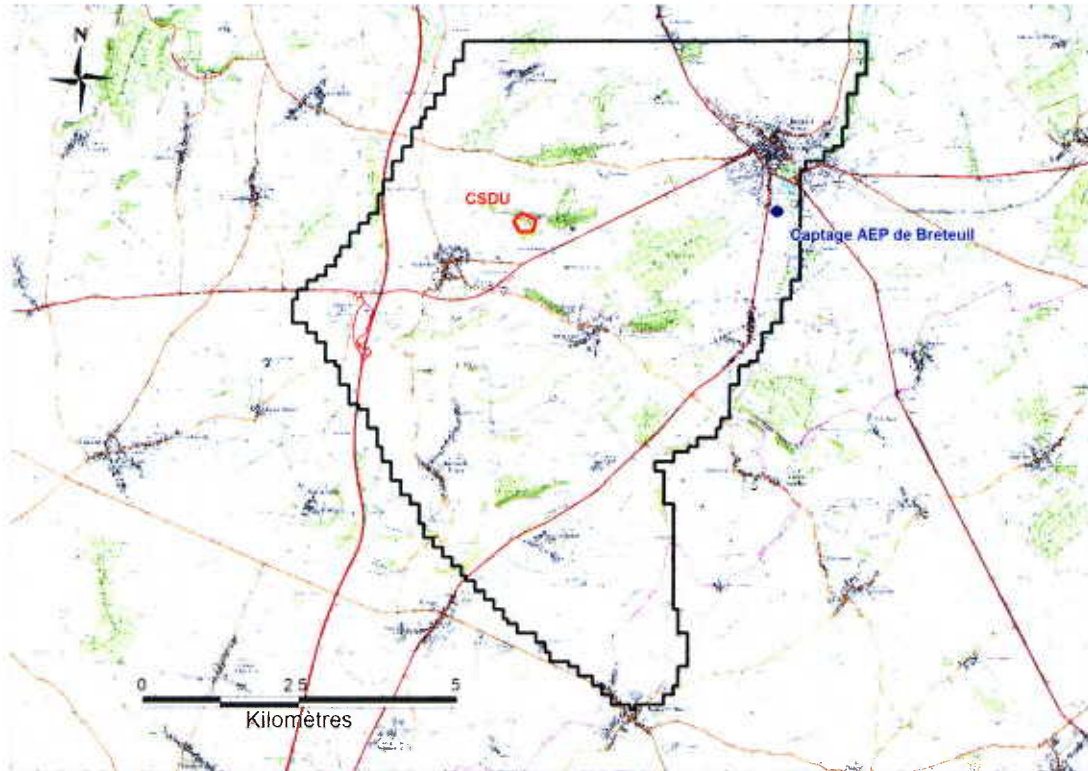


Figure 5 : Extension horizontale du domaine modélisé (sur fond de carte IGN à 1/25 000<sup>ème</sup>)

La Figure 6 présente le contexte géologique du domaine modélisé sur fond de cartes géologiques du BRGM au 1/50 000<sup>ème</sup> (feuilles de Crèvecœur-le-Grand et Saint-Just-en-Chaussée). Le site se trouve dans le domaine crayeux et repose sur une ancienne carrière de craie phosphatée implantée en tête d'une vallée sèche entaillant le plateau d'ouest en est.

La craie du Sénonien-Turonien affleure sur toute l'étendue du domaine au sud de Breteuil, sous recouvrement limoneux sous plateau et sous les alluvions de la Noye dans la vallée de cette dernière. Elle a un pendage général vers le sud-ouest.

Dans le secteur, la craie à une puissance de l'ordre de 100 m.

Le domaine pris en compte dans le modèle correspond au bassin versant hydrogéologique de rive gauche de la Noye.



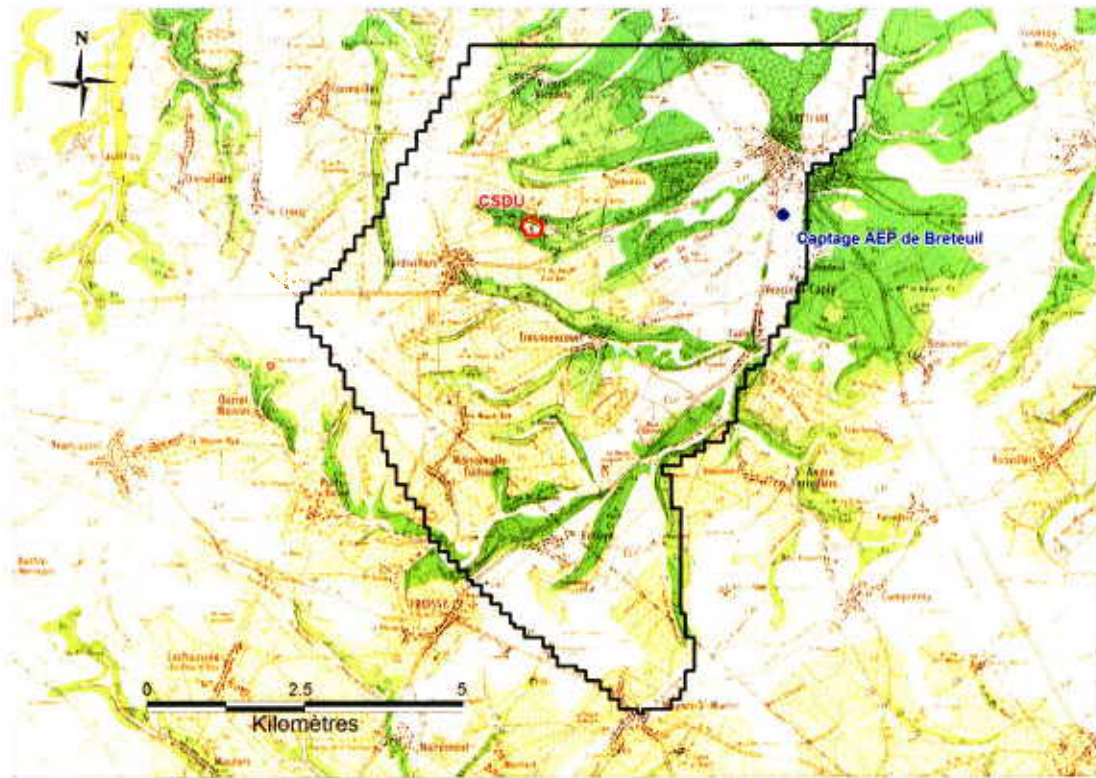


Figure 6 : Contexte géologique du domaine modélisé (cartes géologiques du BRGM au 1/50 000<sup>ème</sup>)

#### 5.1.1.2. Extension verticale

Le modèle considéré est un modèle monocouche constitué par l'aquifère crayeux. Les différentes interfaces à entrer dans le modèle sont :

- Le sol (la topographie) ;
- Le mur de la craie.

#### 5.1.1.3. La topographie

Les données de topographie utilisées dans la version 2013 du modèle sont issues de la BD ALTI de l'IGN au pas de 75 m, dont l'utilisation est gratuite (<http://professionnels.ign.fr/bdalti#tab-3>). La Figure 7 présente la topographie prise en compte dans la version 2013 du modèle utilisée pour la présente étude.

Concernant le mur de la craie, les données utilisées ont été transmises par le Bureau d'Etudes SHYGMA et proviennent du modèle hydrodynamique élaboré en 2009.

La Figure 8 présente une vue 3D du domaine modélisé, le code couleur correspondant à la topographie du modèle.

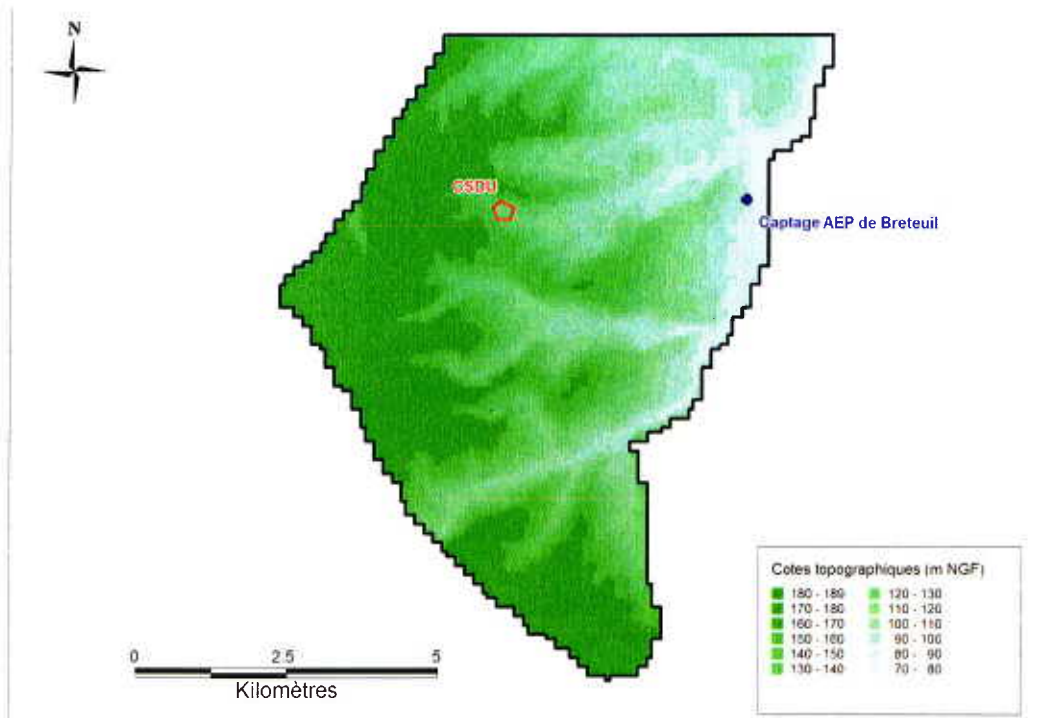


Figure 7 : Topographie du modèle

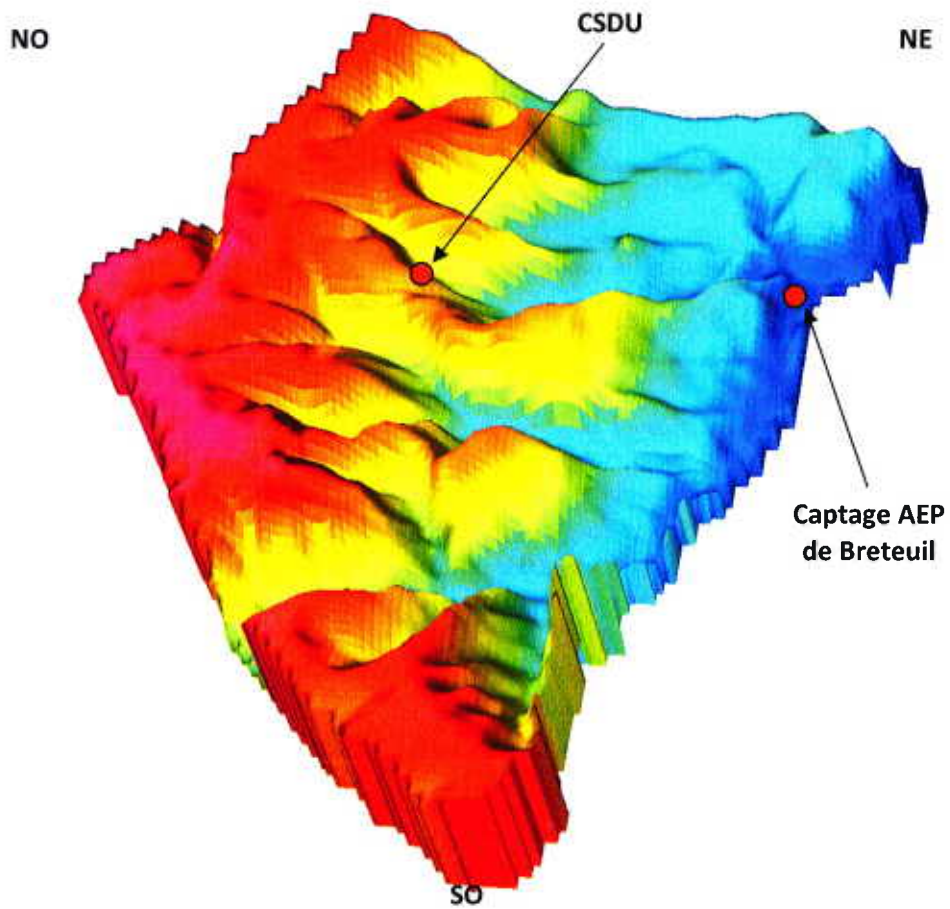


Figure 8 : Vue 3D du domaine modélisé

#### 5.1.1.4. Le maillage retenu

Les dimensions affectées aux mailles résultent d'un compromis entre la variabilité spatiale des données disponibles, la taille et la complexité géométrique/hydrogéologique des entités à modéliser, le nombre de mailles compatibles avec une durée de calcul « raisonnable » ainsi que le respect des critères numériques assurant la représentativité des calculs.

En effet, pour limiter les phénomènes inévitables de dispersion numérique dans les résultats obtenus, il y a lieu de choisir une taille de maille adaptée au problème. Les résultats obtenus sont d'autant plus précis que la discrétisation de l'espace est fine. C'est-à-dire que les résultats seront d'autant meilleurs que le nombre de Péclet sera petit.

Pour une maille de longueur élémentaire  $dx$  :

*Nombre Péclet* :  $Pe = dx / \alpha_L$ , où  $\alpha_L$  est le coefficient de dispersivité longitudinale (dans le sens de l'écoulement) qui dépend de la distance caractéristique séparant la source de pollution étudiée (le CSDU) de la cible (le captage AEP de Breteuil).

Dans le cadre de l'élaboration du DDAE, un coefficient  $\alpha_L$  de 18 m a été utilisé pour les simulations hydrodispersives réalisées en 2009. Nous utilisons ce coefficient pour les calculs de transport réalisés en 2013. Ainsi, afin de respecter les conditions sur le nombre de Péclet, un maillage au pas de 15 m entre la source (CSDU) et la cible (le captage AEP) a été retenu.

**L'ensemble de la zone modélisée a donc été discrétisée avec des mailles carrées de 75 m de côté. Puis, afin de permettre une analyse suffisamment fine en hydraulique et en transport entre le CSDU et le captage AEP de Breteuil, le maillage a été affiné au pas de 15 m sur ce secteur (maillage gigogne). Ainsi, le maillage retenu est constitué de 133 323 mailles.**

La Figure 9 présente le maillage utilisé dans la version 2013 du modèle.

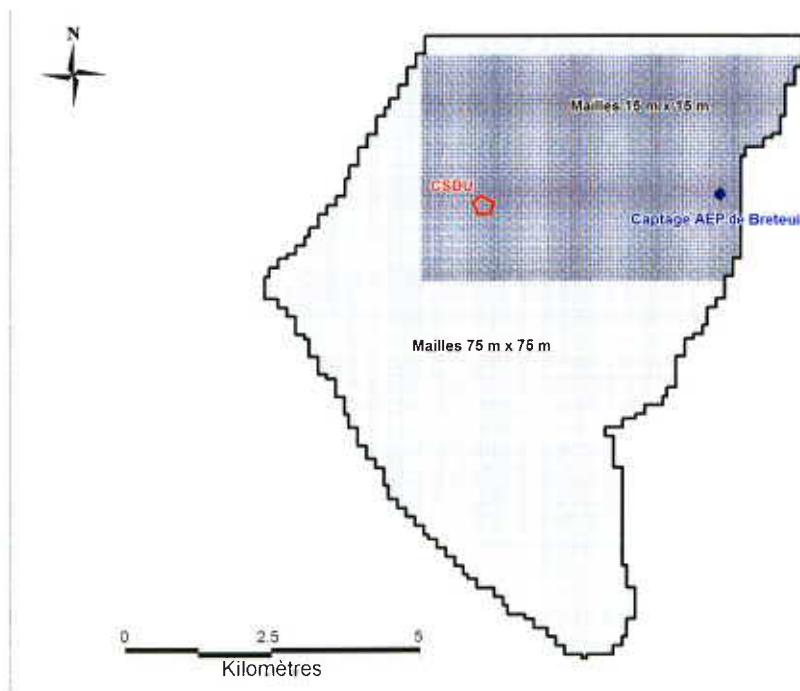


Figure 9 : Maillage utilisé

### 5.1.2. Entrées et sorties d'eau

De manière générale, les entrées et sorties d'eau possibles du réservoir crayeux modélisé sont les suivantes :

Entrées d'eau	Sorties d'eau
<ul style="list-style-type: none"> <li>- infiltration des précipitations sur toute la surface d'affleurement</li> <li>- entrées d'eau par les limites latérales le cas échéant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- débordement vers la Noye</li> <li>- prélèvements dans les captages</li> <li>- suintement sur les talus en limite d'affleurement le cas échéant</li> </ul>

L'écoulement étant considéré comme strictement bidimensionnel, le substratum est considéré comme imperméable. Il n'y a pas d'échange d'eau vertical dans le modèle.

#### 5.1.2.1. Infiltration

Sur la base du travail sur la recharge réalisée dans le cadre de l'élaboration du DDAE en 2009 (cf. rapport de modélisation RP Mod05 version B), les valeurs suivantes ont été utilisées :

- 100 mm / an pour obtenir la piézométrie simulée utilisée pour le calage en régime d'hydraulique permanente ;
- 150 mm / an pour les calculs de transport, correspondant à un état représentatif de moyennes eaux.

Une recharge uniforme est imposée sur toutes les mailles à la même valeur pour tout le domaine.

#### 5.1.2.2. Echanges d'eau avec la Noye

La Noye, qui borde le domaine modélisé à l'est, est en relation hydraulique avec le réservoir d'eau souterraine de la craie : le cours d'eau constitue en effet une limite de drainage de la nappe.

#### 5.1.2.3. Prélèvements d'eau par les ouvrages

Trois captages AEP à la craie sont présents dans la zone d'étude :

- Le captage AEP d'Hardivillers dont le débit nominal autorisé par arrêté préfectoral est de 8 m<sup>3</sup>/h ;
- Le captage AEP de Villers Vicomte dont le débit autorisé est de 4 m<sup>3</sup>/h ;
- Le captage AEP de Breteuil, cible de l'étude et situé dans le champ captant de Vendeuil-Caply, dont le débit autorisé est de 130 m<sup>3</sup>/h.

Ils sont considérés en fonctionnement pour les simulations d'évolution du panache de pollution généré par le CSDU.

La Figure 10 présente la localisation de ces 3 ouvrages ainsi que leur débit autorisé.

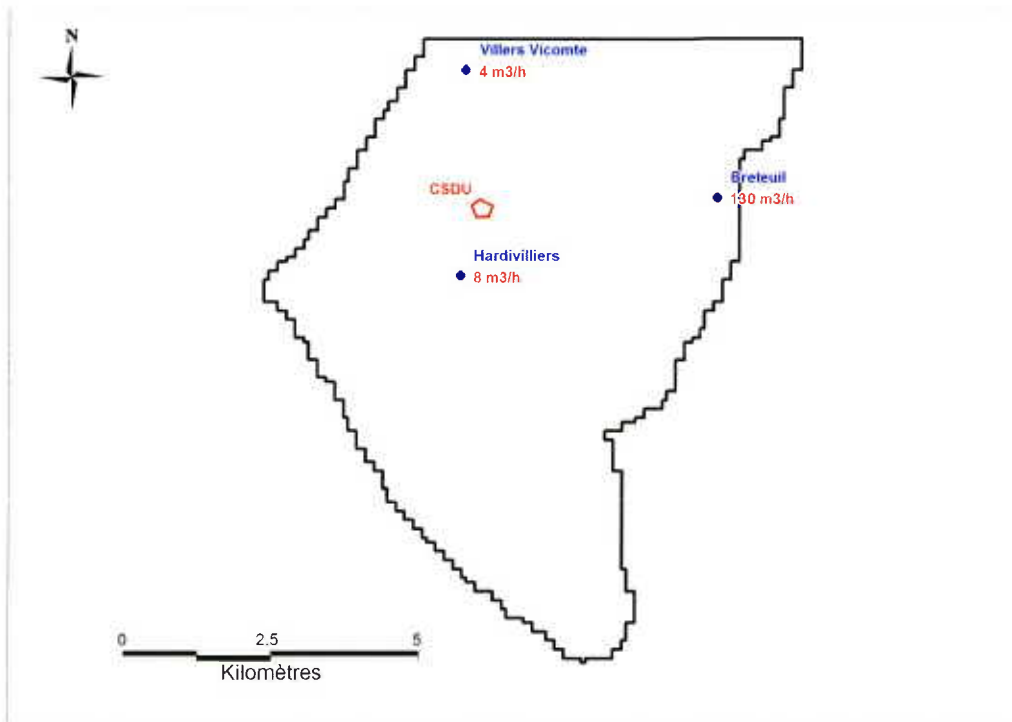


Figure 10 : Localisation des captages AEP de la zone d'étude et précision de leur débit nominal de prélèvement

### 5.1.3. Conditions aux limites

Les conditions aux limites adoptées sont présentées sur la Figure 11.

Les différentes limites sont :

- la Noye - aval : la partie aval du cours d'eau jusqu'à la section où apparaissent les premiers écoulements, même non pérennes, est considérée dans le modèle comme une limite de sortie d'eau par débordement : on impose la cote topographique comme cote de débordement de la nappe ;
- la Noye – amont : la partie amont du cours d'eau, toujours sec, est considérée comme une limite étanche. Il n'y a pas d'échange d'eau ;
- Les lignes de crêtes piézométriques qui séparent le bassin versant de la Noye de ses voisins à l'ouest et au sud : ces limites sont considérées dans le modèle comme des limites à flux nul (limites parallèles aux isopièzes). Il n'y a pas d'échange d'eau.

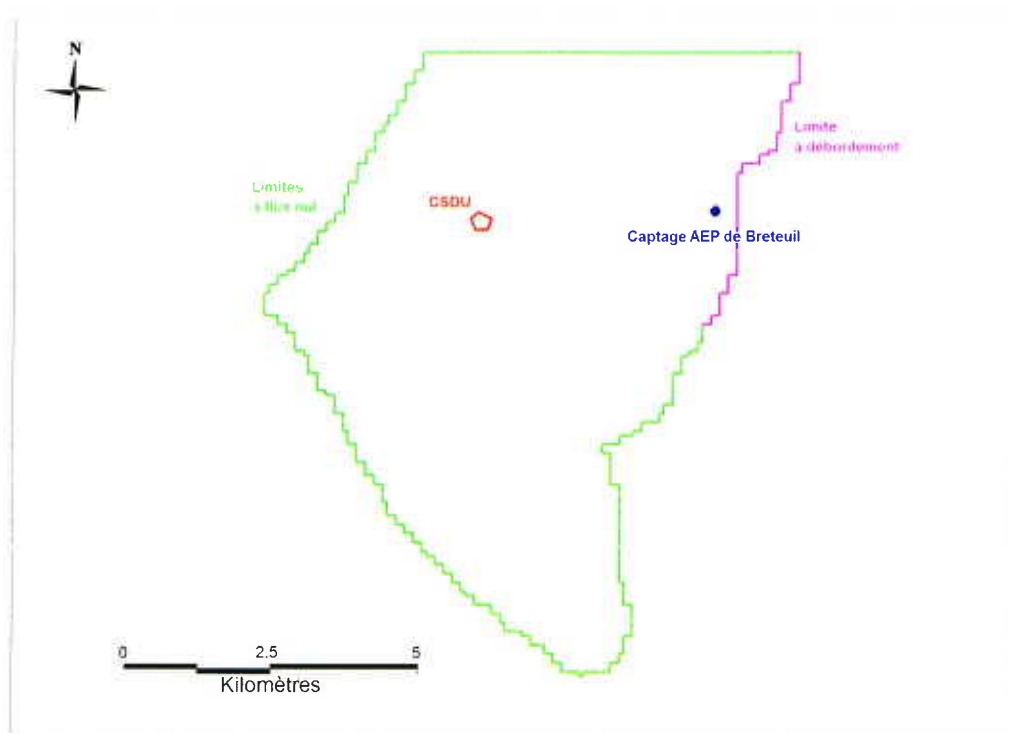


Figure 11 : Conditions aux limites imposées dans le modèle

#### 5.1.4. Calage hydrodynamique

La phase de calage hydraulique consiste en une estimation du jeu de paramètres hydrodynamiques (recharge, perméabilités, coefficients d'emmagasinement et charges imposées aux limites) permettant de restituer au mieux les grandes tendances des écoulements et la « réactivité » de la nappe, telles que l'on peut les appréhender au vu des données disponibles.

L'objectif principal du calage en régime d'hydraulique permanente réalisé en 2009 lors de l'élaboration du DDAE était double :

- reproduire la carte piézométrique donnée par l'atlas hydrogéologique de l'Oise, en particulier en s'efforçant de positionner au mieux les isopièzes 80 m NGF et 90 m NGF qui déterminent les lignes de courant et donc les vitesses d'écoulement entre le CSDU et l'amont immédiat du captage de Breteuil ;
- obtenir une gamme de variation des niveaux piézométriques de l'ordre de 10 m entre les années de recharges extrêmes, amplitude observée sur les chroniques des piézomètres de Crèvecœur-le-Grand et de Noiremont.

##### 5.1.4.1. Perméabilités affectées

La perméabilité d'une formation est son aptitude à se laisser traverser par l'eau sous l'effet d'un gradient de charge hydraulique. La craie est aquifère car elle est suffisamment perméable pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine.

La Figure 12 présente le champ des perméabilités horizontales affectées au modèle dans sa version 2013. Ces valeurs, transmises par le Bureau d'Etudes SHYGMA, ont été obtenues suite au calage réalisé en 2009 pour différents régimes d'hydraulique permanente et dont les objectifs ont été rappelés ci-avant.

Ce champ de perméabilités respecte les valeurs connues et la gamme des variations courantes de la craie entre plateaux et vallées drainantes.

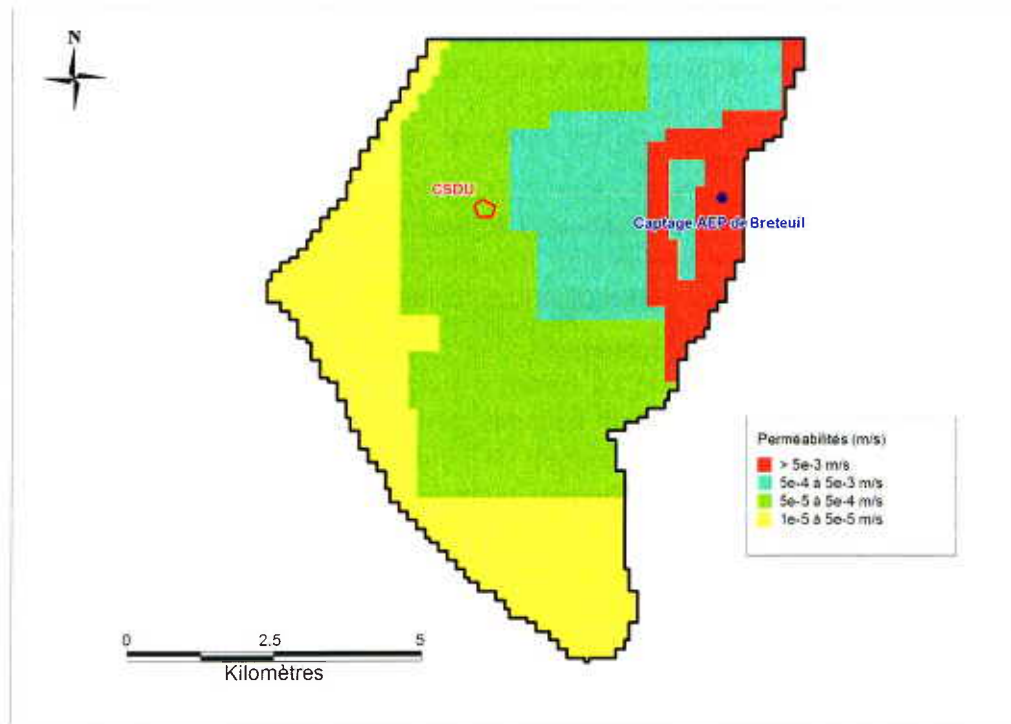


Figure 12 : Perméabilités affectées au modèle obtenues par calage en régime d'hydraulique permanente (2009)

Lors de la phase de calage réalisée en 2009, une anisotropie verticale de la perméabilité de la craie a été introduite. La perméabilité verticale  $K_v$  prise en compte est de  $1.10^{-6}$  m/s sur l'ensemble du domaine modélisé.

#### 5.1.4.2. Piézométrie simulée

La piézométrie simulée avec le modèle 2013 en régime d'hydraulique permanente est présentée en Figure 13.

Le gradient hydraulique entre le CSDU et le captage AEP de Breteuil est bien reproduit ainsi que le drainage de la nappe par la Noye qui peut s'observer par l'inclinaison caractéristique de l'isopièze 80 m NGF.

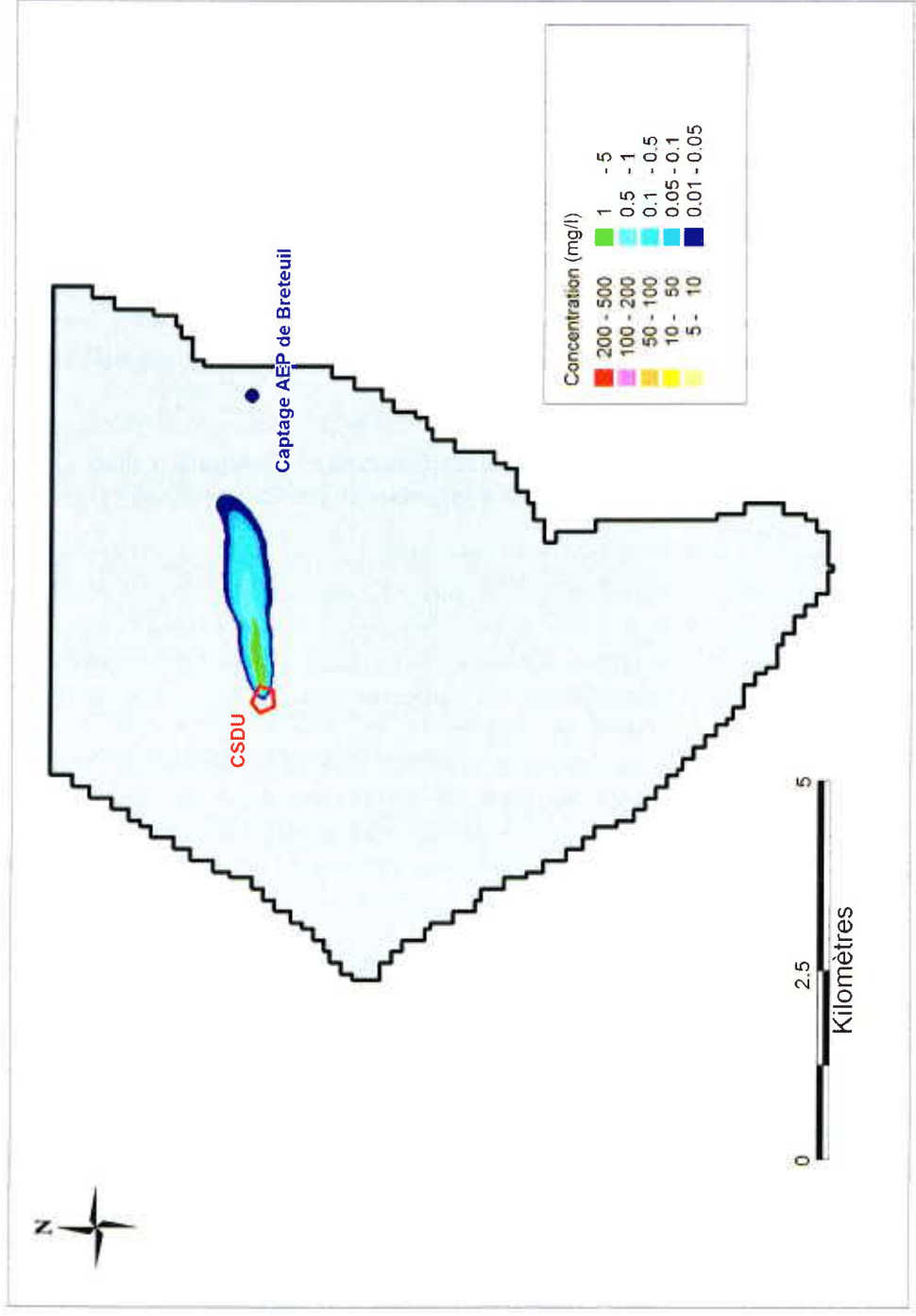


Figure 14 : Simulation n° 1 - Concentrations simulées en régime transitoire dans la craie à 80 ans



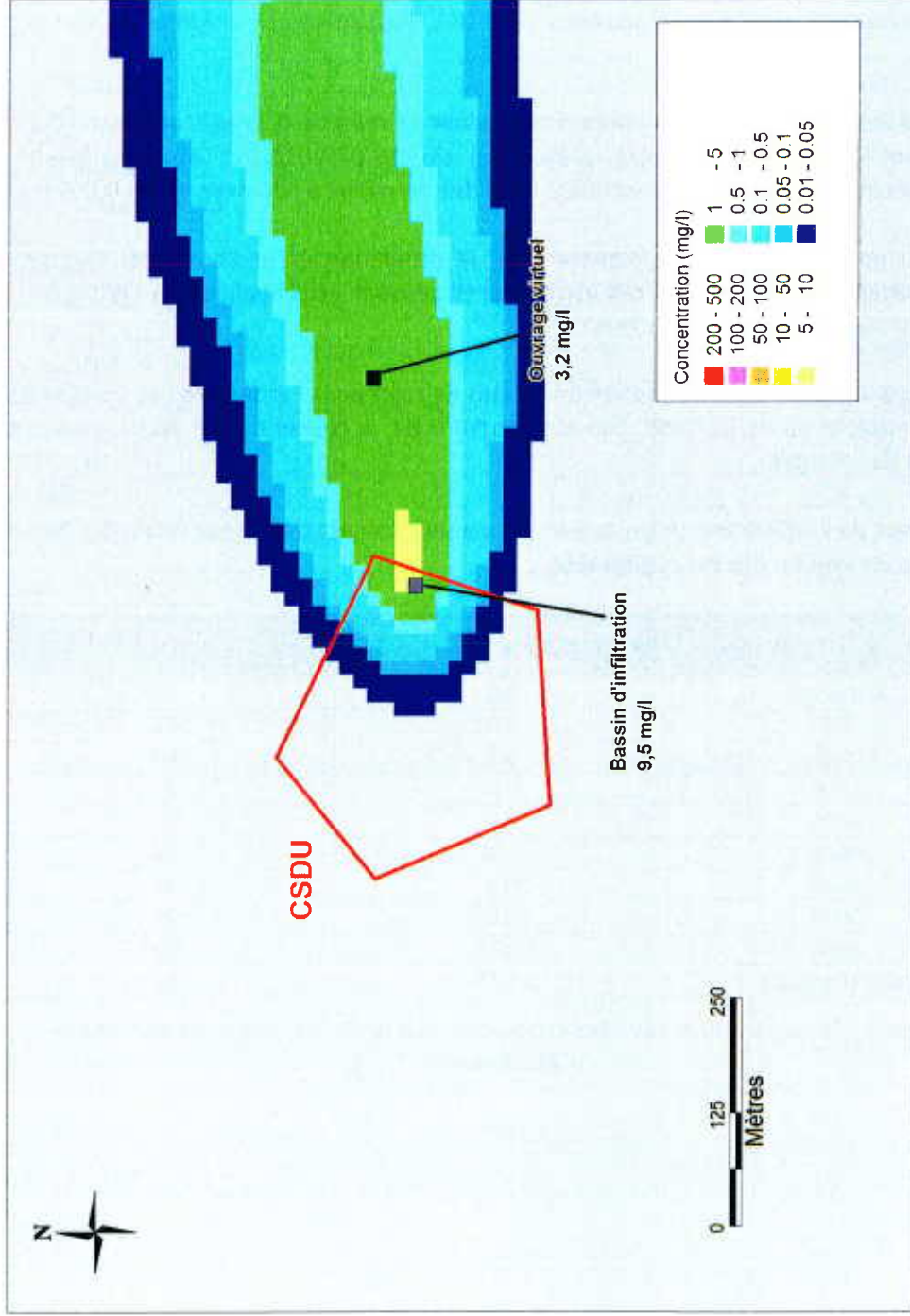


Figure 15 : Simulation n° 1 - Impact sur un forage fictif situé en sortie immédiate du CSDU (concentrations dans la craie à 80 ans)

## 6. Conclusions

La Société GURDEBEKE SA exploite un Centre de Stockage de Déchets Ultimes Minéraux à HARDIVILLERS (60) dans le cadre d'un arrêté préfectoral d'autorisation du 16 juillet 2010.

Le traitement des lixiviats est réalisé par une station d'osmose inverse installée par PALL France. Les rejets sont autorisés avec un exutoire de bassin d'infiltration (Article 4.4.5 de l'arrêté). La Société GURDEBEKE SA, après un an d'exploitation, observe que ces valeurs sont trop restrictives.

La plupart des valeurs limites de rejet fixées pour les lixiviats traités du site de Hardivillers sont, en fait, plus contraignantes que les normes les plus sévères, fixées pour des eaux naturelles soumises à des objectifs de qualité environnementale, voire des eaux de nappe, utilisées comme ressource en eau potable :

- Normes de qualité environnementale (NQE) applicables aux eaux naturelles (Arrêté Ministériel du 25/01/2010),
- Normes applicables aux eaux brutes destinées à la production d'eau potable (Arrêté Ministériel du 11/01/2007),
- Normes applicables à l'eau potable distribuée (Arrêté Ministériel du 11/01/2007).

Le traitement des lixiviats mis en place sur le site du *CSDU DE HARDIVILLERS* vise à assurer le traitement final des effluents. La technologie retenue (osmose inverse double étage) correspond à la technologie la plus fine identifiée dans les MTD, elle permet donc d'atteindre les meilleurs résultats possibles en termes de traitement.

Sur les 11 composés pour lesquels des valeurs guides d'émission sont mentionnées dans les MTD, 5 composés font l'objet de limites de rejet imposées par l'Arrêté préfectoral inférieures aux valeurs d'émissions spécifiées par les MTD :

- DCO (10 mg/l pour 20 à 120 mg/l dans les MTD) ;
- Chrome (0,02 mg/l pour 0,1 à 1 mg/l dans les MTD) ;
- Plomb (0,01 mg/l pour 0,1 à 1 mg/l dans les MTD) ;
- Mercure (0,001 mg/l pour 0,1 mg/l dans les MTD) ;
- Cadmium (0,005 mg/l pour 0,1 à 0,2 mg/l dans les MTD).

Pour deux autres composés, les limites de rejet imposée par l'Arrêté préfectoral sont égales à la valeur d'émission la plus basse spécifiées par les MTD :

- DBO<sub>5</sub> (2 mg/l pour 2 à 20 mg/l dans les MTD) ;
- Arsenic (0,01 mg/l pour 0,01 à 0,05 mg/l dans les MTD).

Néanmoins, dans le cadre de l'amélioration de la qualité des rejets de lixiviats traités et de la qualité des concentrats d'osmose recyclés sur les massifs de déchets, il est préconisé de réaliser sur chacun de ces flux un traitement sur lits plantés de roseaux.

Pour le traitement des lixiviats, il sera réalisé en sortie d'osmose inverse avant rejet dans le bassin d'infiltration.

La modélisation hydrodispersive menée dans le cadre de cette étude montre que, même en supposant que les concentrations des polluants dans les rejets des lixiviats traités en sortie d'osmose inverse du CSDU soient au niveau des valeurs maximales définies par l'arrêté ministériel du 2 février 1998, la concentration infiltrée en nappe sous le bassin à un débit de 2 m<sup>3</sup>/h, débit envisagé dans le schéma de principe du traitement des lixiviats, était abattue de 87 % dès 500 m en aval hydraulique du CSDU. Ainsi, l'infiltration de ces rejets en nappe n'aurait pas d'impact sur la qualité des eaux en aval du site et a fortiori sur les eaux captées pour l'alimentation en eau potable de la ville de Breteuil, dont le champ captant est situé à 3,8 km en aval du site dans le sens général d'écoulement de la nappe de la craie.

En conséquence, le Tableau 11 propose de nouvelles valeurs seuils, tout en restant inférieures aux valeurs limites les plus sévères de la norme de l'Arrêté Ministérielle des rejets industriels du 02-02-1998.

Paramètres	Unités	Nouveaux seuils demandés pour le rejet de lixiviats	Seuils de l'A.P du 16-07-2010	Valeur limite pour les rejets Industriels AM du 02/02/1998 (mg/l)
MEST	mg/l	15	5	
COT	mg/l	7	2	
DCO	mg/l	<u>10</u>	10	
DBO <sub>5</sub>	mg/l	5	2	
Nitrates (N-NO3)	mg/l	10	2	
Nitrites (N-NO2)	mg/l	<u>0,5</u>	0,5	
Fluorures	mg/l	0,5	0,2	15,0
P total	mg/l	<u>0,5</u>	0,5	1,
Indice Phénol	mg/l	0,1	0,05	0,3
Hydrocarbures Totaux	mg/l	0,2	0,1	10,0
AOX	mg/l	1	0,05	1
Cyanures (CN)	mg/l	0,1	0,05	0,1
Métaux totaux (Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al)	mg/l	-	0,05	-
Plomb (Pb)	mg/l	0,05	0,01	0,5
Chrome (Cr)	mg/l	0,05	0,02	0,5
Cadmium (Cd)	mg/l	0,01	0,005	0,5
Mercure (Hg)	mg/l	0,05	0,001	0,05
Arsenic (As)	mg/l	0,05	0,01	0,05

Tableau 11 : Proposition de nouvelles valeurs seuils

Les valeurs soulignées montrent les valeurs seuils qui ne varient pas entre la nouvelle demande et l'AP.

### **Observations sur l'utilisation du rapport**

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

### Rapport

---

Titre : CSDU de Hardivillers (60) - Demande de modification des seuils de rejet et dossier de porter à connaissance

Numéro et indice de version : A 74127/version A

Date d'envoi : Février 2014

Nombre de pages : 42

Diffusion (nombre et destinataires) :

2 ex. Client

Nombre d'annexes dans le texte : -

Nombre d'annexes en volume séparé : -

### Client

---

Coordonnées complètes : GURDEBEKE S.A  
65, Boulevard Carnot  
60400 MOYON

Téléphone : 03 44 93 25 28

E-mail : jacky@gurdebeke.com

Nom et fonction des interlocuteurs : Monsieur Jacky GURDEBEKE

### Antea Group

---

Unité réalisatrice : PCN

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

*Interlocuteur commercial : Jean-Frédéric OUVRY*

*Responsable de projet : Jean-Frédéric OUVRY*

*Auteurs : Dominique TAFANI et Bruno DE SEZE*

*Secrétariat : Sylvie DELAROQUE*

### Qualité

---

Contrôlé par : Jean-Frédéric OUVRY

Date : 10 février 2014 - Version A



N° du projet : PICP130165

Références et date de la commande : 6 septembre 2013

**Mots clés : Lixiviats, Traitement, Modélisation hydrodispersive**

