



A.M.D.E.

ATLANTIQUE MÉDITERRANÉE DÉPOLLUTION ENVIRONNEMENT

Allée de Bel Air - 15, avenue Pasteur

B.P. 30 - 33186 LE HAILLAN CEDEX

Tél. 05.56.28.62.08 - Fax 05.56.28.64.42

Internet : <http://www.a-m-d-e.com> - E Mail : amde@wanadoo.fr

S.A. au capital de 38 125 Euros - Siret 393 283 692 00027 - Code APE 900 C

Code TVA : FR 27 393 283 692

DECHARGE DE LANTON

33138 LANTON

ETUDE SIMPLIFIEE DES IMPACTS

(01.076.A.R.03.1)

Sous la conduite de la société

EREA

39, Rue Furtado

33800 BORDEAUX

Siège Social :

IMMEUBLE AXIOME - Avenue de Saint-Menet B.P. 39 - 13367 MARSEILLE CEDEX 11

Siret 393 283 692 00019 - Code APE 900 C

Tél. 04.91.43.01.49 - Fax 04.91.27.16.18

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
I - PROBLEMATIQUE	5
II - INVESTIGATIONS DE TERRAIN.....	7
II.1 - Moyens mis en œuvre	7
II.1.1 - Caractérisation de la source	7
II.1.2 - Caractérisation du transfert	11
II.2 - Résultats	16
II.2.1 - Caractérisation des déchets et du contexte géologique local	16
II.2.2 - Piézométrie et hydrogéologie du site	18
II.2.3 - Qualité chimique des gaz du sol.....	20
II.2.4 - Qualité chimique des lixiviats	22
II.2.5 - Qualité chimique des eaux souterraines.....	25
II.2.6 - Qualité chimique des eaux de surface	27
III.3 - Interprétations	29
CONCLUSION.....	30
ANNEXE I : RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES.....	31

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure n°1 : Principe de l'Evaluation Simplifiée des Risques	5
Figure n°2 : Implantation du piézomètre à l'aplomb de la décharge.....	7
Figure n°3 : Réalisation du piézomètre PZ2	8
Figure n°4 : Implantation des piézomètres à proximité de la décharge	11
Figure n°5 : Implantation du repère pour les eaux de surface	14
Figure n°6 : Profils lithologiques des piézomètres.....	16
Figure n°7 : Implantation de la coupe géologique.....	17
Figure n°8 : Coupe géologique de synthèse.....	17
Figure n°9 : Nivellement et piézométrie.....	18
Figure n°10 : Carte piézométrique synthétique.....	18
Figure n°11 : Mesures gazeuses.....	20
Figure n°12 : Evolution de la production du gaz de décharge	20
Figure n°13 : Analyses sur le lixiviat de décharge.....	22
Figure n°14 : Composition des lixiviats en fonction de leur âge.....	23
Figure n°15 : Calcul de la classe du lixiviat.....	24
Figure n°16 : Extrait des valeurs guides en matière de pollution des eaux souterraines.....	25
Figure n°17 : Résultats des analyses sur les eaux souterraines.....	25
Figure n°18 : Equilibre ionique des eaux souterraines.....	26
Figure n°19 : Extrait des valeurs guides en matière de pollution des eaux de surface.....	27
Figure n°20 : Résultats des analyses sur les eaux de surface.....	27

INTRODUCTION

La décharge de Lanton, implantée au lieu-dit du « Bois de l'Eglise » et exploitée depuis la fin des années 1970, est actuellement dans une logique d'aménagement et de remise en état. En effet, la loi du 13 juillet 1992 impose la fin de la mise en décharge traditionnelle comme mode de gestion des déchets, et la remise en état des décharges brutes.

L'étude préalable au projet de réhabilitation et de réaménagement a été confiée à la société AMDE. Pour ce type d'étude, la démarche préconisée par l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) dans le « Guide méthodologique pour la remise en état de décharges d'ordures ménagères ou assimilées » comprend plusieurs étapes qui ont pour objectifs :

- l'évaluation des risques liés à la présence de la décharge ;
- l'étude des impacts ;
- la définition des objectifs de réhabilitation et des traitements envisageables.

L'évaluation des risques a été réalisée en août 2001, sous la conduite de la société EREA. Cette première étape (rapport n° 01.076.A.R.01.1) conclue à l'existence de risques forts de pollution des eaux souterraines et superficielles et de dégradations des milieux naturels. Un risque moyen de nuisances pour les riverains est également identifié.

La présente étude, correspondant à la seconde étape, vise à décrire les impacts actuels de la décharge.

Les investigations de terrain, réalisées pour atteindre cet objectif, font l'objet de ce rapport. Les moyens mise en œuvre pour la caractérisation de la source de pollution et du transfert de la contamination sont détaillés. Les résultats obtenus sont présentés puis interprétés. Une synthèse des impacts identifiés est proposée.

I - PROBLEMATIQUE

Une décharge est un système évolutif. La lente dégradation des déchets organiques et l'altération des remblais (métaux, béton...) sont à l'origine des dommages occasionnés par les décharges (impacts). L'intensité de ce phénomène est principalement déterminée par la présence d'air et d'humidité.

Les lixiviats et les biogaz sont les deux sous-produits de la dégradation des déchets. Leur composition et leur rythme de production dépendent des conditions spécifiques de chaque site.

Afin de connaître précisément les risques liés à la décharge de Lanton et de définir des scénarii de réhabilitation adaptés, il convient :

- de caractériser les déchets en place ;
- d'évaluer les risques liés au biogaz ;
- d'étudier les impacts sur les eaux de surface ;
- d'identifier les impacts sur les eaux souterraines.

Les investigations complémentaires, objets de cette étude, visent à acquérir les informations nécessaires à la caractérisation des risques générés par la décharge sur les eaux souterraines, les eaux de surface et l'air atmosphérique. Les résultats obtenus doivent, à terme, permettre de sélectionner des stratégies d'intervention visant à réduire ces risques.

Selon la méthode nationale d'évaluation des risques, l'existence d'un risque (R) implique la présence concomitante d'une source dangereuse (D), d'un mode de transfert vers et dans les milieux (T) et d'une cible (C, l'homme à ce stade de la démarche). Cette démarche, préconisée par le Ministère de l'Environnement, est décrite dans « le guide de gestion des sites potentiellement pollués ».

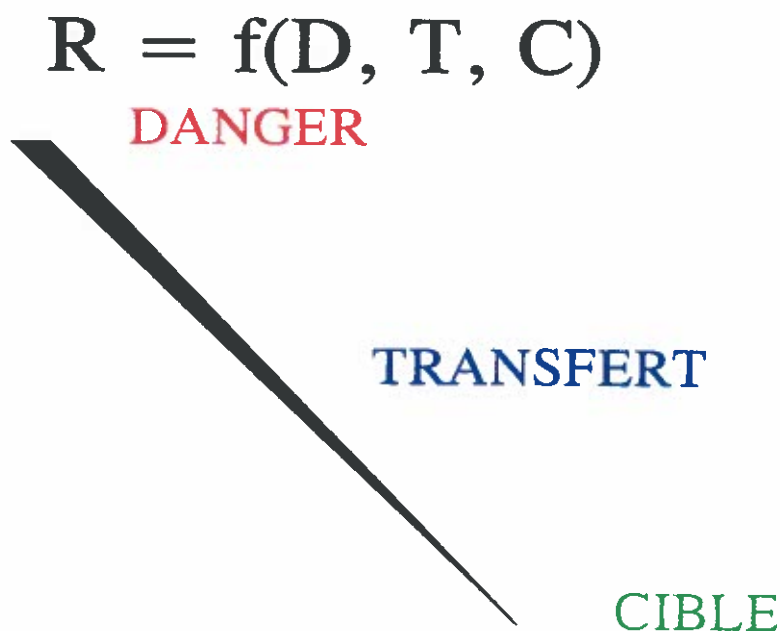


Figure n°1 : Principe de l'Evaluation Simplifiée des Risques
(01.076.A.AF(R.03.1).01.1)

Il convient donc dans un premier temps de caractériser la source de pollution, soit la décharge. La réalisation d'un sondage, de mesures, de prélèvements et d'analyses sur la décharge permettent d'obtenir des informations sur la nature des déchets, des lixiviats et des biogaz générés.

Le transfert de la pollution générée par la décharge est ensuite étudié à partir de données analytiques collectées à proximité du dépôt sur les eaux souterraines et superficielles.

La cible final du danger lié à la pollution des eaux est la population humaine. Cette population qui n'est à priori pas directement exposée (absence de captage d'eau à proximité de la décharge), pourrait le devenir par l'ingestion de poissons et de coquillages élevés à proximité (**bassin d'Arcachon**).

II - INVESTIGATIONS DE TERRAIN

II.1 - Moyens mis en œuvre

II.1.1 - Caractérisation de la source

II.1.1.1 - Réalisation du sondage et équipement en piézomètre

Un sondage a été réalisé à l'aplomb du dépôt, à l'aide d'une sondeuse légère. Ce sondage a été équipé en piézomètre (PZ2).

L'implantation du sondage a été dictée par les conditions d'accès sur la décharge. Sa localisation est fournie dans la figure suivante :

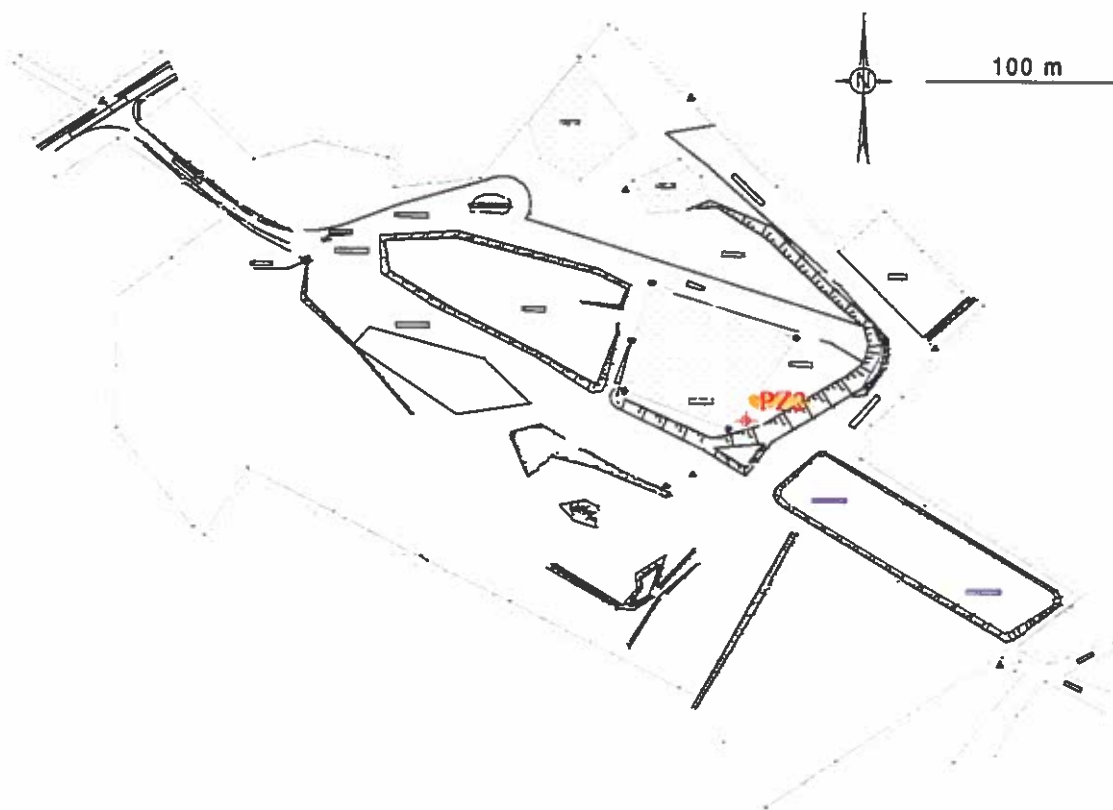


Figure n°2 : Implantation du piézomètre à l'aplomb de la décharge
(01.076.A.AF(R.03.1).02.1)

La bonne tenue mécanique des déchets et des sols encaissants a autorisé l'utilisation de tarières lors de la réalisation de l'ouvrage. Une profondeur de 10 mètres a été atteinte.

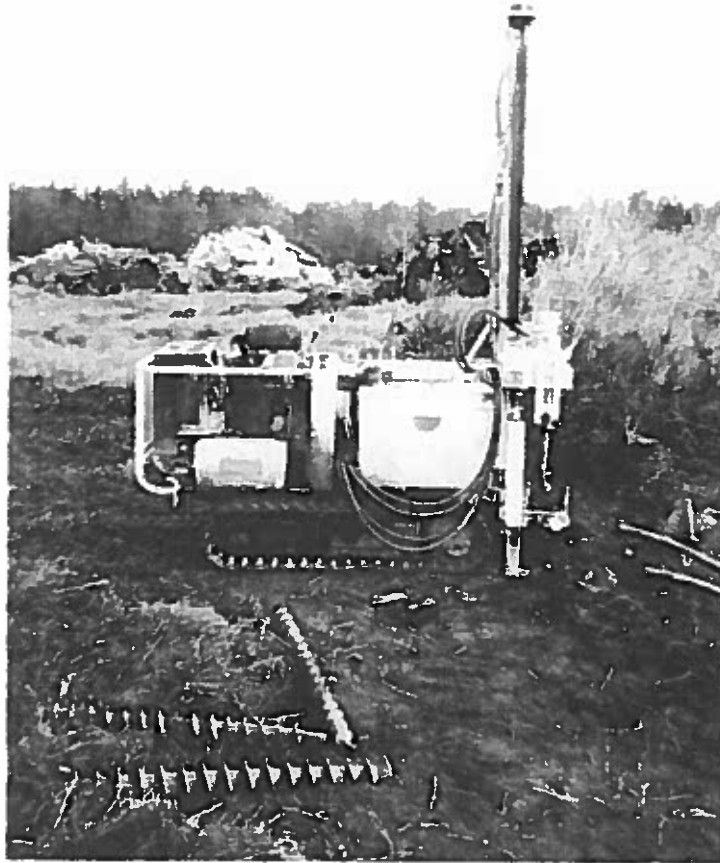


Figure n°3 : Réalisation du piézomètre PZ2

A la suite de la foration, un tube PVC crépiné a été mis en place dans l'ouvrage. L'espace annulaire entre le PVC crépiné et la paroi du forage a été comblé avec du sable siliceux. Le sable calibré constitue un massif filtrant augmentant la perméabilité au voisinage du forage et joue le rôle de filtre en retenant les éléments fins. Le piézomètre a été équipé d'une tête métallique.

Le relevé précis de la nature des déchets et des terrains sous-jacents a été effectué lors des opérations de sondage.

II.1.1.2 - Mesures gazeuses

Des mesures de la qualité des biogaz présents au sein de la décharge ont été réalisées au droit du piézomètre. Trois types de mesures gazeuses ont été effectués :

- La première série de mesures concerne le pourcentage de la limite inférieure d'explosivité (LIE). Cette mesure permet de connaître la quantité de gaz explosifs contenus dans la zone non saturée du sol. La chambre de mesure fonctionne sur le principe de l'oxydation catalytique. Le mélange gazeux pénètre par diffusion dans la chambre de mesure où il se produit une combustion sur un filament chauffé : le pellistor. Ce dernier fait partie du pont de Wheatstone. La chaleur engendrée par la combustion déséquilibre ce pont de mesure et donne un signal proportionnel à la concentration de gaz mesurée.
- La seconde série de mesures a été réalisée à l'aide d'un analyseur de gaz infrarouge. Cet analyseur fournit les teneurs en méthane, en dioxyde de carbone et en oxygène de l'échantillon gazeux prélevé. Cette mesure se fait par analyse en continu de l'air pompé. Un pompage d'au moins 40 secondes est nécessaire pour renouveler les gaz de la chambre de mesure.
- La dernière série de mesures a été effectuée à l'aide d'ampoules de type Dräger qui permettent de déterminer la concentration des gaz du sol en composés volatils. Les ampoules ont été choisies en fonction des composés à mesurer (H₂S). Les mesures Dräger se font à l'aide d'une pompe manuelle. Une ampoule colorimétrique est placée à l'extrémité de la pompe. A chaque coup de pompe, un volume constant de gaz, soit 100 ml, traverse l'ampoule et modifie la couleur selon la concentration en gaz.

II.1.1.3 - Mesure piézométrique et prélèvement de lixiviats

Une mesure du niveau d'eau a été réalisée à l'aide d'une sonde électrique. Cette mesure permet de connaître la profondeur de la nappe de lixiviats.

La mesure de l'altitude du sommet du piézomètre PZ2, par rapport aux différents points NGF identifiés sur un plan de géomètre, a permis de calculer le niveau piézométrique absolu de la nappe de lixiviats.

Ce piézomètre a fait l'objet d'une purge efficace, à l'aide d'une pompe de surface à clapet de type Waterra.

Un échantillon de lixiviats a été réalisé à l'aide de préleveurs manuels à usage unique et conditionné dans des flacons en verre. Trois bouteilles ont été nécessaires pour réaliser la totalité des analyses prévues. L'ensemble des prélèvements a été envoyé sous 24 heures au laboratoire d'analyse.

II.1.1.4 - Mesures et analyses de l'échantillon de lixiviats

Le prélèvement de l'échantillon de lixiviats a été accompagné par la mesure **sur site** des paramètres suivants :

- le **pH** (Méthode électrode de pH) ;
- le **potentiel d'oxydoréduction** (Méthode électrode Hydrogène) ;
- la **conductivité** (Méthode cellule de conductivité).

Une série d'analyses sur chaque échantillon a également été réalisée en laboratoire. Les divers paramètres ont été retenus sur la base des informations fournies par le « Guide méthodologique pour la remise en état des décharges d'ordures ménagères et assimilés » de l'ADEME.

Les eaux issues du piézomètre ont fait l'objet des analyses suivantes :

- l'Azote Total Kjeldahl (**NTK**), selon la méthode EN 25.663 ;
- les Nitrates (**NO₃⁻**), selon la méthode NF EN ISO 10304-1 ;
- les anions : Chlorures (**Cl⁻**) et Sulfates (**SO₄²⁻**), selon la norme ISO 103.04 ;
- les cations : Calcium (**Ca²⁺**), Sodium (**Na⁺**), Magnésium (**Mg²⁺**) et Potassium (**K⁺**), selon la norme ISO 11.885 ;
- le Titre Alcalimétrique Complet (**TAC**), selon la méthode NF EN 1484 ;
- le Carbone Organique Total (**COT**), selon la norme NF T 90.102 ;
- la Demande Chimique en Oxygène (**DCO**), selon la norme NF T 90.101 ;
- la Demande Biologique en Oxygène (**DBO₅**), selon la norme NF EN 1899.1 ;
- les Hydrocarbures Totaux (**HT**), selon la norme NFT 90.114 ;
- le Fer, le Manganèse et le Zinc, selon la méthode ISO DIS 11.885 ;
- Analyse Bactériologique complète type B3, selon les normes T 90.414, T 90.415, T 90.416 et NF EN ISO 6222.

+ NH₄⁺ ?
Cr⁶⁺ ?
Pb ?

Le laboratoire retenu pour la réalisation des analyses possède les agréments nécessaires du ministère de l'environnement. L'ensemble des résultats obtenus est fourni en annexe.

II.1.2 - Caractérisation du transfert

II.1.2.1 - Réalisation des sondages et équipement des piézomètres

Le programme d'investigation, suivi par la société AMDE, a nécessité la réalisation de 2 sondages supplémentaires équipés en piézomètres (PZ1 et PZ3).

La figure suivante récapitule l'implantation de l'ensemble des sondages.

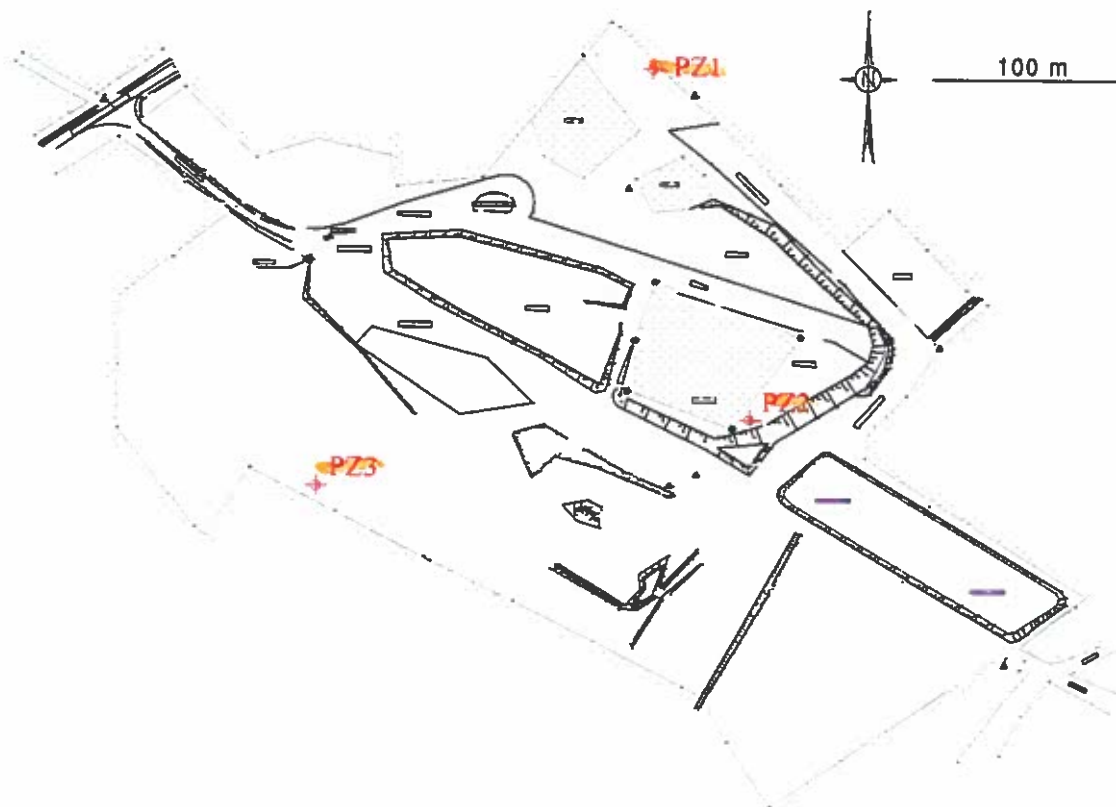


Figure n°4 : Implantation des piézomètres à proximité de la décharge
(01.076.A.AF(R.03.1).04.1)

La bonne tenue mécanique des déchets et des sols encaissants a autorisé l'utilisation de tarières lors de la réalisation des ouvrages. Une profondeur de 5 mètres a été atteinte.

A la suite de la foration, un tube PVC crépiné a été mis en place dans chaque ouvrage. L'espace annulaire entre le PVC crépiné et la paroi du forage a été comblé avec du sable siliceux. Le sable calibré constitue un massif filtrant augmentant la perméabilité au voisinage du forage et joue le rôle de filtre en retenant les éléments fins. Les piézomètres ont été équipés d'une tête métallique.

Le relevé précis de la nature des sols a été effectué lors des opérations de sondage.

II.1.2.2 - Mesures gazeuses

Des mesures de la qualité des gaz présents à proximité de la décharge ont été réalisées au droit des deux piézomètres périphériques. Trois types de mesures gazeuses ont été effectués :

- La première série de mesures concerne le pourcentage de la limite inférieure d'explosivité (LIE). Cette mesure permet de connaître la quantité de gaz explosifs contenus dans la zone non saturée du sol. La chambre de mesure fonctionne sur le principe de l'oxydation catalytique. Le mélange gazeux pénètre par diffusion dans la chambre de mesure où il se produit une combustion sur un filament chauffé : le pellistor. Ce dernier fait partie du pont de Wheatstone. La chaleur engendrée par la combustion déséquilibre ce pont de mesure et donne un signal proportionnel à la concentration de gaz mesurée.
- La seconde série de mesures a été réalisée à l'aide d'un analyseur de gaz infrarouge. Cet analyseur fournit les teneurs en méthane, en dioxyde de carbone et en oxygène de l'échantillon gazeux prélevé. Cette mesure se fait par analyse en continu de l'air pompé. Un pompage d'au moins 40 secondes est nécessaire pour renouveler les gaz de la chambre de mesure.
- La dernière série de mesures a été effectuée à l'aide d'ampoules de type Dräger qui permettent de déterminer la concentration des gaz du sol en composés volatils. Les ampoules ont été choisies en fonction des composés à mesurer (H₂S). Les mesures Dräger se font à l'aide d'une pompe manuelle. Une ampoule colorimétrique est placée à l'extrémité de la pompe. A chaque coup de pompe, un volume constant de gaz, soit 100 ml, traverse l'ampoule et modifie la couleur selon la concentration en gaz.

II.1.2.3 - Mesures piézométriques et prélèvements d'échantillons d'eau souterraine

Une campagne de mesures des niveaux d'eau a été réalisée à l'aide d'une sonde électrique. Ces mesures permettent de connaître, au droit de chaque piézomètre, la profondeur de la nappe phréatique.

Une campagne de nivellement a permis de calculer les niveaux piézométriques relatifs de la nappe phréatique et donc son sens d'écoulement le plus probable. Les altitudes piézométriques relevées sur la périphérie du dépôt ont été rattachées à la cote absolue, fixée au repère du piézomètre PZ2 de la décharge.

Chaque piézomètre a fait l'objet d'une purge efficace. Les piézomètres ont été vidangés à l'aide d'une pompe de surface à clapet de type Waterra.

Deux échantillons d'eau ont été réalisés à l'aide de préleveurs manuels à usage unique et conditionnés dans des flacons en verre. L'ensemble des prélèvements a été envoyé sous 24 heures au laboratoire d'analyse.

II.1.2.4 - Mesures et analyses des échantillons d'eau souterraine

Les prélèvements des échantillons d'eau souterraine ont été accompagnés par la mesure sur site des paramètres suivants :

- le pH (Méthode électrode de pH) ;
- le potentiel d'oxydoréduction (Méthode électrode Hydrogène) ;
- la conductivité (Méthode cellule de conductivité).

Les eaux issues des deux piézomètres périphériques ont fait l'objet des analyses suivantes :

- l'Azote Total Kjeldahl (NTK), selon la méthode EN 25.663 ;
- les Nitrates (NO_3^-), selon la méthode NF EN ISO 10304-1 ;
- les anions : Chlorures (Cl^-) et Sulfates (SO_4^{2-}), selon la norme ISO 103.04 ;
- les cations : Calcium (Ca^{2+}), Sodium (Na^{2+}), Magnésium (Mg^{2+}) et Potassium (K^+), selon la norme ISO 11.885 ;
- le Titre Alcalimétrique Complet (TAC), selon la méthode NF EN 1484 ;
- le Carbone Organique Total (COT), selon la norme NF T 90.102 ;
- les Hydrocarbures Totaux (HT), selon la norme NFT 90.114 ;
- le Fer, le Manganèse et le Zinc, selon la méthode ISO DIS 11.885.

Le laboratoire retenu pour la réalisation des analyses possède les agréments nécessaires du ministère de l'environnement. Les résultats obtenus sont fournis en annexe.

II.1.2.5 - Mesure piézométrique et prélèvement d'un échantillon d'eau de surface

Afin de compléter les connaissances disponibles sur la géométrie de la nappe phréatique, une mesure de niveau d'eau a été réalisée sur le plan d'eau contigu à la décharge (point PES). Le repère de la mesure a été nivelé à partir du point coté du piézomètre PZ2.

Un prélèvement d'eau de surface a été obtenu par écopage depuis les berges du plan d'eau.

Le conditionnement a été effectué dans des bouteilles en verre, afin de limiter les interactions entre l'échantillon prélevé et le contenant. L'échantillon d'eau a été expédié sous 24 heures dans un laboratoire d'analyses agréé.

La localisation du point de mesure et de prélèvement est fournie dans la figure suivante.

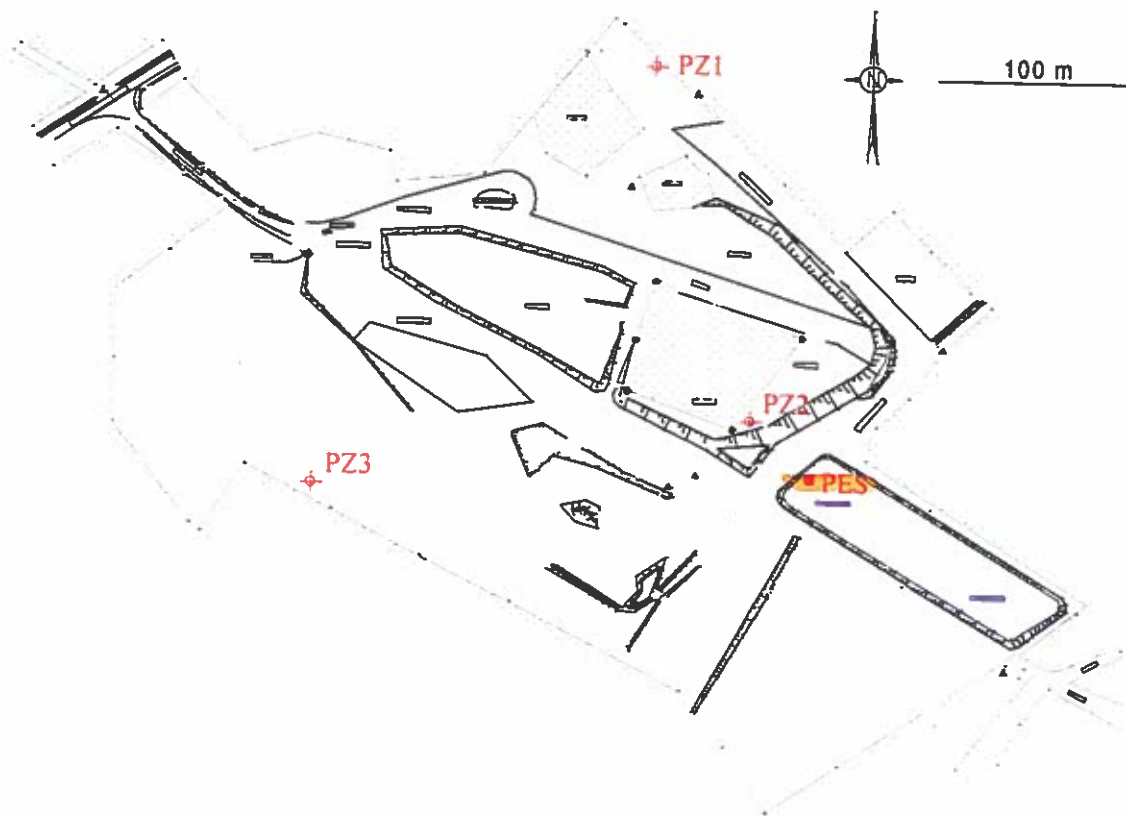


Figure n°5 : Implantation du repère pour les eaux de surface
(01.076.A.AF(R.03.1).05.1)

II.1.2.6 - Mesure et analyse de l'échantillon d'eau de surface

Le prélèvement de l'échantillon d'eau de surface a été accompagné par la mesure sur site des paramètres suivants :

- le pH (Méthode électrode de pH) ;
- le potentiel d'oxydoréduction (Méthode électrode Hydrogène) ;
- la conductivité (Méthode cellule de conductivité).

Les eaux collectées au niveau du plan d'eau ont fait l'objet des analyses suivantes :

- l'Azote Total Kjeldahl (NTK), selon la méthode EN 25.663 ;
- les Nitrates (NO_3^-), selon la méthode NF EN ISO 10304-1 ;
- les anions : Chlorures (Cl^-) et Sulfates (SO_4^{2-}), selon la norme ISO 103.04 ;
- les cations : Calcium (Ca^{2+}), Sodium (Na^+), Magnésium (Mg^{2+}) et Potassium (K^+), selon la norme ISO 11.885 ;
- le Titre Alcalimétrique Complet (TAC), selon la méthode NF EN 1484 ;
- le Carbone Organique Total (COT), selon la norme NF T 90.102 ;
- les Hydrocarbures Totaux (HT), selon la norme NFT 90.114 ;
- le Fer, le Manganèse et le Zinc, selon la méthode ISO DIS 11.885.

Le laboratoire retenu pour la réalisation des analyses possède les agréments nécessaires du ministère de l'environnement. Les résultats obtenus sont fournis en annexe.

II.2 - Résultats

II.2.1 - Caractérisation des déchets et du contexte géologique local

Les différents horizons rencontrés lors de la réalisation des piézomètres, sur et autour de la décharge, sont décrits dans la figure suivante. L'équipement des piézomètres est également fourni.

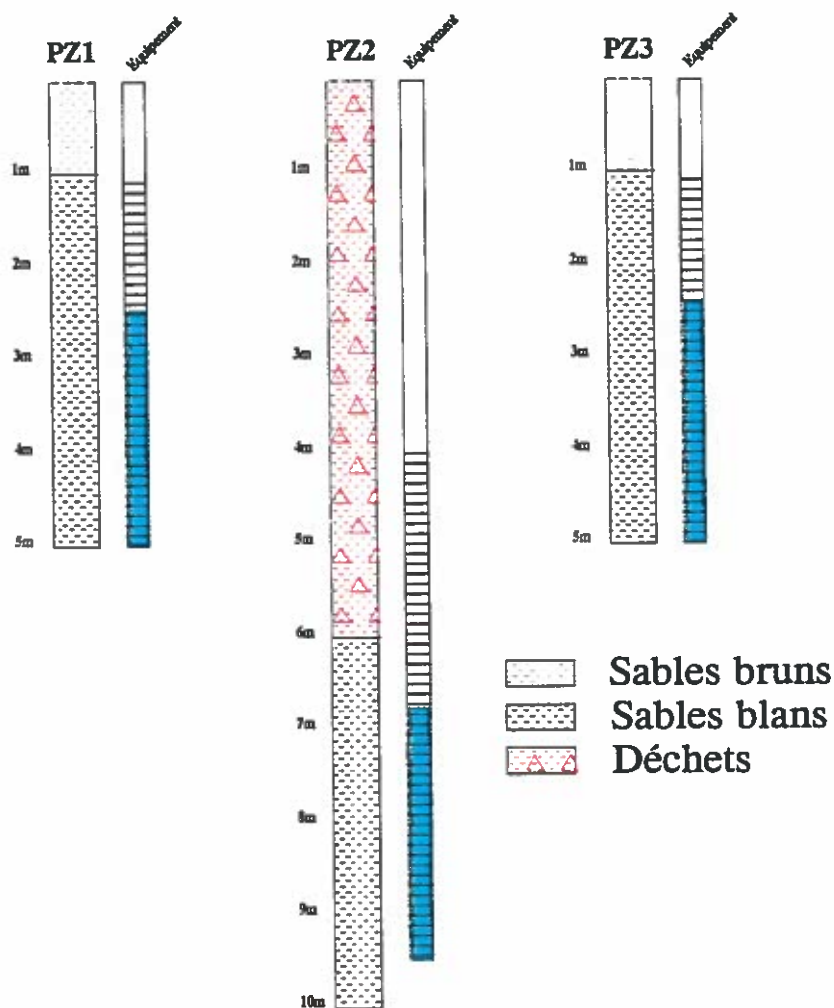


Figure n°6 : Profils lithologiques des piézomètres.

(01.076.A.AF(R0.03.1).06.1)

Une épaisseur de déchets d'au moins 6 mètres est notée au droit du piézomètre PZ2, situé au droit de la décharge. Ces déchets sont constitués d'un mélange de sables, de végétaux et de sacs plastics. Le dépôt d'ordures repose sur un horizon sableux.

Aucun déchet n'est identifié à l'aplomb des ouvrages PZ1 et PZ3. Ces piézomètres mettent en évidence 1 mètre de sable brun à jaune reposant sur du sable blanc.

Une nappe phréatique est recoupée entre 2 et 2,5 mètres de profondeur au droit des piézomètres PZ1 et PZ3.

Une coupe géologique de synthèse peut être proposée à partir des observations obtenues lors des sondages et du plan de géomètre levé sur le site en septembre 2001.

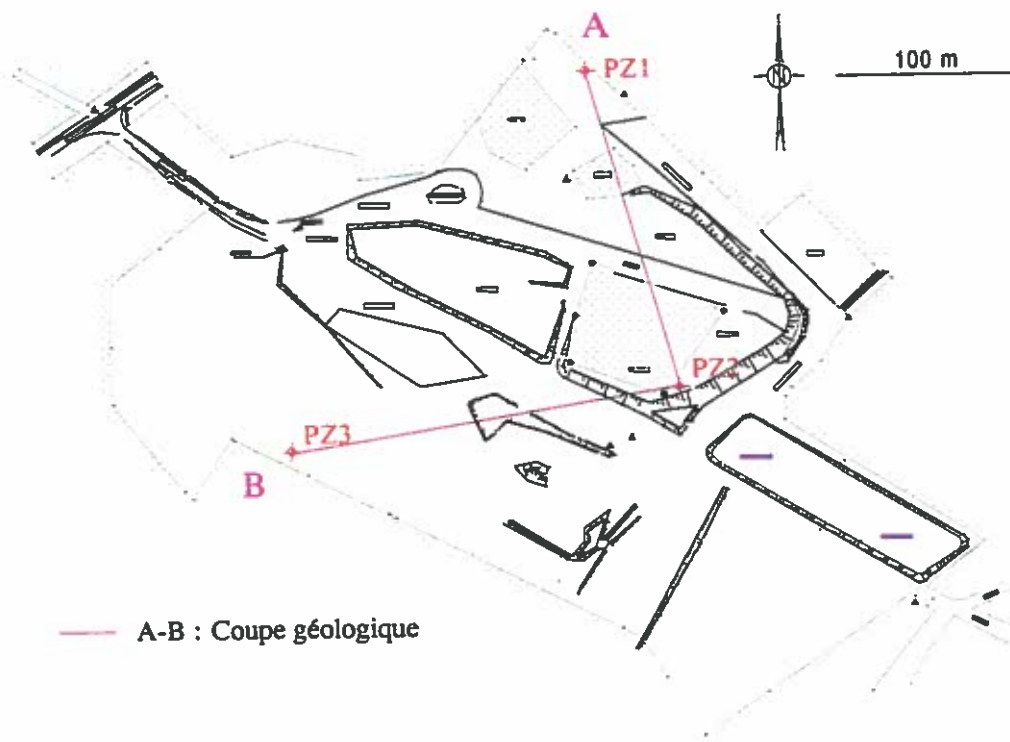


Figure n°7 : Implantation de la coupe géologique.
(01.076.A.AF(R.03.1).07.1)

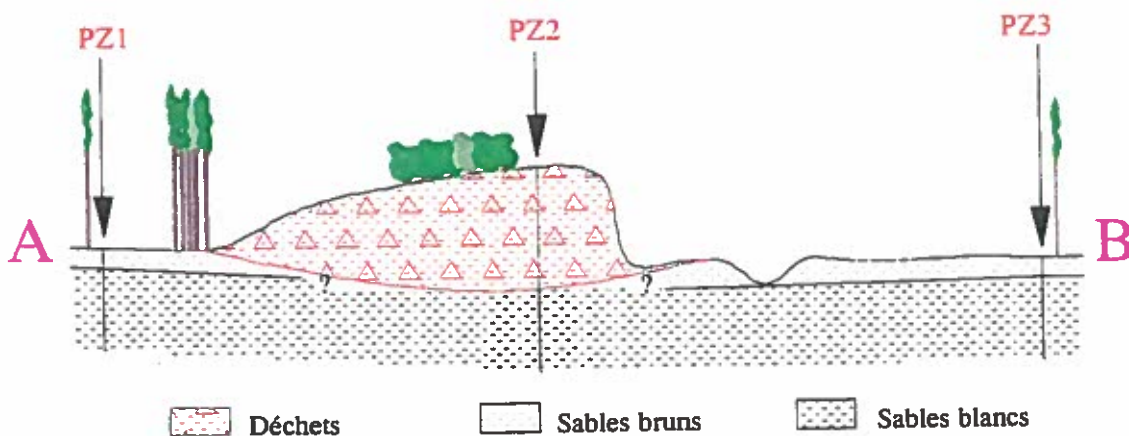


Figure n°8 : Coupe géologique de synthèse.
(01.076.A.AF(R.03.1).08.1)

La coupe géologique interprétative met en évidence un **sur-créusement** du terrain naturel de plus de 1 mètre sous la décharge.

Les terrains sableux étant généralement peu compressibles, cette géométrie du terrain naturel est probablement plus liée à l'existence d'une **ancienne dépression** qu'à un phénomène de tassement induit par le poids des déchets.

II.2.2 - Piézométrie et hydrogéologie du site

Les résultats du nivellement et des relevés piézométriques, effectués sur les eaux de surface et les piézomètres sont reportés dans la figure suivante.

N° du piézomètre	PZ1	PZ2	PZ3	Plan d'eau
Nivellement (m)	22,78	26,52	21,67	19,62
Niveau d'eau (m)	2,46	6,75	2,39	0,00
Piezométrie (m)	20,32	19,77	19,28	19,62

Figure n°9 : Nivellement et piézométrie.
(01.076.A.AF(R.03.1).09.1)

L'analyse des altitudes piézométriques, permet d'éditer le schéma de synthèse suivant.

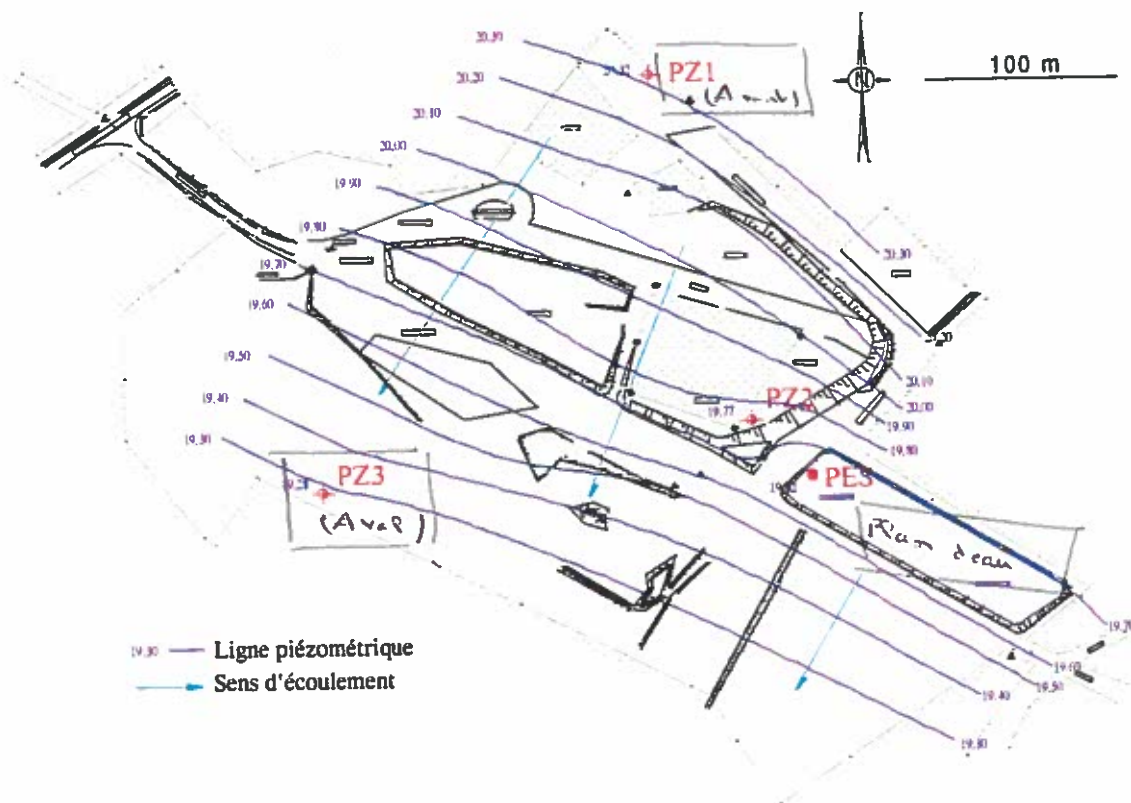


Figure n°10 : Carte piézométrique synthétique.
(01.076.A.AF(R.03.1).10.1)

La nappe d'eau souterraine sub-affleurante circulant dans les sables montre une **direction d'écoulement vers le bassin d'Arcachon** (Sud-Sud-Ouest) avec un gradient hydraulique moyen de 0,4 %.

L'écoulement de la nappe est faiblement perturbé par :

- le relief de la décharge, au sein de laquelle les isopièzes sont ponctuellement surélevées. Cette anomalie liée classiquement à des phénomènes de capillarité est probablement accentué par un faible apport en lixiviats ;
- Le **plan d'eau qui draine les eaux souterraines**. L'individualisation de ce point bas est la conséquence d'un déficit d'eau par évaporation (saison sèche) et probablement par vidange par trop plein au niveau du fossé (saison humide).

Une estimation de la vitesse de filtration de la nappe et de la vitesse effective d'une particule d'eau peut être donnée sur la base des résultats obtenus.

La formule suivante, dérivée de la loi de Darcy, permet de calculer la vitesse de filtration d'une nappe :

$$V_{(m/s)} = k_{(m/s)} \cdot i$$

Pour une perméabilité (k) de $5 \cdot 10^{-4}$ m/s pour les sables et un gradient hydraulique (i) de 0,4%, la vitesse de filtration (V) est de l'ordre de **60 m/an, soit plus d'un kilomètre sur la durée d'exploitation de la décharge (20 ans)**.

Cette vitesse, qui n'a pas de réalité physique, doit être corrigée de la porosité efficace du terrain naturel, selon la formule suivante :

$$V_{e(m/s)} = V_{(m/s)} / n_{e(\%)}$$

Pour une porosité efficace (ne) de 25%, la vitesse effective d'écoulement d'une particule d'eau est de l'ordre de **5 kilomètres en 20 ans**.

Il est important de retenir que cette estimation, qui est celle de la vitesse d'une particule d'eau, ne reflète en aucun cas le comportement d'un polluant soluble. La migration de ce dernier est en effet influencée par des phénomènes physico-chimique (dilution, adsorption, dégradation...) qui vont fortement limiter l'extension d'un éventuel panache de contamination.

II.2.3 - Qualité chimique des gaz du sol

Les résultats des mesures gazeuses effectuées au droit des piézomètres, à l'aide d'un analyseur de gaz infrarouge et d'ampoules colorimétriques sont fournis dans le tableau suivant.

		Unités	PZ1	PZ2	PZ3
Méthane (CH ₄)	Analyseur infra-rouge	%	0,10	9,80	0,10
Dioxyde de carbone (CO ₂)	Analyseur infra-rouge	%	0,70	23,00	0,60
Oxygène (O ₂)	Analyseur infra-rouge	%	18,60	0,20	18,20
Limite Inférieure d'Explosivité (LIE)	Explosimètre	%	0,00	20,00	0,00
Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	Colorimétrie	ppmv	0,00	1,00	0,00

Figure n°11 : Mesures gazeuses.
(01.076.A.AF(R.03.1).11.1)

Les mesures réalisées au droit des piézomètres implantés en périphérie de la décharge (PZ1 et PZ3), ne mettent pas en évidence la présence significative de biogaz. L'oxygène est mesuré à des concentrations proches de celle de l'air ambiant.

Le piézomètre PZ2, réalisé à dix mètres de profondeur à partir de la surface de la décharge, fournit des concentrations significatives en gaz. Une concentration en dioxyde de carbone de 18,6% est notée à l'aplomb de cet ouvrage. La teneur en méthane est proche de 10%. Cet ouvrage présente une teneur en gaz détonants supérieure à la limite inférieure d'explosivité. La teneur en oxygène est négligeable. L'hydrogène sulfuré est présent dans le mélange gazeux.

Les teneurs mesurées dans le piézomètre PZ2 peuvent être interprétées à l'aide de modèles de production des gaz dans une décharge, basés sur un découpage en phase. Le modèle de Farquhar G.J. et Rover F.A. (1973), qui fait désormais autorité, comprend quatre phases successives basées sur l'évolution de la nature et du volume des métabolites gazeux produits.

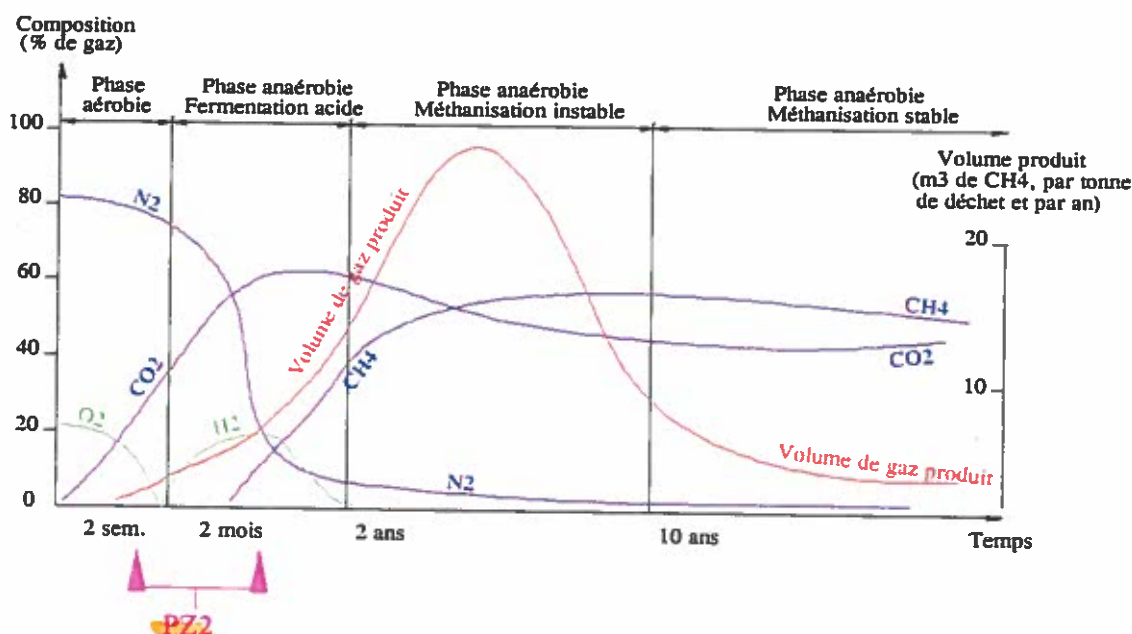


Figure n°12 : Evolution de la production du gaz de décharge
(01.076.A.AF(R.03.1).12.1)

Au niveau du piézomètre PZ2, la décharge correspondrait à un milieu en phase de biodégradation précoce (phase aérobie à phase anaérobie en fermentation acide). Cette constatation, apparemment incohérente avec les informations collectées lors de l'étude historique (dépôt de plus de 20 ans), peut s'expliquer par la faible teneur en matière biodégradable contenue dans les déchets (absence d'ordure ménagère, fraction en déchets verts réduite) et la bonne perméabilité aux gaz du matériau constitutif (sables de plage).

Il semblerait donc que la faible quantité de biogaz produite puisse être évacuée naturellement par le sommet de la décharge, maintenant le milieu dans une phase proche de l'aérobie.

II.2.4 - Qualité chimique des lixiviats

Les résultats obtenus après analyses du « jus de décharge », collecté au droit de la décharge, sont présentés dans la figure suivante.

	Méthode	Unités	PZ2
Mesures sur site			
Potentiel d'oxydoréduction	Sonde RedOx	mV	10,00
pH	pH-mètre		6,40
Conductivité à 20°C	Conductimètre	μS/cm	970,00
Analyses en laboratoire			
DCO	NFT 90-101	mg/l	145,00
DBO ₅	NF EN 1899-1	mg/l	5,00
COT	NF EN 1484	mg/l	29,50
TAC	NF EN ISO 9963-1	mg/l	561,20
Azote Kjeldahl	NF EN 25663	mg/l	9,30
Chlorure	NF EN ISO 10304-1	mg/l	71,00
Sulfate	NF EN ISO 10304-1	mg/l	2,81
Nitrates	NF EN ISO 10304-1	mg/l	< 1
Calcium	NF EN ISO 11885	mg/l	131,00
Magnésium	NF EN ISO 11885	mg/l	14,80
Potassium	NF EN ISO 11885	mg/l	23,50
Sodium	NF EN ISO 11885	mg/l	50,90
Fer	NF EN ISO 11885	mg/l	7,90
Manganèse	NF EN ISO 11885	mg/l	0,63
Zinc	NF EN ISO 11885	mg/l	0,62
Hydrocarbures totaux	NFT 90-114	mg/l	< 0,05
Micro-organismes revivifiables à 22°C	NF EN ISO 6222	par ml	210 000,00
Micro-organismes revivifiables à 37°C	NF EN ISO 6222	par ml	200 000,00
Coliformes totaux	XP T90-414	par 100 ml	> 1 et < 10
Coliformes thermotolérants	XP T90-414	par 100 ml	> 1 et < 10
Spores de germes anaérobies sulfito-réducteurs	XP T90-415	par 20 ml	Absence
Stréptocoques fécaux	NFT 90-416	par 100 ml	90,00

Figure n°13 : Analyses sur le lixiviat de décharge.
(01.076.A.AF(R.03.1).13.1)

Pb + Cr ?
⇒ bactérie
NH₄⁺

X
rat
22/12/01

D'une façon générale, la composition physico-chimique des lixiviats de décharge est très variée car elle dépend de la nature des déchets enfouis, du mode d'exploitation de la décharge, des conditions climatiques et de la particularité du site, mais elle évolue aussi dans le temps sur un même site.

Cependant, les lixiviats ont fait l'objet de nombreux travaux et leurs caractéristiques physico-chimiques sont maintenant connues.

Conséquence de leur genèse, les lixiviats se caractérisent par une fraction minérale et une fraction organique. Cette dernière est composée de :

- molécules de faible poids moléculaire (inférieur à 500) dont une partie est fortement biodégradable (les acides gras volatils notamment) et l'autre renferme un éventail très diversifié de substances plus ou moins biodégradables telles que les amines volatils, les alcools, de nombreux solvants (dichlorométhane, acétone, chlorobenzène), des composés aliphatiques (C13 à C30) et aromatiques (phénols, crésol, éthylphénol, toluène...).
- molécules présumées très peu biodégradables et de poids moléculaire élevé (500 à 10000 : acides fulviques) ou très élevé (supérieur à 10000 : acides et carbohydrates humiques).

La partie minérale des lixiviats est, quant à elle, composée essentiellement de :

- sels minéraux non métalliques (hydrogène-carbonates, chlorures, sulfates, nitrates, azote ammoniacal, sodium et potassium, calcium et magnésium, sulfures...).
- métaux lourds (notamment le fer) dont certains (fer, plomb, zinc) sont en partie complexés par des matières organiques de haut poids moléculaire.

Au cours du temps, et donc selon l'âge de la décharge, la composition physico-chimique des lixiviats va refléter l'évolution du contenu de la décharge et cela essentiellement du point de vue de la matière fermentescible, c'est à dire de la chimie organique.

Trois classes de lixiviats, selon le degré d'évolution de la décharge, ont été définies :

Type	Lixiviats jeunes	Lixiviats intermédiaires	Lixiviats stabilisés
Age de la décharge	Inférieur à 5 ans	de 5 à 10 ans	Supérieur à 10 ans
pH	de l'ordre de 6.5	voisin de 7	légèrement supérieur à 7.5
Charge organique	Élevée (DCO > 20 g/l)	Forte (DCO entre 3 et 15 g/l)	Faible (DCO < 2 g/l)
Biodégradabilité	Moyenne (DBO5/DCO > 0.3)	Assez faible (DBO5/DCO voisin de 0.2)	Très faible (DBO5/DCO < 0.1)
Oxydabilité	Très faible (COT/DCO voisin de 0.3)		Assez faible (COT/DCO de l'ordre de 0.4)
Composition de la charge organique	Part prépondérante des acides gras volatils et part faible des composés de hauts poids moléculaire	Equivalence de la composition de la charge organique entre les composés de poids moléculaires élevés, les acides carboxyliques et les composés de faible poids moléculaire.	Part prépondérante des composés de haut poids moléculaire
Concentration en acides carboxyliques	Concentration en acides carboxyliques importante (plus de 80% de la charge organique)	Concentration fortes en acides carboxyliques (20 à 30% de la charge organique)	Absence d'acides carboxyliques
Teneur en métaux	Élevée (jusqu'à 2 g/l)	Teneur en métaux en baisse	Faible (< 50 mg/l)

Figure n°14 : Composition des lixiviats en fonction de leur âge.
(01.076.A.AF(R.03.1).14.1)

Le tableau suivant récapitule les calculs effectués à partir des résultats d'analyses obtenus sur le lixiviat de la décharge de Lanton.

	Unité	PZ2
pH	s.u.	6.40
DCO	g/l	0.14
DBO5/DCO	s.u.	0.03
COT/DCO	s.u.	0.20
Somme des métaux	mg/l	9.15

s.u. : sans unité

Figure n°15 : Calcul de la classe du lixiviat.

(01.076.A.AF(R.03.1).15.1)

Par comparaison avec les valeurs caractéristiques des différents types de lixiviats en fonction de leur âge, les résultats obtenus par calcul peuvent être classés en deux groupes :

- les teneurs caractéristiques des lixiviats jeunes (résultats en rouge) ;
- les teneurs caractéristiques des lixiviats stabilisés (résultats en vert).

Les résultats des calculs sont apparemment incohérents car le « jus de décharge » présente à la fois les caractéristiques d'un lixiviat jeune et d'un lixiviat stabilisé.

Comme pour les biogaz, cette incohérence s'explique par les caractéristiques chimiques des déchets stockés sur le site. En effet les critères retenus s'appliquent plus à des décharges d'ordures ménagères riches en matières organiques qu'à des dépôts de matériaux inertes. Ainsi, dans le cas de la décharge de Lanton, la faible teneur en matière organique des déchets ne permet pas aux phénomènes de biodégradation de libérer des quantités importante de carbone organique (rapport COT/DCO) et d'induire une acidification sensible du milieu.

II.2.5 - Qualité chimique des eaux souterraines

La qualité chimique des eaux souterraines en périphérie de la décharge peut être comparée avec les standards de qualité retenus par le ministère de l'environnement. Les valeurs de constat d'impact pour les eaux souterraines, correspondant aux valeurs du décret du 3 janvier 1989, sont résumées ci-après.

Eléments	Usage sensible Concentrations (mg/l)	Usage non sensible Concentrations (mg/l)
Nitrate, NO ₃	50	100
Azote Kjeldahl	1	2
Sulfates, SO ₄	250	500
Chlorures, Cl	200	400
Sodium, Na	150	300
Manganèse	0,05	0,25
Zinc	5	10
Hydrocarbures totaux, HCT	0,01	0,05

Figure n°16 : Extrait des valeurs guides en matière de pollution des eaux souterraines.
(01.076.A.AF(R.03.1).16.1)

Les résultats obtenus lors de la campagne de prélèvement sont fournis dans la figure suivante.

	Méthode	Unités	PZ1	PZ3
Mesures sur site				
Potentiel d'oxydoréduction	Sonde RedOx	mV	119,00	155,00
pH	pH-mètre		7,40	6,00
Conductivité à 20°C	Conductimètre	µS/cm	430,00	200,00
Analyses en laboratoire				
COT	NF EN 1484	mg/l	18,60	12,60
TAC	NF EN ISO 9963-1	mg/l	140,78	41,35
Azote Kjeldahl	NF EN 25663	mg/l	< 1	< 1
Chlorure	NF EN ISO 10304-1	mg/l	44,70	16,20
Sulfate	NF EN ISO 10304-1	mg/l	17,50	37,40
Nitrates	NF EN ISO 10304-1	mg/l	< 1	< 1
Calcium	NF EN ISO 11885	mg/l	61,60	20,70
Magnésium	NF EN ISO 11885	mg/l	1,78	1,87
Potassium	NF EN ISO 11885	mg/l	0,89	4,12
Sodium	NF EN ISO 11885	mg/l	18,60	8,56
Fer	NF EN ISO 11885	mg/l	1,50	0,46
Manganèse	NF EN ISO 11885	mg/l	0,34	< 0,05
Zinc	NF EN ISO 11885	mg/l	< 0,05	< 0,05
Hydrocarbures totaux	NFT 90-114	mg/l	< 0,05	< 0,05

Figure n°17 : Résultats des analyses sur les eaux souterraines.
(01.076.A.AF(R.03.1).17.1)

bactério ?
Azote NH₄ :
Nécessaire ensuite
DCO - DMO₅

Le piézomètre PZ1 situé à l'amont hydraulique du site présente les concentrations les plus élevées pour l'ensemble des paramètres analysés, à l'exception des sulfates, du magnésium et du potassium. Ces résultats ont été confirmés par une seconde campagne de mesure de conductivité (09/11/2001).

Hormis la présence éventuelle d'une zone source de pollution à l'amont hydraulique du site, aucune hypothèse ne peut raisonnablement expliquer le fait que les eaux souterraines soient plus chargées à l'entrée (PZ1) qu'à la sortie du site (PZ3).

Le calcul de l'équilibre ionique des eaux, réalisé pour l'ensemble des points de prélèvement est synthétisé dans la figure suivante.

Anions	Etat d'oxydation	Masse atomique	PZ1 (meq)	PZ3 (meq)
Chlorure	-1	35.5	1.269	0.456
TAC	-2	100	2.815	0.827
Sulfate	-2	96	0.364	0.779
Total anions			4.438	2.062

Cations	Etat d'oxydation	Masse atomique	PZ1 (meq)	PZ3 (meq)
Calcium	2	40	3.080	1.035
Magnésium	2	24.3	0.146	0.154
Potassium	1	39	0.023	0.105
Sodium	1	23	0.808	0.372
Total cations			4.057	1.666

Balance ionique			0.381	0.396
------------------------	--	--	--------------	--------------

Figure n°18 : Equilibre ionique des eaux souterraines.
(01.076.A.AF(R.03.1).18.1)

Un déficit ionique entre 10 et 25% montre qu'un ou des éléments non analysés sont présents dans les eaux souterraines. L'éventuelle zone de pollution amont génère donc un panache de pollution dissoute présentant des caractéristiques différentes d'une décharge classique.

L'étude des risques réalisées en août 2001 a démontrée qu'aucun captage utilisé pour l'adduction d'eau potable n'est en service à moins de 500 mètres du site. Un usage non sensible des eaux souterraine est donc retenu. / *Douteux : banim?*

Par comparaison avec les valeurs de constat d'impact, les résultats obtenus après analyses peuvent être classés en trois groupes :

- les teneurs inférieures aux valeurs seuils pour l'eau souterraine à usage sensible (résultats en vert) ;
- les teneurs inférieures aux valeurs seuils pour l'eau souterraine à usage non sensible (résultats en bleu) ;
- les teneurs supérieures aux valeurs seuils pour l'eau souterraine à usage non sensible (résultats en rouge).

La qualité chimique des eaux souterraine reste donc très acceptable quelque soit la localisation des prélèvements (amont ou aval de la décharge). Cette remarque ne se confirme pas pour le Manganèse qui montre une concentration supérieure au seuils retenus, à l'aplomb du piézomètre PZ1. (*amont*)

II.2.6 - Qualité chimique des eaux de surface

La qualité chimique des eaux de surface du plan d'eau peut être comparée avec les standards de qualité retenus par le ministère de l'environnement. Les valeurs de constat d'impact pour les eaux superficielles, correspondant aux valeurs du décret du 3 janvier 1989, sont résumées ci-après.

Eléments	Usage sensible Concentrations (mg/l)	Usage non sensible Concentrations (mg/l)
Nitrate, NO ₃	50	100
Azote Kjeldahl	1	2
Sulfates, SO ₄	250	500
Chlorures, Cl	200	400
Sodium, Na	150	300
Manganèse	0,05	0,25
Zinc	5	10
Hydrocarbures totaux, HCT	0,01	0,05

Figure n°19 : Extrait des valeurs guides en matière de pollution des eaux de surface.
(01.076.A.AF(R.03.1).16.1)

Les résultats obtenus lors de la campagne de prélèvement sont fournis dans la figure suivante.

	Méthode	Unités	Lagune
Mesures sur site			
Potentiel d'oxydoréduction	Sonde RedOx	mV	114,00
pH	pH-mètre		7,40
Conductivité à 20°C	Conductimètre	µS/cm	290,00
Analyses en laboratoire			
COT	NF EN 1484	mg/l	10,50
TAC	NF EN ISO 9963-1	mg/l	58,31
Azote Kjeldahl	NF EN 25663	mg/l	1,40
Chlorure	NF EN ISO 10304-1	mg/l	52,40
Sulfate	NF EN ISO 10304-1	mg/l	12,40
Nitrates	NF EN ISO 10304-1	mg/l	< 1
Calcium	NF EN ISO 11885	mg/l	10,40
Magnésium	NF EN ISO 11885	mg/l	6,16
Potassium	NF EN ISO 11885	mg/l	6,50
Sodium	NF EN ISO 11885	mg/l	26,50
Fer	NF EN ISO 11885	mg/l	0,32
Manganèse	NF EN ISO 11885	mg/l	< 0,05
Zinc	NF EN ISO 11885	mg/l	< 0,05
Hydrocarbures totaux	NFT 90-114	mg/l	< 0,05

Figure n°20 : Résultats des analyses sur les eaux de surface.
(01.076.A.AF(R.03.1).20.1)

Dans l'état actuel du site, aucune activité de pêche et baignade n'est identifiée sur le plan d'eau bordant la décharge. Les eaux de surface sont donc considérées comme non sensibles.

Par comparaison avec les valeurs de constat d'impact, les résultats obtenus après analyses peuvent être classés en trois groupes :

- les teneurs inférieures aux valeurs seuils pour l'eau superficielle à usage sensible (résultats en vert) ;
- les teneurs inférieures aux valeurs seuils pour l'eau superficielle à usage non sensible (résultats en bleu) ;
- les teneurs supérieures aux valeurs seuils pour l'eau superficielle à usage non sensible (résultats en rouge).

Aucune valeur ne dépasse les valeurs de constat d'impact pour les eaux à usage non sensible. Seul l'azote Kjeldhal présente un marquage significatif qui reste cependant inférieur au seuil retenu.

II.3 - Interprétations

L'analyse historique de la décharge de Lanton (rapport n°01.076.A.R.01.1) démontre que le dépôt a été mis en place directement sur le terrain naturel sans étanchéification préalable. La décharge exploitée depuis 1976, a accueilli principalement des déblais, des gravats et dans une moindre mesure des déchets verts.

Des quantités réduites de métabolites gazeux explosifs (CH_4), sont susceptibles d'être produites par les déchets qui sont pauvres en matières putrescibles. De plus, la bonne perméabilité des déchets à l'air (sables) ne favorise pas les phénomènes d'accumulation des gaz. Les déchets, qui restent en condition proche de l'aérobie, produisent néanmoins une faible quantité d'hydrogène sulfuré. Ce gaz odorant reste cependant présent dans la décharge à des concentrations trop faibles pour générer un risque de toxicité par inhalation. Les lixiviats de décharge sont globalement de type stabilisés à faible teneur en métaux et charge organique.

La décharge repose sur les sables fins des formations du Castets. Cette nature géologique favorise l'infiltration de lixiviats vers la nappe d'eau souterraine la plus proche.

Cette nappe libre s'écoule vers le bassin d'Arcachon. La contamination de la nappe par infiltration des lixiviats semble modeste. Aucun marquage significatif n'a en effet été noté sur les eaux souterraines à une centaine de mètre à l'aval hydraulique du dépôt. Cette constatation s'explique par la faible charge polluante générée par la décharge et par un écoulement naturellement rapide des eaux souterraines qui favorise les phénomènes de dilution.

L'existence d'une source de pollution à l'amont hydraulique du site étudié est suspectée. Seule cette hypothèse permettrait en effet d'expliquer une minéralisation des eaux souterraines plus importante à l'amont qu'à l'aval de la décharge. Cette hypothèse doit être vérifiée.

La décharge alimente également les eaux de surface en lixiviats. Le plan d'eau, en position latérale à la décharge par rapport au sens d'écoulement général des eaux, montre cependant une qualité chimique acceptable en regard de son absence d'usage sensible.

L'ensemble des résultats ne justifie pas la mise en place de travaux de réhabilitation, préalablement au réaménagement de la décharge de Lanton. Les futures travaux de réaménagement devront cependant être prévus afin de limiter toute augmentation du transfert des lixiviats vers la nappe et les eaux de surface. De même, un éventuel recouvrement de la décharge ne devra pas favoriser les phénomènes d'accumulation des biogaz. Enfin, une étude complémentaire visant à définir l'origine de la source de pollution amont serait cependant souhaitable.

(→) étude complémentaire source de pollution amont
(→) couverture non étanche, uniquement de nature à limiter le déb
(→) limiter transfert lixiviats vers nappe + eaux surface
bactérie ?
NH4
Pb danger ?

CONCLUSION

Les moyens mis en œuvre par la société AMDE dans le cadre de cette étude ont permis :

- de caractériser la décharge en terme de source de pollution (déchets en place, lixiviats, biogaz),
- d'identifier un faible transfert de la pollution par les eaux de surface,
- de vérifier l'absence de transfert significatif de la pollution par les eaux souterraines,
- de confirmer l'absence de risques environnementaux lié à l'utilisation future de la décharge comme site technique notamment pour la gestion des déchets.

Les résultats obtenus justifient cependant la réalisation d'une étude complémentaire, afin d'identifier l'existence d'une source de pollution amont au site.

Fait au Haillan, le 12/11/2001

R. CHAPUIS
Directeur Technique

