



**HAL**  
open science

## Détermination de paramètres pour définir le niveau de stabilité des déchets

Isabelle Zdanevitch, Olivier Bour

► **To cite this version:**

Isabelle Zdanevitch, Olivier Bour. Détermination de paramètres pour définir le niveau de stabilité des déchets. Journée scientifique du 18/12/08 : La post-exploitation des ISDND, Dec 2008, Besançon, France. pp.7-10. ineris-00976212

**HAL Id: ineris-00976212**

**<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00976212>**

Submitted on 9 Apr 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Détermination de paramètres pour définir le niveau de stabilité des déchets

Isabelle ZDANEVITCH, Olivier BOUR  
INERIS, BP2, 60550 Verneuil-en-Halatte

## Introduction

L'évaluation du degré de stabilisation atteint par les déchets enfouis en installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND) est accessible par la mesure des paramètres physico-chimique des trois matrices : biogaz, lixiviats et déchets. Ce degré de stabilisation est assez bien connu sur le moyen terme (20 à 30 ans) pour le mode de stockage classique, avec ou sans confinement. De nouvelles filières de gestion des déchets ménagers (stabilisation biologique, stockage en mode bioréacteur) se développent rapidement. L'efficacité réelle de ces nouveaux modes de gestion par rapport à un enfouissement classique n'est pas encore complètement établie, en grande partie par manque de retour d'expérience. L'objectif de l'étude est de recenser des paramètres à la fois représentatifs de l'évolution des déchets et suffisamment simples à mesurer pour pouvoir être mis en œuvre facilement sur de nombreux sites.

## Evolution des principaux paramètres au cours du temps

L'évolution de centres de stockages de déchets non dangereux au cours du temps a fait l'objet de nombreuses études. Cette évolution a été décrite entre autres par Farquhar & Rovers en 1973, et reprise, avec une estimation de l'évolution après la phase d'exploitation des sites, par Kjeldsen et al (2002) : voir Figure 1. Les quatre premières phases de l'évolution sont bien identifiées et les valeurs typiques des différents paramètres indiqués ont fait l'objet de plusieurs publications. Les données sur l'évolution à long terme, plusieurs années après la fin de l'exploitation, n'ont pas encore pu être mesurées. Kjeldsen et al indiquent l'évolution possible de ces paramètres sur le long terme à partir de la modélisation.

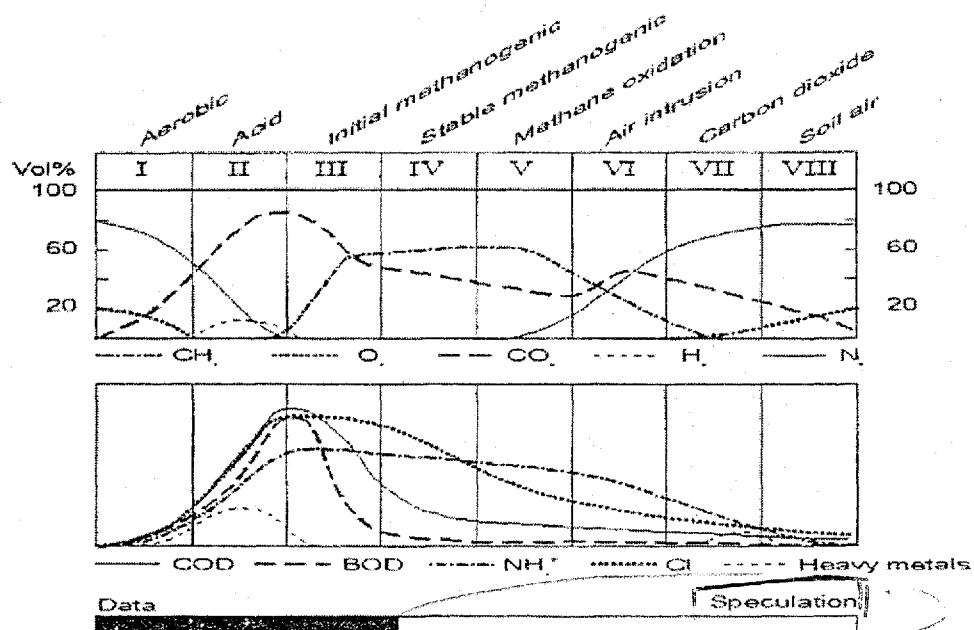


Figure 1 : évolution au cours du temps des principaux paramètres du biogaz et des lixiviats sur des ISDND (d'après Kjeldsen et al, 2002)

## Paramètres du biogaz

Tout d'abord, la composition en composés majeurs du biogaz est un indicateur de l'activité biologique. Ainsi, au début de la phase de méthanogénèse stable, le maximum de concentration en méthane atteint environ 60 % v/v pour des déchets ménagers standard, et la concentration en gaz carbonique est alors de 35 à 40 %. Au fur et à mesure que les déchets se dégradent, le taux de matières organiques baisse, et la proportion de méthane diminue. Les déchets commencent à être bien dégradés lorsque la proportion de méthane devient inférieure à celle du gaz carbonique (typiquement de l'ordre de 20 % v/v). A priori, les déchets sont stabilisés lorsque la production de méthane est quasiment nulle, donc pour des concentrations mesurées inférieures à 1 % v/v. Cependant, ce seul facteur ne suffit pas à déterminer la stabilité des déchets. En effet, des conditions de stockage particulières peuvent également conduire à une concentration du biogaz en méthane très faible : le stockage en balles compactées et enrubannées, la « tombe sèche »... Il convient donc d'être prudent et de préciser les conditions du stockage lorsque l'on exprime la stabilité d'un massif de déchets à partir de la concentration en méthane et CO<sub>2</sub>. Néanmoins, ces paramètres, faciles à déterminer, apportent une première information sur le degré de stabilité des déchets. Cette détermination peut être réalisée au niveau des puits de captage du biogaz, pour une information fine par casier par exemple, ou sur le flux global de biogaz récupéré avant la torchère ou la valorisation. Il est à noter que la production d'hydrogène sulfuré dépend des mêmes conditions que la production de méthane (absence d'oxygène) et la courbe des concentrations en H<sub>2</sub>S suit approximativement celle du méthane.

La composition en composés organiques volatils varie également au cours du temps. Ainsi, dans les premiers stades de l'évolution d'un stockage de déchets ménagers, les acides gras volatils légers sont détectés (de l'acide acétique à l'acide butyrique), avec des alcools légers et des esters. Ultérieurement, au fur et à mesure de la dégradation des déchets, des composés plus lourds et plus stables vont apparaître, comme les composés aromatiques (benzène-toluène-styrène...), des alcanes, des cétones. Parallèlement, les concentrations en COV dans le biogaz vont diminuer. Il est admis que la somme des composés en traces du biogaz représente en général de l'ordre de 1 % de la teneur en méthane. Pour des déchets jeunes et/ou peu stabilisés, les concentrations individuelles en composés volatils peuvent atteindre ou dépasser la dizaine de mg/m<sup>3</sup> de biogaz brut. Lorsque les déchets sont plus stables, les concentrations individuelles tombent à quelques dizaines de microgrammes/m<sup>3</sup>. La composition et les concentrations en COV du biogaz, qui nécessitent un prélèvement et une analyse (chromatographie gazeuse/spectrométrie de masse) plus sophistiquée que les composés majeurs, apportent également des informations sur le degré de stabilité des déchets. Idéalement, les prélèvements doivent être réalisés au plus près des déchets, donc soit par sondage au sein du massif de déchets (en présence d'une couverture provisoire), soit au niveau des puits de captage du biogaz.

Le suivi du débit de production de biogaz, pour une quantité de déchets enfouis donnée, peut également apporter des informations. Cependant, ce paramètre est très variable en fonction de la composition des déchets (en particulier, de la teneur en matières organiques), de l'éventuel pré-traitement (compostage ou méthanisation par exemple), et des conditions du stockage (classique ou mode bioréacteur). Ce paramètre devrait donc être examiné par rapport au potentiel de production de biogaz, à mesurer sur les déchets avant leur enfouissement.

## Paramètres des lixiviats

Les lixiviats d'ISDND apportent une information retardée et plus intégrée dans le temps et dans l'espace, par rapport au biogaz, du fait des temps nécessaires à la percolation de l'eau dans le massif de déchets par rapport à la diffusion des gaz. La mesure d'un certain nombre de paramètres qui ont des valeurs spécifiques sur ce type de matrice, apportent des informations sur le degré de stabilisation de la matière organique des déchets. D'autres paramètres (inorganiques)

connaissent une évolution beaucoup plus lente, et l'impact environnemental des ISDND peut ainsi persister longtemps après la fin de l'exploitation des sites. Des valeurs typiques pour certains de ces paramètres sont données en Tableau 1.

**Tableau 1 : caractéristiques principales des lixiviats suivant l'âge des déchets (d'après Amokrane, 1994)**

	Lixiviats jeunes	Lixiviats intermédiaires	Lixiviats stabilisés
Age de la décharge	< 5 ans	5 à 10 ans	> 10 ans
pH	< 6,5	6,5 à 7,5	> 7,5
DCO (g/l)	10 à 20	5 à 10	< 5
DBO(5)/DCO -> biodégradabilité	> 0,5 bonne	0,1 à 0,5 assez faible	< 0,1 très faible
AGV (% du COT)	> 70	5 à 30	< 5

Les données de pH, température, conductivité, matières en suspension permettent de connaître le stade d'évolution des déchets, la qualité de la méthanogénèse, la lixiviation des déchets. Ainsi, un pH acide (inférieur ou égal à 6,5) indique une phase d'acidogénèse, donc concernant des déchets jeunes et peu dégradés. Ce pH présente des valeurs supérieures à 7 dans la phase de méthanogénèse.

Le rapport DBO/DCO (demande biologique/chimique en oxygène) représente la biodégradation de la matière organique. Si ce rapport est inférieur à 0,1, les déchets sont réputés être stabilisés. De même les paramètres carbone organique total (COT), carbone organique dissous (COD), matières humiques : acides humiques, fulviques donnent des indications sur le niveau de biodégradation des déchets, sur leur minéralisation.

Les concentrations en ammonium et chlorures sont généralement élevées sur les lixiviats des centres de stockage. Ces paramètres permettent de suivre l'évolution de la charge des lixiviats, dans le cas d'une recirculation par exemple (bioréacteur). Ce sont des paramètres qui peuvent rester élevés après que la matière organique soit bien dégradée. D'après Kjeldsen, l'ammonium est le polluant qui devrait rester le plus problématique sur le long terme dans les lixiviats.

Comme dans le biogaz, la présence d'acides gras volatils renseigne sur le stade de maturation des déchets. Leur présence lors d'une phase avancée de l'évolution des déchets caractérise l'inhibition de la méthanogénèse.

Les bilans en éléments tels que le soufre, l'azote, les phosphates servent à identifier d'éventuelles inhibitions de la méthanogénèse (azote, soufre), et à vérifier le niveau en nutriments pour l'activité bactérienne (phosphates).

Les concentrations en métaux lourds sont généralement peu élevées dans les lixiviats car ils sont principalement complexés ou adsorbés au sein de la matrice solide. Cependant, ils peuvent, comme pour l'ammonium et les chlorures, persister longtemps après la disparition de la matière organique.

### **Paramètres des déchets**

Ces paramètres sont plus délicats à mettre en œuvre que ceux mesurés sur le biogaz ou les lixiviats. Ainsi, dans le cas de déchets déjà enfouis, il faut procéder à l'excavation, et pouvoir également échantillonner une certaine quantité de matières pour avoir un prélèvement représentatif du massif de déchets. Des études ont déjà en partie évalué les différents essais

disponibles pour l'évaluation de la stabilité des déchets (Villero 2003, Cossu & Raga, 2008). L'index de respiration (RI, AT4), ou le potentiel méthanogène (BMP, GB21) expriment respectivement la consommation d'oxygène sur 4 jours, et le potentiel de production de biogaz sur 21 jours. Ce dernier paramètre (conditions anaérobies, durée de 21 jours) est plus adapté pour représenter le comportement des déchets en casier, mais les valeurs des deux essais sont corrélées avec un  $R^2$  compris entre 0,63 et 0,89 d'après Cossu & Raga.

### **Evolution des nouvelles filières de gestion**

Des mesures récentes (INERIS, publication en cours) montrent que des déchets enfouis après compostage présentent, dès leur mise en casier, donc en conditions anaérobies, une production de méthane immédiate. En revanche, suite à la séparation de la fraction fermentescible, compostée seule et valorisée en agriculture, l'enfouissement des refus de tri, qui ne comportent plus qu'une faible fraction de matières organiques rapidement biodégradables, conduit à des émissions de biogaz très inférieures aux casiers de stockage classique. Sur les lixiviats des casiers de déchets compostés, les valeurs de la DBO (quelques centaines de mg/L), et le rapport DBO/DCO, inférieur à 0,1, indiquent que ces déchets ont atteint un certain degré de dégradation. Cependant, au vu des concentrations en méthane du biogaz (comprises entre 30 et 60 % v/v), les déchets ne sont pas complètement stabilisés. Les paramètres caractéristiques de la biodégradation devraient diminuer plus rapidement que pour un stockage classique : l'ouverture récente de ce type de stockage n'a pas encore permis de vérifier ce point.

La gestion de déchets non dangereux en casiers de type bioréacteur, où le taux d'humidité des déchets, ainsi que la qualité des lixiviats, sont contrôlés, permet en théorie d'accélérer la biodégradation de la matière organique. Les quantités de méthane récupéré devraient ainsi être plus importantes les premières années que pour un stockage classique, et devraient ensuite diminuer plus rapidement. Là encore, le développement relativement récent en France de ce type de stockage n'a donné accès qu'à peu de données de mesure.

### **Conclusions**

Compte-tenu des différences d'évolution d'un site à l'autre, il est difficile à l'heure actuelle de donner pour chacun des paramètres listés une valeur qui soit caractéristique d'un état stabilisé des déchets, sauf à avoir des valeurs nulles (émissions de méthane par exemple). Certains polluants inorganiques sont suspectés de pouvoir continuer à être relargués longtemps après la fin de la biodégradation des déchets. Il n'y a pas encore de données de mesures sur l'évolution à long terme des déchets enfouis avec les modes actuels de gestion : confinement, captage du biogaz et des lixiviats. Il existe peu de données à moyen terme (de l'ordre de 10 ans) sur la stabilisation de déchets gérés en mode bioréacteur, ou stabilisés avant l'enfouissement. Les recherches doivent donc être poursuivies pour connaître l'évolution des différents paramètres pour les différents modes de gestion des déchets.

### **Références**

- Amokrane A. (1994) : « Epuraton des lixiviats de décharge. Prétraitement par coagulation-floculation. Traitement par osmose inverse. Post-traitement par incinération. »: Thèse INSA de Lyon (LCPAE); 254p.
- Cossu R., Raga R. (2008) : « Test methods for assessing the biological stability of biodegradable waste ». Waste Management, 28, pp 381-388.
- Farquhar C.J., Rovers F.A. (1973) : « Gas production during refuse decomposition ». Water Air Soil Pollution, 2, 483.
- Kjeldsen P., Barlaz M. et al (2002): « Present and long-term composition of MSW landfill leachate : a review » Critical Reviews in Environ. Sci & Technol., 32(4), pp. 297-336
- Villero T. (2003) : « Comparaison des méthodes de détermination de la stabilité des déchets ménagers et assimilés ». Rapport final, convention ADEME n° 0206004