



LES AUTRES THÈMES

LE TRAITEMENT DES LIXIVIATS

Traitement des lixiviats: des effluents complexes qui nécessitent un traitement poussé

Par Christophe Bouchet



ABSTRACT

**Leachate treatment
complex effluents requiring
advanced treatment.**

Leachates are complex effluents whose treatment requires special expertise. Even though most of the potentially applicable processes are derived from waste water treatment,

their implementation complies with specific constraints. Contrary to some other effluent types, there is no «standard» treatment for leachates. A broad variety of processes and techniques have been developed to meet the requirements of the diverse compounds present in leachates and that can be combined to achieve the desired result.

Les lixiviats sont des effluents complexes dont le traitement nécessite une expertise particulière. Même si les procédés potentiellement applicables dérivent pour la plupart du traitement des eaux usées, leur mise en œuvre obéit à des contraintes spécifiques. Contrairement à certains types d'effluents, le traitement "type" n'existe pas. À la diversité des composés présents au sein des lixiviats répond une diversité de procédés et de techniques particulières qui s'associent et se combinent pour arriver au résultat souhaité.

Autrefois appelés "jus de décharge", les lixiviats résultent pour partie de la percolation des eaux météoriques à travers un massif de déchets et pour une autre partie de celle des eaux contenues dans les déchets eux-

mêmes ou issue de leur biodégradation. Les objectifs de qualité qu'ils doivent remplir pour un rejet dans le milieu naturel sont régis par l'arrêté modifié du 9 septembre 1997. Ils sont donc le fruit de multiples inte-



CTP-environnement

ractions entre l'eau et les déchets à travers laquelle ils percolent et sont issus de processus biologiques aérobies et anaérobies souvent très complexes qui s'enchaînent au sein même de la biomasse. Ce qui explique leur caractère éminemment hétérogène. La nature et la composition des déchets, les conditions dans lesquelles ils ont été enfouis, le mode d'exploitation du site ou encore les conditions climatiques auxquelles ils sont soumis ont une grande influence sur la nature et la quantité de lixiviats produits. Autre difficulté: la composition des lixiviats varie sensiblement au cours du temps. Les lixiviats issus d'un centre d'enfouissement récent, encore en phase acide, sont différents de ceux issus d'un centre plus ancien en phase de méthanogénèse. Les lixiviats jeunes se caractérisent par une charge organique élevée assez facilement biodégradable (seuil $DBO_5/DCO > 0,3$) tandis que les lixiviats âgés ou stabilisés se caractérisent par une charge organique plutôt faible et sont en général réfractaires à la biodégradation. Cette diversité - plus de 200 composés organiques différents ont pu être identifiés dans le cadre des études de caractérisation des certains lixiviats - impose de commencer par qualifier et quantifier l'effluent auquel on va devoir faire face. La plupart des sociétés spécialisées dans le traitement des lixiviats proposent ce type d'études. Mais il faut aller plus loin encore et identifier les variations quantitatives mais aussi qualitatives des lixiviats dans le temps afin de s'assurer que la filière de traitement mise en œuvre sera capable d'y faire face ou de s'y adapter au fil des évolutions détectées. Autant dire que la meilleure solution de traitement associe bien

souvent une séquence de plusieurs procédés très différents. En amont, l'étape biologique reste souvent présente.

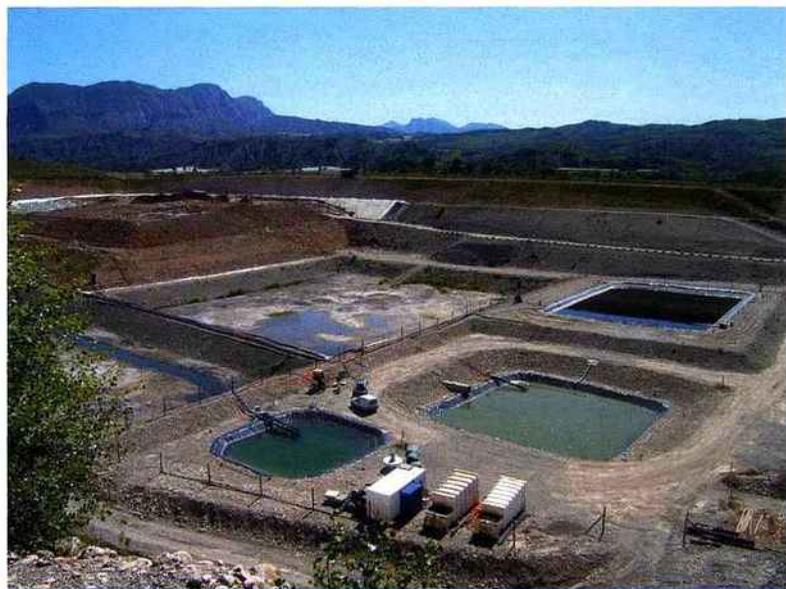
L'étape biologique reste souvent présente

Le traitement des lixiviats nécessite d'élaborer une stratégie sur le moyen ou le long terme. Tout commence par la caractérisation de l'effluent: après l'avoir qualifié et quantifié, il faudra opter pour une palette de procédés qui induiront un certain nombre de séquences successives: faut-il réduire les polluants, concentrer les effluents?

Les traitements biologiques, surtout effi-

caces sur les lixiviats jeunes ou non stabilisés, font partie des traitements qui réduisent les polluants. Les composés organiques sont soit dégradés en conditions aérobies sous forme de CO_2 avec production de boues, soit en conditions anaérobies sous forme de biogaz (CO_2 , CH_4) qu'il sera possible de valoriser.

Les procédés aérobies restent les plus nombreux. Ils consistent à mettre en œuvre un procédé composé d'un réacteur biologique intégrant une biomasse apte à la décantation, un système d'aération et un ouvrage de séparation qui séparera l'eau purifiée de la biomasse formée. Le réacteur biologique peut être un réacteur classique ou séquentiel ou un bioréacteur à membrane à l'image de la technologie Biomembrat® développée par Wehrle Umwelt GmbH et commercialisée en France par Ovive, des unités Biomobil® développées et proposées par CTP environnement ou encore de la technologie Bio-Cel® développée par Microdyn-Nadir GmbH et commercialisée en France par Alting. Une variante, constituée d'un lit bactérien fixe ou fluidisé, permet dans certains cas d'améliorer la décantation des boues et donc l'efficacité du traitement. C'est par exemple le cas du procédé Bioclean® développé par Hytec Industrie qui repose sur un lit fixe immergé. Ces procédés, qui ne constituent en général



D.R.

Les traitements biologiques, surtout efficaces sur des lixiviats jeunes ou non stabilisés, font partie des traitements qui les réduisent. Les composés organiques sont soit dégradés en conditions aérobies sous forme de CO_2 avec production de boues, soit en conditions anaérobies sous forme de biogaz (CO_2 , CH_4) qu'il sera possible de valoriser.

L'unité SOFHYs développée par Orège est capable de traiter des effluents fortement chargés en polluants dissous avec un rendement de plus de 99%, ce qui permet notamment d'atteindre les performances de traitement requises par la réglementation RSDE relative aux substances prioritaires.



Orège

qu'une première étape, sont souvent suivis d'un traitement de finition au charbon actif (CACG) ou associés à une ultra (UF) ou une nanofiltration (NF). Economiques, ils sont parfaitement maîtrisés par des sociétés telles que Sita BioEnergies, Proserpol ou encore Biome. Ils comportent cepen-

nant certains inconvénients: une consommation en énergie assez importante et une production de boues élevée.

D'où l'intérêt des procédés anaérobies qui permettent d'éliminer en moyenne 70 à 80 % de la DCO et environ 90 % de la DBO₅. Economiques en énergie, ils génèrent aussi moins de boues et permettent surtout de produire du biogaz valorisable. Du coup, ce n'est plus de consommation d'énergie dont on parle mais bien de production. Les procédés à boues granulaires, type UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket ou digesteur anaérobie à lit de boue à courant ascendant) ou EGSB (Expanded Granu-

Réduire de moitié les coûts de traitement grâce aux filtres plantés de roseaux

On connaissait l'intérêt des filtres plantés de roseaux (FPR) en matière de traitement des eaux usées et de traitement des boues. Le procédé étend désormais son champ d'application vers le traitement des lixiviats. Le procédé Roseaulix, développé par Serpol en collaboration avec l'Ademe et ERE/Albertazzi, est exploité depuis 2 ans sur le site de Vaux (01) du Syndicat public Organom (3260 plants associés à un traitement par filtration sur charbon actif pour permettre le rejet en milieu naturel).



Pour réduire les coûts d'exploitations, Serpol propose aux exploitants des centres de stockage de séparer les jus en fonction de leur qualité: les lixiviats des casiers en exploitation présentent souvent des gradients de concentration supérieurs à ceux en fin de vie. Dès lors, pourquoi les mélanger en sortie et ne proposer qu'une seule unité de traitement? Serpol propose d'adapter des procédés de traitement de lits filtrants plantés de roseaux utilisés en station d'épuration, à des lixiviats d'ISDND en post-exploitation. Objectif: diminuer le coût du traitement diminue d'environ 50 %.

lar Sludge Bed) sont fréquemment mis en œuvre. Veolia Water Solutions & Technologies compte plusieurs centaines de réf-

Stocker les lixiviats sans odeur

La plupart des centres d'enfouissement technique ou centres de compostage de déchets sont équipés de lagunes permettant de rassembler et de stocker les lixiviats. Ils s'écoulent soit en continu dans une station pour traitement complémentaire ou sont évacués par camions citernes.

Si les lagunes ne sont pas aérées, elles sont presque toujours anaérobies. L'abattement de la pollution organique est lent. Les matières solides se déposent au fond de la lagune, de sorte que l'on observe souvent des nuisances olfactives, notamment en période estivale.



Pour remédier à ce problème, Isma a équipé ces 15 dernières années un grand nombre de lagunes de ce type avec des aérateurs à vis hélicoïdale Fuchs montés sur suspensions flottantes. Ceux-ci permettent une aération fines bulles et un brassage correct des lixiviats au sein des lagunes. Un environnement aérobie est ainsi créé afin que les problèmes d'odeurs cessent et que la pollution soit plus rapidement dégradée. Les aérateurs à vis hélicoïdale Fuchs sont robustes et fiables et fonctionnent de nombreuses années sans entretien, sans incident.

Isma



Orège

Le réacteur biologique peut être un réacteur classique ou séquentiel ou un bioréacteur à membrane à l'image de la technologie Biomembrat[®] développée par Wehrle Umwelt GmbH et commercialisée en France par Ovive (Couplage OI+CA).

rences dans le monde. En France, le site de Sonzay, exploité par Sita, a ainsi été l'un des premiers à adopter la technologie du bioréacteur, permettant, par injection dans le dôme de lixiviats, d'accélérer la dégradation des déchets et d'accroître la production de biogaz. Il alimente aujourd'hui en électricité 5 700 foyers (20 000 mégawatts/an). Chrysalide® est un autre procédé mis au point par Coved, la filiale propriété du groupe Saur, qui repose sur l'accélération de la dégradation des déchets au sein d'un réacteur et donc une production accélérée de biogaz. Cette technique a été utilisée sur l'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) de Chanceaux-près-Loches (37), avant d'être déployée sur les autres ISDND de Coved. Gains annoncés : une production de biogaz en hausse d'environ 30 % et une teneur en méthane augmentée de 10 à 20 %.

Reste que les procédés biologiques tendent à perdre en efficacité lorsque le lixiviat se stabilise ou vieillit. La forte concentration en azote ammoniacal devient un obstacle important. Les procédés physico-chimiques permettent de compléter cette première étape et de se rapprocher des

Eau Pro propose une unité de traitement des lixiviats en 4 phases : un pré-traitement du bassin via le système Oxyzone (aération, ozonation), un traitement physico-chimique avec séparation solide liquide par flottateur, une oxydation avancée $O_3 + H_2O_2$ et une finition sur charbon actif.



normes de rejets.

Les procédés physico-chimiques : se rapprocher des normes de rejets

La coagulation-floculation permet d'éliminer la matière organique colloïdale, les MES mais aussi la couleur et la turbidité. L'adsorption, généralement sur charbon actif en poudre ou en grains, permet d'éliminer de 50 à 90 % de la DCO et de l'azote suivants les lixiviats. Les AOX peuvent également être abattus jusqu'à moins de 1 mg.L⁻¹. Utilisé sur ce type d'applications sur plus d'une cinquantaine de sites en Europe, le charbon actif en grain en combinaison avec le pré-traitement biologique est une technologie très répandue le traitement des lixiviats. Toujours en physico-chimie, les procédés d'oxydation chimique ou photochimique permettent de faire face aux lixiviats fortement chargés en composés organiques réfractaires à toute dégradation biologique. Ils sont intéres-

sants dans le cas de lixiviats stabilisés car ils permettent d'obtenir une minéralisation complète. Les procédés d'oxydation avancée, dits AOP pour "Advanced Oxidation Processes", constituent une solution prometteuse en matière de traitement de lixiviats. Ils reposent sur une activation chimique (H_2O_2), photochimique (UV), catalytique pour activer l'oxydant primaire ozone (O_3), le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), et induire ainsi la formation d'un oxydant secondaire, bien souvent un radical hydroxyle (HO^\bullet). Le radical hydroxyle initie une chaîne de réactions radicalaires, capables d'oxyder la plupart des polluants organiques, jusqu'à leur minéralisation complète (CO_2 , H_2O). Hytec Industrie, Orège, Actibio ou Proserpol développent chacun leurs propres procédés d'oxydation adaptés au traitement d'effluents complexes de type lixiviats. Orège a développé la technologie SOFHYS reposant sur la combinaison de plusieurs fonctions : un procédé d'oxydation avancé (AOP) et des fonctions hydrodynamiques et de séparation spécifiques. Le réacteur SOFHYS est constitué de compartiments aux fonctions distinctes, mais complémentaires : "SOF", une fonction de séparation de phase liquide/solide et "HYS", une fonction d'oxydation radicalaire et de séparation de matière formée pendant l'oxydation. L'unité SOFHYS est capable de traiter des effluents fortement chargés en polluants dissous avec un rendement de plus de 99 %, ce qui permet notamment d'atteindre les performances de traitement requises par la réglementation RSDE relative aux subs-

Ecostill est un évaporateur qui fonctionne à pression et température ambiantes. Basée sur une nouvelle technologie brevetée, ce module met en œuvre des composants en plastique qui ne présentent aucun risque de corrosion. Chaque module comporte une colonne d'évaporation et une colonne de condensation, un simple ventilateur permettant la circulation de l'air et un dispositif de surchauffage de l'effluent à traiter.



ances prioritaires. Eau Pro propose de son côté une unité de traitement des lixiviats en 4 phases : un pré-traitement du bassin via le système Oxyzone (aération, ozonation), un traitement physico-chimique avec séparation solide liquide par flottateur, une oxydation avancée $O_3 + H_2O_2$ et une finition sur charbon actif. « Cette station fixe ou mobile permet de traiter de 5 à 40 m³ jour avec une consommation électrique très faible (25 kW) et un encombrement réduit », souligne Jean-Christophe Lavédrine chez Eau Pro. Le procédé d'ozonation catalytique développé par Serep permet lui aussi d'atteindre des valeurs très basses de DCO résiduelles avec une décoloration et une désodorisation de l'eau. Il repose sur un couplage d'ozone avec un catalyseur hétérogène TAO3® non consommé. Il se révèle pertinent en amont d'un traitement biologique pour accroître la biodégradabilité de l'effluent en cassant les molécules complexes. Une autre manière de se rapprocher, voire de satisfaire aux normes de rejets consiste à mettre en œuvre des procédés membranaires au sein d'une chaîne de traitement

des lixiviats.

Mettre en œuvre des procédés membranaires au sein d'une chaîne de traitement des lixiviats

Ces procédés présentent de gros avantages par rapport à la variabilité qualitative et quantitative des lixiviats. La micro et l'ultrafiltration interviennent souvent en amont, en tant que procédé de séparation de la biomasse issue d'un BRM alors que la nanofiltration et plus encore l'osmose

inverse sont souvent utilisés en traitement de finition. Economique et efficace, l'osmose inverse, dont les performances sont intimement liées à celles des membranes, peut être mise en œuvre directement après une simple préfiltration pour éliminer, les matières en suspension, les molécules organiques à haut poids moléculaire et la salinité (10 à 15 g le m³). Elle est plus fréquemment mise en œuvre à l'issue d'un traitement physico-chimique ou biologique, par exemple en combinaison avec un BRM ou elle viendra achever le traitement. Werhle vient par exemple de livrer sur la décharge Grammatiko à Athènes (Grèce), où

environ 100 000 tonnes de déchets ménagers doivent être traités chaque année, un procédé d'osmose inverse à 3 étages pour retenir l'azote et la DCO. Précédée d'un prétraitement biologique, l'unité livrée est conçue pour traiter une quantité journalière de 175 m³ de lixiviats caractérisés par une concentration en DCO de 2000 mg/l et une concentration globale en azote s'élevant à 1 800 mg/l. Mais la prise en charge et le devenir du

Fournisseurs référencés dans le Guide de l'eau
Activité : Lixiviats (Traitement des)

www.guide-eau.com

GUIDE DE L'EAU | LA REVUE "E.A.N." | LES EDITIONS

TRouver RAPIDEMENT UN FOURNISSEUR DANS LE DOMAINE DE L'EAU

RECHERCHE AVANCÉE

ACTIVITE : LIXIVIATS (Traitement des)

DEPARTAMENT FRANCAIS

RESULTAT DE VOTRE RECHERCHE : 22 entreprises(s) trouvée(s)

| | |
|--|--|
| aeroe 22 rue Siclet 75017 Paris Tel : 01 54 63 09 75 | ATLANTIQUE INDUSTRIE 20 Impasse Félix Armet ZAC de L'aulonnière 43350 Anzeron Tel : 02 40 09 70 09 |
| CALLIEXO 88, rue Paul Claudin P.A. Limoges 31000 Limoges Tel : 05 55 06 09 56 | CIFEA SYSTEMES 27, rue du Manoir de Servigne 33150 Annonay Cedex Tel : 02 23 46 05 65 |
| CTP L'EP L'ENVIRONNEMENT Parc de Courfons Fin d'Oise 1A Rezéville n°4 78100 Courfons Sainte Monance Tel : 01 39 19 18 50 | EXTRA Rue Victor Malot 37000 Tours Tel : 02 57 67 62 16 |
| Landia LANDIA A/S Industrivej 2 88000 Dik-6940 Lem Tel : 00 45 97 34 12 44 | |

CIP PURIFICATION Cergy-Fontaine Cedex
 CATEC Sevres
 CEFT Aubray sous Bois
 CHEVREUIL CARBON Paris
 CLARIS ENERGY FRANCE Bourc Bel Air
 FAU PFD Aix
 FIB SYSTEM Villiers Cotterets
 FENARD ENVIRONNEMENT Combs
 GEA Process Engineering S.A.S. Saint Quentin en Yvelines Cedex
 GROUPE BAUDELLER L'ENVIRONNEMENT Singsham
 JOUARDINNE S.A.S. Boe Cedex
 OVEVE Tassin
 PALL CORPORATION Saint Germain en Laye Cedex
 SETA Bio-Environnement Gargenville
 VORNI Clermont Ferrand

IMPRIMER | EXPORTER | RETOUR NAUT

Bioréacteur à membranes d'ultrafiltration Pleiade® (Skid) d'Orelis environnement.

concentrat (environ 30 % du débit traité), souvent assez lourds, doivent être pris en compte



Orelis Environnement

tiers l'utilisent dans le cadre de skids, modules et membranes de filtration proposés par Orelis Environnement. « Le débit perméat est d'environ 80 l/h.m², les bactéries et les solides en suspension sont éliminés à 100 %, souligne Dany Legrand chez Orelis environnement. La réduction de la DCO et de l'azote est de 98 % et l'élimination des métaux lourds avoisine les 94% ».

dans les coûts d'exploitation de la filière. Les pertes d'efficacité de l'osmose inverse dues aux phénomènes de scaling et de colmatage des membranes sont un autre obstacle que les fabricants de modules et de membranes tels que Ultura, Koch Membrane Systèmes, Tami Industries, Polymem, Orelis environnement ou GE (distribué en France par Elmatec) s'efforcent de contourner. Orelis environnement a développé la membrane organique Pleiade®, une solution adaptée aux exigences de rejet des lixiviats de décharge. Intégrateurs et équipementiers

Le conditionnement chimique des lixiviats (acide sulfurique, antiscalant) ou le développement de procédés reposant sur des étapes successives soumises à différentes pressions permettent par exemple d'optimiser le rendement et la durée de vie des membranes. C'est la solution mise en œuvre par Proserpol à Vert-le-Grand ou le perméat du premier étage est traité dans le second avant de passer dans le troisième. Ces étages sont munis de membranes spiralées montées en arbre de Noël. En règle générale, ce procédé est compétitif si les débits à traiter restent modestes.

S'ils deviennent conséquents, il est concurrencé par les procédés thermiques qui permettent une concentration maximale de la pollution.

Les couplages sont cependant très fréquents. « Un couplage osmose Inverse pour l'intégralité du flux lixiviat et l'évapo-concentrateur pour les concentrats d'osmose, ou encore un couplage BRM et évapo-concentrateur pour les retenats de nano ou ultrafiltration, sont de plus en plus souvent mis en œuvre car ils ont une réalité technique et économique: autonomie, réduction de volumes

Mesure de niveau de lixiviats: s'affranchir de l'agressivité des fluides

Depuis juillet 2002, le stockage des déchets ultimes (ordures ménagères ne pouvant être ni recyclées, ni récupérées, ni valorisées) répond à des normes environnementales strictes. L'objectif est d'éviter toute pollution du milieu naturel par infiltration et de garantir une parfaite réhabilitation du site après son exploitation.



La récupération des lixiviats fait partie d'une des obligations pour éviter la pollution des sols. Ainsi, nous retrouvons sur les CSDU (centre de stockage des déchets ultimes) des puits de forage pour pomper les jus d'infiltrations. Les lixiviats étant souvent très corrosifs, la mesure de niveau des forages par des capteurs hydrostatiques traditionnels en inox n'est pas toujours possible. D'autre part, le tas de déchets étant "vivant", il arrive que le forage bouge et ne respecte plus la verticalité originelle. Une mesure de niveau sans contact n'est donc pas envisageable.

Pour s'affranchir de l'agressivité du fluide et des déformations du puits de mesure, l'installation d'une mesure de niveau par capteur de pression immergé est intéressante. Vega fournit une version avec cellule céramique et encapsulage du corps dans une coque PVDF qui est montée dans le puits de mesure. La coque PVDF protège ainsi le capteur des agressions chimiques. Les avantages sont les suivants:

- Sécurisation de la mesure grâce à l'utilisation de matériaux adaptés à l'agressivité des produits mesurés ;
- Possibilité de contrôler la température des jus grâce à la mesure de température intégrée au niveau de la cellule de mesure ;
- Compensation permanente des variations de pression atmosphérique avec le capillaire intégré au câble de mesure.

La combinaison cellule céramique et corps PVDF est aussi utilisée avec succès pour d'autres applications sur des produits agressifs: mesure de pression agent coagulant et mesure de pression de mélange acide.



Vivlo

Vivlo construit des évaporateurs mobiles pour le traitement des effluents industriels et des lixiviats.

Traitement des lixiviats : les unités mobiles ont le vent en poupe

CTP Environnement propose une large gamme d'unités mobiles automatisées et télégerées permettant de traiter ponctuellement, régulièrement ou en urgence une large gamme de débits. Ces unités mobiles mettent en œuvre toute une palette de techniques : traitements biologiques, physico-chimiques, membranaires, évapo-concentration, etc. Sur skids ou en conteneurs, faciles à transporter et à connecter, susceptibles d'être mises en service



CTP Environnement

dans des délais très courts, ces unités mobiles également proposées par Ovide, Callisto, Séméo, GRS Valtech, PLM Equipements, Vivlo ou Aqua Traitements, permettent aux exploitants de préserver leurs capacités d'investissement tout en faisant évoluer simplement leurs procédés de traitement. La facturation repose selon les cas sur de la location, du leasing ou sur un volume, par exemple le mètre cube traité.

à prix compétitif et qualité d'eau sécurisée pour un rejet en milieu naturel » estime ainsi Jean-Lin Laurouaa, directeur de KMU Loft France.

Les procédés thermiques : une concentration maximale de la pollution

Ces procédés reposent pour l'essentiel sur une étape de concentration par évaporation. L'évaporation peut être naturelle à l'image du procédé Nucleos commercialisé par Aeroé qui repose sur une surface d'échange en polyéthylène haute densité sous forme de panneaux. Le lixiviat est stocké dans un bassin étanche. Une pompe permet l'aspersion du lixiviat sur le panneau, où il s'évapore partiellement. L'excédent retourne au bassin avant d'être à nouveau projeté jusqu'à évaporation totale. Avantages de ce procédé rustique et économique : il tolère les variations physico-chimiques du lixiviat.

D'autres procédés thermiques bénéficient des incitations fiscales liées à la valorisation par biogaz. L'énergie thermique des moteurs fonctionnant au biogaz est valorisée en tant que source d'énergie alimentant ces procédés. C'est la cogénération. Cogelix®, développé par GRS Valtech est un procédé d'évapo-concentration sous vide qui repose ainsi sur l'utilisation de la chaleur produite par les moteurs à biogaz permettant de chauffer les lixiviats. L'évaporation sous vide ou la compression mécanique de vapeur (CMV) permettent de séparer les polluants en évaporant une phase noble et en sur-concentrant les éléments lourds et autres composés indésirables. L'évaporation permet ainsi l'élimination de la majorité des métaux et un abattement important de la DCO. Au sein du procédé Cogelix®, le biogaz récupéré est envoyé dans un moteur qui produit de l'électricité entraînant un alternateur. La chaleur dégagée par ce générateur est récupérée et per-

met de chauffer les lixiviats à une cinquantaine de degrés, une température suffisante sous très basse pression pour les mettre en ébullition.

Evalix™ développé par Sita BioEnergies sèche également les effluents concentrés en utilisant la chaleur issue de la combustion du biogaz. Evalix™ valorise le biogaz produit sur l'installation et n'entraîne aucun rejet liquide vers le milieu naturel. Sita BioEnergies est un des principaux concepteurs et constructeurs d'évapo-concentrateurs. « Nous utilisons essen-

Une technologie de traitement in situ installée à poste fixe

En réponse à la demande de certains centres d'enfouissement qui souhaitent se libérer des traitements ponctuels et réduire leurs coûts, Atlantique Industrie a développé une solution de traitement in situ, gérée directement par l'exploitant.

Le procédé combine l'action biologique des bactéries pour abattre les nitrates et l'adsorption du charbon actif pour piéger la DCO dure.



Atlantique Industrie

Atlantique Industrie intègre des équipements sur site ou en cabanon. Les eaux sont pompées dans l'une des lagunes de stockage et traitées à débit régulier par SBR (Sequencing Batch Reactor). Ce procédé a pour intérêt principal l'absence de décanteur, le traitement biologique et la décantation se faisant dans le même bassin. Les eaux étant carencées en carbone facilement assimilable par les bactéries, un ajout de carbone est nécessaire.

La maîtrise de cette adjonction est primordiale dans l'efficacité de l'outil épuratoire. En effet, si une faible adjonction aura pour conséquence un traitement insuffisant des nitrates, un excès gênera quant à lui des pollutions carbonées difficiles à abattre.

Les eaux sont ensuite filtrées et débarrassées des éventuelles particules avant traitement sur charbon actif.

Les boues sont purgées ou pompées selon les cas. La production des boues est infime et difficilement mesurable.

Les installations fonctionnent en autonomie avec un automatisme simple et une supervision. Toutefois, l'exploitant doit contrôler le procédé pour s'assurer qu'il ne dérive pas et ajuster les dosages. Les coûts d'exploitation sont ainsi maîtrisés et très réduits par rapport à des interventions externes ponctuelles.



KMU Loft

Evapo-concentrateur CMV à flot tombant modèle Prowadest Hybride de KMU Loft installé dans un centre d'enfouissement technique fonctionnant avec un mix énergie thermique/électrique.



Evaporateur à compression mécanique des vapeurs (CMV). Intégration dans les installations Corelec Equipements de traitement des lixiviats.

Corelec Equipements

tiellement la chaleur issue des moteurs de cogénération biogaz mais pouvons proposer d'autres solutions thermiques comme des chaudières biogaz, souligne Julien Alix, Directeur Commercial chez Sita BioEnergies. Nous réalisons en ce moment un projet pour le syndicat mixte des déchets de la Sarthe (SMD3) où la chaleur d'évaporation sera fournie par une chaudière biomasse au bois que nous installons ».

La société Exonia a développé une offre alternative. Elle propose un ensemble de procédés regroupés dans l'offre Lixipack® et utilisant les énergies disponibles sur site (biogaz, eau chaude issue de groupe de cogénération) ou la compression mécanique de vapeur pour concentrer les lixiviats de décharges de toute nature sans prétraitement. Les unités lixipack® sont containerisées et disponibles à la vente. Elles sont composées de deux familles de produits :

Lixipack® Atmo, concentrant x3 à x5 et assurant une vaporisation directe de l'eau contenue dans le lixiviat à faible consommation de courant (zéro rejet liquide). C'est la solution la plus économique et la plus rapide à mettre en œuvre pour concentrer les

lixiviats. Disponible de 50 à 2000 Kw, elle utilise l'eau chaude à partir de 45 °C ou la vapeur issue de groupe de cogénération. Lixipack® sous vide, concentrant jusqu'à 45 % de matière sèche avec un rejet liquide ou gazeux selon les impositions du site. Ces unités de 100 l/h à 10000 l/h peuvent être alimentées en énergie par de l'eau chaude



Exonia vient d'achever la mise en service d'une unité d'évaporation des lixiviats dans la Sarthe (Le Mans). Utilisant le procédé Lixipack® EAL, l'unité, d'une puissance de 1200 kW, traite 1200 à 1300 l/h de lixiviat brut.

Exonia

à 90° ou par une compression mécanique de vapeur. La particularité de ces unités est d'utiliser le principe de circulation forcée pour s'affranchir de l'encrassement et de l'entartement des surfaces d'échange. Standardisées, rationalisées et containerisées, elles ne nécessitent pas de structure particulière (une dalle béton, une arrivée électrique et une arrivée d'eau suffisent). « L'ensemble de nos équipements est réalisé en France dans nos ateliers d'Avelin (59) », souligne Philippe Caurier chez Exonia.

Corelec Equipements, Vivlo, Biome, Hytec Industrie, KMU Loft ou Ridel Environnement développent leurs propres procédés dont la principale caractéristique est l'économie d'énergie, la vapeur compressée mécaniquement étant réutilisée pour chauffer et distiller l'effluent à traiter.

« Que l'on parle d'évapo-concentration ou de distillation sous vide, la CMV est particulièrement adaptée de par sa récupération d'énergie à des débits à partir de 150 l/h soit 1000 m³/an. Les principaux principes CMV sont la recirculation forcée, la convection naturelle et le flot/film tombant. KMU Loft produit les trois principes » indique Jean-Lin Laurouaa chez KMU Loft France.

Corelec Equipements propose des systèmes de concentration des lixiviats ou des rétentats d'osmose inverse par évaporation et concentration sous vide. « Deux technologies peuvent être mises en œuvre, explique Juliette Devaud chez Corelec Equipements. Si le site est équipé de système de cogénération, l'évaporateur fonctionne en eau chaude/eau froide pour le chauffage de la solution mère et la condensation des vapeurs. L'évaporation est réalisée sous vide poussé à la température de 40 °C. S'il ne l'est pas, la technologie de re-compression mécanique de vapeur peut être installée. Dans ce cas,

la condensation des vapeurs est réalisée en eau froide pour le chauffage de la solution mère et la condensation des vapeurs. L'évaporation est réalisée sous vide poussé à la température de 40 °C. S'il ne l'est pas, la technologie de re-compression mécanique de vapeur peut être installée. Dans ce cas,

Nucleos® : une réponse simple et rustique

Aeroe est spécialisée depuis 1998 dans le traitement des lixiviats par évaporation naturelle accélérée avec valorisation du biogaz. L'entreprise propose un ensemble de prestations et de services qui va de l'installation clés en mains à l'exploitation. Aeroe assure l'étude, la réalisation des projets et l'installation du procédé Nucleos®.

La solution proposée a pour objet le traitement des lixiviats par évaporation naturelle accélérée. Cette réponse à la fois simple, efficace et rustique est basée sur l'utilisation d'une surface d'échange en polyéthylène haute densité sous forme de panneaux. La qualité des matériaux utilisés apporte une solution durable au traitement des lixiviats.

L'étude réalisée permet de déterminer le nombre d'évaporateurs en fonction de la météo locale, du volume de lixiviats à traiter et du débit de biogaz. « En effet, la fermentation des déchets produit du biogaz. Au cas où le site d'enfouissement déciderait de valoriser le biogaz, les modules ont été conçus pour recevoir des échangeurs de chaleur, explique Philippe Stock chez Aeroe. Ceux-ci améliorent les performances évaporatoires des modules DHC 08. Ainsi un module voit ses performances multipliées par quatre grâce à la valorisation du biogaz ».

La souplesse du procédé lui permet de se connecter soit à une chaudière équipée d'un brûleur biogaz soit à

des moteurs ou micro turbines de cogénération.

Le procédé peut accepter des variations importantes de qualité du lixiviat. Celui-ci reste stocké dans le bassin et reçoit un simple prétraitement au moyen de turbines lentes de faible puissance. La DCO et la DBO sont ainsi abaissées.



Il n'y a pas de rejet en rivière. Au moment d'une prise de conscience de la valeur de l'eau, des risques de raréfaction de cet élément indispensable à l'homme, c'est un facteur déterminant dans le choix du procédé. Aucune qualification particulière n'est demandée au personnel du site. Aeroe assure la formation du technicien que l'exploitant du site aura désigné.

Une fois par semaine, il sera chargé de vérifier le bon fonctionnement des pompes, vannes, asperseurs et ventilateurs. Il devra également s'assurer qu'il y a

suffisamment de produit de nettoyage. Le nettoyage hebdomadaire des surfaces d'échange est automatisé. Il se fait grâce à des produits à base d'acide péracétique. Tous les deux jours le technicien nettoiera la crépine. Cette opération, simple, ne nécessite que quelques minutes d'intervention. Tous les 6 mois environ, les surfaces d'échange seront également nettoyées. Aeroe fournit un jeu de maille de rechange qui évite l'arrêt du procédé.

Il en ressort un coût d'exploitation particulièrement bas et une facilité d'exploitation. Le procédé est basé sur une technique douce. Il peut être comparé à un bassin d'évaporation naturelle, si ce n'est que la surface au sol est bien moins importante et qu'il peut traiter des lixiviats sur des régions peu favorables à l'évaporation grâce à la valorisation du biogaz.

Il est sécurisant pour l'exploitant du site. En effet, en cas d'arrêt intempestif du système, il n'y a pas de risque de pollution : l'effluent reste dans le bassin de stockage.

« Avec ce procédé, c'est le rejet zéro en rivière, il n'est donc pas nécessaire de procéder à des analyses souvent coûteuses et contraignantes du lixiviat, souligne Philippe Stock. Il apporte une solution durable et conforme aux nouvelles normes de lutte contre la pollution ».

l'évaporation s'effectue sous vide partiel à 90 °C (pour une consommation énergétique < 50 kW/Te) ».

H₂O, via son procédé de distillation sous vide Vacudest®, recycle l'énergie pour réduire les coûts d'exploitation.

TMW a développé de son côté une technologie brevetée MHD (humidification-déshumidification multi-étagée), reposant sur le principe d'une évapo-concentration mais à pression atmosphérique. La solution, baptisée Ecostill®, est livrée en conteneur prêt à l'emploi (location exclusivement). Elle permet de concentrer cinq fois le lixiviat

et de produire parallèlement une eau déminéralisée. Grâce à sa concentration, le coût de traitement du lixiviat est ensuite

réduit de manière significative pour l'exploitant. Cette technologie, par rapport aux systèmes de distillation sous vide ou de compression mécanique de vapeur, consommerait près de 100 fois moins d'énergie : TMW revendique une consommation électrique de l'ordre de 1 kWh/m³. Le procédé est mis en œuvre par Ovide sur un Centre d'enfouissement technique du Pas-de-Calais.

De son côté, Proserpol a développé un évaporateur atmosphérique construit en matériau composite sans rejet liquide qui permet de valoriser l'eau chaude produite par les moteurs de cogénération. « Plusieurs unités sont déjà installées et d'autres sites sont prêts à être équipés et profiter des avantages financiers correspondants » souligne François Morier, Directeur du Développement. ■



Le procédé d'ozonation catalytique développé par Serep permet d'atteindre des valeurs très basses de DCO résiduelles avec une décoloration et une désodorisation de l'eau. Il repose sur un couplage d'ozone avec un catalyseur hétérogène TA03 non consommé.