COLLECTE, TRI ET VALORISATION DES DÉCHETS

LE TRI ET LE RECYCLAGE DES DÉCHETS P. 3

- *Industrialiser le tri*
- *Sécuriser les filières de traitement*
- *Produire des matériaux adaptés au marché*

LE STOCKAGE DES DÉCHETS NON DANGEREUX P. 7

- *Optimiser l'exploitation des installations*
- *Maximiser leur potentiel énergétique*

LE TRAITEMENT THERMIQUE DES DÉCHETS P. 11

- *Améliorer les performances économiques et environnementales des unités de valorisation énergétique*

LA PRODUCTION DE COMBUSTIBLES ET DE CARBURANTS ALTERNATIFS P. 15

- *Mettre au point des solutions industrielles de biocombustibles et de biocarburants à partir des déchets*

2011

Optimiser le cycle du recyclage

Recherche & Innovation

VEOLIA ENVIRONNEMENT

Face à l'accumulation des résidus générés par les activités humaines et à la raréfaction des ressources naturelles, il est impératif d'exploiter au maximum le potentiel d'énergie et de matière que représentent les déchets.
Il appartient à la Recherche et Innovation de Veolia Environnement de trouver des solutions technologiques, viables du triple point de vue économique, environnemental et social, pour les valoriser à l'échelle industrielle.

Les chercheurs ont aussi pour objectif prioritaire d'améliorer les modes de collecte et de traitement des déchets afin de préserver au mieux les milieux de vie, qu'il s'agisse de l'environnement naturel, du cadre de vie urbain ou des conditions de travail.

Leurs travaux s'inscrivent également dans une perspective globale : celle de la qualité du service rendu aux ménages, aux collectivités et aux industriels.

La quantité de déchets collectés dans le monde est estimée entre 2,5 et 4 milliards de tonnes. La valorisation de ce gisement de matériaux et de ressources énergétiques devient une problématique mondiale à l'heure où les économies modernes sont confrontées au phénomène de la rareté et au défi de l'utilisation durable des ressources.

Plus de 670 millions de m³ de méthane sont collectés sur les installations de stockage des déchets non dangereux de Veolia Propreté. Cela représente 565 000 TEP par an, soit 1 % de la consommation de produits pétroliers par les transports en France, ou encore 4 % de la consommation de fioul dans le secteur résidentiel et tertiaire.

En durcissant les normes d'émissions atmosphériques et en exigeant une vigilance accrue vis-à-vis des polluants émergents, la réglementation renforce la prévention des risques environnementaux et sanitaires liés aux unités de valorisation énergétique des déchets. La R&I met au point des solutions pour minimiser les rejets toxiques des installations du Groupe.

LE TRI ET LE RECYCLAGE DES DÉCHETS

ENJEUX

La prévention et le recyclage figurent en tête dans la hiérarchie des modes de traitement des déchets établie par la directive déchets de 2008. Notre objectif est de contribuer à améliorer les performances des procédés de tri, développer des filières de recyclage et mettre au point de nouvelles technologies pour identifier et récupérer les matières contenues dans les déchets.

INDUSTRIALISER LES PROCEDES DE VALORISATION MATIÈRE DES DÉCHETS

- Automatiser les centres de tri, qu'il s'agisse des déchets pré-triés par les ménages ou des déchets industriels banals collectés en vrac afin d'augmenter les quantités et les types de matière valorisée ainsi que la rapidité du tri ;
- placer l'homme au-dessus de la machine : améliorer les conditions de travail, anticiper les compétences nécessaires pour l'utilisation des technologies de demain, veiller à ce que les opérateurs s'adaptent sans dommage aux innovations technologiques ;
- s'assurer de débouchés pérennes pour les produits issus des déchets : garantir leur innocuité et leur production à qualité constante, être économiquement compatible avec les marchés, vérifier la pertinence environnementale des filières de recyclage.

SÉCURISER LES FILIÈRES DE TRAITEMENT ET DE VALORISATION

- Isoler les déchets dangereux ou indésirables ainsi que les matières recyclables des flux de déchets collectés en vrac qui entrent dans nos unités de traitement (centres de stockage, unités de combustion, plates-formes de compostage) afin de mieux prévenir les risques environnementaux et sanitaires et éviter de gaspiller des ressources naturelles ;
- développer un système automatisé de récupération sélective pour permettre à Veolia Propreté d'orienter les déchets dangereux vers les installations correspondant aux normes environnementales les plus exigeantes, de réduire la dispersion des polluants, d'améliorer la qualité des composts produits à partir de déchets ménagers et d'optimiser la collecte de matières.

En bref

Nos recherches ont pour objectif d'améliorer la performance des unités de tri, de sécuriser les filières de traitement des déchets et de viabiliser la fabrication et l'utilisation des matières premières secondaires.

NOS TRAVAUX PORTENT NOTAMMENT SUR :

- l'évaluation et la modélisation des performances des machines de tri, pour les déchets ménagers issus de la collecte sélective et les DIB (Déchets Industriels Banals) ;
- le développement d'outils de détection, d'extraction et de télé-opération qui supprimeront le contact des opérateurs avec les déchets ;
- l'optimisation de l'organisation des centres de tri ;
- la conception d'un système automatisé de récupération sélective pour isoler les déchets dangereux ou indésirables et les matières recyclables des flux de déchets collectés en vrac ;
- l'évaluation technico-économique des filières de valorisation, notamment des matières plastiques, et l'établissement du bilan énergétique et environnemental de la production.

Le système de tri que nous avons mis au point pour exploiter à pleine capacité les machines de tri des déchets plastiques (TSA2) a été industrialisé.

Planning

- Simulateur de tri et automatisation du tri : 2006-2013

DÉTAIL DES PROJETS

AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE DES UNITÉS DE TRI

- Optimisation des processus de tri via une connaissance plus approfondie et une meilleure intégration des technologies ainsi qu'une amélioration des schémas d'organisation : évaluation sur un banc test (échelle 1) des performances des machines de tri, identification des paramètres d'optimisation, réalisation et test des modifications, développement d'un simulateur de tri.
- Amélioration de l'hygiène et de la sécurité par le développement d'outils permettant aux opérateurs d'identifier des objets à distance et de les extraire mécaniquement : interface d'identification des objets/matériaux, dispositifs d'extraction, outil de contrôle/commande associé.

DÉVELOPPEMENT DE FILIÈRES DE RECYCLAGE

- Constitution d'une base de données sur les caractéristiques des différentes matières contenues dans les déchets et leur intérêt pour le recyclage.
- Établissement de bilans environnementaux des filières de recyclage.
- Développement d'un système de mesure et de contrôle de la qualité des produits.
- Optimisation de la récupération des métaux dans les mâchefers (résidus de l'incinération des déchets).
- Développement de procédés pour récupérer les métaux dans certains flux de déchets.

OPTIMISATION DU CONTRÔLE DES DÉCHETS ENTRANTS

Automatisation de la capture des déchets entrants avec le développement d'un outil de récupération sélective des objets à extraire composé :

- d'une cellule de détection/localisation des objets
- de dispositifs avancés d'extraction/préhension des objets
- de mécanismes de contrôle/commande pour préparer les déchets à leur traitement (combustion, compostage, stockage...).

Vers une évolution des modes de collecte ?

Compte-tenu des capacités très fines de récupération sélective des machines de tri qui peuvent aujourd'hui être mises en œuvre, les chercheurs examinent s'il serait pertinent de faire évoluer les modes de collecte des déchets ménagers. Dans la mesure où le tri des déchets secs (plastiques, papiers, cartons, métaux) peut être industrialisé, serait-il plus viable du triple point de vue social, économique et environnemental de demander aux ménages de concentrer leurs efforts de tri à la source sur les déchets alimentaires et les déchets dangereux uniquement, et de mettre en vrac tout le reste dans un seul bac, ou dans un premier temps d'élargir grandement le nombre de matières à mettre dans la poubelle des déchets à recycler ? Les impacts d'une telle «révolution culturelle» en termes de simplicité du geste de tri, de nombre de passage de collecte, d'optimisation de la valorisation des biodéchets et des matériaux font l'objet d'études.

Le recyclage réduit la quantité de déchets ultimes et les impacts environnementaux qui leur sont liés. Outre les économies de matières premières vierges, il induit en général des économies d'énergie et d'eau dans les procédés et une réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il limite aussi les dommages environnementaux liés à l'extraction des matières premières.

Enfin, en limitant la contrainte de la rareté, il contribue à la croissance mondiale.

Placer l'homme au-dessus de la machine.
L'une des pistes de travail de la R&I de Veolia Environnement est de prendre en compte la dimension humaine lors de la mise en œuvre d'évolutions technologiques, non seulement en termes d'ergonomie, d'organisation et de formation, mais aussi d'acceptabilité sociale. Une équipe de 3 personnes, respectivement formées en ergonomie, en psycho-sociologie et en sociologie, intervient à cette fin dans les projets de recherche.

Interview

"Nous devons faire évoluer le traitement des déchets vers la production de matières recyclées."

Olivier Doyen,
responsable du programme
Collecte, tri et valorisation des déchets

Comment procédez-vous pour améliorer la qualité des matériaux recyclables ?

« Pour développer des filières de recyclage, nous devons être capables de produire des matières de qualité constante. Au-delà de l'amélioration qualitative du tri à la source effectué par les ménages, il s'agit pour nous d'optimiser et développer les procédés de tri utilisés par le Groupe. Le tri est une étape stratégique pour le recyclage des déchets. Meilleure est sa qualité, meilleures sont les possibilités de valorisation. »

Sera-t-il possible de garantir la qualité de la production ?

« C'est indispensable pour faire évoluer le traitement des déchets vers l'économie marchande du recyclage et générer une valeur ajoutée de plus en plus significative. Les opérateurs de tri vont évoluer vers le contrôle qualité du tri effectué par la machine. Une machine de tri n'est efficace qu'à 90 % environ. L'intervention humaine est donc nécessaire pour rectifier les erreurs. À ce contrôle qualité s'ajoutera un système de contrôle en ligne afin de pouvoir fournir à nos clients des informations sur la matière produite – le niveau de blancheur du papier par exemple. Plutôt que de prélever des échantillons de façon aléatoire, qui ne sont pas nécessairement représentatifs de l'intégralité des flux à un instant donné, nous cherchons à analyser 100 % de la production afin d'avoir une vision plus juste de ses caractéristiques. »

Quelles sont les voies de valorisation les plus porteuses ?

« Nous tendons à boucler le cycle de la matière au plus près de son utilisation initiale – recycler le papier journal en papier journal, la bouteille plastique en bouteille plastique, le verre en verre, etc.

Mais ceci n'est pas toujours viable au regard du prisme ACV, ni reproductible à l'infini. Nous devons aussi être capables de produire une matière en vue de multiples usages. »*

** analyse du cycle de vie.*

Augmenter les débits et l'éventail des matériaux.
Les machines de tri automatique des plastiques existent depuis le début des années 90. Elles conjuguent des systèmes de détection infra-rouge pour identifier les différents types de matériaux et des buses à air pulsé pour éjecter les objets de la chaîne de tri. En 2006, Veolia Environnement a déposé un brevet (TSA2) qui permet de les utiliser à hauteur du débit maximal garanti par les constructeurs. Ce système de Tri Séquentiel AutoAdaptatif a fait l'objet d'une première application industrielle en Charente. Il est utilisé pour trier 5 types de matériaux en mélange : les bouteilles transparentes incolores (PET), les bouteilles transparentes de couleur (PET), les flacons opaques (PEhd), les briques alimentaires et les papiers résiduels. Les matériaux sont éjectés par ordre de priorité quantitative, ce qui libère de la place sur la chaîne de tri et permet de continuer à faire entrer les déchets en continu sans saturer le process. Avec TSA2, il est possible de réaliser sur une seule machine ce qui naguère en nécessitait cinq - d'où un gain en termes d'investissement machine et d'emprise foncière. Les déchets étant davantage triés dans le détail, le volume de matières récupérées est plus important – un impératif pour que les filières de valorisation soient compétitives par rapport aux procédés qui produisent ces matières.

LE STOCKAGE DES DÉCHETS NON DANGEREUX

ENJEUX

PILOTER DE FAÇON INDUSTRIELLE LES ISDND

Optimiser l'exploitation des installations de stockage de déchets en mettant au point des solutions innovantes pour en piloter l'ensemble des paramètres de fonctionnement, de leur conception jusqu'à la fin de leur post-exploitation : lixiviats, biogaz, tassement du massif.

Il faut pour cela développer des outils de mesure et de modélisation et automatiser la gestion des processus.

DÉVELOPPER LE STOCKAGE BIORÉACTEUR

Optimiser le potentiel énergétique des installations de stockage en accélérant la biodégradation des déchets stockés par réinjection des lixiviats (effluent aqueux chargé en matière organique et en polluants divers) tout en améliorant notre compréhension des mécanismes biologiques.

Il s'agit de poursuivre le développement de ces nouveaux types d'ISDND plus performants, les bioréacteurs.

MIEUX MAÎTRISER LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Le Groupe capte et valorise le biogaz sur plus de 75 % de ses installations de stockage des déchets. Néanmoins, celles-ci représentent 56 % des émissions de gaz à effet de serre de Veolia Propreté.

Il faut donc améliorer le captage du biogaz pour réduire les émissions de méthane.

Si la **directive européenne déchets de 2008** place le stockage des déchets en dernière position dans la hiérarchie des modes de traitement, elle prévoit cependant qu'il est possible de s'écarter de cet ordre de priorité lorsque l'analyse du cycle de vie utilisée pour évaluer les effets globaux de la production et de la gestion de certains flux de déchets le justifie. Même si les quantités de matière organique enfouies en installation de stockage tendent à se réduire, cette filière génère des volumes importants de méthane.

La directive européenne de 2001 classe le méthane produit à partir de la biodégradation des déchets parmi les énergies renouvelables.

En bref

NOS TRAVAUX ONT POUR OBJET DE :

- développer la conduite industrielle des installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND),
- expérimenter à l'échelle industrielle la technologie du bioréacteur.

NOUS CHERCHONS EN PARTICULIER À :

- réduire les émissions de gaz à effet de serre du Groupe,
- mettre au point des procédés qui permettent de générer du biogaz rapidement et en grande quantité à partir du biogaz des installations de stockage des déchets.

Planning

- Suivi du bioréacteur pilote de La Vergne : 2003-2012
- Projet évaluation de filières de stockage ELIA : 2003-2010
- Exploitation de cellules de compression permettant de déterminer les propriétés géomécaniques des déchets enfouis : 2005-2011
- Projet préparation de la charge BIOPTIME : 2006-2011
- Projet mesure des émissions diffuses : 2006-2010
- Suivi du pilote industriel de production de biométhane à Claye-Souilly : 2009-2011

DÉTAIL DES PROJETS

TECHNOLOGIE DU BIORÉACTEUR

- Exploitation d'un pilote industriel d'une capacité de 134 000 m³ à La Vergne (France).
- Évaluation comparative des avantages techniques, économiques et environnementaux du bioréacteur et d'une ISDND conventionnelle (casier témoin).
- Identification et préconisation des meilleures pratiques d'injection de lixiviats dans le massif de déchets : essais échelle 1 sur un site en Ile-de-France.
- Mesure et suivi de l'humidité du massif de déchets, avec des dispositifs originaux.
- Exploitation des données disponibles sur les différents bioréacteurs du Groupe dans le monde (France, États-Unis, Australie).
- Élaboration de guides permettant de dimensionner, concevoir et exploiter dans de bonnes conditions les bioréacteurs.
- Création et mise en ligne d'un site de diffusion et d'échange des connaissances sur le thème du bioréacteur : www.ecomethaniseur.com.

CONDUITE INDUSTRIELLE DES ISDND

- Étude de modes innovants de captage de biogaz afin de réduire les émissions d'odeurs et de gaz à effet de serre et d'augmenter les possibilités de valorisation énergétique.
- Développement d'outils pour mesurer les émissions diffuses de gaz des sites industriels.
- Amélioration de la qualité et de la quantité du biogaz collecté pour optimiser sa valorisation.
- Gestion intégrée et prédiction de la production, du captage et des émissions de biogaz.

Mesure des émissions diffuses de biogaz.
À l'heure actuelle, les émissions de méthane des ISDND dans l'atmosphère sont estimées de façon empirique. La R&I de Veolia Environnement a engagé des travaux pour tester des techniques de mesures directes. Les techniques de mesure existantes et développées par des équipes internationales ont fait l'objet d'essais comparatifs sur 2 installations de stockage aux États-Unis en vue de sélectionner la plus efficace à l'échelle d'un centre de stockage.

Interview

Estelle REDON,
responsable grand projet
gestion des ISDND

"Nous cherchons à maximiser le rendement énergétique des installations de stockage des déchets."

Quels sont vos principaux travaux sur le stockage des déchets ?

« Notre premier axe de recherche est d'accélérer la production de biogaz en fournissant aux micro-organismes qui décomposent la matière organique les conditions propices à leur bon développement : réinjection des lixiviats pour apporter l'humidité optimale à la dégradation des déchets, préparation des déchets avant de les stocker dans les casiers. Nos travaux reposent sur des essais menés à l'échelle industrielle ainsi que sur le développement d'outils de modélisation pour mieux comprendre les mécanismes mis en œuvre et les prédire. »

Et les autres étapes ?

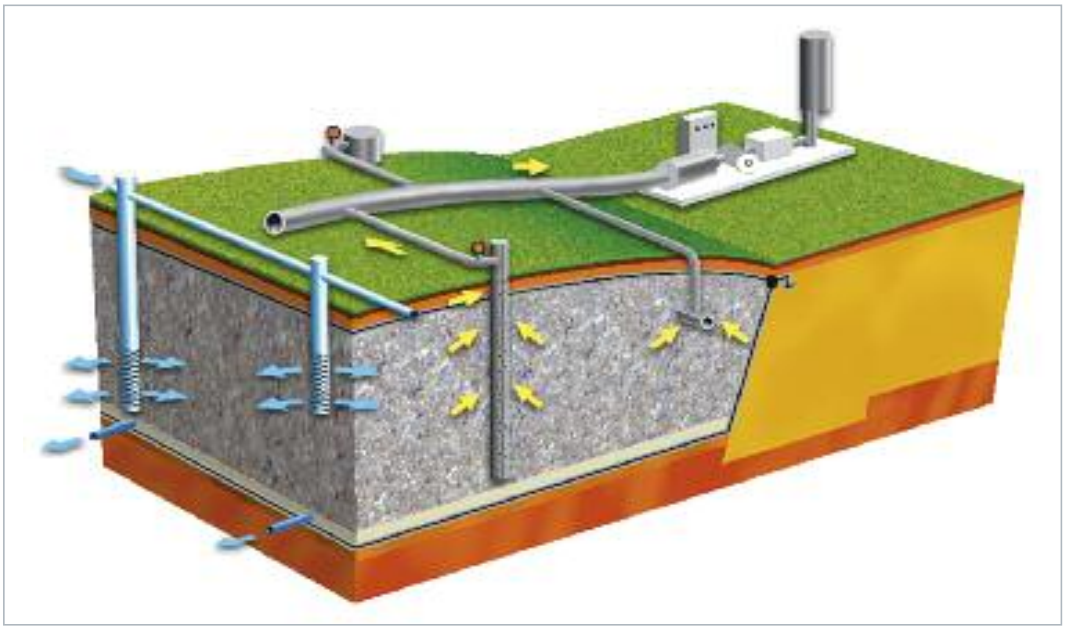
« Nous développons des méthodes de captage pour récupérer le plus de biogaz possible, le plus tôt possible et de façon constante, afin d'en optimiser la valorisation. Par exemple, le captage à l'avancement permet de dégazer les casiers au fur et à mesure de leur remplissage plutôt qu'une fois remplis, et donc de collecter le biogaz dès le début de sa production. Le système mis en place en 2005 sur un site industriel et suivi pendant 3 ans nous a permis de démontrer son efficacité, en particulier une réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre.

Nous avons aussi développé un système automatique de dégazage du biogaz (Méthacontrol®). Actuellement en phase d'industrialisation, il augmente la quantité de biogaz collectée jusqu'à 40 % par rapport à un réglage manuel. En parallèle et afin d'améliorer les performances des installations de stockage, nous travaillons sur la mesure des émissions diffuses et en particulier sur celle utilisant la spectroscopie laser longue portée. »

La conversion du biogaz en chaleur ou en électricité est maîtrisée. Qu'en est-il du biométhane ?

« C'est la troisième étape de nos travaux, qui portent sur la valorisation du biogaz capté. La problématique est de parvenir à produire du biométhane qui présente des caractéristiques similaires à celles du gaz naturel afin de pouvoir l'utiliser dans des véhicules et dans des chaudières d'habitation, via les réseaux de gaz naturel.

Nous travaillons également sur le bilan environnemental et économique de cette filière en fonction des conditions de transport et d'utilisation du biométhane. »



Dans un bioréacteur, les déchets sont dégradés à 75% au bout de 4 à 5 ans, alors que dans une ISDND normale, il faut 30 ans pour les stabiliser. L'expérimentation menée sur le pilote industriel de La Vergne met en évidence que le procédé du bioréacteur permet de concentrer sur une courte période la production de biogaz puis d'abattre fortement le potentiel méthanogène des déchets humidifiés.

Cette biodégradation accélérée permet d'optimiser la valorisation énergétique du biogaz, de maîtriser les risques d'émission à long terme et de réduire les coûts de post-exploitation.

ENJEUX

AUGMENTER LES PERFORMANCES ÉCONOMIQUES

des unités de valorisation énergétique des déchets gérés par le Groupe (combustion des déchets ménagers, déchets industriels banals, déchets dangereux, boues d'épuration et biomasse).

Cela passe par l'augmentation des rendements énergétiques et la réduction des coûts de maintenance des unités industrielles.

AUGMENTER LEURS PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

Cela suppose d'améliorer nos connaissances sur la formation des polluants émergents et de déterminer des stratégies d'abattement, en anticipant les évolutions de la réglementation.

Source d'énergie alternative utilisée pour alimenter les réseaux électriques ou les réseaux de chauffage urbain, le traitement thermique économise les ressources fossiles et contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre pour la part biogénique des déchets brûlés dans les installations.
Il réduit de façon notable la quantité des déchets ultimes (les résidus ultimes de la combustion ne représentent que 3 % du poids des déchets traités, après valorisation des mâchefers).

En bref

Nos recherches visent à augmenter l'efficacité énergétique des unités de valorisation énergétique du Groupe, tout en abaissant les coûts de maintenance et en réduisant les émissions atmosphériques.

ELLES PORTENT NOTAMMENT SUR :

- le développement d'outils de modélisation de la combustion et de la valorisation énergétique des déchets ;
- des études expérimentales et *in situ* sur la tenue des matériaux réfractaires et sur la corrosion et l'encrassement des chaudières ;
- l'amélioration des connaissances du cycle des polluants, depuis la molécule source jusqu'au traitement des fumées ;
- la proposition de nouvelles configurations d'équipements ;
- l'évaluation de technologies de combustion émergentes.

Planning

- Essais sur pilote de corrosion : 2004-2010
- Étude de l'encrassement : 2006-2010
- Étude des matériaux réfractaires : 2006-2011
- Modélisation de la combustion : 2004-2013

DÉTAIL DES PROJETS

OPTIMISATION DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES INSTALLATIONS

- Augmentation de la disponibilité des unités de valorisation énergétique : évaluation des matériaux réfractaires utilisés dans les fours, étude de la corrosion et des mécanismes d'encrassement des fours et des chaudières.
- Optimisation de la configuration et de la conduite des installations (répartition et régulation de l'injection d'air, conception intérieure des fours, conditions physico-chimiques dans les échangeurs) grâce à la modélisation des conditions de combustion et de valorisation énergétique des déchets ménagers.

ÉVALUATION DE NOUVELLES TECHNOLOGIES DE COMBUSTION

- Veille technologique sur les procédés de traitement thermique émergents applicables aux déchets (pyrolyse, gazéification, conversion thermo-catalytique) : évaluation technico-économique, comparaison et modélisation des procédés.
- Qualification et quantification de l'impact d'une recirculation des fumées sur la formation et le traitement des polluants étudiés.

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

- Étude des mécanismes réactionnels menant à la formation de polluants, afin de proposer de nouveaux modes de conduite des unités de valorisation énergétique des déchets.
- Étude de faisabilité d'un traitement des fumées à haute température : développement d'un pilote et validation sur site industriel.

La durabilité de matériaux réfractaires en carbure de silicium utilisés dans les fours est évaluée en collaboration avec plusieurs industriels.

Les chercheurs s'attachent à mieux comprendre les mécanismes de dépôts dans les chaudières sur un pilote d'encrassement.

Particules fines.
Les chercheurs développent des outils de suivi en continu des polluants dont les niveaux d'émission sont réglementés, tels les dioxines, ou des polluants émergents .

Prévenir les émissions de polluants

Les chercheurs de Veolia Environnement ont pour objectif de développer de nouvelles stratégies d'abattement des polluants à la source et tout au long de leur cheminement. À cette fin, ils étudient les mécanismes de formation des polluants (gaz acides, NOx, composés organiques et métaux) sur un pilote de combustion.
Ils analysent par ailleurs des procédés pour les réduire.

Interview

Xavier CHAUCHERIE, responsable pôle

"Notre objectif est d'augmenter de 50 % le rendement électrique de nos unités de valorisation énergétique."

Que faites-vous pour valoriser le potentiel énergétique des déchets incinérés ?

« Le rendement électrique courant d'une unité de valorisation énergétique des ordures ménagères est de l'ordre de 20 à 22 %. Nous cherchons à l'augmenter de moitié pour le porter à 30 %. Plusieurs études sont en cours à cet effet, notamment les travaux relatifs à la corrosion et à l'encrassement des fours et chaudières que nous menons sur des pilotes expérimentaux à l'échelle laboratoire. Par exemple, nous avons identifié les paramètres critiques qui conduisent à la corrosion des échangeurs thermiques sur un pilote développé avec l'université de Nancy. Nous avons ensuite mis au point un outil pour diagnostiquer le niveau de corrosion des tubes des échangeurs thermiques – dont la longueur totale peut atteindre plusieurs kilomètres. Ceci permettra de faire de la maintenance préventive et donc d'éviter des arrêts techniques et des remplacements coûteux, avec pour corollaire une amélioration du rendement énergétique des installations et des gains économiques. Nous qualifions aussi sur pilote la résistance à la corrosion de matériaux. Nous travaillons par ailleurs sur de nouveaux concepts intégrant d'emblée les étapes de traitement des fumées et de valorisation énergétique. »*

À quoi servent les outils de modélisation que vous développez ?

« Nous couplons à nos pilotes de laboratoire des outils de modélisation qui nous permettent de confirmer les résultats de nos manipulations et de les extrapoler aux unités industrielles. À partir de logiciels de modélisation thermodynamique, nous développons des outils pour simuler le comportement des fumées et évaluer des réactifs de traitement ou encore pour simuler les phénomènes de dépôt sur les échangeurs thermiques et évaluer le potentiel corrosif et encrassant des combustibles solides. »

** rapport entre l'énergie récupérée sous forme électrique et l'énergie consommée.*

LA PRODUCTION DE COMBUSTIBLES ET DE CARBURANTS ALTERNATIFS

ENJEUX

Traitant 62,5 millions de tonnes de déchets par an, Veolia Environnement entend se positionner comme un producteur d'énergies alternatives en proposant une gamme de combustibles allant du 100% biogénique (cf. livret Bioressources) au combustible de substitution valorisé pour son pouvoir énergétique. Des solutions de valorisation des déchets en biocarburants et en biocombustibles existent d'ores et déjà. Cependant de nombreux verrous technologiques et économiques restent encore à lever pour valider certaines d'entre elles. Par ailleurs, il est nécessaire de s'assurer de leur intérêt environnemental réel en réalisant des analyses du cycle de vie (ACV) sur les filières globales.

ÉPURER LE BIOMÉTHANE

Une partie croissante du biogaz généré par les installations de stockage des déchets ménagers et les digesteurs est actuellement valorisée directement en électricité ou en chaleur. Comportant du méthane, à fort pouvoir énergétique, le biogaz est valorisable autrement. Transformé en biométhane, il pourrait être utilisé dans les réseaux de gaz naturel, en carburant ou dans les piles à combustibles.

Des questions restent cependant en suspens, auxquelles il convient de trouver des solutions technologiques robustes et compétitives. Comment transformer le biogaz en méthane de bonne qualité, séparé du CO_2 et épuré de ses polluants comme les siloxanes ? Comment le transporter et le stocker ? Enfin, il nous revient aussi de dresser les bilans environnementaux et énergétiques de ces différentes filières.

ÉLABORER DES FORMULATIONS DE CSR PERFORMANTES ET FIABLES

Les combustibles solides de récupération (CSR) à fort taux de carbone vert (origine biogénique) sont destinés à se substituer aux combustibles fossiles dans des chaufferies et des fours industriels (fours à chaux, centrales à charbon, cimenteries, etc.). Transformer les déchets, composés de matières très hétérogènes, en combustible répondant à des caractéristiques précises nécessite tout d'abord d'améliorer nos connaissances. Nous devons savoir quels déchets sélectionner, comment les trier et quelles formulations élaborer pour parvenir à l'objectif requis.

En bref

Nos recherches visent à positionner Veolia Environnement en tant que producteur d'énergies de substitution.

ELLES ONT POUR OBJET D'INDUSTRIALISER LA PRODUCTION :

- de biométhane à partir du biogaz des installations de stockage de déchets ou des digesteurs,
- de combustibles solides de récupération (CSR),
- de biocarburants et/ou de composés chimiques à partir des déchets ménagers et de la biomasse, via des procédés thermochimiques.

Suivant une logique de contrôle qualité, il nous faut aussi développer des outils pour assurer le suivi technique et environnemental de la combustion des CSR. Enfin, nous devons valider à l'échelle industrielle les formulations élaborées en laboratoire.

PRODUIRE DU GAZ DE SYNTHÈSE GRÂCE À DES PROCÉDÉS THERMOCHIMIQUES

L'enjeu est d'apporter le maximum de composés organiques contenus dans les déchets dans de nouvelles filières. Celles-ci nécessiteront une mobilisation de matières source identifiées dans les gisements de déchets. La production de biocarburants de nouvelle génération ou la production d'intermédiaires chimiques constituent les filières cibles. Il convient donc d'évaluer les ressources mobilisables et d'analyser les performances technologiques, économiques et environnementales des filières. Ces procédés peuvent également conduire à la production de molécules chimiques.

Planning

- Valorisation biogaz : 2007-2010
- CSR : 2007-2010
- Production de biocarburant de 2ème génération : 2007- 2015

DÉTAIL DES PROJETS

COMBUSTIBLES SOLIDES DE RÉCUPÉRATION (CSR)

- Développement d'un système expert de production : caractérisation des gisements de déchets, évaluation de procédés de tri, élaboration de formulations.
- Modélisation et qualification des combustibles : développement d'outils de contrôle de la qualité des combustibles pour optimiser les procédés de combustion.
- Validation des performances filières : mise au point des formulations à l'échelle semi-industrielle et industrielle.

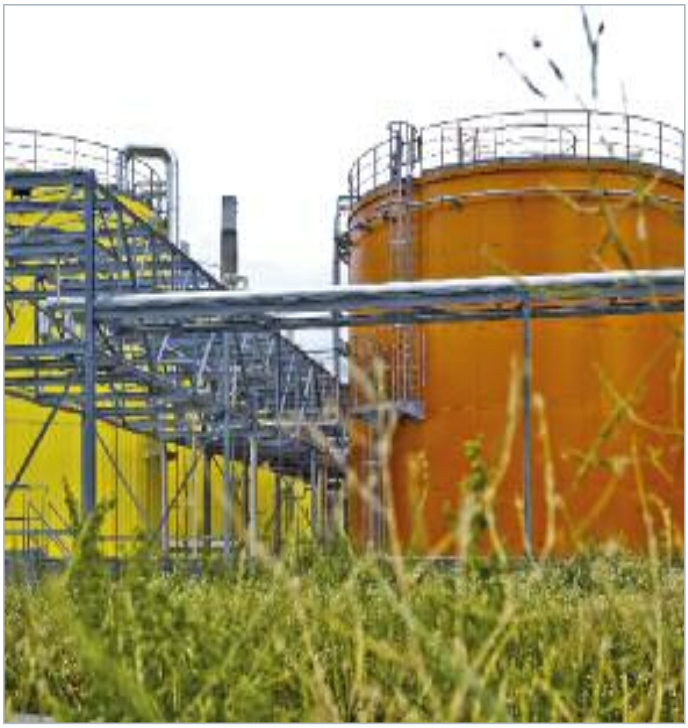
BIOCARBURANT ET TRANSFORMATION DU BIOGAZ EN BIOMÉTHANE

- Évaluer les technologies existantes d'épuration de biogaz et de transformation en biométhane notamment avec un pilote de taille industrielle.
- Évaluation des meilleurs schémas de stockage et de transport du biométhane.
- Démonstration du biométhane sur des flottes captives spécifiques aux métiers de l'environnement.
- Évaluation de la durabilité des solutions : bilans environnementaux et énergétiques.

Obtenus à partir de fractions de déchets, les CSR (combustibles solides de récupération) représentent des combustibles alternatifs intéressants : ils permettent de réduire les gaz à effet de serre, ne sont pas soumis à la volatilité des prix de l'énergie fossile et sont éligibles à divers systèmes incitatifs en Europe.

Des combustibles alternatifs pour les industriels.
Soumis aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre en application du protocole de Kyoto, les secteurs industriels fortement consommateurs d'énergie recherchent des combustibles alternatifs. D'ores et déjà, la R&I de Veolia Environnement peut produire à l'échelle pilote un combustible dont les caractéristiques répondent au cahier des charges exigeant d'un industriel utilisateur. Elle a aussi mis au point une méthode analytique pour mesurer la part de carbone biogénique des CSR. Il est ainsi possible de quantifier, parmi les émissions de CO_2 dégagées lors de l'utilisation des CSR, celles qui sont neutres (qui ne contribuent pas à l'augmentation des gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère).

Produits à partir de source ligno-cellulosique (bois, feuilles, paille, etc.), les biocarburants de seconde génération permettent notamment de ne pas entrer en concurrence avec la filière alimentaire et s'appuient sur un gisement potentiel beaucoup plus important.



La technologie retenue par Veolia Environnement pour recycler de l'huile de friture en biodiesel dans son usine de Limay (Yvelines) a préalablement été testée par la R&I en lien avec Sarp Industries. Les résultats de l'ACV menée de la collecte des HAU jusqu'à leur utilisation en biocarburant ont validé le projet industriel du Groupe. L'expérimentation menée pendant un an sur 3 autocars de Veolia Transport montre que ce biocarburant a des caractéristiques comparables à celles d'un biocarburant traditionnel.

Vers un biocarburant de seconde génération

Contrairement aux biocarburants de première génération issus de produits agricoles, les carburants de seconde génération seront obtenus à partir des fractions lignocellulosiques et hydrocarbonées des déchets.

Veolia Environnement évalue le potentiel de ses gisements biomasse et certaines fractions de déchets comme source de carbone.

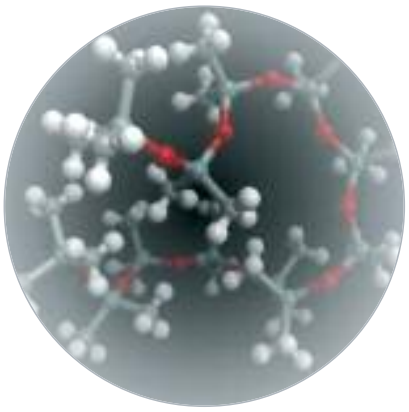
Leur transformation repose sur des procédés avancés issus des techniques de la raffinerie : gazéification, puis épuration du gaz, puis conversion catalytique pour convertir le gaz en biocarburant liquide.
Cette complexité même explique que l'adaptation de ces technologies, initialement dédiées au charbon, sera mise sur le marché à échéance 2015.

Quels procédés de gazéification ?

Après avoir identifié les gisements de biomasse et de déchets ménagers suffisamment importants pour pouvoir alimenter à terme une unité industrielle, les chercheurs étudient en laboratoire s'il est possible techniquement de les gazéifier et selon quelle préparation (mélangés ou non, broyés à telle granulométrie, etc.) Parallèlement, ils examinent les procédés de gazéification mis en oeuvre dans certains secteurs industriels pour évaluer s'ils sont transposables aux ressources sélectionnées.

Parmi les polluants du biogaz, les siloxanes ont pour effet de corroder les pièces mécaniques. Il s'agit de molécules relativement nouvelles, qui sont utilisées en remplacement des phosphates dans les lessives. On les trouve en concentration de plus en plus forte dans les déchets. Valoriser le biogaz en biométhane suppose donc de les éliminer. Les chercheurs ont analysé les caractéristiques des siloxanes avec des outils de mesure qu'ils ont préalablement testés et améliorés.

Ils ont identifié en laboratoire des procédés innovants d'élimination qu'ils testent actuellement sur un pilote industriel.



Vers la production de BioGNV

Après avoir étudié les technologies utilisées par plusieurs secteurs industriels pour transformer le biogaz en méthane, les chercheurs de Veolia Environnement ont sélectionné 2 technologies parmi les plus innovantes qui permettent d'atteindre les spécifications du gaz naturel : le procédé PSA (Pression Swing Absorption), qui absorbe les composés indésirables sur des solides poreux et, plus novateur, un procédé membranaire. Ils testent les performances techniques, économiques et environnementales de ces 2 procédés sur un pilote installé au centre de stockage des déchets de Claye-Souilly. Grâce au procédé Méth'OD® développé par les chercheurs, le biométhane produit à partir du biogaz est ensuite valorisé en biométhane carburant pour alimenter une flotte de véhicules (BioGNV).

Comment enrichir le biogaz ?

Plusieurs procédés sont testés du point de vue de leurs performances et de leur coût pour épurer le biogaz et parvenir à produire un biométhane de qualité identique à celle du gaz naturel. Il s'agit de séparer les différents gaz présents (azote, dioxyde de carbone et oxygène) et d'éliminer le sulfure d'hydrogène et les composés organiques volatils, dont les siloxanes, pour atteindre un taux de pureté du biométhane supérieur à 90 %.

3

COLLECTE, TRI ET VALORISATION DES DÉCHETS

Veolia Environnement - Recherche & Innovation
Direction de la Communication - 36-38, avenue Kléber - 75016 Paris
com-recherche.ve@veolia.com - site internet : www.veolia.com - Site intranet : http://portail.veolia.net - Tél. : 33 (0)1 71 75 05 44
Crédits photos : PHOTOTHÈQUE VEOLIA, Alexis Duclos, Nicolas Vercellino, Christophe Majani d'Inguimbert, LE SQUARE (F. Benausse, A. Desvaux, W. Crozes), Jean Philippe Mesguen, Jean-Marie Rames, Jean-Louis Auber, Olivier Guerrin

Imprimé par PDI (labelisé Imprim'Vert), avec encres et vernis 100% végétaux, sur papier couché constitué pour 40% de pâte sans chlore élémentaire, utilisant des fibres vierges issues de forêts gérées durablement, et pour 60% de fibres recyclées.

ANNAPURNA 8000

VEOLIA ENVIRONNEMENT

Veolia Environnement
36-38, avenue Kléber
75116 Paris Cedex, France
Tél. : +33 (0)1 71 75 05 44

www.veolia.com