

# DOSSIER DE PRESSE

## Recherche et innovation pour optimiser la biodégradation de déchets

Instrumentation d'un site  
industriel de stockage  
de déchets ultimes  
non dangereux



Institut national  
de recherche en sciences  
et technologies  
pour l'environnement  
et l'agriculture





Institut national  
de recherche en sciences  
et technologies  
pour l'environnement  
et l'agriculture



# SOMMAIRE

## Invitation presse

- Des technologies innovantes pour faire disparaître nos montagnes de déchets : la recherche sur le terrain industriel !

## Les enjeux

- Optimiser la biodégradation de nos montagnes de déchets : un enjeu de taille

## Des déchets à stocker

- Présentation du site expérimental : le fonctionnement d'une installation de stockage de déchets ultimes non dangereux (ISDUND) en mode bioréacteur

## Des déchets à mesurer

- Du laboratoire à l'instrumentation d'un site industriel : mise en œuvre d'un dispositif de mesures grandeur nature

## Des déchets à modéliser

- Des mesures pour modéliser le cycle de vie des déchets stockés : résultats et perspectives

## Les partenaires de la convention de recherche



### ■ Ses soutiens



# INVITATION PRESSE

**Le vendredi 20 juin 2014 à 11h30 à Cuves, dans La Manche (50)**

## **DES TECHNOLOGIES INNOVANTES POUR FAIRE DISPARAÎTRE NOS MONTAGNES DE DÉCHETS : LA RECHERCHE SUR LE TERRAIN INDUSTRIEL !**

En France, chaque habitant produit chaque jour plus d'1kg de déchets. 40 % de ces déchets, ajoutés à ceux issus des industries, sont mis en décharge au sein de centres de traitement de déchets, autrement appelés Installations de Stockage de Déchets Ultimes Non Dangereux (ISDUND), soit 23 millions de tonnes de déchets ultimes à stocker qui mettront de longues années à se dégrader. La recherche travaille à accélérer ce processus de dégradation afin notamment de limiter les impacts environnementaux et sanitaires de ces amas.

Irstea et l'industriel Les Champs Jouault vous invitent à visiter l'ISDUND exploitée en mode bioréacteur, lieu d'expérimentation de cette technique d'optimisation de la biodégradation, à l'occasion d'une Journée scientifique et technique organisée par l'ASTEE<sup>1</sup> Normandie.

Irstea y a mis en œuvre in situ ses travaux de recherche sur les outils d'évaluation de la performance des réseaux de recirculation du « lixiviat », liquide filtrant par percolation à travers les déchets. La bonne circulation de ce liquide est essentielle pour maintenir un taux d'humidité optimale dans le massif des déchets; humidité indispensable pour accélérer la biodégradation, et en cela favoriser la production debiogaz. Plusieurs stratégies expérimentales ont été conduites sur le terrain, couplées à des études menées en laboratoires ; le couplage innovant des méthodes de mesures pour évaluer et comprendre l'évolution de la température et de la teneur en eau (via des câbles de fibres optiques, lignes d'électrodes géophysiques et capteurs implantés à l'intérieur de deux massifs de déchets de 12m de haut) permet aujourd'hui de disposer de données indispensables pour optimiser une ISDUND exploitée en mode bioréacteur.

L'industriel Les Champs Jouault, qui gère une ISDUND en mode bioréacteur dans la Manche (50), a en effet fait appel à Irstea - Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, afin d'optimiser l'efficacité de son installation réglementée, pouvant accueillir chaque année jusqu'à 75 000 tonnes de déchets par an, provenant des collectivités et des industries voisines. Fort de son expertise en technologies et procédés sur l'eau et les déchets, Irstea a ainsi pu tester pendant deux ans et demi l'ensemble des dispositifs de mesures développés sur un site en taille réelle, dans le cadre d'un projet de recherche<sup>2</sup> conclu fin 2011 aux côtés de l'Université Basse Normandie et d'un fabricant de fibres optiques, ACOME, et soutenu financièrement par la région Basse Normandie. Le démarrage d'une thèse CIFRE entre Irstea et Champs Jouault - Conventions Industrielles de Formation par la Recherche - permettra de poursuivre l'expérimentation sur le site et de suivre la pertinence des outils d'évaluation de la biodégradation des massifs de déchets sur le long terme.

(1) ASTEE : Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement.

(2) Le projet de recherche s'achevant en juin 2014 a bénéficié du soutien des fonds européen FEDER à hauteur de 40%, sur un budget global de 400 000€

### **PROGRAMME**

#### **11h30 - 12h15**

Retour de l'étude de R&D «Suivi et optimisation du fonctionnement d'une ISDUND exploitée en mode bioréacteur : évaluation de la recirculation de lixiviat, suivi de la biodégradation.

**Sylvain MOREAU, Rémi CLEMENT – Irstea, Unité de recherche Hydrosystèmes et bioprocédés.**

#### **12h15 - 13h00**

Visite du site instrumenté.

*À l'issue de la visite réservée à la presse, un buffet sera proposé sur place.*

Merci de bien vouloir confirmer votre présence avant le 16 juin 2014 à [presse@irstea.fr](mailto:presse@irstea.fr)

**Rendez-vous sur le site de Champs Jouault - Lieu-dit « Les Champs Jouault » - 50670 CUVES**

#### **Contact presse :**

**Irstea – Cécile Bittoun - 01 40 96 61 30 / 06 77 22 35 62**



## Optimiser la biodégradation de nos montagnes de déchets : un enjeu de taille

Chaque jour, un habitant produit en moyenne 1kg de déchets ménagers. Sur ces tonnes de déchets, certains peuvent être valorisés ou recyclés, mais il en reste 40 %, ajoutés à ceux issus des industries, qui sont mis en décharge au sein de centres de traitement de déchets. Au total, plus de 44 % de ce que l'on nomme des déchets non dangereux (ordures ménagères, encombrants ou encore déchets industriels banals) sont stockés chaque année au sein d'Installations de Stockage de Déchets Ultimes Non Dangereux (ISDUND). Ces déchets biodégradables pourront mettre de très longues années voire plus d'un siècle à disparaître. Or, plus les délais de biodégradation sont raccourcis, plus l'impact environnemental et sanitaire sera maîtrisé.

On compte aujourd'hui en France près de 300 centres de traitement de déchets biodégradables qui récupèrent auprès des collectivités et des industries avoisinantes les reliquats d'ordures ménagères non recyclables (contenants, couches jetables par exemple) provenant des foyers et issus des déchèteries (encombrants comme matelas) tout comme des résidus industriels banals. À l'heure actuelle des connaissances, ces types de déchets ne sont

pas recyclables ou valorisables directement, mais peuvent, selon leur conditions de stockage en décharge, être biodégradés plus ou moins vite.

À l'heure actuelle, les installations de stockage sont les contributeurs majeurs à la production de biogaz en France : 71 % de l'énergie primaire produite en France à partir de biogaz est issu des 68 centres de traitement de déchets qui le valorisent (Ademe 2011) sur près de 300 installations réparties sur le territoire. Malgré un contenu des matières entrantes qui s'appauvrit progressivement en matières organiques (Directive Décharge, 1999 et Directive Déchet 2008, Loi Grenelle I et II), les installations actuelles contiennent encore beaucoup de matière organique, ce qui justifie l'intérêt qui leur est porté pour maximiser et valoriser au mieux la production de biogaz au cours des premières années de stockage.

L'optimisation des conditions propices à la biodégradation des déchets est au cœur d'une partie des travaux de recherche de l'Unité Hydrosystèmes et Bioprocédés d'Irstea, sur le site d'Antony (92), spécialisée sur les technologies et procédés pour l'eau et les déchets.



# DES DÉCHETS À STOCKER



Présentation du site expérimental : le fonctionnement d'une installation de stockage de déchets ultimes non dangereux (ISDUND) en mode bioréacteur.



organique peut alors avoir pour conséquence une augmentation conséquente de temps de stabilisation des déchets, pouvant aller jusqu'à plusieurs siècles. On sait en effet qu'une humidité comprise entre 40 et 70% de saturation est considérée comme optimale pour assurer une bonne biodégradation des déchets.

- **2/ Les ISDUND bioactives**, dont fait partie la SAS Champs Jouault basée à Cuves, dans la Manche, utilisent au contraire un système de recirculation du « lixiviat ». Les lixiviats sont l'ensemble des liquides filtrant naturellement par percolation à travers les déchets mis en décharge. L'augmentation de l'humidité des déchets et la stabilisation homogène du massif de déchets a pour objectif d'accélérer la dégradation de ces derniers : l'effet recherché par l'exploitant de la décharge est à la fois d'augmenter la quantité de biogaz produite, issue de la fermentation des déchets, et de concentrer sa production sur une période plus courte afin de mieux le valoriser. Cette technique, apparue aux Etats-Unis dans les années 1970, est encore assez peu répandue en France.

Les installations de stockage de Déchets Ultimes Non Dangereux sont désormais de véritables sites industriels soumis à une réglementation stricte. De ce fait, elles font l'objet de règles rigoureuses de conception, d'exploitation et de surveillance. Selon les autorisations délivrées, les exploitants peuvent collecter et stocker plusieurs milliers de tonnes de déchets sur plusieurs années. Il existe deux types d'ISDUND :

- **1/ Les ISDUND classiques**, par leur système d'étanchéité complète (couverture, fond et flancs) vont limiter l'infiltration d'eau dans le massif de déchets. Cet assèchement rapide de la matière



Irstea a mis en œuvre *in situ* l'ensemble des techniques de mesure étudiées et cela pour la première fois en France dans ce domaine.

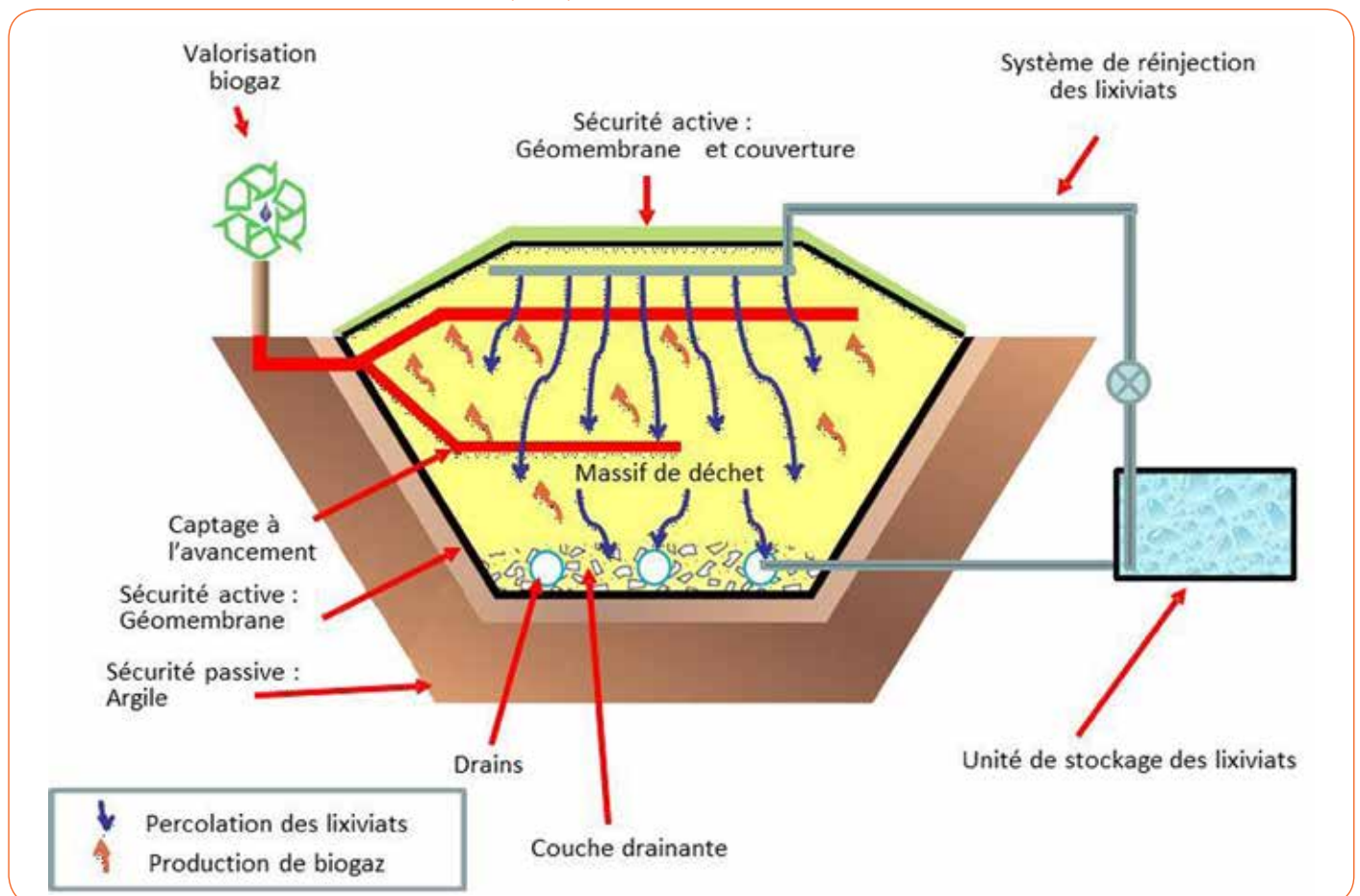
L'ISDUND Les Champs Jouault, ouvert en 2009, a été autorisée par la Préfecture à traiter jusqu'à 75 000 tonnes de déchets par an pendant 20 ans. Pour traiter un tel volume, l'optimisation de l'espace est de mise. Le stockage des déchets s'effectue ainsi au sein d'alvéoles que l'on crée puis referme au rythme d'une fois par an, confiné par des dispositifs d'étanchéité par géosynthétiques pour la protection de l'environnement.

Dans le cadre du fonctionnement d'une installation de stockage en mode bioréacteur, il est essentiel que l'ensemble du massif de déchets soit sollicité

pour éviter des dysfonctionnements et donc des hétérogénéités de l'état de biodégradation du milieu. Ce critère d'homogénéité revêt une importance particulière pour prévenir la formation de zones contenant des déchets moins dégradés qui pourraient aussi poser problème pour la période de fin de suivi post exploitation (30 ans après la mise en décharge des déchets).

Pour évaluer la performance des réseaux de recirculation de lixiviat, Irstea a mis en œuvre *in situ* l'ensemble des techniques de mesure étudiées et cela pour la première fois en France dans ce domaine.

Schéma du principe de fonctionnement d'une ISDUND bioactive



# DES DÉCHETS À MESURER



Du laboratoire à l'instrumentation d'un site industriel : mise en œuvre d'un dispositif de mesures grandeur nature.

L'unité de recherche Hydrosystèmes et Bioprocédés d'Irstea d'Antony (92), spécialisée sur les technologies et procédés pour l'eau et les déchets, a mis en place un dispositif de mesures testé dans les laboratoires de l'équipe « Mesures physiques pour les milieux poreux » dirigée par Sylvain Moreau, mais jamais encore expérimenté dans sa globalité directement sur un centre de stockage.

Ainsi, au sein de deux alvéoles, les chercheurs d'Irstea ont installé des capteurs pour suivre les variations de la teneur en eau des déchets, des dispositifs géophysiques permettant d'identifier les zones de circulation du lixiviat et plus de 1000 mètres de fibre optique pour mesurer la température des déchets, en s'associant à une société de fibre optique de la région, la société Acome et étant accompagnés par l'université de Caen Basse Normandie sur le projet.

- **Enjeu** : évaluer les performances des dispositifs de réinjection.
- **Objectif** : vérifier in situ le dimensionnement du réseau de réinjection du lixiviat (couplé à des essais de cinétique de réinjection du liquide dans les laboratoires d'Antony).
- **Moyens** : coupler des méthodes de mesure pour représenter et comprendre l'évolution de la tem-

pérature et de la teneur en eau, au cœur d'une biodégradation efficace des déchets.

## Une installation grandeur nature

Les déchets sont tous stockés au sein de casiers étanches d'environ 50 mètres de large et 100 mètres de long, et pouvant atteindre jusqu'à 15 mètres de hauteur. Irstea a ainsi choisi d'instrumenter deux casiers pour son expérimentation in situ, le n°3 et 4, en les équipant de différents capteurs, sondes et appareils de mesures.





Ce dispositif a permis de recueillir en deux ans et demi un certain nombre de données pour comprendre le fonctionnement du casier de déchets à long terme et après chaque réinjection de lixiviats.

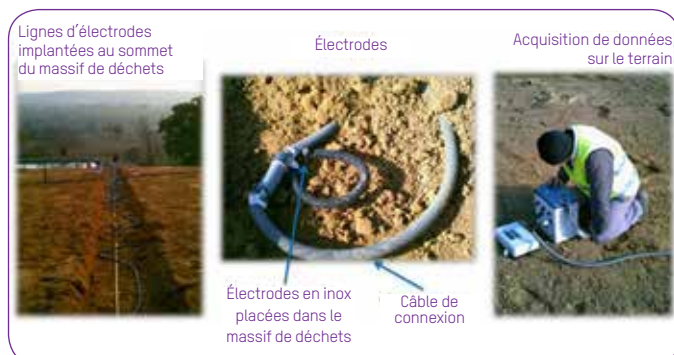
## Un dispositif innovant

Aucune étude de Recherche & Développement n'avait couplé l'utilisation de plusieurs méthodes à l'échelle du casier de déchets afin d'en maximiser les enseignements.

- Pour évaluer l'intensité des processus de biodégradation et leur évolution au cours du temps : la mesure de température des déchets - par fibre optique et capteurs, à différents niveaux du casier de déchets.



- Pour suivre la propagation des lixiviats dans le massif de déchets au cours d'épisodes de réinjection de lixiviats : la mesure de tomographie de résistivité électrique 3D - par un réseau de lignes d'électrode en surface du casier.



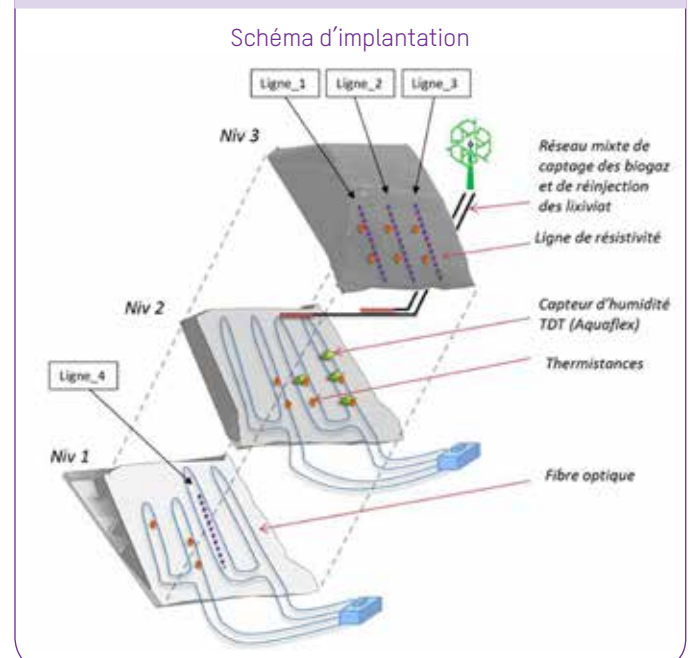
- Pour piloter à distance les séquences de recirculation du lixiviat et évaluer la teneur en eau au sein du massif de déchets : la mesure de permittivité diélectrique - par des sondes de mesure TDT (Time Domain Transmission).

CONCRÈTEMENT CELA S'EST TRADUIT DANS LE CASIER LE PLUS INSTRUMENTÉ PAR :

Au 1<sup>er</sup> niveau, à 4 mètres de déchets stockés : 4 lignes de câble de fibre optique, 1 ligne de 24 électrodes ;

Au 2<sup>ème</sup> niveau, à 9 mètres de déchets stockés : capteurs de température, 4 lignes de câble de fibre optique et capteurs TDT ;

Au 3<sup>ème</sup> niveau, au sommet des déchets stockés et au-dessus des tranchées de réinjection mais sous la géomembrane de couverture : 3 lignes de 24 électrodes localisées dans la couche de couverture.



Cette instrumentation a permis de recueillir en deux ans et demi un certain nombre de données pour comprendre le fonctionnement du casier de déchets à long terme et après chaque réinjection de lixiviats.



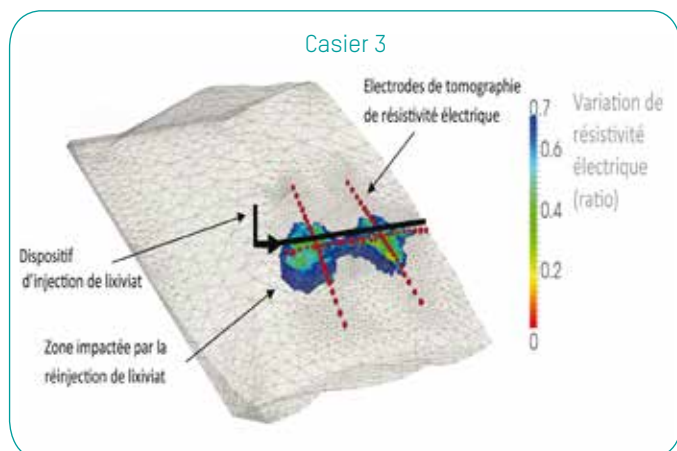
# DES DÉCHETS À MODÉLISER



Un des objectifs de cette étude est de proposer à l'exploitant des méthodes de gestion de son installation de stockage de déchets ultimes non dangereux gérée en mode bioréacteur.

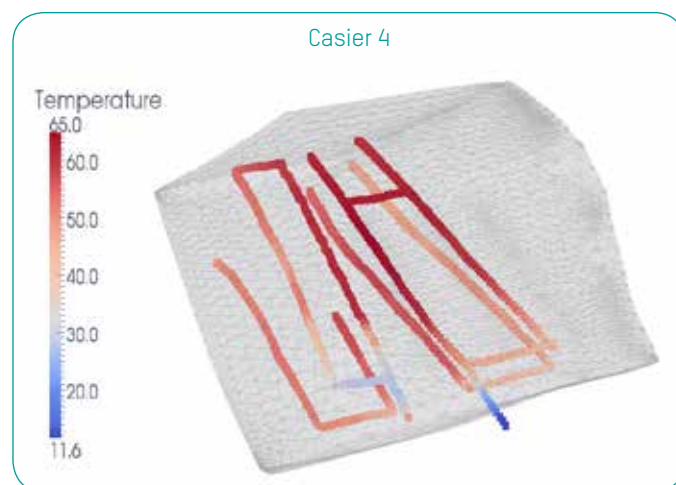
## Des mesures pour modéliser le cycle de vie des déchets stockés : résultats et perspectives

Pour observer les zones impactées par la recirculation de lixiviat, la mesure par tomographie de résistivité électrique est déployée. Les mesures enregistrées avant, pendant et après l'injection de lixiviat permettent de mettre en évidence les zones de variations de la résistivité électrique associées aux zones d'écoulement du liquide. La prise en compte de la géométrie complète du casier de déchet ainsi que l'optimisation des outils numériques apporte une robustesse nouvelle à l'interprétation des données. L'étendue des zones d'infiltration permet ainsi d'optimiser la localisation et le dimensionnement du réseau de réinjection de lixiviat pour atteindre de meilleures performances de production de biogaz et de biodégradation des déchets.



Grâce à l'implantation de câbles de fibre optique de la société ACOME (France) dans le massif de déchets, il est possible d'obtenir un très grand nombre de mesures de température à 4 et 9 -10 mètres de hauteurs

de déchets environ par rapport au fond du casier. La figure suivante, enregistrée en décembre 2012, représente ainsi une spatialisation de la température à partir de l'ensemble des points de mesure disponibles. L'implantation de 1400 mètres de fibres optiques au cœur d'un casier de stockage de déchets permet de suivre l'évolution mensuelle de la température qui est un paramètre majeur pour la compréhension des différentes phases de biodégradation des déchets.



Un des objectifs de cette étude est de proposer à l'exploitant des méthodes de gestion de son installation de stockage de déchets ultimes non dangereux gérée en mode bioréacteur. Pour cela, l'instrumentation installée sur le site industriel de la SAS Les Champs Jouault offre une quantité importante de données pour étudier les outils d'évaluation de la biodégradation des massifs de déchets sur le long terme ainsi que les performances des réseaux de réinjection de lixiviat. Le démarrage d'une thèse CIFRE entre Irstea et Champs Jouault - Conventions Industrielles de Formation par la Recherche est en cours de rédaction pour poursuivre ce travail de recherche.

# LES PARTENAIRES DE LA CONVENTION DE RECHERCHE

« Recherche et innovation pour optimiser la biodégradation de déchets » : instrumentation d'un site industriel de stockage de déchets ultimes non dangereux, un programme de recherche multipartenaire.

## Irstea

Irstea, institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, est un établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST) placé sous la double tutelle des ministères en charge de la recherche et de l'agriculture. Pluridisciplinaires, tournées vers l'action et l'appui aux politiques publiques, ses activités de recherche et d'expertise impliquent un partenariat fort avec les universités et les organismes de recherche français et européens, les acteurs économiques et porteurs de politique publique. L'institut est membre fondateur de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement, AllEnvi et du réseau européen Peer (partnership for european environmental research). Il est labellisé « Institut Carnot » depuis 2006.

## SAS Champs Jouault

La SAS Les Champs Jouault est une *Installation de Stockage de Déchets Ultimes Non Dangereux* (ISDUND) exploitée en mode bioréacteurs qui assure la collecte, le transport, le tri, la valorisation, le traitement et l'élimination des déchets non dangereux.

Parmi les nombreux centres de traitement en France, c'est le premier à avoir opté pour l'exploitation en mode 100% bioréacteur et à être reconnu par l'administration comme ayant conçu ses infrastructures en adéquation avec cette politique. Pour ces raisons le site des Champs Jouault a pu servir de site pilote pour réaliser les expérimentations et essais décrits. Les casiers 3 et 4 ont été sollicités pour enterrer divers capteurs, sondes et autres appareils de mesure permettant de mieux comprendre et optimiser le fonctionnement de ce type d'infrastructure unique en France.

## Université de Caen

Au sein de l'UCBN, l'Unité de Recherche Aliments Bioprocédés Toxicologie Environnements (ABTE) a développé une thématique axée sur la méthanisation des effluents agro-alimentaires. Cette équipe a mis au point un procédé de traitement d'effluents liquides

associant un traitement anaérobie à cellules fixées à une unité d'ultrafiltration. Ce procédé adapté à des effluents chargés en matières solubles (type laiterie) permet des rendements d'épuration supérieurs à 95%. L'animateur du groupe travaillant sur cette thématique au sein de l'ABTE (M. Jean Luc BÖHM) a par ailleurs déjà travaillé dans le passé sur la méthanisation de substrats variés (effluents abattoirs, lisiers et fumiers d'élevage, valorisation du biogaz de décharges ou de station d'épuration).

Le rôle de l'ABTE est d'accompagner ce programme en apportant une expertise extérieure lors des campagnes de mesure et en participant aux interprétations des résultats. La proximité géographique facilite le rôle de « conseiller scientifique » que l'ERPCB peut mener auprès de la SAS Les Champs Jouault. Par ailleurs, en tant que responsable d'une formation universitaire en Génie de l'Environnement, il est facile de trouver et de suivre des stagiaires si besoin est.

## Société ACOME

ACOME possède une expertise R&D sur les technologies et les câbles capteurs à fibre optique.

ACOME a créée en janvier 2011 une unité dédiée, rattachée à la Direction de la Stratégie Recherche et Technologie, dont la mission est de développer et commercialiser une gamme de produits et de services destinés à plusieurs applications : Sécurité Périmétrique, Géotechnique, Bâtiment et Génie Civil, Pétrole et Gaz.

Le point commun de ces différentes applications est le besoin en câbles capteurs à fibres optiques, de grande longueur, permettant une mesure distribuée ou répartie sur toute la longueur (jusqu'à 10 km) de la température, de la pression, des déformations mécaniques des objets ou structures intégrant les câbles

Dans le cadre de ce projet de recherche, des mesures de température et de tassements de terrain sont nécessaires pour comprendre les mécanismes de dégradation des déchets et optimiser le stockage. À ce jour, en utilisant les technologies de mesures optiques, il est possible d'envisager le maillage 3D des alvéoles (Surface et Profondeur).

## À propos d'Irstea

Irstea, institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, est un établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST) placé sous la double tutelle des ministères en charge de la recherche et de l'agriculture. Pluridisciplinaires, tournées vers l'action et l'appui aux politiques publiques, ses activités de recherche et d'expertise impliquent un partenariat fort avec les universités et les organismes de recherche français et européens, les acteurs économiques et porteurs de politique publique.

L'institut est membre fondateur de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement, AllEnvi, et du réseau européen Peer (partnership for european environmental research). Il est labellisé « Institut Carnot » depuis 2006.

Irstea est placé sous la double tutelle des ministères en charge de la recherche et de l'agriculture.

- Budget : 115 millions d'euros, dont 31% de ressources propres.
- 1650 collaborateurs, dont 1031 scientifiques.

[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)

Un programme de recherche multipartenaire :



Avec le soutien de :



### Contact presse :

Cécile Bittoun  
Responsable des relations presse  
01 40 96 61 30 / 06 77 22 35 62  
[presse@irstea.fr](mailto:presse@irstea.fr)

SUIVEZ NOUS SUR



@irstea