



Université
de Limoges

GRESE
Groupement de Recherche
Eau Sol Environnement
IFR 145 GEIST



AQUATECH-LIMOGES

Limoges, le jeudi 7 février 2013

**Bilan carbone,
économies et récupération d'énergie
dans les installations de traitement des eaux**

Outils et Retours d'Expériences



Avec la collaboration de :



Université
de Limoges

FACULTÉ
DES SCIENCES
ET TECHNIQUES



Pôle
Environnement
LIMOUSIN
SYNERGIE
D'ACTEURS ECO-ENGAGÉS



FAURE
ÉQUIPEMENTS



Table des matières

<i>Programme de la journée</i>	4
<i>Ouverture de la journée</i>	5
<i>Bilan Carbone : les outils</i>	7
Définition du « bilan carbone »	7
Qu'est-ce que le Bilan Carbone® ?	7
Objectifs du Bilan Carbone®	7
Comment ça fonctionne.....	8
Zoom sur le champ d'étude	8
Les limites de l'outil	8
Mais l'outil n'est rien sans la démarche	8
Attention dans le cadre de l'intégration de ce critère dans les appels d'offres	8
Bilan Carbone	10
<i>Bilan Carbone : les applications</i>	12
ACV usines Eau Potable : principaux résultats du projet EVALEAU & exemple d'application à une usine en région IDF	12
Détermination de l'empreinte carbone d'une usine de traitement des eaux usées. Cas de Boulogne sur Mer.....	14
Tecnoconverting : Le compromis carbone d'un équipementier	16
<i>Bilan Carbone : les outils et les applications</i>	17
Séance de questions	17
<i>La méthanisation comme source d'énergie</i>	22
La Méthanisation	22
Digestion des boues de station d'épuration	24
Bilan environnemental et énergétique d'une unité de méthanisation agricole	25
<i>La méthanisation comme sources d'énergie</i>	26
Séance de questions	26

<i>Economies et récupération d'énergie</i>	28
Optimisation de l'économie d'énergie d'installations de traitement de l'eau	28
Les eaux usées : une source de chaleur.....	30
<i>Economies et récupération d'énergie</i>	32
Séance de questions	32
<i>Relation recherche-industrie-marché</i>	34
Water Research to Market, de la recherche au marché, appliqué à la recherche sur les économies et récupération d'énergie dans les installations de traitement des eaux	34
<i>Relation recherche-industrie-marché</i>	40
Séance de questions	40
<i>Analyse sur le déroulement de la journée</i>	41
Réponses aux questionnaires de satisfaction	41
<i>ANNEXES</i>	44
Annexe 1 : Liste des conférenciers	45
Annexe 2 : Liste des participants.....	46

Tables des illustrations

Figure 1: Diagrammes représentant la satisfaction des participants à la journée de conférences	41
---	-----------

Tableau 1: Pourcentages de satisfactions des participants à la journée de conférences	41
--	-----------

Programme de la journée

8h30-9h00 : Accueil

9h00-9h20 : Ouverture de la journée de conférences

9h30-10h10 : Bilan Carbone : les outils

- ✓ Définition du « Bilan Carbone », *Antoine AUDEBERT*, MOVIGI
- ✓ Bilan Carbone, *Anne-Laure REVERDY*, IRSTEA

10h10-10h30 : Pause

10h30-11h30 : Bilan Carbone : les applications

- ✓ ACV usines Eau Potable : principaux résultats du projet EVALEAU & exemple d'application à une usine en région IDF, *Isabelle BAUDIN*, Suez Environnement.
- ✓ Détermination de l'empreinte carbone d'une usine de traitement des eaux usées. Cas de Boulogne sur Mer, *Marion FEUILLET*, Veolia
- ✓ Tecnoconverting : Le compromis carbone d'un équipementier, *Rafaël SOLANS*, Consultant

11h30-12h00 : Séance de questions sur les bilans carbone

12h00-14h00 : Pause déjeuner

14h00-15h20 : La méthanisation comme source d'énergie

- ✓ La Méthanisation, *Serge CHAMBON*, ODESSOL
- ✓ Digestion des boues de station d'épuration, *Thierry PICHARD*, IRH Environnement
- ✓ Bilan environnemental et énergétique d'une unité de méthanisation agricole *Quentin MONTEIL*, Terrebiogaz
- ✓ Questions

15h20-15h40 : Pause

15h40-16h40 : Economies et récupération d'énergie

- ✓ Optimisation de l'économie d'énergie d'installations de traitement de l'eau, *André LARIGAUDERIE*, SAUR
- ✓ Les eaux usées : une source de chaleur, *Aysseline DU MOULIN & Marc PERAUDAU*, Veolia
- ✓ Questions

16h40-17h10 : Relation recherche-industrie- marché

- ✓ Water Research to Market, de la recherche au marché, appliqué à la recherche sur les économies et récupération d'énergie dans les installations de traitement des eaux, *Natacha JACQUIN*, OIEau
- ✓ Questions

17h10-17h20 : Clôture de la journée

Ouverture de la journée



Le congrès « Bilan carbone, économies et récupération d'énergie dans les installations de traitement des eaux », organisé par le Groupement de Recherche Eau Sol Environnement (GRESE) et l'association des anciens élèves de la Filière Eau et Environnement : Aquatech-Limoges¹, s'est déroulé le jeudi 7 février 2013 à Faculté des Sciences et Techniques de Limoges. Les étudiants du Master Professionnel Ingénierie et Gestion de l'Eau et de l'Environnement (IGEE) ont également participé à la réalisation de ce congrès. De plus, cette journée a été soutenue par plusieurs partenaires : le Pôle Environnement Limousin (PEL), Faure Equipement, l'Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE) section région Limousin-Poitou-Charentes, la région Limousin et la ville de Limoges.

Le bilan carbone, les économies et la récupération d'énergie sont au cœur des préoccupations actuelles. Le constat est que l'énergie est de plus en plus convoitée et son coût est en hausse depuis plusieurs années. A cela s'ajoute, les attentes sociétales sur l'environnement qui sont de plus en plus fortes. Les populations ont pris conscience de nombreux problèmes environnementaux dont les changements climatiques qui sont en partie dûs à l'émission de gaz à effet de serre (GES). A l'heure où la société tend vers un mode de développement durable et où la gestion raisonnée des ressources s'impose, les industriels ainsi que les collectivités doivent réfléchir sur leur empreinte carbone afin de pouvoir la réduire. Dans le domaine du traitement de l'eau, qu'elle soit usée ou potable, des outils ont

¹La Filière Eau et Environnement fêtera ses 40 ans le 19 octobre 2013 à Limoges, voir les sites : www.unilim.fr/grese ou www.filiere-eau.fr.

été mis en place afin d'effectuer le bilan carbone et des méthodes d'économies et de récupération d'énergie ont vu le jour depuis plusieurs années.

Ce congrès a donc été le moyen de faire le point sur les méthodologies appliquées et a également permis de recueillir les premiers retours d'expériences dans le domaine du traitement des eaux.

L'ouverture de cet évènement a été réalisée par Monsieur Franck Charron, Vice président de l'Aquatech-Limoges, Monsieur Michel Baudu, directeur du GRESE, Monsieur Dominique Preux, président de l'ASTEE section LPC et Monsieur Pascal Boyer, vice-président du PEL. Les débats ont pu ensuite s'établir autour de 11 conférences qui étaient réparties en 5 thèmes :

- ✓ Bilan Carbone : les outils,
- ✓ Bilan Carbone : les applications,
- ✓ La méthanisation comme source d'énergie,
- ✓ Economie et récupération d'énergie,
- ✓ Relation Recherche-Industrie-Marché.

L'objectif de cette journée était de permettre aux différents experts de la problématique de se réunir et de proposer des solutions aux différents acteurs de l'eau. Une centaine de personnes représentant les collectivités territoriales, les services de l'Etat, les grands groupes de traitement des eaux, les bureaux d'études, les fournisseurs de matériaux et équipementiers, ainsi que des universitaires ont été accueillies et ont pu échanger sur le sujet proposé.

Ce congrès a également permis aux étudiants du Master Professionnel IGEE de s'informer sur le thème et de rencontrer des professionnels avec lesquels ils ont pu prendre contact et discuter sur de nombreux sujets concernant le domaine de l'eau.

Les questions soulevées par les présentations, les réponses qui y ont été apportées et celles des questionnaires de satisfaction ont été retranscrites tout au long de ce rapport.

Bilan Carbone : les outils

Définition du « bilan carbone »



Antoine AUDEBERT,
MOVIGI
1, Avenue d'Ester
87069 Limoges Cedex
antoine@movigi.fr



Qu'est-ce que le Bilan Carbone® ?

C'est un outil développé par l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), aujourd'hui porté par l'ABC (Association Bilan Carbone) qui permet de convertir des données d'activité (propres au fonctionnement d'une entreprise) en émissions de gaz à effet de serre. Le résultat de cette conversion est communiqué en équivalent carbone ou équivalent CO₂. La finalité de ce Bilan Carbone® est de proposer suite à des temps de co-construction (bureaux d'études / référents en interne) un plan d'action qui permette à l'organisation de se positionner en termes de réduction de ces émissions de gaz à effet de serre sur le chemin du facteur 4 (objectif français à l'horizon 2050).

1 seule unité

=

- identification des enjeux facilitée ;
- communication plus claire ;
- suivi des améliorations simplifié.

Objectifs du Bilan Carbone®

- **Estimer les émissions de gaz à effet de serre** de votre activité en vue de réduire votre impact environnemental ;
- **Évaluer votre dépendance** aux énergies fossiles afin d'anticiper les impacts économiques et sociaux de leur raréfaction ;
- **Communiquer sur votre démarche** (pas sur le résultat) auprès de vos clients.

Un véritable outil d'aide à la décision et à l'action

Comment ça fonctionne

	Facteur d'émission	Emissions
50 litres de gasoil	0,80 kg éq C/l	40 kg éq C
3 vaches	818 kg éq C/ani.	2 454 kg éq C
100 ramettes de papier	1,37 kg éq C/ram.	137 kg éq C
3 AR Paris - Toulouse avion	97 kg éq C/AR	291 kg éq C
1 tonne d'acier	870 kg éq C/t	870 kg éq C
etc	etc	etc

Zoom sur le champ d'étude

A chaque fois se poser la question : mon activité est-elle **inchangée si je retire ce flux** ?

=> *Il faut donc étudier les flux dont nous sommes responsables mais aussi ceux dont nous sommes dépendants !*

Tout lister non pas pour « charger la barque » mais pour **identifier tous les leviers d'actions possibles!**

Les limites de l'outil

- Exercice approximatif du fait des incertitudes liées aux facteurs d'émissions et à certaines données

- Monocritère

Mais l'outil n'est rien sans la démarche

La collecte de données est excessivement enrichissante tant par leur valeur que par l'identification de leur degré d'accessibilité !

Nous ne recherchons pas une note ou un résultat mais des ordres de grandeurs pour hiérarchiser et mettre en place un plan d'actions efficace !

Attention dans le cadre de l'intégration de ce critère dans les appels d'offres

Comparons ce qui est comparable => si l'on doit comparer deux offres sur leur bilan carbone (ce qui n'est pas l'objectif de la démarche initiale) il faut définir un périmètre commun et des facteurs d'émissions communs.

Sinon, le jugement est faussé.

Aussi, si le Bilan Carbone est un facteur déterminant, il doit l'être sur l'ensemble du cycle de vie ! Il est peu productif de choisir une solution qui a nécessité peu de carbone pour sa fabrication mais qui en consommera beaucoup dans son utilisation et sa fin de vie. Et vice versa.

Bilan Carbone



Anne-Laure REVERDY, Ingénieur d'études

IRSTEA- Centre de Clermont-Ferrand

Unité de Recherche TSCF

Les Palaquins

03 150 MONTOLDRE

anne-laure.reverdy@irstea.fr



Au cours de la dernière décennie, la production de boues issues des stations de traitement des eaux usées (STEU) a augmenté de plus de 20% (passant de 946 700 tonnes de matières sèches [MS] en 2002 à 1 118 795 tonnes de matières sèches en 2007). En 2007, 70% de ces boues étaient épandues (directement ou après compostage), les 30% restants étaient incinérés (avec ou sans les ordures ménagères) ou mis en décharge. Les différentes voies de traitement et de valorisation/élimination des boues sont responsables de la production de gaz à effet de serre (GES). Pour aider les exploitants de STEU à mieux appréhender l'impact carbone des différentes options de traitement et d'élimination de ces boues, un outil d'évaluation des émissions de gaz à effet de serre a été développé : ${}^{\circ}\text{E}_s\text{TABoues}$.

Cette présentation a pour objectif :

- (i) de présenter brièvement les éléments méthodologiques qui ont été employés pour quantifier les émissions de GES dans cet outil
- (ii) de présenter les résultats types obtenus au travers d'un exemple afin de visualiser comment ${}^{\circ}\text{E}_s\text{TABoues}$ peut être utilisé comme un outil d'aide à la décision.

${}^{\circ}\text{E}_s\text{TABoues}$ a été développé en se basant sur la méthode Bilan Carbone[®] de l'ADEME et les normes ISO 14040 et 14044 et en considérant la production de GES générés pour le traitement et l'élimination du tonnage de MS produit par une STEU de X équivalents-habitants (EH) sur une année.

Pour chaque procédé de traitement (épaississement, déshydratation, stabilisation, séchage) et d'élimination (épandage, incinération, mise en décharge) des boues, les émissions de CO_2 , CH_4 et N_2O sont comptabilisées par grandes catégories (émissions directes, électricité, substances chimiques, combustibles, transports, infrastructures, émissions évitées). Les facteurs d'émissions ont été référencés à partir de la littérature et appliqués à l'outil ${}^{\circ}\text{E}_s\text{TABoues}$ à partir d'un langage VisualBasic développé sous Excel.

Cet outil présente 4 étapes principales :

- (i). L'utilisateur peut créer autant de stations qu'il le souhaite en spécifiant la capacité, le type de réseau et le système de traitement de la filière eau.
- (ii). Puis l'utilisateur peut créer autant de filières de traitement des boues que nécessaire pour chaque station. A chaque étape du traitement ou de l'élimination des boues, il doit choisir un certain nombre de paramètres tout en sélectionnant ses propres données ou les valeurs par défaut de l'outil. $G_{ES}TABoues$ se charge de calculer les émissions de GES.
- (iii). Ces émissions sont ensuite visualisées par l'intermédiaire de graphiques prenant en considération le CO_2 , CH_4 et N_2O pour chaque grande catégorie d'émissions.
- (iv). L'utilisateur peut ensuite comparer plusieurs filières entre elles afin d'identifier la moins impactante d'un point de vue émissions de GES. Enfin l'utilisateur peut exporter ses résultats à l'aide d'un « bouton Export » afin de présenter les équilibres matière-énergie pour une filière donnée.

Dans cette présentation, l'outil est utilisé pour comparer 3 filières de traitement des boues sur une même STEU afin d'aider les exploitants à identifier les procédés les moins impactants sur le réchauffement climatique et donc la filière la plus avantageuse vis-à-vis des émissions de gaz à effet de serre.

Mots clés : Boues, station de traitement des eaux usées, Bilan Carbone, Gaz à effet de serre, Outil d'aide à la décision

Bilan Carbone : les applications

ACV usines Eau Potable : principaux résultats du projet EVALEAU & exemple d'application à une usine en région IDF



Isabelle BAUDIN, Ingénieur
Suez Environnement
38, Rue du Président Wilson
78230 LE PECQ- FRANCE
Isabelle.BAUDIN@suez-env.com



Introduction :

L'enjeu principal des traiteurs d'eau est de produire de l'eau potable conforme aux normes en vigueur et agréable pour le consommateur à partir de filières de traitements, techniquement et économiquement optimisées.

Pour cela les producteurs d'eau disposent de plusieurs solutions techniques pour construire, rénover et exploiter une filière de production d'eau potable adaptée au traitement de la ressource considérée. Différentes options de dimensionnement et gestion de procédés de traitement peuvent être envisagées et comparées sur des critères techniques et économiques : qualité de l'eau produite, respect de la réglementation, fiabilité, adaptabilité, maîtrise des risques sanitaires, satisfaction du consommateur, coûts d'investissement et d'exploitation.

Des critères environnementaux doivent désormais être pris en compte dans l'évaluation de la solution optimale de traitement retenue. L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) est une des méthodologies la plus largement acceptée et scientifiquement fondée pour évaluer les impacts sur l'environnement de produits, de processus et procédés; son application aux technologies de traitement des eaux est reconnue comme une priorité au niveau de l'Union Européenne et commence à être intégrée par les producteurs d'eau potable.

Description:

L'étude présentée, réalisée dans le cadre d'un projet ANR en cours (EVALEAU) vise à modéliser et évaluer, dans le but d'améliorer, l'impact sur l'environnement de la construction et du fonctionnement d'usines d'eau potable. Cette évaluation est faite au

travers de simulations de filières avec ACV associée, développées sous le logiciel Umberto® associé à la base de données Ecoinvent®. Les méthodes d'évaluation d'impact choisies dans les exemples présentés ("Impact2002 + ou ReCipe)" expriment les résultats d'impact en effets sur les changements climatiques, la qualité des écosystèmes, la santé humaine et les ressources. Les résultats de simulation d'usines de production d'eau potable traitant des eaux de surface, associées à des filières complexes intégrant les principaux procédés élémentaires de traitement de clarification, d'affinage, conventionnels et membranaires seront présentés avec un exemple détaillé d'une usine en région parisienne. Les impacts sur l'environnement relatifs à la construction (génie civil, équipement) et au fonctionnement (réactifs, énergie) seront comparés, par procédés élémentaires (pompage, clarification, adsorption, désinfection) et pour l'ensemble de la filière des usines étudiées, pour différentes variantes de traitement produisant une même qualité d'eau traitée.

Conclusion:

La prise en compte de critères environnementaux, quantifiés au travers de l'approche ACV, associés aux critères techniques et économiques, permet de concevoir et d'exploiter au mieux les filières de production d'eau potable.

Détermination de l'empreinte carbone d'une usine de traitement des eaux usées. Cas de Boulogne sur Mer



Marion FEUILLET,
VEOLIA EAU- DTR Nord Ouest
1, rue de la fontainerie
62000 ARRAS
marion.feuillet@veoliaeau.fr



Les préoccupations environnementales sont aujourd'hui au cœur des débats internationaux : préservation de la biodiversité, lutte contre le changement climatique, épuisement des ressources naturelles...

Depuis que l'impact de l'homme sur le changement climatique a été prouvé scientifiquement, les mesures politiques et réglementaires en faveur de l'environnement se sont multipliées. Au niveau national, **la loi n°2010-788 du Grenelle 2, paru le 12 juillet 2010**, définit les acteurs qui sont tenus **d'établir un premier bilan de leurs émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)** :

- ✓ Les entreprises de plus de 500 personnes et 200 personnes pour les régions et départements d'outre-mer,
- ✓ Les collectivités de plus de 50 000 habitants.

Le contexte réglementaire conduit les entreprises et les collectivités à mettre en œuvre des actions visant à réduire les émissions de GES.

Dans ce contexte, VEOLIA EAU, partenaire privilégié des collectivités pour les services d'eau et d'assainissement, s'est fixé pour objectif régional, de quantifier et de proposer des axes de réduction des émissions de GES pour les ouvrages dont il a en charge la gestion.

Cet objectif s'est traduit, dans la région VEOLIA EAU Nord-Ouest, par la réalisation d'empreintes carbone.

Le premier objectif de la présentation est la définition de la méthodologie de l'empreinte carbone.

Les émissions de GES sont évaluées par l'**outil EC'EAU®**, fruit de la Recherche et du Développement de VEOLIA ENVIRONNEMENT. Cet outil est adapté aux métiers de l'eau et de l'assainissement.

Le second objectif est la réalisation de l'empreinte carbone d'une station présentant des procédés de traitement innovant : Séliane (Boulogne-sur-Mer).

L'empreinte carbone de Séliane a été réalisée sur les données 2009 et 2010. La quantification des émissions de GES n'est qu'une première étape puisque le but principal est de réduire ces émissions via la mise en œuvre de pistes d'optimisation.

Tecnoconverting : Le compromis carbone d'un équipementier



Rafaël SOLANS, Consultant

rafaelsolans@wanadoo.fr

L'une des difficultés rencontrée lors des réalisations des BEGES (bilans des émissions des gaz à effet de serre) des installations de traitement des eaux est de connaître le poids des émissions dues aux immobilisations des équipements.

TECNOCONVERTING, S.L., équipementier en matériel des stations de traitement des eaux, qu'elles soient de potabilisation, épuration ou désalinisation, présent en Europe, Amériques, et Pays du Golfe Persique, vient de réaliser le premier Bilan Carbone® de l'Espagne et au même temps il est le premier équipementier de sa spécialité qui a décidé d'accompagner chacun de ses produits avec le BEGES correspondant, sous la méthodologie Bilan Carbone®.

Après celui du système « Quantum », lauréat du premier prix à l'innovation du Salon International de l'Eau SMAGUA 2012 de Saragosse, il réalise actuellement celui de ses racleurs « Manowar » et « Classic », et il envisage celui du matériel pour les installations de désalinisation.

Rafaël Solans, ingénieur environnement, co-premier agréé Bilan Carbone® du Limousin avec près d'une vingtaine de BEGES réalisés, le premier réalisé en Espagne, exposera l'intérêt qu'ont les équipementiers à réaliser le BEGES de ses produits.

Bilan Carbone : les outils et les applications

Séance de questions

Les conférenciers présents à la table ronde :

Antoine AUDEBERT, Anne-Laure REVERDY, Isabelle BAUDIN, Marion FEUILLET et Rafaël SOLANS



→ Pour le bilan carbone de la filière de traitement des boues présentée, il est surprenant de voir que les polymères apparaissent comme le facteur prépondérant de l'étape de déshydratation par centrifugation. Ce résultat n'est-il pas biaisé ? Les polymères viennent-ils de loin ?

Pour le bilan carbone, ce sont les équipements qui sont pris en compte pour leur consommation. Ce sont des infrastructures qui ne sont pas vraiment consommatrices. En ce qui concerne la production des différents polymères, nous n'avons pas les mêmes facteurs d'émissions et cette production possède des facteurs plus importants que celle de l'électricité. En effet, cette dernière se fait par le nucléaire et on a peu d'émission de GES (0,089 Equivalent / kWatt heure).

→ Y a-t-il des études sur le traitement du phosphore, le bilan carbone prend-il en compte les différents abattements de la pollution (N, P, C) ? Qu'en est-il ?

Il n'y a pas d'études pour le traitement du phosphore. Cependant si l'on compare le traitement du phosphore par l'Aquaron ou le chlorure ferrique, on peut dire que le coût de production de l'Aquaron est moindre.

→ Quelle est la robustesse de la méthode et connaît-on les écarts entre les différentes méthodes et les différents opérateurs ?

Aujourd'hui si l'on réalise un bilan carbone par 2 consultants, on obtiendra 2 résultats différents, mais les ordres de grandeurs seront les mêmes. Par contre, l'évaluation de l'électricité est difficile et évolue constamment.

Il faut que lors de l'application de la méthode, la personne qui se charge du bilan carbone définisse bien le périmètre de l'étude. Le but est de faire comprendre par écrit la manière dont a été fait le bilan carbone (le contexte), afin de pouvoir exploiter par la suite les résultats, tout en étant conscient que cela est perfectible. Aujourd'hui la difficulté est le manque de données. Un exemple, les données sur les polymères sont lacunaires, ils sont référés à l'acrylamide en termes d'émission, mais les autres substances n'ont pas de références. On ne les a que pour les produits consommables, pas pour les substances, car la méthode bilan carbone n'est pas encore assez étendue. On a un vrai besoin de travailler sur l'ACV² pour les productions car les données ne sont pas disponibles dans le domaine du traitement de l'eau. Il faut adapter les outils sur les nouvelles bases de données. Un autre exemple, pour une usine que l'on vient de construire, on doit détailler les étapes, process par process. Il faut travailler à la fois sur la consommation des pompes mais aussi sur leur fabrication c'est pourquoi l'ACV est difficile à définir.

→ On parle de bilan carbone sur une usine d'eau potable, la bibliographie n'est pas disponible pour l'ACV de construction, donc je pense que l'amortissement de la construction sur la durée de vie de l'installation compense le bilan d'émission de la construction, l'aspect déconstruction est-il pris en compte ?

On trouve des limites au démantèlement des postes. On considère généralement uniquement l'exploitation et la construction pour le bilan carbone.

² ACV : Analyse du Cycle de Vie

→ Est-ce que le méthanol peut être remplacé par l'éthanol ? Car l'éthanol est d'origine agricole.

Le remplacement du méthanol par du glycérol a été testé mais on a un problème de viscosité avec le glycérol, donc on a abandonné cette idée. En ce qui concerne l'utilisation de l'éthanol, il n'y a pas eu d'essai.

→ Question sur le modèle EVALEAU, ce modèle est intéressant par son côté prédictif mais j'ai des interrogations sur le calage. Faut-il prendre en compte toutes les étapes du modèle et les comparer à la réalité ?

La force de l'outil de Suez est de ne pas oublier que l'utilisation est associée à la qualité d'eau. Il existe beaucoup de modèles qui sont issus de la littérature sur la prédiction des sous-produits. On essaye donc d'avoir les modèles les plus adaptables possibles.

Les américains et les australiens ont tenté de faire un modèle générique pour l'abattement de MES pour prédire l'efficacité de la coagulation, mais ce modèle ne fonctionne pas bien.

Pour celui présenté aujourd'hui, nous avons travaillé sur une compilation de bases de données de 10 ans pour sortir un modèle « maison » qui se révèle plus performant. Pour juger de ses performances, on fait une évaluation de la qualité de l'eau en fonction du traitement. Quand on adapte l'outil à une usine, on prend le modèle de base et on l'adapte aux données que l'on obtient sur le site. Il doit donc avoir une souplesse de l'outil qui s'adapte en fonction des données du site.

→ Est-ce que les collectivités se servent des bilans ? Est ce qu'il y a des retours? Quelles sont les attentes des collectivités ?

Au niveau de l'agglomération de Brive, par exemple, l'intérêt pour les collectivités c'est d'identifier la dépendance issue des énergies fossiles. Il est intéressant de faire un chiffrage, calculer les coûts du bilan carbone.

→ Justement en ce qui concerne l'agglomération de Brive, est-ce chiffré précisément ?

Derrière un bilan carbone, il y a un plan d'actions qui a pour objectif la réduction de l'empreinte carbone. Les objectifs sont chiffrés mais ce chiffre n'est pas à l'euro près bien-sûr, c'est une estimation économique de toute la démarche, et on évalue ces chiffres avec des hypothèses comme l'augmentation du prix d'un baril de X%. On dit à la collectivité cela vous coûtera tant et il faut que vous mettiez cela en place pour réduire les coûts de tant. En fait on valorise plutôt une stratégie.

→Et la compensation est-elle performante économiquement ?

Il est facile de répondre à la question si l'on change une chaudière, il faut réduire ses dépendances, le bilan carbone ou le bilan d'émissions est une photo du moment. Les collectivités doivent réfléchir sur leurs dépendances et si elles ont un intérêt économique à le faire. Il existe des collectivités qui sont intéressées pour faire le bilan carbone.

→Combien coûte une étude d'ACV ou bilan Carbone?

Pour faire le calcul, il faut prendre le prix ingénieur multiplié par le nombre de jours, on arrive à environ 700 € par jour, or les premiers jours ne sont pas facturés aux heures faites car on tâtonne.

En plus cela dépend des STEU ou réseaux mais il est possible d'atteindre 2 000 à 9000 €.

Pour la partie ACV normalisée, les résultats doivent être revus par des experts extérieurs donc on atteint facilement 70 000 à 80 000 €. C'est pourquoi les vraies ACV dans le domaine de l'eau n'existent pas vraiment car le coût est trop important pour un gain minimal.

Autre exemple pour une entreprise de 200 salariés c'est chiffré à 12 000 €.

Après il est possible de se renseigner auprès de la ville de Limoges qui a fait un bilan carbone.

→Y a-t-il un retour commercial ?

L'intérêt commercial est difficilement quantifiable, ce sont surtout de grosses entreprises qui font un bilan carbone. Mais il faut savoir que ce n'est pas un gaspillage d'argent. Cela permet de rentrer dans un appel d'offres, dans une démarche de développement par exemple, réduire les dépenses énergétiques de 5% peut être un gros avantage.

→Qu'en est-il de la normalisation ?

C'est compliqué et on peut même dire que c'est un peu « la guerre ».

→ Les outils et les méthodes utilisés ne font pas prendre de mauvaises décisions ?

Plus on en fait, plus c'est fiable et c'est de plus en plus précis, il en ressort des coûts et des valeurs différentes mais on est plus performant.

La démarche c'est de faire de la co-création en fonction de l'étude et des résultats. Une photo même floue de la situation apporte toujours des éléments de réflexion. Le secteur se professionnalise et l'on fait de meilleures choses avec ce que l'on a. L'intérêt de la démarche est avéré et les entreprises sont satisfaites de ces bilans, cela leur ouvre l'esprit sur des choses sur lesquelles elles ne sont pas au point.

Les entreprises qui font leur bilan en sont satisfaites et elles se rendent mieux compte de leur impact sur l'environnement.

La méthanisation comme source d'énergie



La Méthanisation

Serge CHAMBON,

ODESSOL

chambon@ensil.unilim.fr



La méthanisation (ou fermentation méthanique) est une digestion anaérobie qui transforme la matière organique en **méthane**, gaz carbonique et digestat par un écosystème microbien complexe fonctionnant en absence d'oxygène. Le méthane, représentant 50 à 80% du volume de biogaz produit, est utilisable comme source d'énergie, ainsi 1m³ de méthane (soit 8 570 kcal) est l'équivalent d'un litre de mazout. La biomasse active a des besoins limités et s'adapte à des effluents très divers. Le procédé ne nécessite que peu d'énergie pour son fonctionnement et le bilan carbone est neutre. Les responsables de ce processus naturel sont les bactéries méthanogènes et sont strictement anaérobies. La méthanogénèse est le processus microbiologique au cours duquel des réactions d'oxydation des composés organiques, qui engendrent l'énergie requise par des micro-organismes, sont couplées à des réactions de **réduction** aboutissant finalement à la production de méthane. Les voies métaboliques simplifiées, décrivant le processus de cette transformation, ont été exposées dans un modèle comprenant plusieurs types de micro-organismes, classés dans trois phases distinctes :

- les bactéries **hydrolytiques et fermentatives** (hydrolyse et acidogénèse),
- les bactéries **acétogènes** (acétogénèse),
- les bactéries **méthanogènes** (méthanogénèse).

Ces trois communautés doivent constituer un écosystème équilibré pour que l'essentiel des équivalents réducteurs, produits comme déchets au cours de l'anabolisme bactérien, se retrouve finalement dans le méthane. Comme tout micro-organisme, la population bactérienne qui constitue le consortium méthanogène exige des conditions particulières pour sa croissance. Les principaux facteurs physico-chimiques qui affectent le procédé de digestion sont le **pH**, la **température** et le **potentiel d'oxydoréduction**. Le **rendement** en méthane par rapport à la **DCO** est à peu près constant. Le pH optimum de la digestion se situe autour de la **neutralité**. L'activité du consortium méthanogène est

étroitement liée à la température. Deux plages de températures optimales peuvent être définies :

-la zone **mésophile** (autour de 35°C)

-la zone **thermophile** (entre 55-60°C).

Les *Archaea* (bactéries méthanogènes) exigent, outre l'absence d'oxygène, un **potentiel d'oxydoréduction** inférieur à -330 mV pour initier leur croissance. Le rendement en produit, s'il est exprimé en DCO du déchet, est égal à 0,35 m³ de CH₄ par Kg de DCO éliminé (cas général). Comme tout micro-organisme, les bactéries constituant l'ensemble de la flore méthanogène demandent un apport suffisant de macroéléments (C, N, P, S) et d'oligo-éléments pour leur croissance. Certains oligo-éléments sont spécifiquement nécessaires au développement des *Archaea* : il s'agit plus particulièrement du **nickel**, du **fer** et du **cobalt**. Les pratiques industrielles de la méthanisation ont permis de développer des méthaniseurs de plus en plus sophistiqués allant des systèmes à biomasse **libre** vers ceux à biomasse **fixée**. Ces procédés se distinguent selon plusieurs critères, comme la température de fonctionnement (ambiante, régulée, mésophile ou thermophile), la teneur en eau ajustable (procédés secs avec 60-80% de MS ou humides avec 10-15% de MS) ou l'existence de plusieurs phases de traitement. Afin de favoriser la dégradation organique, un prétraitement est possible pour adapter le substrat à la dégradation anaérobie en système clos et tenter d'uniformiser et de régulariser le déchet entrant. Le digestat est la matière digérée et se présente, en sortie de digesteur, sous une forme plus ou moins humide : liquide/solide, pâteux ou solide (sa siccité pouvant aller de 3 à 30 % en général). Selon la destination du produit final, le digestat peut faire l'objet d'un conditionnement ou d'un traitement comme une déshydratation, un chaulage ou une phase de compostage. Si les principaux paramètres concernant le suivi des digesteurs à alimentation continue sont **la charge volumique appliquée** et **le temps de séjour hydraulique**, beaucoup d'autres sont nécessaires, en entrée ou au cours du pilotage, pour le contrôle de la méthanogénèse. Le biogaz peut être utilisé selon plusieurs modes de valorisation et l'on distingue quatre filières : Energie thermique, Energie électrique, Biocarburant et injection dans le réseau de gaz naturel.

Digestion des boues de station d'épuration



Thierry PICHARD,
IRH Environnement
11 bis, rue Gabriel Péri- CS 90201
54519 Vandoeuvre-lès-Nancy-France
thierry.pichard@irh.fr



Procédé ancien (1895), la digestion anaérobie des boues de station d'épuration à Exeter produisait du méthane utilisé pour l'éclairage des rues.

Exception française, ce procédé reste encore peu répandu (68 usines équipées en France) au contraire de nos voisins européens (Allemagne, Suisse, Autriche) et reste la plupart du temps cantonné aux plus grandes stations d'épuration. Procédé ayant connu un fort recul dans les années 90, avec la mise en œuvre du traitement de l'azote dans les stations d'épuration, ce procédé connaît un retour en grâce depuis quelques années.

La digestion anaérobie des boues s'accompagne :

- de la production de boues hygiénisées (amendement organique de qualité),
- d'une stabilisation de la matière organique (maîtrise des nuisances olfactives),
- d'une réduction de la masse de boues à gérer,
- de la production de biogaz : énergie renouvelable et valorisable.

Notre société est de plus en plus dépendante de ressources qui ne cessent de s'épuiser et la nécessité de réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre nous conduisent à optimiser les consommations énergétiques des usines de traitements des eaux usées existantes et à rechercher de nouvelles filières de production d'énergies renouvelables.

Dans ce contexte, la digestion anaérobie des boues constitue la source d'un gisement prometteur de production d'énergie pérenne et doit donc prendre sa juste place dans le développement des filières de production d'énergies renouvelables, tout en s'accompagnant d'une production réduite de boues d'excellente qualité, hygiénisées et stabilisées.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique de transition énergétique, la production d'une énergie renouvelable (méthane) et facilement valorisable, doit donc permettre d'assurer un développement durable de la digestion anaérobie des boues en France.

Bilan environnemental et énergétique d'une unité de méthanisation agricole



Quentin MONTEIL, Chargé de projets Méthanisation

TERREBIOGAZ

1, rue Bardinal

19240 Varetz

quentin.terrebiogaz@orange.fr

Aujourd'hui, la digestion anaérobie ou méthanisation des effluents agricoles est un procédé de traitement et de valorisation des matières organiques en plein développement en France. On appelle « méthanisation à la ferme » les projets fonctionnant en majorité avec des effluents agricoles : au moins 50% et d'une puissance électrique inférieure à 500 kW.

Nous aborderons ce sujet par une étude cas inspiré, d'un projet existant (2008) porté par un éleveur laitier. Nous réaliserons tout d'abord le bilan énergétique de l'unité à partir des déchets traités : tableau ci-dessous.

Lisier bovin	3 000 t / an
Fumier bovin	1 580 m ³ /an
canne de maïs	343 t / an
Déchets de céréales	1 000 t / an
Graisses usagées	500 t / an

Ensuite, nous identifierons les différents impacts environnementaux liés à l'exploitation d'une unité de ce type pour ensuite les quantifier en équivalent carbone et ainsi estimer le bénéfice environnemental. L'équivalent carbone est une unité permettant de convertir les émissions atmosphériques en émissions de gaz à effet de serre. Les émissions pris en compte sont donc :

- Emissions GES dues au transport des substrats,
- GES évités par la substitution au traitement des déchets,
- GES évités par la substitution du transport pour le traitement de référence,
- GES évités par la substitution d'énergie,
- GES évités par la substitution d'engrais liée à l'épandage du digestat.

Enfin nous examinerons la sensibilité du résultat en faisant varier les paramètres tels que la distance parcourue par les déchets extérieurs ou encore la distance d'épandage.

La méthanisation comme sources d'énergie

Séance de questions

Les conférenciers présents à la table ronde :

Serge CHAMBON, Thierry PICHARD, Quentin MONTEIL



→ Est ce qu'il y a une surestimation de la récupération de la chaleur ?

La surestimation provient essentiellement du tarif de rachat qui est contrôlé par EDF.

Au niveau de l'électricité il n'y a pas de problèmes. En ce qui concerne la récupération de chaleur en milieu urbain, les STEP sont souvent placées trop loin d'un endroit stratégique, la valorisation de la chaleur est donc parfois inexistante ou incomplète. Mais nous n'avons pas vraiment de retour d'expérience.

→ La réinjection de biogaz issue des boues est-elle autorisée ?

En France, la réglementation interdit la réinjection, mais une expérimentation est en cours.

L'utilisation du mélange « Ordures Ménagères + déchets de l'agroalimentaire + boues STEP » pourrait être effectuée mais cela dépendrait des proportions.

Remarques : En Suède, la méthanisation est faite à partir de mélanges de produits issus de l'Agriculture, de boues de STEP et d'OM : là cela ne pose pas de problèmes pour la réinjection de biogaz dans le réseau. EDF ne désire pas rattacher ses réseaux aux sites de production de biogaz.

Au niveau économique, on trouve un intérêt avec la co-incinération. Il est intéressant de regarder les résultats des ACV sur le site de l'ADEME pour se faire une idée. Il y a des informations sur la méthanisation vraiment intéressantes.

L'association énergie technique fait la promotion du biogaz depuis 20 ans.

Nous avons affaire à une vraie problématique du mélange lorsque l'on fait face aux agriculteurs qui ont peur d'utiliser les boues de STEP et qui posent souvent la même question « y-a-t-il des métaux lourds dans les boues de STEP ? ».

→Quelle est la taille critique des installations agricoles, c'est-à-dire les seuils de rentabilité ?

Cela dépend du concept mais généralement on compte 75 à 80 kW électrique.

A 100 kW, on peut estimer que l'on est rentable en électricité. Il faut savoir qu'un million d'euros représente le coût en investissement pour produire 100 kW.

Le bénéfice est de 160 000 € et sans subvention on compte un retour sur investissement de 10 ans.

→Quelle est la surface d'épandage ?

Il est difficile de répondre à cette question.

Lorsque l'on fait venir des déchets dans un centre de méthanisation, on apporte un excédent d'azote qu'il faut prendre en compte sur le terrain d'épandage. Comme cela est riche en azote, il n'y a pas de problèmes de valorisation agricole. Les agriculteurs sont vigilants au problème d'ETM³, c'est pour cela que l'on prévoit une analyse avant l'épandage.

³ ETM : Élément Trace Métallique (« métaux lourds »)

Economies et récupération d'énergie

Optimisation de l'économie d'énergie d'installations de traitement de l'eau



André LARIGAUDERIE, Direction de SAUR

SAUR

alarigau@saur.fr



L'optimisation de l'exploitation des installations de traitement d'eau est plus que jamais un souci constant des exploitants d'usines de traitement d'eau, tant en eau potable qu'en eau usée. Cette démarche motivée à l'origine par des objectifs essentiellement financiers est aujourd'hui renforcée pour prendre en compte des objectifs environnementaux. Le premier aspect s'intéressait à l'aspect plutôt quantitatif (quantité d'énergie, de réactif, main d'œuvre...). La prise en compte de bilan carbone entre autre, conduit à s'intéresser à l'impact global sur l'environnement tant à l'amont qu'à l'aval des installations.

Si l'exploitant est concerné au premier chef par cette situation, le maître d'ouvrage en tant que propriétaire, et les services de contrôles en tant qu'émetteurs de normes sont également impliqués.

La mise en œuvre de ce type d'optimisation nécessite de prendre en compte l'ensemble du système à optimiser (approche systémique) de façon à prendre en compte les interactions entre les différents paramètres sur lesquels jouer. La collecte et l'analyse des données d'exploitation est fondamentale, et la validation des données un préalable incontournable. La mise en œuvre d'outils d'aide à la décision facilite le déroulement optimal de la conduite des installations dans cette perspective.

La mise en place d'une démarche de benchmarking devrait également être systématisée, elle permet de prendre conscience du chemin à parcourir.

En effet cette recherche d'optimisation conduit à définir une stratégie d'amélioration continue avec la mise en œuvre de :

- « bonnes pratiques »,
- d'indicateurs de performance,
- d'un programme de mise à niveau éventuel des installations.

Cette liste est incomplète, et chaque site aura sa propre stratégie d'amélioration.

Tout cela conduit donc à la recherche permanente de compromis entre performances et coûts, aux respects des normes sans sur-qualité, en un mot à une exploitation efficiente.

Quelques exemples pratiques seront exposés lors de la présentation.



Les eaux usées : une source de chaleur

Aysseline DU MOULIN & Marc PERAUDEAU,
VEOLIA EAU Région Sud-Ouest



Aysseline.DU-MOULIN@veoliaeau.fr & Marc.PERAUDEAU@veoliaeau.fr

Les eaux usées urbaines transitent dans les réseaux d'assainissement et dans les stations d'épuration à une température stable et relativement élevée comprise entre 10 et 20°C tout au long de l'année, avec des pointes saisonnières ou ponctuelles. Compte tenu des volumes importants d'eaux usées mis en jeu, il est identifié des quantités importantes de chaleur.

La valorisation thermique sur eaux usées consiste à récupérer la chaleur résiduelle de ces effluents au moyen d'échangeurs de chaleur et à augmenter leur énergie calorifique par l'utilisation d'une pompe à chaleur (PAC), afin de pouvoir réutiliser l'énergie ainsi produite.

Les pompes à chaleur permettent ainsi avec un apport d'énergie extérieure (électricité, gaz) de valoriser des fluides basses températures (l'eau usée en l'occurrence) en augmentant leur potentiel énergétique. Le système est réversible : la chaleur ainsi générée peut être utilisée pour le chauffage et le rafraîchissement des bâtiments. Ainsi, un milieu est refroidi pendant que l'autre est réchauffé.

La conception d'ouvrages simples et standards que préconise le groupe Veolia Environnement, comporte de nombreux avantages, économiques, techniques et contractuels.

➤ Un coût et un encombrement réduits

Conçu séparément du collecteur d'eaux usées, le procédé en dérivation préconisé par Veolia Environnement permet de réaliser des ouvrages compacts, à coûts d'investissement réduits (sélection des meilleurs matériels par des contrats cadres assurant la maîtrise des prix et une garantie du constructeur), sans que cela s'inscrive dans un programme particulier de rénovation de voirie ou de développement urbain. Il est tout à fait adaptable à un réseau d'assainissement existant et ne nécessite donc pas de remplacement de collecteur

d'assainissement, ce qui limite les travaux de réalisation. Il peut être implanté partout, avec des contraintes moindres que les autres systèmes existants sur le marché. En effet, cette solution est adaptable en tout point du réseau à partir du moment où les eaux usées véhiculent une puissance suffisante en rapport avec une demande identifiée au préalable. Il n'est donc pas nécessaire d'avoir des longueurs droites de réseau d'assainissement importantes comme cela peut être le cas pour une solution avec échangeur intégré au collecteur d'assainissement.

➤ Une absence d'interruption du service

La conception envisagée permet de s'affranchir d'une mise hors service des ouvrages et d'une déviation des flux, et impacte peu la voie publique (temps d'intervention limité). Cette solution par dérivation permet d'intervenir à tout moment sur les ouvrages pour quelque raison que ce soit : elle garantit ainsi une disponibilité à 100 % de l'ouvrage d'assainissement. Elle permet à la collectivité ou aux industriels de disposer d'ouvrages de visite supplémentaires.

➤ Un entretien et une maintenance facilités

Conçue séparément du collecteur, la solution proposée bénéficie d'une très bonne accessibilité et permet d'assurer quotidiennement les contrôles et les opérations de maintenance nécessaires pour garantir sa fiabilité et sa performance énergétique à tout moment (l'effluent étant directement utilisé comme fluide caloporteur, il en résulte une contrainte de prétraitement de cet effluent et d'entretien de l'échangeur qui restent inévitables du fait que les eaux usées constituent un fluide chargé et encrassant afin d'éviter son colmatage et sa perte de rendement). Cette solution est évolutive : la puissance thermique peut être augmentée facilement et sans travaux sur la voirie, et l'échangeur peut être remplacé en fonction des évolutions de la technologie.

Cette solution de récupération de chaleur est à associer aux réseaux de chaleur basse température. Les cibles à privilégier sont les centres aquatiques, les éco-quartiers, les hôpitaux,...

Economies et récupération d'énergie

Séance de questions

Les conférenciers présents à la table ronde :

André LARIGAUDERIE, Aysseline DU MOULIN, Marc PERAUDEAU

→ Est-ce que le système de récupération des calories fonctionne lorsque le réseau de collecte est unitaire ? Est-ce que la température des eaux pluviales est gênante ?

Oui c'est possible, ce n'est pas incompatible, cela fonctionne moins bien qu'en réseau séparatif, mais c'est faisable. Exemple : on part de l'hypothèse qu'en réseau séparatif l'eau entrante est à 17°C, on sort avec une eau à 12°C. Pour un réseau unitaire, on entre avec une eau à 12°C et on sort avec une eau à 7°C. Dans les deux cas, on récupère 5°C.

→ Le fait de pomper de l'énergie sur le réseau n'a-t-il pas des conséquences négatives au niveau de la station lors des traitements des pollutions?

Oui, cela est quelque chose à prendre en considération. Seulement, cette perte est souvent négligeable étant donné que pour le moment ce procédé est mis en place sur de grandes zones urbaines et le débit dérivé pour les échangeurs thermiques représente 1/10^{ème} du débit journalier. Mais pour l'instant, on n'en est pas encore là : le problème ne se pose pas car le système n'est pas encore développé de manière importante.

→ Quelle est la durée de vie des échangeurs thermiques lorsque le système est mis en œuvre avec des eaux usées brutes ? La formation de biofilm n'a-t-elle pas d'impact sur les appareillages ? N'est-il pas préférable d'effectuer ce système uniquement sur des eaux usées traitées ?

Evidemment, il est préférable d'effectuer cela sur des eaux usées traitées, car il y a beaucoup moins de problèmes liés aux MES et éléments grossiers (lingettes, cheveux...) sur les pompes et échangeurs. Cependant, le challenge avec l'utilisation des eaux usées brutes permet de répondre au besoin énergétique de proximité. En effet, les stations de traitement se trouvent souvent loin de ces besoins énergétiques.

→Existe-il un tableau de bord pour suivre les consommations, ou est-ce uniquement des indicateurs qui sont utilisés pour évaluer les consommations ?

Sur chaque installation (ouvrage), un cahier de bord est établi afin de collecter les mesures nécessaires. En revanche, il n'a pas l'utilité d'un vrai carnet de bord permettant de prendre des décisions en fonction des variations observées. De plus en plus, il est demandé de tracer des graphiques afin de mettre en évidence visuellement les sens d'évolution afin d'effectuer des corrections. On va demander à ce que le cahier soit complété par des graphiques pour que ce soit plus visuel et plus facile à analyser.

Tout le monde fonctionne avec 5 ou 6 indicateurs sur lesquels l'exploitant va s'engager. Cet indicateur est recalculé au fil des jours et des mesures et sert comme base de calcul d'une rémunération. C'est donc bien une gestion de tableau de bord.

Relation recherche-industrie-marché

Water Research to Market, de la recherche au marché, appliqué à la recherche sur les économies et récupération d'énergie dans les installations de traitement des eaux



Natacha JACQUIN, docteur en Sciences et gestion de l'eau

Office International de l'Eau/ International Office for Water

15, rue Edouard Chamberland

87065 Limoges Cedex- France

n.jacquin@oieau.fr



Le projet européen Water Research to Market, financé dans le cadre du programme LIFE, vise à développer une stratégie pour accélérer le transfert des résultats de la recherche dans le domaine de l'eau vers les praticiens (les utilisateurs finaux).

A partir de l'identification de 200 résultats de la recherche dans le domaine de l'eau au niveau Européen et national (France, Pologne, Roumanie, Espagne), le projet a développé une stratégie de promotion via l'évaluation de quelques résultats en termes de distance au marché, leur dissémination via une e-fair (la foire aux innovations) et des événements.

Dans le cadre de ce colloque, Water RtoM illustre sa stratégie avec 2 innovations identifiées dans le domaine des économies et récupération d'énergie dans les installations de traitement des eaux.

Mots-clefs : innovations, traitement de l'eau, transfert technologique, économie d'énergie, stratégie d'évaluation

Introduction :

La mise en œuvre des directives européennes sur l'eau (telle que la directive cadre sur l'eau et ses directives filles) ne permettra pas d'atteindre le bon état des eaux pour plus de 60% des masses d'eau en Europe d'ici 2015. Ce constat suppose de faire appel à de nouvelles technologies et de nouvelles connaissances pour faciliter l'atteinte des objectifs des directives. De nombreux résultats de la recherche existent mais le temps de transfert est de l'ordre d'une dizaine d'années. Water RtoM expérimente une stratégie de promotion des résultats de la recherche permettant d'accélérer le transfert des résultats innovants vers les praticiens (plus spécifiquement les organismes de bassin, les planificateurs, les

municipalités, les services des eaux et autres utilisateurs...) ainsi que vers leurs fournisseurs (de technologies, les consultants, les opérateurs).

Méthode

La stratégie développée par Water RtoM s'appuie sur une veille des résultats de la recherche dans le domaine de l'eau au niveau européen (via les projets financés par LIFE, INTERREG...) et au niveau national (France, Pologne, Roumanie, Espagne). A partir de l'identification de 200 projets de recherche, Water RtoM a pré-selectionné les projets qui semblent les plus près du marché.

Une évaluation plus poussée des innovations (outils, méthodes, traitements...) les plus prometteuses permet d'estimer leur potentiel d'utilisation par un utilisateur final, à un coût raisonnable, avec des risques acceptables. Cet outil d'analyse, développé dans le cadre du projet est le **ReMAS** (Research to MarketAssessmentStrategy – Stratégie d'évaluation de la distance au marché). Lorsque l'information est disponible, l'évaluation inclut les droits de propriété intellectuelle et industrielle.

Pour les innovations classées « prêtes à être mises en œuvre » ou autrement dit non loin de la phase de commercialisation, une analyse plus en profondeur est réalisée en lien étroit avec les équipes de recherche afin d'identifier les étapes suivantes et construire une « feuille de route » (appelée **business case**).

Water RtoM vise en parallèle à promouvoir les innovations « près du marché » auprès des utilisateurs potentiels (les gestionnaires de l'eau, les consultants, les développeurs d'innovations etc.), dans le cadre d' « un plan de **promotion** » basé sur une e-foire aux innovations (e-fair) accessible sur le site www.waterrtom.eu/e-fair (en anglais), lors de rencontres professionnelles, de colloques ou encore des rencontres virtuelles (e-séminaires).

Un **guide** à l'usage des utilisateurs finaux est en cours de préparation (disponible en mai 2013). A partir de la stratégie Water RtoM, des outils développés, il proposera des recommandations établies sur la base de l'expérience tirée de deux années de déroulement du projet et visant à rapprocher les utilisateurs et les chercheurs.

Résultats

La base de données « e-fair » compte actuellement une cinquantaine d'innovation sur différents thèmes du domaine de l'eau. Quelques-unes concernent les **économies et récupération d'énergie dans les installations de traitement des eaux**.

Ci-après sont présentés 2 projets innovants sélectionnés parmi une dizaine identifiés dans la base de projets européens LIFE+.

Projet 1 – Innovation : « Procédé de production d'oxygène et d'hydrogène à partir d'énergie renouvelable dans une station de traitement des eaux usées »

Le projet Greenlysis (LIFE08/E/000118, Janv 2010 -Dec 2012, impliquant l'Espagne-CETAqua, la France-CIRCEE, Saft batterie et France TombakSolar) consiste à valider un processus de production d'oxygène et d'hydrogène gazeux à partir de l'eau traitée d'une station d'épuration.

L'électrolyse de l'eau traitée est réalisée à partir d'énergie renouvelable (solaire et éolienne). L'oxygène produit est utilisé dans le traitement biologique des eaux usées urbaines. L'hydrogène produit peut être utilisé comme combustible pour les véhicules, ou pour produire de l'énergie électrique.

Aspects innovants :

L'innovation consiste à l'échelle d'une station d'épuration à développer les deux procédés, et à valoriser l'eau de sortie (l'eau traitée) de la station d'épuration pour produire de l'oxygène et de l'hydrogène.

Ce procédé permet d'économiser de l'énergie (et de réduire ainsi l'utilisation d'énergie électrique) pour le traitement de l'eau en utilisant l'oxygène produit. C'est une réelle voie innovante pour les économies d'énergies par la production/utilisation en quasi-autonomie.

Etat d'avancement :

Tous les tests, bilans énergétiques, faisabilité etc. ont été réalisés sur un pilote installé dans la station d'épuration de Montornes (ES).

Water RtoM, en chiffres

- 200 projets référencés
- 50 résultats de la recherche analysés en termes de distance au marché
- 10 innovations faisant l'objet d'un business case
- 16 évènements par an en France et en Europe
- 4 e-séminaires thématiques
- Un site internet www.waterrtom.eu
- Une « e-foire aux innovations » www.waterrtom.eu/e-fair

Distance au marché :

Les résultats produits sont prometteurs ; cependant ils ne reflètent qu'une expérimentation sur un pilote. Une validation à l'échelle d'une station d'épuration serait à développer avant la mise sur le marché.

Risques :

Investissement éventuellement lourd car le marché de l'hydrogène n'est pas encore mature.

Le prétraitement de l'eau avant l'électrolyse est coûteux (ultrafiltration et désinfection UV).

Etapas futures :

Contacter l'équipe de recherche pour affiner les droits de propriété industrielle et les conditions de mise sur le marché).

Projet 2 – Innovation : « Atteindre une autosuffisance énergétique de 60% par la digestion de boues dans une station d'épuration et la récupération du phosphore »

OMZET (2011 – 2016, projet LIFE10/ENV/NL/000028) est un projet porté par les Hollandais dans un contexte juridique où les contraintes de rejets en phosphore sont fortes (0,2mg/l).

Le projet s'attache, à l'échelle d'une station d'épuration à expérimenter différents procédés technologiques afin d'atteindre l'équilibre énergétique : amélioration du traitement des boues par la désintégration des boues par ultrasons, digestion centralisée des boues primaires et secondaires et production de biogaz, transformation du phosphore dissous présents dans les eaux usées en phosphore minéral.

Aspects innovants :

Augmentation de la production de biogaz actuelle de 18% (60% attendus en fin de projet)

Augmentation de la déshydratation des boues de 25 à 30% par séchage de la boue avec la chaleur résiduelle récupérée sur la station

Traitement du phosphore combiné : voie biologique et transformation en phosphore minéral ; (80% de taux de récupération du phosphore attendu à la fin projet)

Réduction des coûts d'exploitation de 15%.

Etat d'avancement :

Le projet se termine en 2016. Une expérimentation à l'échelle d'une station d'épuration (300 000 EH) en Hollande dans le cadre du projet est en cours de réalisation.

Les résultats sont actuellement très prometteurs, et l'amélioration des procédés de traitement mis en œuvre devrait permettre d'atteindre un équilibre énergétique et une réduction du phosphore satisfaisants.

Distance au marché :

Le projet de recherche ne semble pas faire l'objet actuellement d'une démarche commerciale.

Un tel procédé est un sujet d'attention de plus en plus important aux Pays-Bas.

Risque :

Pas rentable sur de petites stations ; la taille de la station peut être un facteur limitant pour que l'innovation soit rentable (quantité de boues suffisantes pour alimenter le digesteur et produire du biogaz).

La complexification des traitements nécessite des compétences approfondies du personnel sur le traitement des eaux usées et des boues.

Etapes futures :

Suivre l'évolution des résultats et expérimentation, puis contacter l'équipe de recherche pour définir leur condition de commercialisation de leur process.

Autres projets pré-sélectionnés mais non évalués par Water RtoM :

- Procédé de récupération de l'énergie dans les systèmes de déshydratation des boues par sécheur à huile et réacteur de pyrogazéification (LIFE08/ENV/F/000489),
- Satisfaction à 85% des besoins en énergie d'une station d'épuration avec le traitement des boues par séchage et gazéification (LIFE05/ENV/D/000026),
- Optimisation des besoins hydrique des sols par l'implantation de sondes de mesures dans le sol (établissement de modèle); les économies d'énergie sont des économies induites par le juste apport d'eau en irrigation strictement nécessaire (LIFE08/ENV/E/000114),

- Traitement de la boue de station d'épuration par air chaud pour produire des pellets utilisables dans les chaudières à biomasse (LIFE09/ENV/IT/000186),
- Analyse du cycle de l'eau en milieu urbain pour mesurer l'efficacité écologique de son traitement (production, distribution, collecte et traitement des eaux usées, énergie), (LIFE10/ENV/ES/000520),
- Faisabilité technique de la production d'énergie à partir de biogaz de stations d'épuration avec des piles à combustible (LIFE07/ENV/E/000847),
- Système de valorisation du biogaz pour alimenter une turbine à gaz associée à un système de production d'énergie selon le principe de Rankine (cogénération) (LIFE08/ENV/B/000040).

Quelques Références

Water RtoM : <http://waterrtom.eu>

LIFE+ : <http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm>

Base de données de l'ONEMA

ANR: <http://www.agence-nationale-recherche.fr/>

Veille à partir de revues et événements scientifiques (ES, PL principalement)

Autorité Nationale pour la recherche scientifique Roumaine

<http://www.ancs.ro/en/articol/980/despre-ancs-prezentare>

Partenaires : 4 partenaires européens (FR, PL, ES, RO)



Partenaires associés : un comité d'experts est associé au projet avec pour mission d'apporter des conseils et valider les outils développés



Relation recherche-industrie-marché

Séance de questions

Les conférenciers présents à la table ronde :

Natacha JACQUIN

→ Est-ce qu'il y aura un retour d'expérience sur les projets qui seront acceptés y compris les lacunes ?

On n'analyse pas l'aspect technique mais juste l'aspect marché. Le retour technique c'est une autre mission.

Analyse sur le déroulement de la journée

Réponses aux questionnaires de satisfaction

Tableau 1: Pourcentages de satisfactions des participants à la journée de conférences

	Très satisfait	Satisfait	Peu satisfait	Pas du tout
Accueil	81%	8%	4%	8%
Organisation	65%	19%	8%	8%
Repas	71%	17%	4%	8%
Qualité des présentations	42%	39%	12%	8%

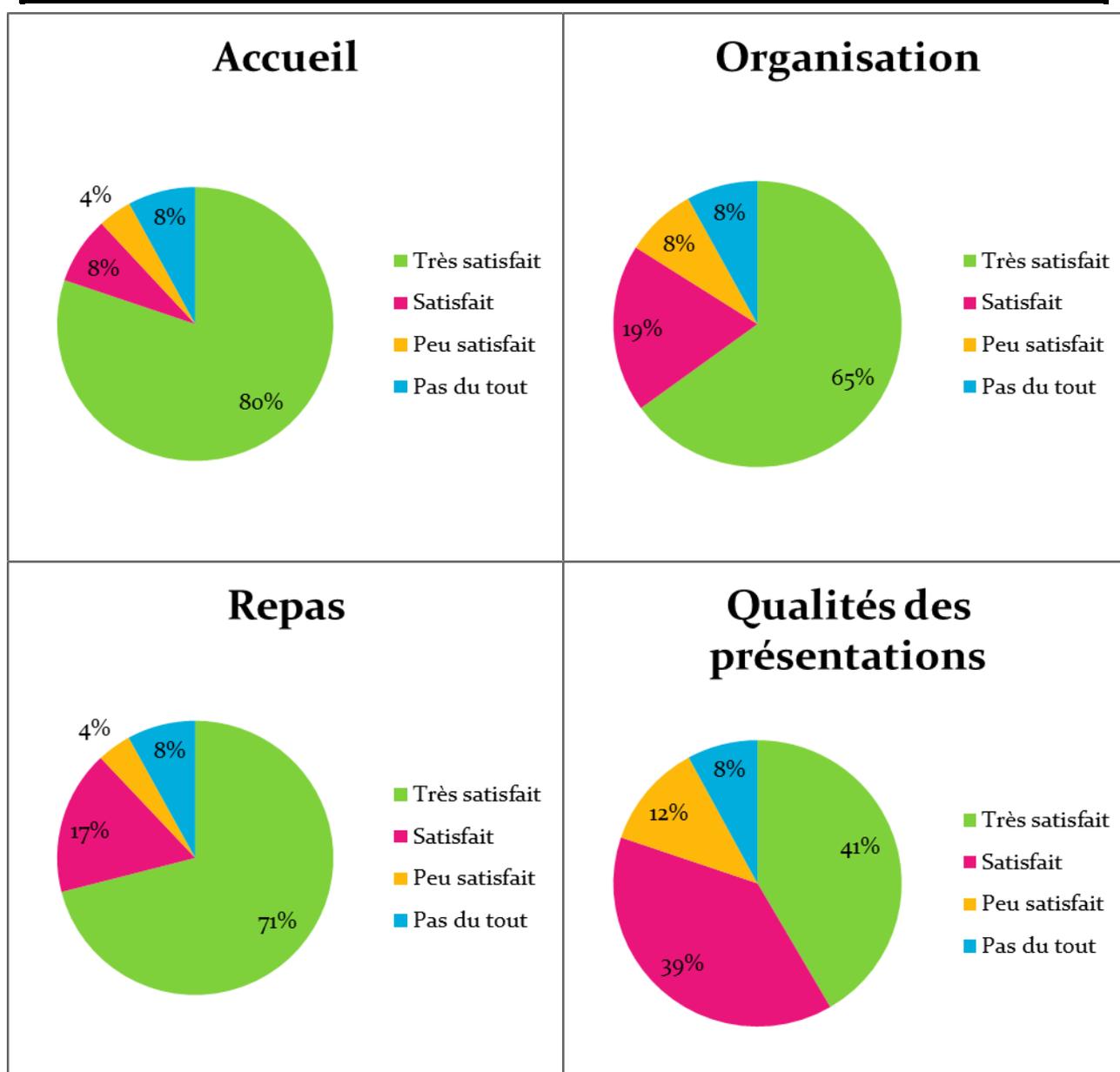


Figure 1: Diagrammes représentant la satisfaction des participants à la journée de conférences

Pour la grande majorité des participants interrogés, la journée s'est bien déroulée puisque plus de 80% ont apprécié l'accueil, l'organisation et les conférences. Certaines personnes soulignent qu'il y avait une vision très « industrielle » et du secteur privé dans les conférences. Elles auraient aimé avoir l'intervention de collectivités pour avoir une autre vision du bilan carbone. Les participants ont jugé cette journée intéressante, les thèmes abordés sont dans l'air du temps, en phase avec le marché. De plus, ce type de manifestation facilite les échanges et est l'occasion pour les anciens étudiants de l'Université de Limoges de se retrouver.



A la fin du questionnaire de satisfaction il a été demandé aux participants de suggérer des thèmes pour les prochains congrès. Voici les idées recueillies :

Eaux usées :

- ✓ REUSE : Réutilisation de l'eau en sortie de STEU.
- ✓ ANC : Filière de traitement, les procédures d'homologations.
- ✓ Pressions polluantes sur les bassins versants et le poids de ces pollutions respectives sur l'environnement.
- ✓ Gestion des réseaux assainissement (supervision, gestion en temps réel).

Eaux pluviales :

- ✓ Traitement avant les rejets, réutilisation des ouvrages, réglementation DO, et obligation de traitement, taxe pluviale.

Autres sujets :

- ✓ Gestion patrimoniale : choix d'investissements et impacts, gestion patrimoniale des réseaux, gestion patrimoniale des équipements : maintenance.
- ✓ Point sur les financements possibles et les montages des dossiers de demandes « liées » à l'environnement (Agence de l'eau, Région, ADEME).
- ✓ Micropolluants dans les rejets de STEU : points sur les données existantes (résultats des campagnes de suivis : quelles substances posent vraiment problèmes) et sur les filières de traitement proposées par les constructeurs.
- ✓ Economie d'énergie – économie des réactifs : solutions possibles (régulation-équipement).
- ✓ Valorisation des déchets.
- ✓ Dépollution des eaux environnementales.

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des conférenciers

	Nom	Société	Mail
1	Antoine AUDEBERT	MOVIGI	antoine@movigi.fr
2	Anne-Laure REVERDY	IRSTEA	anne-laure.reverdy@irstea.fr
3	Isabelle BAUDIN	Suez environnement	Isabelle.BAUDIN@suez-env.com
4	Marion FEUILLET	VEOLIA EAU	marion.feillet@veoliaeau.fr
5	Rafaël SOLANS		rafaelsolans@wanadoo.fr
6	Serge CHAMBON	ODESSOL	chambon@ensil.unilim.fr
7	Thierry PICHARD	IRH Environnement	thierry.pichard@irh.fr
8	Quentin MONTEIL	TERREBIOGAZ	quentin.terrebiogaz@orange.fr
9	André LARIGAUDERIE	SAUR	alarigau@saur.fr
10	Aysseline DU MOULIN	VEOLIA EAU	Aysseline.DU-MOULIN@veoliaeau.fr
	Marc PERAUDAU		Marc.PERAUDEAU@veoliaeau.fr
12	Natascha JACQUIN	OIEau	n.jacquin@oieau.fr

Annexe 2 : Liste des participants

	NOM	PRENOM	SOCIETE	Code Postal	VILLE	MAIL
1	ADELAIN	AIMIE	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	Aimie.adelaine@etu.unilim.fr
2	ADROIT	PHILIPPE	OTV	31242	L'UNION Cedex	philippe.adroit@veoliawater.com
3	ALIOUI	NACERA	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	lilianainasse@yahoo.fr
4	AMELOT	CAMILLE	EAU DE L'YSSANDONNAIS	19310	AYEN	c.amelot.yssandonnais@orange.fr
5	AUMETTRE	BENOIT	CONSEIL GENERAL DORDOGNE	24019	PERIGUEUX Cedex	b.aumettre@dordogne.fr
6	AUTEF	QUENTIN	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	quentin.autef@etu.unilim.fr
7	AVENEL	JEROME	IRH	45160	OLIVET	jerome.avenel@irh.fr
8	BACCOT	CAMILLE	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	camille.baccot@unilim.fr
9	BAPPEL	YOHANN	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	yohannbappel@orange.fr
10	BARATON	DAVID	SOURCES	33700	MERIGNAC	baraton@sources.fr
11	BAUDIN	ISABELLE	SUEZ ENVIRONNEMENT	78230	LE PECQ	isabelle.baudin@suez-env.com
12	BAUDOIN	PAMINA	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	pamina.baudoin@gmail.com
13	BAUDU	MICHEL	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	michel.baudu@unilim.fr
14	BENAMARA	MARION	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	Mar1on1103@hotmail.fr
15	BENHALIMA	AMEL	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	benhalima.amel12@yahoo.fr
16	BLIN	ROXANE	MSE	31242	L'UNION Cedex	socama19@socama.fr
17	BONAFOS	JULIE	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	juliebonafos@gmail.com
18	BORDAS	FRANCOIS	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	françois.bordas@unilim.fr
19	BOUCHER	MARC	Direction de l'Organisation et du Développement Territorial	24019	PERIGUEUX Cedex	m.boucher@dordogne.fr
20	BOURJAS	EMMA	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	emma07@hotmail.fr
21	BOURVEN	ISABELLE	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	isabelle.bourven@unilim.fr
22	BROUSSE	BENJAMIN	IRH	31200	TOULOUSE	benjamin.brousse@irh.fr
23	BRUYERE	LAURA	VEOLIA EAU	94410	SAINT MAURICE	laura.bruyere@veolia.fr
24	BUZIER	REMY	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	remy.buzier@unilim.fr
25	CARPENTIER	STEPHANE	MAIRIE D'OBJAT	19130	OBJAT	s.carpentier@objat.fr
26	CAVILLE	CLEMENTINE	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	clementine.cavaille@hotmail.fr

27	CHABASSIER	PHILIPPE	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	philippe.chabassier@etu.unilim.fr
28	CHARRIAU	ADELINE	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	adeline.charriau@unilim.fr
29	CHARRON	FRANCK	FAURE EQUIPEMENT	87000	LIMOGES	charron@faureequip.com
30	CHERMEUX	OLIVIER	HYDRAULIQUE ENVIRONNEMENT	16000	ANGOULEME	o.chermeux@heca.fr
31	CLARET	EMMANUEL	Direction de l'Organisation et du Développement Territorial	24019	PERIGUEUX Cedex	e.claret@dordogne.fr
32	CLERIES	KARINE	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	karine.cleries@unilim.fr
33	COMBEAU	BAPTISTE	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	combeau.baptiste@gmail.com
34	DARTIGEAS	CLEMENT	Bureau d'étude Dejante	19360	MALEMORT SUR CORREZE	cdartigeas@bc-eau
35	DE GUSSEME	FRANCOIS	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	francois.degusseme@laposte.net
36	DELUCHAT	VERONIQUE	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	veronique.deluchat@unilim.fr
37	DIOT	OLIVIER	CYCLE DE L'EAU DOMAINE DE L'ASSAINISSEMENT	31505	TOULOUSE Cedex 5	Olivier.DIOT@toulouse-metropole.fr
38	DOIRISSE	JUSTINE	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	justine.doirisse@gmail.com
39	DOURDIN	MELINA	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	melina.dourdin@gmail.com
40	DUCAM	LUCILE	FED NAT COLLECTIVITES	75007	PARIS	l.ducam@fnccr.asso.fr
41	DUCLoux	EMMANUELLE	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	emmanuelle.ducloux@unilim.fr
42	ESTEVE	MARIE	MSE	31242	L'UNION Cedex	marie.esteve@veoliawater.com
43	FARKHANI	BAGHDAD	LYCEE AGRICOLE D'AHUN	23150	AHUN	baghdad.farkhani@educagri.fr
44	FONDANECHÉ	PATRICE	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	patrice.fondaneche@unilim.fr
45	FOUSSATS	PATRICK	SEDE ENVIRONNEMENT	87000	LIMOGES	patrick.foussats@sede.fr
46	GONZALEZ	CLEMENT	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	clement.gonzalez@etu.unilim.fr
47	GUIBAUD	GILLES	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	gilles.guibaud@unilim.fr
48	JAUBERTY	LOIC	PEARL	87068	LIMOGES Cedex	loic.jauberty@pearl-sas.eu
49	JUILLARD	JEAN-HUGUES	EGIS EAU	87000	LIMOGES	jean-hugues.juillard@egis.fr
50	KHACHEBA	RAFIKA	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	rafika.k@hotmail.com
51	LAMBERT	ALINE	SOCAMA INGENIERIE	19000	TULLE	
52	LAMOTHE	FABRICE	Direction de l'Organisation et du Développement Territorial	24019	PERIGUEUX Cedex	f.lamothe@dordogne.fr
53	LARBRE	JEREMY	LARBRE INGENIERIE	87100	LIMOGES	jeremy.larbre@larbre-ingenierie.fr
54	LAVIGNE-SICARD	MARINE	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	lavignesicardmarine@yahoo.fr
55	LISSALDE	SOPHIE	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	sophie.lissalde@unilim.fr
56	LOMPECH	PIERRE	VEOLIA EAU	24120	TERRASSON LAVILLEDIEU	pierre.lampech@veolia.fr
57	LOTFI	HAYAT	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	hayat.lofti@unilim.fr
58	MATHON	BAPTISTE	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	baptiste.mathon12@gmail.com

59	MESSAOUD-NACER	SAMIRA	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	samaqr2003@yahoo.fr
60	MONNIER	LEONARD	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	leo.monnier@wanadoo.fr
61	MOREL	ANGELIQUE	HYDRAULIQUE ENVIRONNEMENT	16000	ANGOULEME	a.morel@heca.fr
62	MOUNIER	LAETITIA	EAU DE L'YSSANDONNAIS	19310	AYEN	yssandonnais@wanadoo.fr
63	NICOLAS	CHLOE	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	nicolas.chloe@hotmail.fr
64	NICOLAS	ANTHONY	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	a.nicolass@laposte.net
65	NICOLAU	RUDY	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	rudy.nicolau@unilim.fr
66	PIPET	DAVID	Direction de l'Organisation et du Développement Territorial	24019	PERIGUEUX Cedex	d.pipet@dordogne.fr
67	PREUX	DOMINIQUE	OIEAU	87085	LIMOGES Cedex	dpreux@oieau.fr
68	RABIET	MARION	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	marion.rabiet@unilim.fr
69	RAMALHO	ARNAUD	MADELEINES BIJOU	87500	ST YRIEIX LA PERCHE	aramalho@bijou.com
70	RENAUDIE	EMELINE	GRESE Université de Limoges	87000	LIMOGES	emeline.renaudie@unilim.fr
71	ROQUES	PHILIPPE	VEOLIA EAU	31506	TOULOUSE Cedex	philippe.roques@veoliaeau.fr
72	ROUE	CLEMENT	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	clement.roue@gmail.com
73	SIDHOUM	MOHAMED	MP2 IGEE Université de Limoges	87000	LIMOGES	sidhoum.med@gmail.com
74	SYLVAIN	THIBAUT	MOVIGI	87000	LIMOGES	antoine@movigi.fr
75	TEIL	BENOIT	OTV	31242	L'UNION Cedex	benoit.teil@otv.fr
76	TETARD	JOEL	ALKAEST Conseil sarl	16600	RUELLE SUR TOUVRE	alkaest@alkaest.com
77	TEXIER	CELINE	Pôle Environnement Limousin	87000	LIMOGES	ctexier@limousin-environnement.fr
78	WATSON	CHRISTINE	Pôle Environnement Limousin	87000	LIMOGES	cwatson@limousin-environnement.fr
79	STAMANE	INGRID	ARS	87000	LIMOGES	ARS-LIMOUSIN-PLAINTE@ars.sante.fr