

Décembre  
2011

# inf'OSE

*La pause énergie*



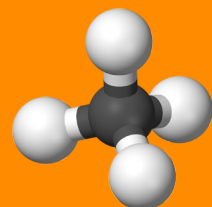
- page 5 -

**ÉCOLOGIE**  
*L'US Army se met  
au Vert*



- page 7 -

**EAUX USÉES**  
*Récupération de  
chaleur*



- page 10 -

**METHANISATION**  
*Construction de la  
filière en France*

## Stockage inter - saisonnier

## Utiliser l' hiver

## La chaleur de l' été

- page 13 -

Les brèves de  
l'actu énergétique  
- page 3 -



# Ligne éditoriale et Sommaire

## Quand minuit sonnera...

Si les participants au sommet de Durban, Europe en tête, veulent afficher un bel optimisme et croire à la future implication des États-Unis, de la Chine et de l'Inde dans le combat climatique, le Canada ternit quelque peu la note en sortant du protocole de Kyoto... Si Areva se déclare confiant dans l'avenir, en tablant sur dix commandes d'EPR dans les cinq ans à venir, les plans de rigueur et les plans sociaux sont bien là et pointent l'ambivalence de la position du géant français... Côté politique, en pleine pré-campagne présidentielle, les points chauds se précisent, chacun affûte ses arguments et apprend ses chiffres... L'heure est, semble-t-il, au calme avant la tempête et chacun attend de voir de quel côté penchera la balance.

En attendant les bonnes résolutions des grands de ce monde pour l'année 2012, l'Inf'OSE, en cette trêve hivernale, vous propose un zoom sur celle de l'US Army, qui redouble d'efforts dans les énergies renouvelables et sur les textes parlementaires qui donnent (enfin ?) ses lettres de noblesse à la méthanisation en France. Du côté des technologies, ce sont la récupération de chaleur sur les eaux usées et le stockage de chaleur inter-saisonnier qui sont à l'honneur ce mois-ci. Pour conclure ce numéro, Edward Thompson, directeur d'ICAX Ltd, donne son avis sur le stockage inter-saisonnier. Et pour ne pas être en reste, la revue des élèves du Mastère OSE prend aussi ses bonnes résolutions 2012 en changeant de peau : vous retrouverez désormais les versions longues des articles qui vous auront intéressés sur le nouveau blog de l'Inf'OSE : <http://PromotionOse2011.cma.ensmp.fr/>

Bonne lecture et bonne année 2012 !

**Mounir Mécheri et Sébastien Postic**

## Sommaire

### L'actualité énergétique

3 - 4

- Proglia voit gros !
- Gel des tarifs du gaz, la patate chaude ?
- Après BP, Chevron ?

### Du vert kaki au vert clair ...

5 - 6

### La récupération d'énergie des eaux usées

7 - 9

### Construction de la filière méthanisation en France

10 - 12

### Le stockage inter-saisonnier

13 - 15





## Proglio voit Gros!

Alors que la campagne présidentielle s'axe durablement sur le débat nucléaire, les discours se multiplient, les effets d'annonce font fureur, parfois au détriment du débat de fond. Que coûterait à la France la sortie du nucléaire ? La question est complexe. En effet, de nombreux facteurs et hypothèses entrent en compte. Peut-on seulement y répondre par des chiffres ? Selon Eric Besson, la sortie du nucléaire coûterait 750 milliards d'euros. Pour le Président de la République, le prix de l'électricité serait multiplié par 4. Plus récemment, Henri Proglio annonce qu'un million d'emplois serait mis en péril ce qui représente une personne sur trente de la population active française. Cette annonce fait réagir les acteurs du monde politique, les écologistes, et de manière plus inattendue, les experts du milieu. L'ancienne patronne d'Areva, Anne Lauvergeon se demande même si le PDG d'EDF a « fumé la moquette ». Sans entrer dans le détail mathématique du calcul, de nombreux emplois seraient effec-



**Henri Proglio**

tivement supprimés si l'on venait à fermer certaines de nos centrales nucléaires, sans parler de l'impact de l'augmentation du prix de l'électricité, de la délocalisation d'entreprises ainsi que des emplois qui ne seront pas créés. Cependant, comment peut-on omettre dans ces prévisions, de prendre en compte les emplois potentiellement créés par le démantèlement des centrales ? En outre, les filières éner-

gétiques alternatives au nucléaire seraient fortement sollicitées et amenées à recruter pour répondre à la demande. Cet oubli semble trop évident pour passer inaperçu et permet de voir que la bataille des chiffres est officiellement lancée pour 2012.

**Clément MENANTEAU**

## Gel des tarifs du Gaz, la patate chaude?

Lundi 28 novembre, le conseil d'État, saisi par le groupement de petits distributeurs gaziers « Anode », déclarait « illégal » le gel des tarifs du gaz annoncé par le gouvernement au 1<sup>er</sup> Octobre.

Fin du rêve pour l'équipe de Nicolas Sarkozy qui, après avoir annoncé un premier gel des tarifs en juillet, espérait bien repousser le problème après les prochaines

élections... Acculés par la hausse des tarifs du gaz sur le marché mondial, Bercy et Matignon discutent maintenant de la façon la moins douloureuse de réformer un système de tarification en mal de transparence, qui a déjà conduit à une hausse des tarifs de 60% entre 2005 et 2010, et devrait logiquement entraîner une nouvelle hausse de 8,8 à 10% en 2011. Et





même si les nouvelles formules de tarification proposées par la CRE (Commission de Régulation de l'Énergie) fin septembre donnent une place plus importante aux prix spot du gaz, en-dessous des prix fixés par les contrats long terme

passés avec Gazprom, Sonatrach ou la Statoil, la facture peut encore dépasser les 300 millions d'euros pour 1,5 millions de ménages. Coincé entre des fournisseurs gaziers appuyés par la plus haute autorité administrative du pays, et

trois millions de futurs électeurs mécontents, le gouvernement sortant risque fort de payer cher ses tergiversations répétées.

**Sébastien POSTIC**

## Après BP, Chevron ?

Le 23 novembre dernier, le Brésil via l'ANP (Agence Nationale du Pétrole) a suspendu les activités du groupe pétrolier américain Chevron dans tout le pays. Pourquoi une sanction si sévère ?

Pour comprendre, il faut remonter au 9 novembre dernier, jour où une fuite est constatée dans un puits de forage en eaux profondes, à 370 km des côtes de Rio de Janeiro dans le champ pétrolifère de Frade. Cet incident entraîne l'apparition d'une nappe de pétrole de 12 kilomètres carrés en surface et provoque une catastrophe écologique. La fuite est estimée à 2 400 barils par Chevron, chiffre cependant revu à la hausse à 3 000 par l'ANP.

Le président de Chevron Brésil est allé présenter les excuses du groupe à la Commission de l'Environnement de la Chambre des députés afin de calmer les esprits. Malgré cela, le gouvernement brésilien qui met en doute la bonne foi de Chevron, s'est montré intransigeant sur ce dossier. Selon les autorités brésiliennes, la société aurait cherché à minimiser sa responsabilité dans l'incident du champ de Frade ainsi que l'importance de la marée noire induite.

Cette nouvelle intervient alors même que le groupe Total vient d'être condamné à 4 millions d'euros d'amende et 200 millions d'euros de dommages et intérêts par un tribunal de Djibouti pour un problème de pollution maritime. Peu contraignant pour une entreprise dont le bénéfice net en 2010 a atteint 10 milliards d'euros...

On peut donc féliciter le choix du Brésil d'imposer une sanction dissuasive et véritablement contraignante à Chevron. Un an après la catastrophe *Deepwater Horizon*, cette mesure montre que les états

souverains entendent reprendre la main dans leurs rapports avec les pétroliers. De plus, elle rappelle à Chevron qu'il est nécessaire de faire preuve de plus de considération à l'égard d'un pays au potentiel aussi prometteur que celui du Brésil, car comme le soulignait le secrétaire de l'environnement de l'Etat de Rio à la suite des faits : « Nous ne sommes pas une république bananière, nous sommes la septième économie du monde. »

**Thomas PAULO**



**Marée noire au large de Rio : selon Chevron 2 400 barils ont été déversés dans l'atlantique, 10 000 barils selon les ONG.**



## Du vert kaki au vert clair ...

*On connaissait le 3x20, l'armée américaine sort son 2x25. Comme l'annonçait Le Figaro du 25/11, l'US Army s'engage à porter à 25% la part d'énergie renouvelable dans sa consommation énergétique à l'horizon 2025.*

### Le complexe Militaro-Pétrolier

Impliquée dans des conflits principalement situés au sein de pays producteurs de pétrole, l'armée américaine se heurte fréquemment à des difficultés de ravitaillement énergétique. Le coût d'approvisionnement en carburant dans ces régions sensibles est élevé car il est souvent acheminé par avion, multipliant par dix les coûts de transport. Ce carburant étant essentiel à la mise en place de toutes les opérations sur le terrain, de nombreux problèmes et risques apparaissent. Ils prennent une telle ampleur que l'US Army a été contrainte d'opter pour des alternatives énergétiques.

### Les chiffres

En Afghanistan par exemple, selon le DoD (Département de la Défense américain), environ 80% des déplacements sont des convois de pétrole. Ces derniers sont la cible très fréquente d'attaques diverses qui portent le nombre de soldats tués au cours de leur mission à 3000. En moyenne, un soldat est tué ou grièvement blessé tous les 24 convois. Officiellement, l'US Army consomme 320 000 barils de pétrole par jour ! Soit 2% de la consommation de pétrole des USA

ou encore 1.5 fois la consommation de la Suisse. En moyenne, durant la Seconde Guerre mondiale, un soldat consommait 3.8 litres de pétrole par jour ; aujourd'hui, en Afghanistan comme en Irak, il en consomme 75. Ainsi, le pétrole représente environ 80% de la consommation énergétique de l'armée américaine. Sa facture énergétique s'est élevée à 15 milliards d'euros en 2010 (+225% en 15 ans). Cette même année, le Pentagone annonçait une pénurie d'approvisionnement de pétrole prévue pour 2015. Par conséquent, le DoD investit fortement dans les technologies renouvelables et l'efficacité énergétique avec une série de projets « d'utilité d'échelle » d'un montant de 7 milliards d'euros.

### Les solutions

De l'observation et du bon sens suffisent parfois à analyser quelques solutions intéressantes.

Par exemple, les bases militaires américaines s'étendent souvent sur des superficies considérables. Elles représentent donc un fort potentiel d'expansion de fermes solaires. On peut alors imaginer une réduction des coûts de production d'électricité par un déploiement massif de la technologie solaires. Des négociations sont en cours entre le DoD et la société Solar City afin d'équiper pas moins d'une centaine de bases américaines. L'efficacité énergétique de ces dernières sera maximisée avec l'installation prévue de Smart-Grids, ou encore de flottes internes de véhicules électriques. L'US Air Force a testé avec succès des vols de reconnaissance avec des avions de chasses fonctionnant à 50% au biocarburant issu d'algues. L'armée de terre a, elle aussi, effectué des essais concluants sur ses chars. Les sacs à dos des G.I. sont équipés de panneaux solaires souples leur permettant de rechar-



Tente militaire solaire [2]



**« Durant la 2nd Guerre mondiale, un soldat consommait 3.8 litres de pétrole par jour ; aujourd'hui, il en consomme 75. »**



**Installation solaire militaire [2]**

ger leurs batteries dans les zones les plus sensibles. Des toiles de tentes de l'armée entièrement recouvertes de cette technologie peuvent fournir jusqu'à 3 000 watts de puissance instantanée. Ces toiles de tentes sont décrites comme légères, pliables, facilement transportables et stratégiquement intéressantes dans des zones où on ne peut pas faire fonctionner des groupes électrogènes bruyants. Enfin, des technologies utilisant la chaleur corporelle ou l'énergie

crée par les pas d'un marcheur utilisant des semelles génératrices pour alimenter les lunettes à vision nocturne sont déjà à l'étude. On se doute bien que le Pentagone n'investit pas dans ces différentes technologies avec pour objectif premier la diminution de ses émissions de gaz à effet de serre. Comme l'affirme le secrétaire de la Marine Ray Mabus, « Il ne s'agit pas d'un effet de mode, mais d'une nécessité absolue ». Comme le passé nous l'a de nombreuses fois montré, dans le domaine nucléaire par exemple, le développement des technologies militaires dynamise indéniablement les technologies civiles et les entreprises privées. C'est peut être



**Semelle génératrice d'électricité [4]**

ce qu'il manque aux technologies renouvelables, notamment sur les problématiques des batteries des véhicules électriques. Du fait de leurs besoins stratégiques en nouvelles technologies et des budgets alloués, les départements militaires sont dans une position favorable pour stimuler les mutations énergétiques. Ainsi, la politique entreprise par le Pentagone pourrait être un véritable moteur dans le domaine des technologies renouvelables et avoir un effet considérable sur leur développement.

Espérons alors que ces avancées militaires dans le domaine des énergies vertes pourront régler de manière pacifique les conflits liés aux énergies fossiles...

**Clément MENANTEAU**



**Char fonctionnant au biocarburant issu à 50% d'algues [3]**

**Sources :**

[1] Le Figaro 25/11/2011 « L'US Army se convertit aux énergies renouvelables ».

[2] <http://2000watts.ch>

« L'Armée Américaine se Prépare à un Virage Énergétique »

<http://ressources-et-environnement.com/2011/07/us-army-le-virage-energetique/>

[3] Former Navy Gallery - New One is USNavy URL/U.S. Navy.

[4] InStep NanoPower.



# La récupération d'énergie dans les eaux usées.

*Depuis quelques années sur le marché du chauffage-climatisation des particuliers, on assiste à l'émergence d'un foisonnement d'offres basées sur des pompes à chaleur puisant des calories dans l'air extérieur ou dans le sous-sol via un réseau de tubes enterrés.*

Ces dispositifs utilisent la capacité des pompes à chaleur à extraire des calories dites « basse température » pour pouvoir les exploiter en tant que calories dites « haute température » afin de réchauffer un fluide, le tout grâce à un apport électrique. Si l'air ambiant présente l'inconvénient d'avoir une température assez variable durant l'année, ce qui dégrade le Coefficient de Performance (COP : rapport entre l'énergie fournie et l'énergie électrique consommée par la pompe à chaleur), l'utilisation de tubes enterrés permet de tirer profit de la relative inertie du sous-sol (par exemple, pour une profondeur de l'ordre de 4,50 m, la température est considérée comme constante tout au long de l'année et égale à 12°C environ).

*« Les eaux usées rejetées en égout jouissent également d'une température qui varie très peu au cours de l'année »*

Partant du constat que les eaux usées rejetées en égout jouissent également d'une température qui

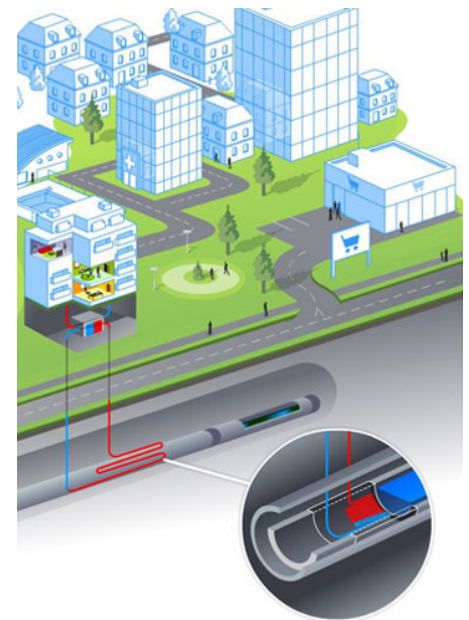
varie très peu au cours de l'année, les industriels ont commencé à entrevoir une possible « géothermie sur eaux usées ». En effet, celles-ci présentent une température comprise entre 15 et 20°C quelle que soit la saison. De plus, il a été observé que cette température ne cesse d'augmenter année après année. [...]

L'idée sous-jacente est d'implanter des échangeurs qui vont permettre un échange de calories entre les eaux usées et un fluide caloporteur. La pompe à chaleur va permettre un transfert de calories de ce premier fluide caloporteur vers un deuxième réseau circulant dans le bâtiment équipé du dispositif.

## Plusieurs technologies disponibles

Le mode d'implantation des échangeurs de chaleur est le principal facteur différenciant les technologies actuellement disponibles [1]. Présentons ici deux technologies importantes. [...]

**Degrés Bleus (DB)** [2], solution développée par la Lyonnaise des Eaux à partir d'un brevet de la société suisse Rabtherm, s'appuie sur des échangeurs de chaleur à plaques en inox situés dans le fond des canalisations du réseau d'assainissement. Dans le cas d'un renouvellement d'une partie du réseau, ceux-ci peuvent être directement intégrés à la canalisation. Après son passage dans les échangeurs, le fluide caloporteur se dirige vers la pompe à chaleur, implantée dans



**Principe de fonctionnement d'une installation Degrés Bleus**

un local spécifique, qui renvoie une eau dont la température peut atteindre 70°C vers le bâtiment à chauffer via un circuit secondaire. La solution DB est réversible ce qui présente l'avantage de pouvoir chauffer mais également rafraîchir les bâtiments en fonction des saisons. Il est important de noter que le dispositif DB est entièrement instrumenté en temps réel de manière à suivre les principaux paramètres (COP, débits, températures) pour optimiser son fonctionnement. Cependant, cette solution n'est efficace qu'à partir d'un débit de 15 litres par seconde, ce qui correspond à un nombre non-négligeable d'habitants raccordés (estimé entre 8 000 et 10 000 personnes en saison sèche, c'est-à-dire dans le cas le plus défavorable en termes d'alimentation du réseau d'assainissement).



### Un exemple d'implantation de l'ERS de Biofluides

#### Energy Recycling System (ERS)

[3] de Biofluides Environnement se distingue de Degrés Bleus par son intégration à l'intérieur même des bâtiments, dans le prolongement de l'écoulement des eaux dites « grises » (eaux de salles de bains et cuisine dans le cas d'un bâtiment résidentiel ; condensats de vapeur d'eau, eaux de lavage dans les processus industriels...) dont la température est souvent comprise entre 25 et 35°C. Les calories disponibles dans ces « eaux grises » sont récupérées par l'échangeur et vont être utilisées via la pompe à chaleur afin de réchauffer une eau entrant à 10°C. Cette température va pouvoir être portée à 45°C. Une chaudière permet ensuite de relever la température de cette eau en sortie à environ 55°C, température estimée appropriée pour un usage de type « eau chaude sanitaire ». En revanche, contrairement au DB, l'ERS ne pourrait pas fonctionner avec un réseau d'assainissement car il n'est pas adapté aux eaux chargées ou « eaux-vannes » (eaux fortement polluées et souvent gorgées de débris, en oppo-

sition aux eaux grises).

#### Un potentiel intéressant

La performance d'une installation Degrés Bleus varie entre 2 à 5 kW par mètre carré d'échangeur installé, ce qui correspond à 1,8 à 6,4 kW par mètre linéaire de canalisation du réseau d'assainissement [4]. [...]

**« Le projet du groupe scolaire Wattignies (Paris XIIème arrondissement) permet de couvrir chaque année plus de 70% des besoins en chauffage [des bâtiments] tout en évitant le rejet de 76 t de CO<sub>2</sub> »**

Une telle installation permet de couvrir une partie non négligeable des besoins en chaleur du bâtiment visé. Par exemple, le projet du groupe scolaire Wattignies (Paris XIIème arrondissement) inauguré le 1<sup>er</sup> avril 2011 et géré par l'association de la Lyonnaise des Eaux

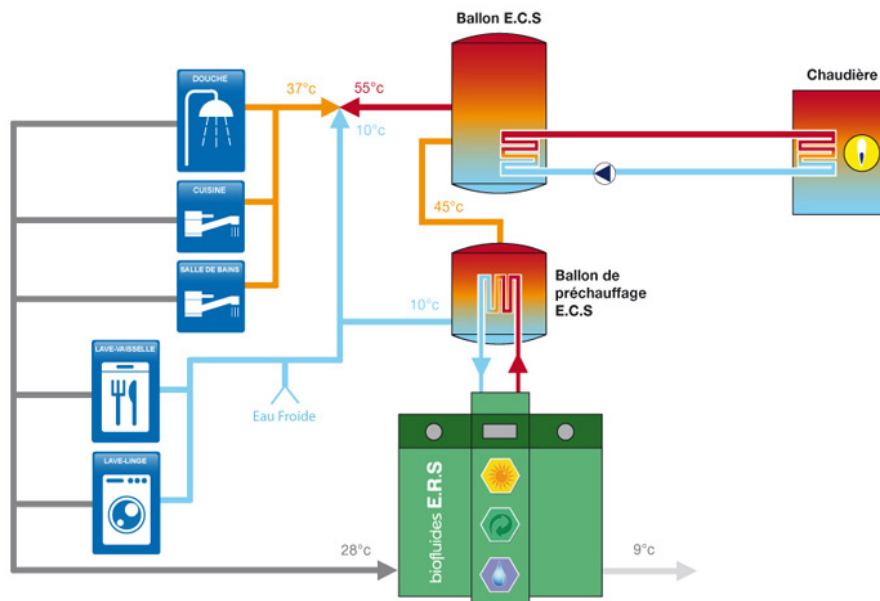
avec la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU) permet de couvrir chaque année plus de 70% des besoins en chauffage. Cette récupération de chaleur permet alors d'éviter le rejet de 76 tonnes de CO<sub>2</sub> [5].

[...] Traditionnellement, le coût d'un projet DB est compris entre 1 500 et 4 000 €/kW<sub>installé</sub> en fonction de sa complexité. Dans le cas du projet de Wattignies, l'investissement final s'est élevé à 400 000 €. Bien que cette somme soit conséquente, le temps de retour sur investissement attendu est de l'ordre de dix ans grâce au soutien de l'ADEME. En effet, pour les études de faisabilité de ce type de projet, il est possible d'obtenir une subvention à hauteur de 50% et profiter de la TVA à 5,5% applicable aux réseaux de chaleur car dans ce cas, la chaleur est considérée comme totalement produite à partir d'énergies renouvelables (pour obtenir ces avantages : il faut que l'énergie utilisée pour apporter la chaleur nécessaire soit composée au minimum de 60% d'énergie renouvelable) [6].

Compte tenu de leurs contraintes techniques (débit minimum et configuration du site) et de leur investissement considérable, les solutions Degrés Bleus semblent particulièrement adaptées pour les projets de taille relativement importante : bureaux, logements collectifs, établissements de soins (hôpitaux, résidences pour personnes âgées) ou encore les piscines. On estime que le potentiel pour une ville de 100 000 habitants est compris entre 5 et 10 projets Degrés Bleus [3].

Du côté de l'ERS, les réalisations sont pour le moment plus modestes. Ainsi, une installation a vu





**Schéma du principe de fonctionnement de l'ERS de Biofluides**

le jour dans un ensemble de logements du bailleur social Immobilière des Chemins de Fers (ICF). Les eaux grises de 36 logements sont récupérées et permettent la production de 246 kW/jour avec un COP de l'ordre de 4,6, ce qui représente une économie de 50% sur la facture d'eau chaude. Par ailleurs, les émissions de CO<sub>2</sub> évitées sont estimées à 28 t/an. La PME table sur un temps de retour sur investissement inférieur à dix ans. Elle a déjà enregistré près de 150 demandes émanant de logements collectifs, d'hôtels, de cliniques ou d'hôpitaux.

En conclusion, la récupération de chaleur sur eaux usées paraît bien placée pour contribuer à la réalisation de l'objectif de 20% de la consommation énergétique fournie par des sources renouvelables à l'horizon 2020 car elle permet de valoriser une chaleur fatale, c'est-à-dire qui aurait été perdue sans

le projet, tout en sachant que son potentiel de développement est relativement important en zone urbaine. Sa principale faiblesse reste néanmoins son coût élevé, notamment par rapport aux technologies concurrentes axées sur l'utilisation des énergies renouvelables comme par exemple les réseaux de chaleur utilisant la biomasse.

**Thomas PAULO**

**Sources :**

[1] PAULO, Thomas. Développement de l'offre Énergies Nouvelles. Rapport de fin d'étude. Compiègne : UTC, 2011.  
 [2] ROUX, Baptiste. Un nouveau système de récupération de la chaleur des eaux grises. CleanTech Republic]. 17 février 2010.  
 [3] ROUX, Baptiste. Récupérer la chaleur des eaux usées pour chauffer les logements. CleanTech Republic. 11 décembre 2008.

[4] ROUSSEL, Florence. Les canalisations d'eaux usées, source de chaleur et de froid. Actu-Environnement. 26 janvier 2010.

[5] LYONNAISE DES EAUX. Communiqué de presse. 1er avril 2011.

[6] SAUNIER & ASSOCIES. Récupération de chaleur sur eaux usées.

**Pour en savoir plus :**

[www.cleantechrepublic.com](http://www.cleantechrepublic.com)  
[www.actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com)  
[www.saunier-associes.fr](http://www.saunier-associes.fr)  
[www.lyonnaise-des-eaux.fr](http://www.lyonnaise-des-eaux.fr)  
[www.biofluides.com](http://www.biofluides.com)



# Construction de la filière méthanisation en France

*Avant tout chose, qu'est-ce que la méthanisation ? Il s'agit d'un processus naturel de dégradation de la matière organique par des micro-organismes en l'absence d'oxygène, que l'on retrouve par exemple dans les marais.*

Cette digestion permet la production parallèle de biogaz (40 – 70% de méthane et 30 – 60% de CO<sub>2</sub>) et de digestat, produit humide riche en matière organique qui est soit directement épandu sur des sols agricoles, soit composté avant épandage. Le biogaz peut, quant à lui, être valorisé sous forme d'électricité et/ou de chaleur, épuré pour être injecté dans le réseau de gaz naturel ou utilisé sous forme de carburant : on parle alors de « biométhane ».

Les secteurs concernés par la méthanisation sont les secteurs produisant des déchets agricoles, des déchets industriels, des ordures ménagères et des boues de stations d'épuration. Elle est à la fois une

technologie de traitement de matières fermentescibles, de production énergétique renouvelable et d'engrais naturels.

La méthanisation en France s'est développée d'abord avec les stations d'épuration (station de Seine Aval du SIAAP 1940) puis dans le secteur industriel pour le traitement des effluents (1978). Le premier méthaniseur d'ordures ménagères fut construit à Amiens en 1988. La méthanisation agricole, après un « faux départ » durant les années 70, dû aux deux chocs pétroliers (1973 et 1979), connaît un « renouveau » depuis 2006.

Le 10<sup>ème</sup> bilan EurObserv'ER [1], publié cette année, fait le point sur la situation française : « l'essentiel de l'énergie produite à partir de biogaz (526.2 ktep en 2009) provient du biogaz directement capté dans les centres de stockage de déchets non dangereux » (84 % du total). En 2009, on comptait également 74 stations d'épuration urbaines, 90 stations d'épuration industrielles, une vingtaine d'installa-

tions agricoles et 6 unités de méthanisation des ordures ménagères valorisant le biogaz. La production d'électricité alors issue du biogaz n'a été que de 846 GWh (contre 12 562 GWh en l'Allemagne). En France, le biogaz représente seulement 2,7% des énergies nouvelles et renouvelables (ENR) produites en 2010 [2].

L'Allemagne constitue le « premier producteur européen de biogaz totalisant 50,5 % de la production d'énergie primaire européenne et 49,9 % de la production d'électricité en 2009 » pour un total de 4 984 unités de méthanisation.

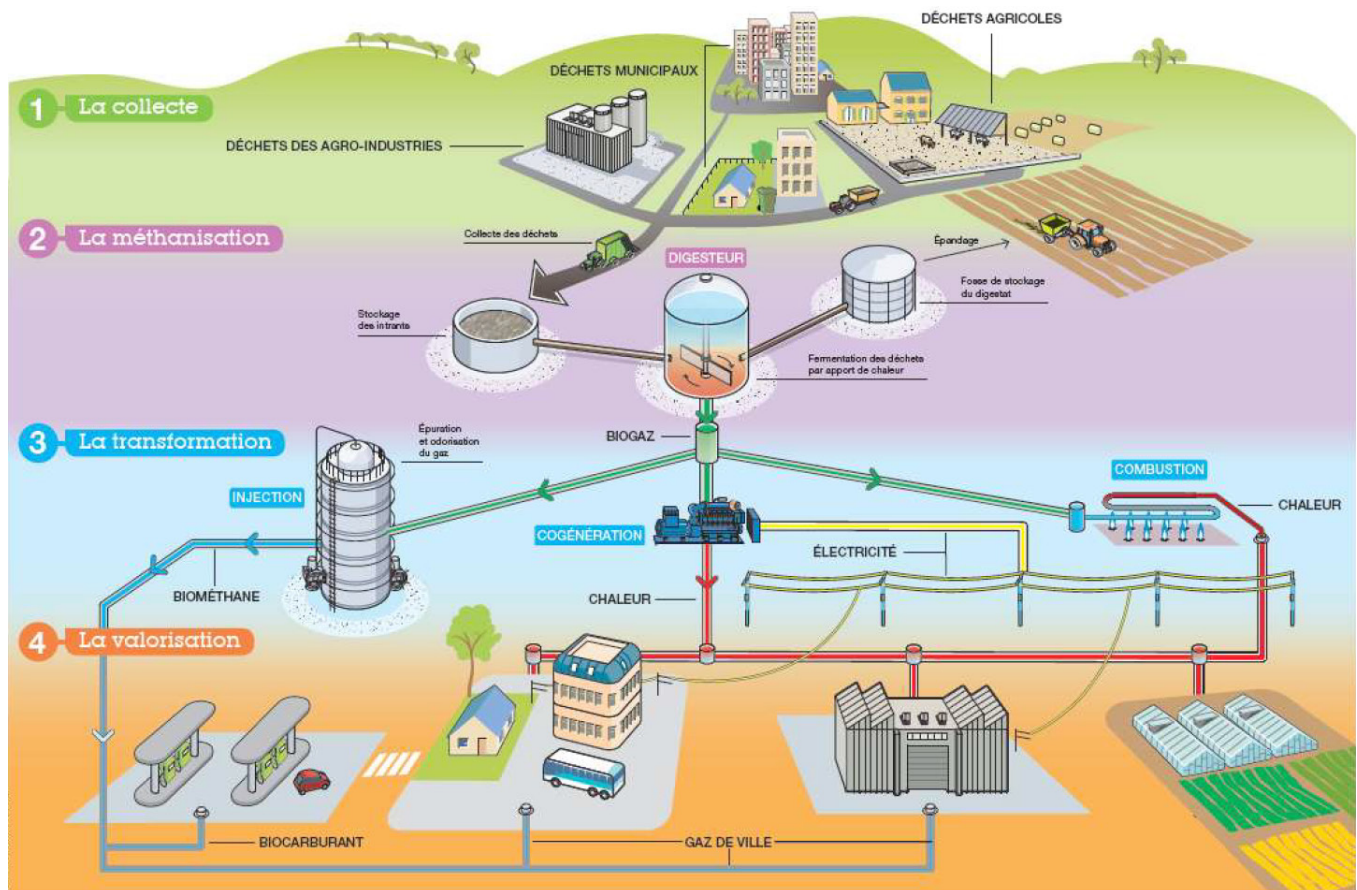
## Différences entre la France et l'Allemagne

Comment expliquer une telle différence entre l'Allemagne et la France alors que, selon l'AEBIOM (Association Européenne de Biomasse), la France possède l'un des plus gros potentiels de biogaz agricole en Europe [3] ?



Usine de méthanisation des déchets agricoles ([www.envitec-biogaz.fr](http://www.envitec-biogaz.fr))





Étape du processus de méthanisation [7]

### Différence de vision

Il existe une différence de vision entre ces deux pays : la France s'est orientée vers la méthanisation en tant que technologie de traitement des déchets permettant la production d'énergie et d'un engrais organique. L'Allemagne s'est plutôt orientée vers la méthanisation « à la ferme » qui permet de produire de l'énergie à partir de résidus agricoles (cultures énergétiques). Aujourd'hui, la France ne souhaite pas l'utilisation de cultures énergétiques en raison des conflits qu'elles pourraient générer par rivalité avec les cultures agro-alimentaires.

### Tarif d'achat

Le soutien des pouvoirs publics allemands a été fort et précoce au travers de la loi sur les énergies renouvelables (EEG) votée dès 2000. Grâce à celle-ci, la méthanisation

a pu se développer avec un taux moyen de 240 installations par an, puis de manière accrue entre 2004 et 2009 avec un taux de 500 installations par an, dû principalement à la mise en place d'un tarif d'achat incitatif qui varie de 10 à 30 cts€/kWh. En France, les premières conditions d'achat ont été fixées en 2006 : un tarif de base compris entre 9,5 et 11 c€/kWh et un bonus de valorisation énergétique de 3 c€/kWh. Cela a au moins permis de redémarrer la filière « agricole » avec une quinzaine d'installations construites de 2006 à 2009...

### Lourdeurs administratives

Dans le système français subsistent des lourdeurs administratives particulièrement gênantes pour les petits porteurs de projet. Selon l'ATEE (Association Technique Énergie Environnement), « il faut compter actuellement 4 ans entre le

début des démarches et la mise en route d'un projet ». Par exemple, « le délai d'autorisation pour une installation de méthanisation est de l'ordre de 10 à 12 mois en France, tandis qu'il est de 3 à 9 mois en Allemagne et en Espagne ». De même, « les délais de raccordement au réseau ErDF sont d'un an contre 4 à 5 mois en Allemagne » [4].

### Collecte des déchets

Il n'existe pas de filière de collecte sélective des biodéchets en France. Ces biodéchets en entrée de méthaniseur ressemblent donc à des ordures ménagères ce qui complique leur méthanisation : en effet, l'efficacité du méthaniseur diminue, car l'exploitation est plus compliquée suite à des formations de croûtes ou suite au colmatage des canalisations. Finalement, les digestats et les composts ont des taux impor-



Unité de production de biogaz (<http://www.verdesis.net>)

tants d'indésirables interdisant leur retour en terre. Il en résulte des sur-investissements en équipements de préparation (crible, déconditionnement, dégrilleur...) ou de fabrication du compost (affinage poussé). En Allemagne la collecte sélective est bien plus ancrée dans les habitudes des consommateurs ce qui permet d'avoir des biodéchets collectés avec très peu d'indésirables, les besoins en équipements annexes ainsi que les investissements résultants sont donc réduits.

### Statut du digestat

Enfin, il est de plus en plus difficile en France de mettre en place des plans d'épandage de digestat car ce dernier est considéré comme un déchet et non un produit. Ne pas pouvoir faire de plan d'épandage entraîne un coût supplémentaire de traitement (le digestat doit être traité dans une station d'épuration, puis séché et enfoui en décharge) ou en équipements pour produire un compost normé (norme « amendement organique » NFU 44-051 ou norme « composts à base de boues » NFU 44-095) qui devient

alors un produit organique épan-dable sans contraintes.

En cas de compostage, l'investissement peut alors doubler. Ce dernier point est d'autant plus important que l'homogénéisation des normes européennes de compostage imposera, dans un futur proche, des valeurs plus strictes que celles de la norme française, or « rien n'assure qu'un compost répondant à la norme aujourd'hui y répondra encore avec ces nouvelles obligations » [5].

### Pour l'avenir...

Mêmes si les débuts de la filière méthanisation en France ont été très timides, depuis 2009, la méthanisation possède de nouvelles armes nécessaires à son développement ce qui devrait permettre à cette technologie de participer pleinement aux objectifs fixés par le Grenelle de l'Environnement. Affaire à suivre...

### Sources :

- [1] État des énergies renouvelables en Europe, édition 2010, 10<sup>ème</sup> bilan EurObserv'ER.
- [2] Bilan énergétique de la France pour 2010, Commissariat général au développement durable, Juin 2011.
- [3] *A Biogas Road Map for Europe*, Septembre 2009, AEBIOM.
- [4] Étude de marché de la méthanisation et des valorisations du biogaz, septembre 2010, ADEME et GrDF.
- [5] État des lieux de la filière méthanisation en France, septembre 2011, ATEE – Club Biogaz.
- [6] Réflexions et pistes sur le traitement mécano-biologique, Cercle National du recyclage.
- [7] Dossier de presse du ministère de l'écologie, du développement durable des transports et du logement, 11/2011, [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Dossier\\_de\\_presse\\_Methanisation.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Dossier_de_presse_Methanisation.pdf)

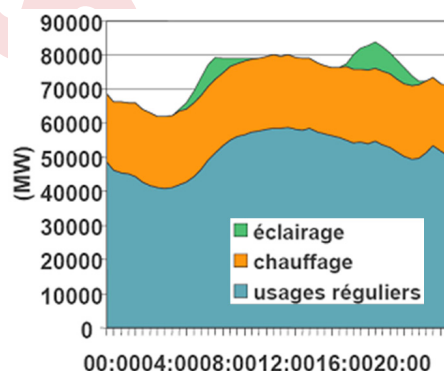
**Thibault PERRIGAULT**



# Le stockage de chaleur inter-saisonnier

*La consommation électrique de pointe a atteint 96.7 GW en 2010 soit une augmentation de 4.7% par rapport à 2009 [1]. Selon RTE, la pointe croît 1,5 à 2 fois plus rapidement que la consommation électrique moyenne et elle devrait atteindre 108 GW en 2020. Cette augmentation constante impose l'utilisation de combustibles carbonés coûteux et polluants et menace la sécurité du système électrique français.*

Le rapport Poignant-Sido [2] sur la gestion de la pointe électrique en France, paru en Avril 2010, met en évidence la responsabilité du chauffage électrique dans ces consommations électriques extrêmes. Ce système de chauffage a été encouragé par l'état dans les années 70, en lien avec le développement du parc nucléaire et de la nécessité pour amortir ses coûts fixes élevés d'une consommation importante d'électricité. La part de chauffage électrique dans le résidentiel est ainsi passée de 2% en 1975 à 32% en 2008 [3].



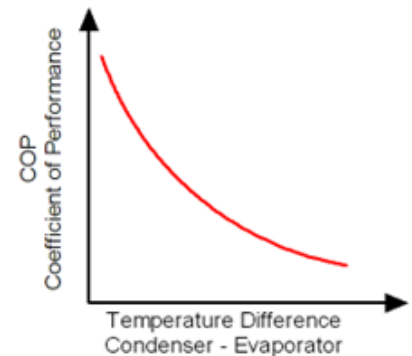
**Figure 1 – Puissance consommée par usage au cours d'une journée d'hiver.**

Un levier essentiel de traitement de la pointe est donc la réduction du taux de pénétration du chauffage par effet Joule. Une possibilité réside dans la généralisation de l'emploi des pompes à chaleur (PAC) et en particulier celles utilisant la géothermie, le sol présentant une température moyenne plus stable que celle de l'air (aérothermie).

**« Cette constante augmentation de la pointe menace la sécurité du système électrique français »**

## Le problème des PAC géothermiques classiques

Les pompes à chaleur géothermiques actuellement proposées sur le marché ont un coefficient de performance (COP) saisonnier affiché aux alentours de 4. Cependant, le COP constructeur est donné sur la base d'une température du sol constante moyennée sur plusieurs années. En réalité, après la première période hivernale la température du sol a diminué de manière importante. En effet, le fonctionnement de la pompe à chaleur pendant une durée prolongée va utiliser l'énergie contenue dans le sol et donc diminuer sa température. Durant l'été suivant, la température du sol va légèrement remonter grâce à la conduction naturelle, sans pour autant retrouver sa valeur initiale. Cela signifie que la température du sol au début de l'hiver va globalement diminuer



**Figure 2 – Evolution du COP avec la différence de température des sources chaudes et froides**

au fil des années. Or le COP d'une pompe à chaleur est directement lié à la différence de température entre la source chaude (le bâtiment) et la source froide (le sol). Ainsi, plus la température du sol est basse et moins la PAC est efficace. La consommation électrique des PAC en période hivernale et donc a fortiori en période de pointe sera donc plus importante que ce qui est annoncé par les constructeurs.

## Une solution possible

Une solution consiste alors à réchauffer le sol pendant l'été jusqu'à la température qu'il avait au début de l'hiver précédent. La température du sol et donc le COP se maintiennent ainsi à des niveaux relativement constants année après année.

On peut pour cela, par exemple, utiliser des pompes à chaleur réversibles. En effet, la climatisation pendant la période estivale permet de transférer de l'énergie du bâtiment vers le sol et donc d'aider le phénomène de conduction natu-



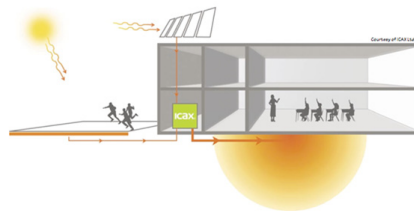
relle. Cependant, cela implique d'avoir une demande suffisante de climatisation. Ce système n'est donc intéressant que dans le cas de climats continentaux mais également dans tous les bâtiments ayant un besoin important de « froid » tels que les grandes surfaces qui disposent de nombreux réfrigérateurs. A noter que dans ces bâtiments spécifiques, la pompe à chaleur peut également être utilisée directement entre les zones à chauffer (bureaux, vestiaires, ...) et celles à refroidir (réfrigérateurs).

Une autre possibilité est d'utiliser des panneaux solaires thermiques. La chaleur qu'ils reçoivent durant l'été est alors stockée dans le sol afin d'aider la conduction naturelle à le réchauffer.

**« Les utilisations simultanées de planchers chauffants et d'un sol à température élevée permettent de maximiser le COP de la pompe à chaleur »**

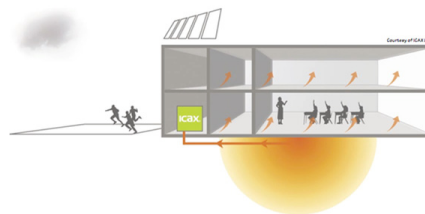
Un autre intérêt de ce système concerne le fonctionnement des panneaux solaires thermiques. Habituellement les panneaux sont utilisés pour fournir de la chaleur directement au ballon d'eau chaude mais leur dimensionnement doit alors se faire selon l'apport solaire maximal, dans le but de prévenir toute surchauffe. En utilisant l'énergie solaire en surplus pour réchauffer le sol, on évite un éventuel endommagement des collecteurs et on peut donc utiliser une surface totale de panneaux plus importante ce qui permet en plus une meilleure récupération de l'énergie solaire en hiver.

Ce système de PAC géothermique couplée à des panneaux solaires thermiques a été breveté sous le nom de « Interseasonal Heat Transfer » (IHT) et est actuellement exploité par l'entreprise londonienne ICAX Ltd. En été, l'énergie solaire est collectée à l'aide de panneaux solaires thermiques ou de collecteurs horizontaux placés sous l'asphalte. Elle est ensuite envoyée dans le sol pour être stockée.



**Figure 3 – Illustration du système IHT pour un bâtiment scolaire: cas estival**

L'hiver suivant, une pompe à chaleur géothermique exploite l'énergie calorifique du sol pour chauffer le bâtiment, idéalement au travers de planchers chauffants qui nécessitent une température de fonctionnement moins élevée que des radiateurs.



**Figure 4 – Illustration du système IHT pour un bâtiment scolaire: cas hivernal**

Les utilisations simultanées de planchers chauffants et d'un sol à température élevée permettent de maximiser le COP de la pompe à chaleur et par conséquent de diminuer la consommation élec-

trique nécessaire au chauffage du bâtiment. La technologie IHT peut également être utilisée non plus pour chauffer des bâtiments mais des routes ou tarmacs d'aéroports afin d'éviter la formation d'une couche de glace sur la surface goudronnée.

## Conclusion

L'implantation en France de ce type de système permettrait de réduire la proportion de notre consommation électrique dédiée au chauffage. L'investissement dans une telle technologie reste à ce jour élevé comparé à un système classique (chaudière au gaz par exemple), mais peut s'avérer rentable après quelques années d'exploitation. Cela sera d'autant plus vrai si une réglementation sur les émissions de CO2 telle la « taxe carbone » venait à entrer en vigueur.

**Matthieu SAVINA**

## Sources

- [1] RTE - Le bilan électrique français 2010
- [2] Rapport Poignant – Sido : Groupe de travail sur la Maîtrise de la pointe électrique - Avril 2010.
- [3] ADEME – Chiffres clés édition 2009





# Interview with Edward Thompson, Director of ICAX Ltd.

*Edward Thompson, diplômé de l'université d'Oxford, est un des trois directeurs d'ICAX Ltd, il nous présente ici sa vision de la technologie commercialisée par sa société.*



**Edward Thompson**

## ***How did you get the idea of the Interseasonal Heat Transfer technology?***

The ideas behind IHT were developed by Mark Hewitt when he was working as a Senior Lecturer in Architecture at the University of North London (1990-2000). Mark had undertaken significant research projects on heat migration and decided to develop a renewable energy technology that was easily incorporated into mainstream construction processes [1].

## ***When was the IHT technology patented?***

It was patented in 2003.

## ***Is this technology really competitive against conventional systems?***

The technology is very competitive compared to other renewable energy technologies. It is more expensive to install than systems which burn fossil fuels, but much cheaper to run each year. Where Planning Permission requires that renewable technologies are used then IHT is the most competitive option, especially if a building requires cooling in summer as well as heating in winter (because the IHT system can deliver both functions very cheaply).

Currently it is possible to burn fossil fuels and emit carbon dioxide

without paying any penalty. If society recognizes the cost of emitting carbon dioxide and charges taxation on those who emit it then IHT will become the favoured technology for all heating and cooling needs.

## ***How many persons are working at ICAX Ltd?***

Six people full time.

## ***What are the main projects ICAX completed?***

ICAX has completed renewable energy projects at Toddington, Howe Dell School, Hiroshima, HM Garth Prison, a new community centre in the London Borough of Merton and Suffolk One, a sixth form college in Ipswich. ICAX is engaged on providing renewable heating and renewable cooling to Greenfield Supermarket, a new Tesco store near Oldham and the redevelopment of Wellington Civic Centre in Shropshire. Projects now in the pipeline include schools, residential and retail buildings. [2] The completed projects are all performing well.

## ***Can you describe the projects you are currently working on?***

We are working on a number of exciting projects, but for commercial reasons we are not able to discuss these in public. However, you can

look at our website [3] for a novel use of IHT beyond the heating and cooling of buildings and in particular how IHT could have prevented the Heathrow Airport snow chaos of December 2010. You can also visualize the BBC London News clip on the ICAX technology [4].

## ***How do you see the future of the IHT technology?***

The future of IHT technology is very bright. The world is now looking for economic renewable energy and ICAX is able to provide this. This is especially relevant in France where a high proportion of electric power is generated without burning fossil fuels. Ground source heat pumps use electric power – but this is largely green energy in France.

***Thank you very much and good luck for future.***

## **Source :**

[1] See [www.icax.co.uk/Mark\\_Hewitt.html](http://www.icax.co.uk/Mark_Hewitt.html) for more details

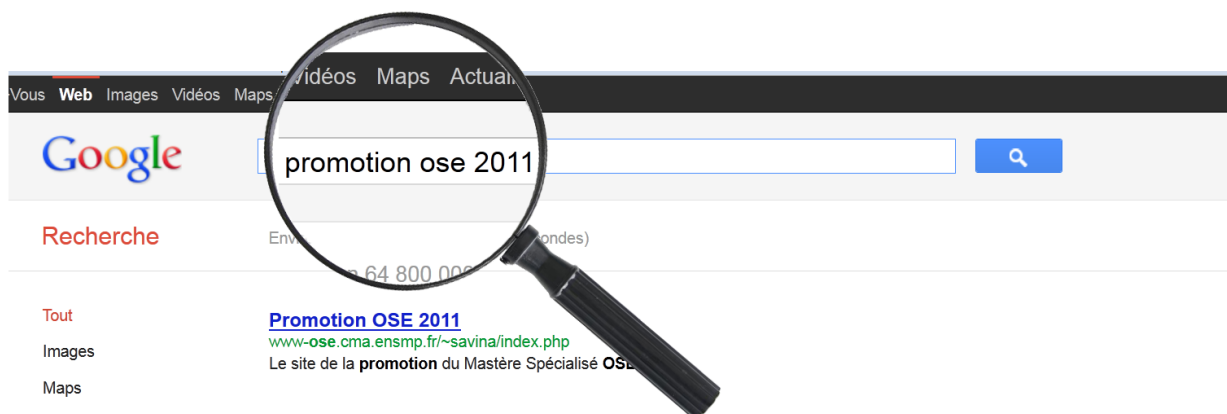
[2] See [www.icax.co.uk/ICAX\\_Projects.html](http://www.icax.co.uk/ICAX_Projects.html) for more details

[3] [http://www.icax.co.uk/Deicing\\_Runways.htmlx](http://www.icax.co.uk/Deicing_Runways.htmlx)

[4] <http://www.icax.co.uk/media/icax.wmv>



***L'inf'ose change de blog !  
Retrouvez l'inf'ose ainsi que nombreuses  
informations sur notre nouveau site Web :***  
**<http://PromotionOse2011.cma.ensmp.fr/>**



*L'équipe de rédaction ainsi que l'ensemble de la promotion 2011 du  
Mastère Spécialisé OSE vous souhaitent d'agréables fêtes de fin d'année  
et vous présentent ses meilleurs voeux pour la nouvelle année*



## **Équipe de rédaction :**

### **Redacteurs en Chefs**

Mounir MECHERI et Sébastien POSTIC

### **Mise en page**

Vincent AULAGNIER et Yoann LINTZ

### **Relecture**

Renaud DUDOUIT, Manon FOUQUET et Thomas PAULO

### **Journalistes**

Tous

### **Contact**

prenom.nom@mines-paristech.fr

### **Mastère OSE**

Centre de Mathématiques Appliquées  
Mines ParisTech  
Rue Claude Daunesse - BP 207  
06904 SOPHIA ANTIPOLIS Cedex

