

L'optimisation de la combustion : un pas important vers l'amélioration de l'efficacité énergétique

Florent Perrin,

Responsable régional Rhône-Alpes, ARIONIC
Rodolphe Beron, Ingénieur Référent Energies
et Thermique, Hospices Civils de Lyon,
Direction des Affaires Techniques

ABSTRACT

Optimising combustion: an important step towards improving energy efficiency.

The GIEC has confirmed that the probability that global warming is due to human activity is greater than 90%. Let us overlook the heated debate over the remaining 10% of uncertainty to analyse the challenges raised by the commitments made. At the European level, Greenhouse Gas (GG) emissions are to be reduced by a factor of 4 by 2050. By 2020, the so-called «3x20» goals tend towards a 20% reduction in energy consumption and GG emissions, along with a 20% increase in the proportion of renewable energies. Consequently, the Planning and Orientation law of the Energy Policy (POEP) requires that France reduce its GG emissions by 2 to 3% per year. Currently, no-one knows exactly how to achieve these goals, the only certainty lies in the need to implement a series of actions tending in that direction.

Le GIEC a confirmé que la probabilité que le réchauffement climatique soit dû à l'activité humaine est supérieure à 90 %. Passons outre le débat animé sur les 10 % d'incertitude pour analyser les enjeux des engagements pris. Au niveau européen, il est prévu de diminuer par 4 les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) en 2050. D'ici 2020, les objectifs, dits des «3x20», tendent vers une réduction de 20 % de la consommation d'énergie et d'émissions de GES, et l'augmentation à 20 % de la part des énergies renouvelables. En conséquence, la loi de Planification et Orientation de la Politique Énergétique POPE engage la France à réduire ses émissions de GES de 2 à 3 % par an. Aujourd'hui, nul ne sait exactement comment atteindre ces objectifs, la seule certitude réside dans le besoin d'ajouter toute une série d'actions allant vers ce but.

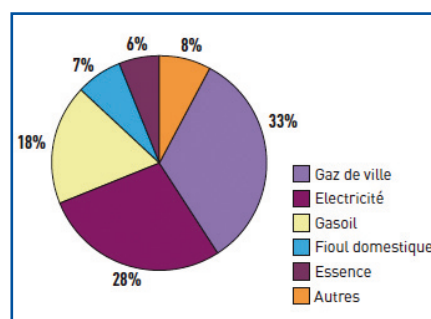
Si l'on regarde le mix énergétique actuel, on constate une prédominance du gaz (33 %), des carburants (fioul, gasoil, essence) (31 %) puis de l'électricité (28 %) (chiffres COPARLY 2006). On constate une nette augmentation de l'électricité (augmentation de l'équipement des logements), mais également de

l'utilisation du gaz, particulièrement pour le chauffage des logements neufs.

Enjeux

État des lieux / Mix énergétique

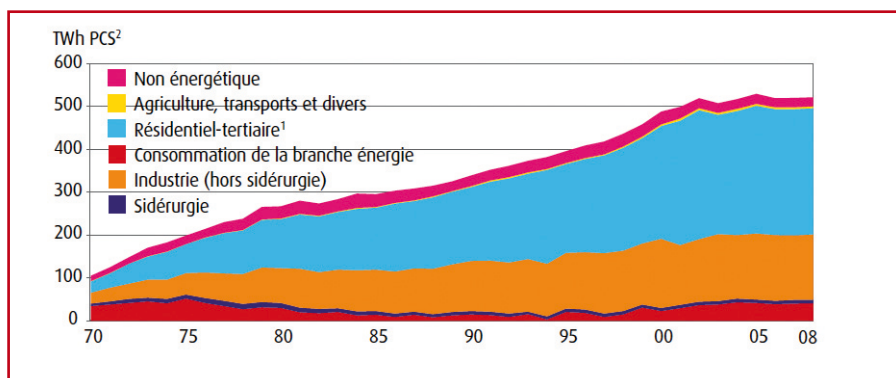
Il apparaît d'ores et déjà difficile d'atteindre les objectifs de 20 % d'énergies renouvelables d'ici 2020. Par exemple, le Grand Lyon estime atteindre 15 % maximum au vu des potentiels identifiés. Par ailleurs, même si la consommation d'énergie croît moins rapidement que par le passé, l'objectif de réduction de consommation est encore lointain. Dans tous les cas, il semble que les énergies utilisées pourraient rester pour les deux tiers des énergies fossiles.



Répartition de sources d'énergie au sein des consommations du Grand Lyon 2006 [1].

Axes d'amélioration

De nombreuses initiatives ont été lancées



Consommation de gaz par secteur [2].

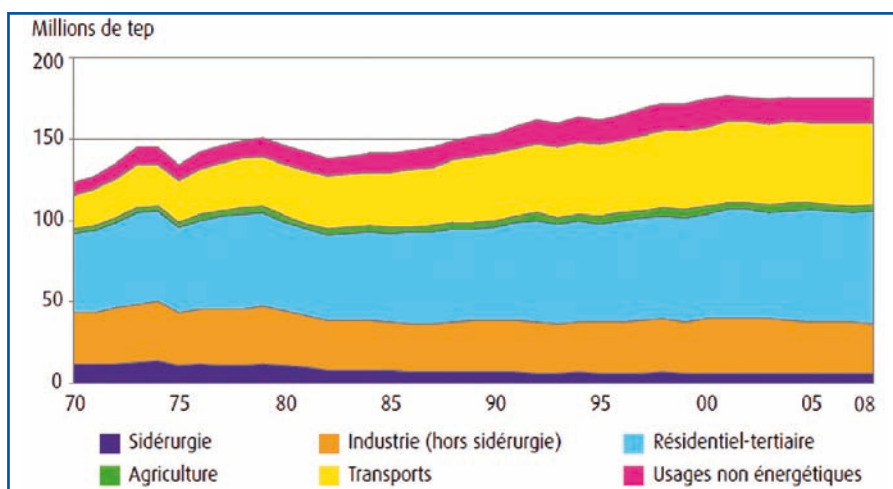
afin de réduire les consommations d'énergie dans de nombreux domaines, et le but n'est pas ici d'en faire une liste exhaustive. Du fait de leur part importante dans la consommation d'énergie finale, il est primordial d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels et tertiaires, voire industriels. De par le faible taux de renouvellement des logements (1%), il est prévu de réhabiliter 800 000 logements d'ici 2020. Mais les professionnels du secteur déplorent un démarrage lent de ce programme.

Par ailleurs, même si son poids diminue, l'industrie reste un gros consommateur d'énergie, et des axes de progrès existent dans l'amélioration de process industriels (particulièrement les fours, les brûleurs,...). Enfin, une politique des déplacements revue, couplée à une approche volontariste de réduction des consommations des véhicules permettront d'abaisser significativement la consommation d'énergie par les transports.

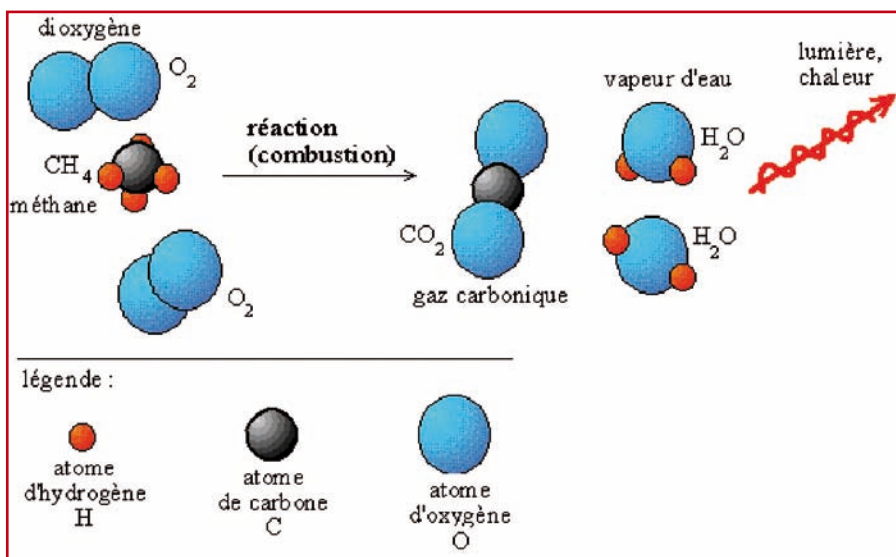
Importance de la combustion

Comme nous le précisons en introduction, il sera nécessaire de cumuler une série d'actions (isolation, utilisation des EnR,...)

pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de Gaz à effet de Serre. Il reste une cible assez méconnue du grand public, parfois des professionnels, mais qui sera incontournable dans le panel de solutions proposées : l'amélioration de la combustion. Cette cible est presque invisible par rapport à des investissements lourds tels que l'isolation thermique, l'implanta-



Consommation d'énergie finale par secteur [2].



Réaction de combustion [Wikipédia].

ce cas à la fameuse chaudière à condensation pour les particuliers, à l'utilisation de brûleurs à haut rendement pour l'industrie. Des systèmes permettent aussi de suivre au mieux les excès d'air "online" pour garder des paramètres de réglage de combustion optimaux. Nous présentons dans la suite de ce propos une technique qui peut s'ajouter à toutes les autres : le pré-traitement physique des hydrocarbures.

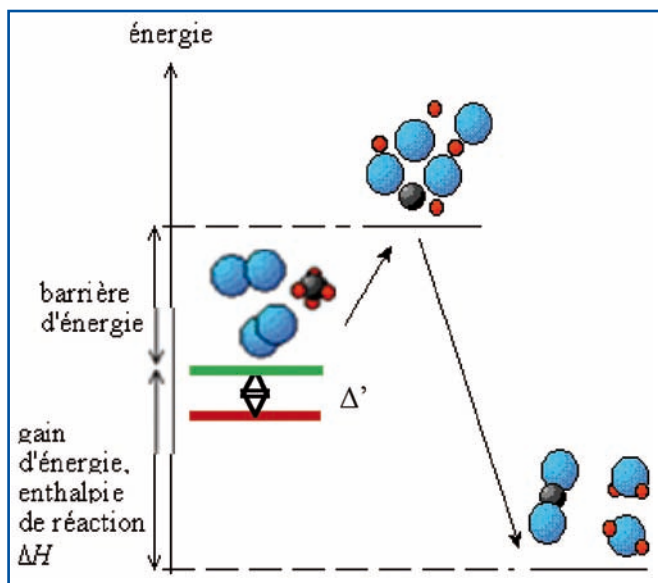
Le pré-traitement physique des hydrocarbures

Principe

Le pré-traitement physique des hydrocarbures ne saurait être considéré en soit comme une nouvelle technologie. Depuis

tion d'éoliennes, ... mais est un gisement conséquent de réduction de consommation d'énergie. On pense immédiatement dans

quelques années, l'utilisation industrielle de terres rares de type Lanthanides a permis une avancée importante, permettant d'appliquer des champs de 13 000 Gauss permanents lors d'un passage forcé du carburant. L'effet démontré de ce genre de pré-traitement est la modification importante du nuage électronique autour des noyaux. Les hydrocarbures sont un ensemble de composés chimiques constitué essentiellement d'atomes de carbone et d'hydrogène. Ces atomes sont liés entre eux par la coparticipation d'électrons de valence, auxquels est associée une énergie de liaison. Lors de la combustion, l'hydrocarbure (H-C) se combine avec le dioxygène pour générer, dans des conditions stoéchiométriques, du gaz carbonique et de l'eau avec bien évidemment dégagement de chaleur. En ré-ajustant le nuage électronique, et en diminuant entre-autres le recouvre-



Augmentation de l'enthalpie de réaction
[Wikipédia].

ment des nuages entre atomes, le pré-traitement entraîne une réduction de l'énergie de liaison entre les atomes de carbone-carbone et carbone-hydrogène. Ainsi, l'énergie, dite Enthalpie, de réaction de combustion augmente. Cela revient à dire qu'on dispose ainsi d'une énergie supplémentaire avec la même quantité d'hydrocarbure.

Ce phénomène qui peut paraître surprenant s'explique très bien par la mécanique quantique. Une limitation réside toutefois dans la persistance limitée dans le temps du pré-traitement. Ainsi, on devra produire l'effet juste avant la combustion.

Objectifs

L'objectif général est donc de faciliter la combustion, par conséquent, en améliorer la réaction thermochimique. Nous verrons plus tard que le gain de consommation est de l'ordre de 10 % pour des installations fonctionnant au gaz, fuel, mais aussi tout combustible de type H-C (méthane,...). Les effets induits sont une diminution des rejets en CO_2 et des rejets de polluants, le combustible réagissant plus rapidement



Installation New Ionic Gaz 6,4 MW.

avec le comburant.

Ceci est encore plus vrai pour le fuel lourd, qui, de par la modification de sa tension superficielle, se mélange mieux avec l'air, avec des gains parfois très significatifs sur les réductions de NO_x et de fumées noires.

Il est également possible, en plus de l'augmentation de l'énergie dégagée, d'améliorer le rendement de combustion en diminuant l'excès d'air. En effet, la réaction étant facilitée, l'apparition de CO se fait plus tardivement, et il est facile de gagner 1 ou 2 points de rendement supplémentaire.

Applications

Les applications sont nombreuses, à la condition que le système de combustion puisse récupérer l'excès d'énergie dégagée. Une des applications les plus prometteuses est le pré-traitement du gaz ou du fuel aux brûleurs de chaudière. Que cela soit pour des chaufferies collectives ou industrielles, voire des chaudières individuelles, ces systèmes apportent en général un gain de consommation de 8 à 12 %. Un peu plus difficile à traiter car la régulation sur l'air est plus complexe que sur l'eau chaude ou la vapeur, les fours industriels ou alimentaires présentent un potentiel de réduction de consommation de 6 à 8 %.

Un des gros intérêts réside dans la possibilité de monter l'appareil aussi bien sur une installation neuve qu'existante. Cela permet d'assurer un gain très significatif dans les programmes de réhabilitation. De plus, l'appareil ne nécessite pas de maintenance, ni de consommation d'énergie externe.

Étude de cas de la chaufferie du CHU de Lyon Sud

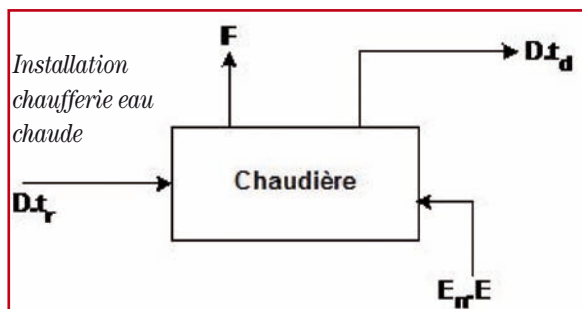
Contexte

Soucieuse à la fois de s'inscrire dans une politique volontariste de réduction de son empreinte carbone, mais également de réduire sa facture de consommation de gaz, la Direction des Affaires Techniques des HCL a mené avec la société Arionic des essais de réduction de consommation sur une chaudière type (1650 kW) installée à l'hôpital Lyon Sud. Le but était de valider le gain attendu par pré-pré-traitement physique du gaz (entre 8 et 12 %) avant de déployer potentiellement cette technique sur d'autres chaufferies. Un protocole a donc été mis en place afin de consolider le processus de mesure et de pré-traitement de données.

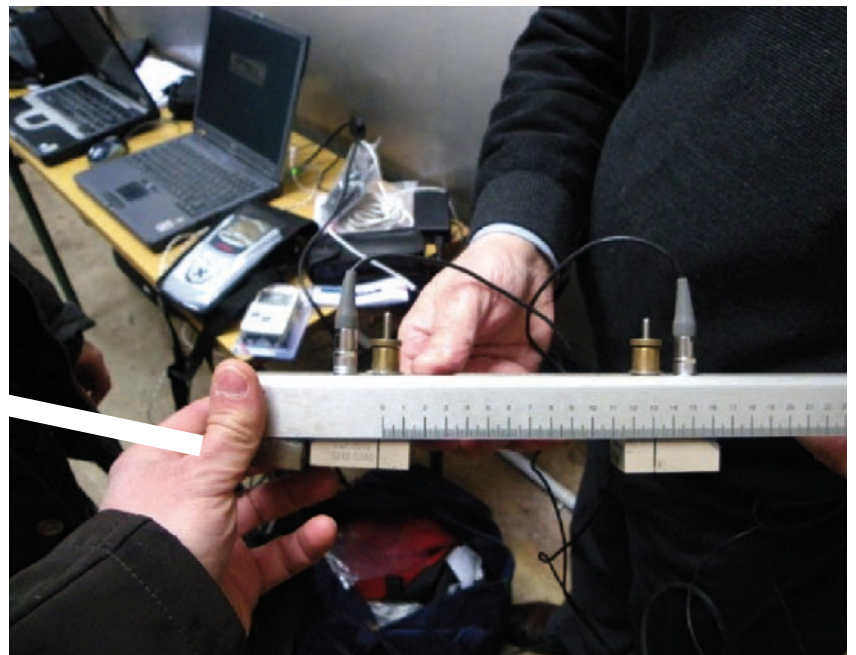
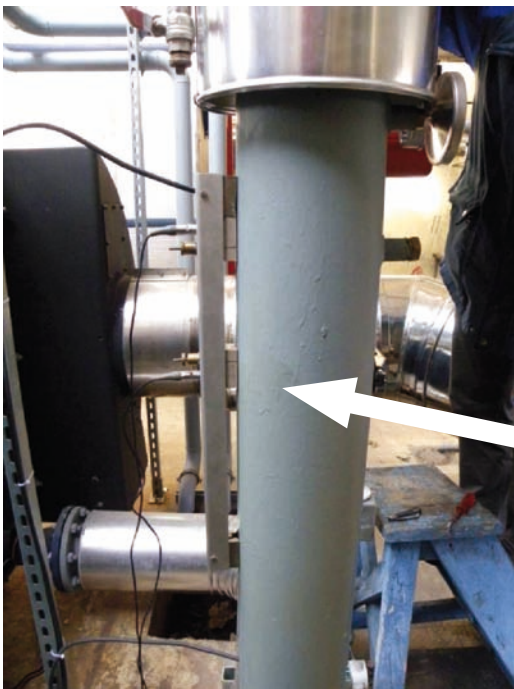
Protocole de validation

La validation du gain énergétique doit se faire en mesurant l'énergie entrante et l'énergie sortante.

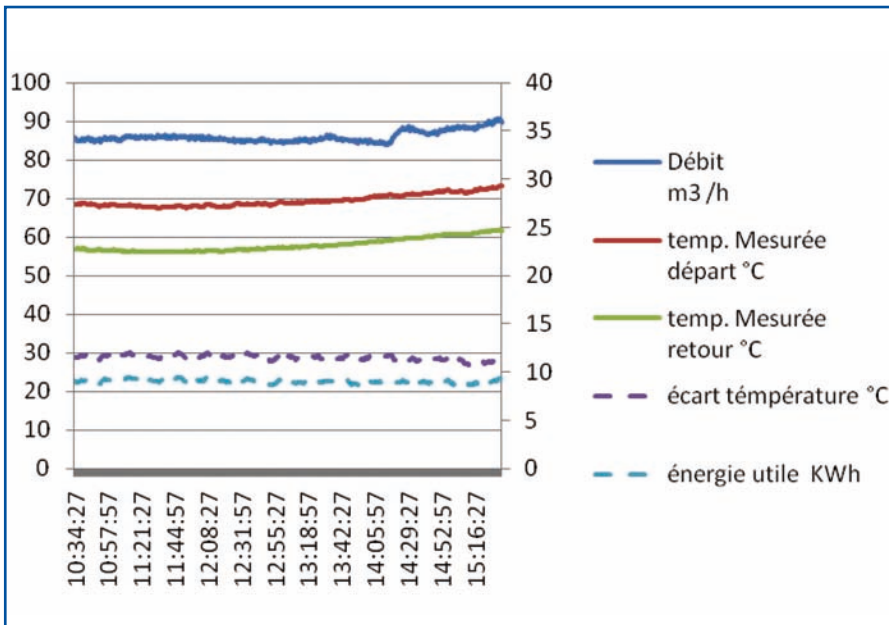
Afin de réaliser une comparaison des performances de la chaudière avec et sans le dispositif New Ionic, il est nécessaire de mesurer précisément ce qui entre dans la



En.E = Énergie entrante au brûleur ; Gaz = Débit compteur ; Pression ; Température ; D.tr = Débit eau en circulation avec température retour ; D.td = Débit eau en circulation avec température départ ; F = Fumées caractérisées par : CO_2 - O_2 - CO - Température fumées



Les mesures ont été réalisées avec débitmètre ultrasonique pour le débit d'eau en départ chaudières.



Exemple de relevé de débit eau, températures départ/retour, et calcul d'énergie utile (courbes pointillées : échelle de droite).

chaudière (combustible) et ce qui en sort (eau chaude, air de combustion, fumées).

Instrumentation

L'instrumentation consiste en la pose d'un débitmètre US avec pose de deux capteurs de température et enregistrement des paramètres un jour avant la pose et un jour après la pose du matériel, ce qui remplace provisoirement le compteur d'énergie. Les températures d'eau entrée et sortie chaudière ont été prises avec capteur enregistreur en applique.

Gain mesuré

Des relevés précis ont ainsi été effectués sans appareil « New Ionic », puis avec l'appareil monté sur la ligne gaz. Des analyses

de combustion ont été réalisées avant chaque essai afin de vérifier la stabilité des réglages brûleurs. Sur deux journées d'essais, on a ainsi pu comparer une moyenne de consommation gaz selon des usages similaires, dans le but de calculer le rendement du système chaudière complet (pas seulement la combustion).

Le premier jour, sans appareil, l'énergie utile ramenée en MJ/Nm³ était de 33,15. Le deuxième jour, avec l'appareil monté, nous avons obtenu 36,99 MJ/Nm³. En considérant un PCS moyen de 11,5 kWh/Nm³ avec une pression d'alimentation de 150 mbar, nous obtenons des valeurs de rendement d'exploitation de 0,74 sans système, 0,82 avec système. Le gain obtenu est donc dans cette configuration supérieur à 10 %.



Pose des capteurs départ/retour eau de chaudière Raccordement au boîtier d'enregistrement.

Aspect économique

Retour sur investissement

Dans ce cas, la consommation gaz annuelle 4250 MWh sur cette chaudière 1650 kW est estimée à 150 000 €, avec une hypothèse de 36 €/MWh. Le gain de consommation étant de l'ordre de 10 %, on obtient une économie annuelle d'environ 15 000 €. Par ailleurs, le coût de l'appareil monté G1800 est de 15 000 € environ. Un calcul rapide amène donc à Retour Sur Investissement (RSI) de l'ordre d'un an.

L'appareil étant garanti 10 ans, l'opération d'un point de vue investissement est d'ores et déjà très avantageuse.

Conclusion

La meilleure réduction de consommation réside par définition dans l'énergie non consommée, et les programmes d'isolation ou d'optimisation de process restent primordiaux par rapport aux objectifs globaux. L'optimisation de la combustion constitue toutefois un gisement important d'économie d'énergie et de réduction d'émission de GES. 6 à 10 % d'économie représentent deux à trois ans de gains dans l'objectif des 3x20. Les solutions de pré-traitement d'hydrocarbures interviennent en complément des autres mesures car les gains effectués s'additionnent. Leur utilisation est d'autant plus intéressante

pour les parcs d'installation existants pour lesquels le passage aux EnR n'est pas possible techniquement ou financièrement. De plus, le retour sur investissement est très rapide par rapport à d'autres technologies, rendant son déploiement praticable à grande échelle. Cette rupture de technologie est désormais acceptée, renforcée par l'engagement de résultat proposé pour chaque application. ■

Références bibliographiques

- [1] Plan Climat Grand Lyon – Diagnostic Climat de l'agglomération Lyonnaise.
- [2] Repères – Chiffres Clés 2009 – Commissariat général au développement durable.

Une révolution dans le traitement de l'eau



pour éliminer
le tartre,
le biofilm,
les légionelles,
sans altérer
les qualités
de l'eau!

Dans :

les Tours Aérofrigorifères,
l'eau chaude sanitaire,
l'eau potable,
l'agriculture.

Plus de résultats, plus de bénéfices

Réduction des consommations d'eau
Suppression des adoucisseurs, filmogènes et biocides
Réduction des rejets
Economies de maintenance
Amélioration du bilan environnemental



ARIONIC
L'éco-solution pour les fluides

Tél : 01.41.42.36.81 - info@arionic.com



TRAITEMENT ET RECYCLAGE DES EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

INGÉNIERIE ETUDE ET CONSTRUCTION

proserpol

8, rue Jean-Pierre Timbaud
78180 Montigny-le-Bretonneux - France
Tel. +33 (0)1 30 45 90 20 - Fax +33 (0)1 30 45 90 50
www.proserpol.com - contact@proserpol.fr

Location de camion aspiraterre

Aspiraterre France

Nos avantages :

- ✓ Economie de temps supérieure à 60 % dans le domaine de l'ouverture de tranchées
- ✓ Solution complète avec un unique véhicule (éclater, aspirer, transporter)
- ✓ Fiabilité du camion aspirateur à travers une technique brevetée
- ✓ Pas de blessure aux câbles et aux réseaux électriques enterrés
- ✓ Sécurité totale pour les conduites d'eau et de gaz dans des conditions normales d'utilisation
- ✓ Rendement d'aspiration : 4 m³/heure soit 30 m³ par jour en moyenne
- ✓ Propreté du site pendant les travaux
- ✓ Rapidité d'exécution du chantier par rapport à l'utilisation d'une minipelle



Les suceuses de l'Ouest

**Janine, Monica, Linda et les autres
sont prêtes à intervenir
dans toute la France
dès que vous le souhaitez :**

**Spécialistes de travaux dangereux sur réseaux gaz ;
enlèvement et évacuation de pouzzolane
(stations d'épuration, etc.)**

www.aspiraterre-france.com

location@aspiraterre-france.com

Marcel LOPEZ : **06 08 67 89 72**

Fabrice LOPEZ : **06 19 30 42 27**

Nos champs d'action :



Pierre Ø 20 cm, jusqu'à 30 kg
4 m³/h en moyenne

13, rue du Clos Reine - 78410 Aubergenville
Tél. 01 30 95 05 91 - Fax 01 30 90 23 26



HOCER®

STATIONS D'ALERTE IAS pour la protection des captages

- Solution clé en main
- Intégration dans le paysage
- Robuste, anti-vandalisme
- Flexible et évolutive



Paramètres d'alerte:

- **Physico-chimiques:**
 - pH, redox, turbidité, conductivité
 - Oxygène dissous
 - Ammonium, phosphates
- **Matière organique:**
 - COT, DBO, DCO, MES
- **Micropolluants:**
 - Pesticides
 - Hydrocarbures
 - Polluants industriels
- **Métaux lourds**
- **Nitrates**

Equipements:

- Télégestion
- Alarme
- Echantillonneur
- Prise d'eau
- Climatisation



HOCER Instrumentation

Tél: +33 2 40 94 19 00
www.hocer-is.com



Retrouvez la gamme HOCER sur notre site internet