

TRAITEMENT DES GAZ D'INCINÉRATION PAR VOIE SÈCHE : COMPARAISON DE DEUX ABSORBANTS À HAUTE RÉACTIVITÉ

Gilles Foutrel*, Frédéric Le Clerc*, Philippe Coquelet**, Amandine Gambin***, Olivier Françoisse***

Creed Limay - Rémival - Lhoist Recherche & Développement

Les performances en traitement des gaz acides d'une chaux hautement réactive, de type Spongiacal, et du bicarbonate de sodium ont été comparées dans l'usine d'incinération d'ordures ménagères (Uiom) Rémival de Reims. Les résultats mettent en évidence :

- la facilité de mise en œuvre de la chaux Spongiacal dans une installation conçue pour le traitement au bicarbonate de sodium ;
- une réduction de consommation de chaux d'environ 25 % par rapport à celle du bicarbonate de sodium, pour un même abattement des gaz acides (HCl et SO₂) ;
- une production de résidus de 10 à 15 % supérieure avec la chaux par rapport au bicarbonate de sodium ;
- la possibilité d'atteindre les normes d'émission les plus sévères (10 mg/Nm³ d'HCl et 50 mg/Nm³ de SO₂) moyennant une surconsommation de l'ordre de 25 % par rapport aux normes actuelles (respectivement 50 mg/Nm³ d'HCl et 300 mg/Nm³ de SO₂).

High reactive lime, similar to Spongiacal, and sodium bicarbonate performance for acid gas removal was compared in the Municipal Solid Waste Incinerator Rémival in Reims. Results show that:

- Spongiacal can easily be handled in a unit designed to treat with sodium bicarbonate;
- lime consumption is about 25% lower than sodium bicarbonate for the same acid gas removal ;
- the residus production is 10 to 15 % higher with lime compared to sodium bicarbonate;
- the most stringent norms (10 mg/Nm³ of HCl and 50 mg/Nm³ of SO₂) can be reached with an overconsumption of 25%, compared to the current norms (respectively 50 mg/Nm³ of HCl and 300 mg/Nm³ of SO₂).

INTRODUCTION

L'épuration des gaz acides par voie sèche jouit d'un certain regain d'intérêt ces dernières années^[1]. En effet, le procédé sec allie faible niveau d'investissement, facilité d'entretien, simplicité, robustesse et absence de rejet liquide. Il est de plus facilement adaptable aux évolutions attendues des

normes concernant les dioxines, furannes et métaux lourds, voire même les oxydes d'azote, grâce à une température de sortie des fumées plus compatible avec un traitement catalytique. Son principal inconvénient, le surdosage de réactif, est pallié par l'arrivée sur le marché d'absorbants plus performants, tels que la Spongiacal, hydroxyde de calcium à haut rendement de captation, développé par le groupe Lhoist et commercialisé depuis 1996 ou le bicarbonate de sodium, introduit sur le marché de l'épuration des fumées depuis 1994.

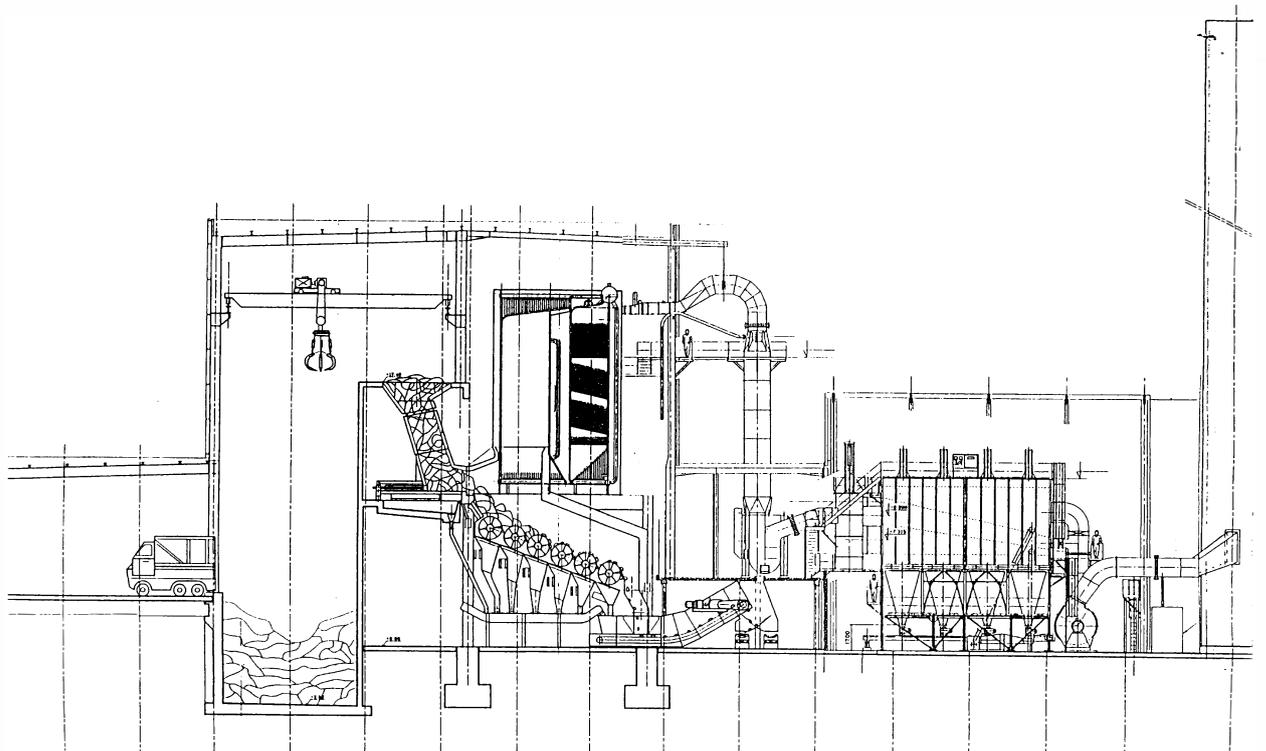
Le Creed, Rémival et Lhoist ont réalisé ensemble une campagne d'essais dont les objectifs étaient les suivants :

- examiner la faisabilité d'une substitution du bicarbonate de sodium par la Spongiacal ;
- comparer les performances de ces deux absorbants vis-à-vis de la captation des gaz acides, dans diverses conditions opératoires ;
- déterminer la consommation additionnelle des deux réactifs pour satisfaire les futures normes européennes sur les émissions de gaz acides ;
- estimer les quantités de Refiom produites par chaque absorbant.

DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

L'Uiom de Reims (Rémival) a été mise en service en 1989 ; elle comprend deux lignes, dont le schéma est présenté en figure 1. Chaque ligne est équipée d'un four d'une capacité nominale de 6,5 t/h, suivi d'une chaudière de récupération qui génère 15 t/h de vapeur à 290 °C et 25 bar. A la sortie de l'économiseur, les fumées entrent à 200 °C, à raison de 30 000 Nm³/h, dans l'installation de traitement par voie sèche de Gec Alsthom, mise en service à la fin 1996.

Cette installation, conçue pour fonctionner au bicarbonate de sodium, comprend un réacteur, dans lequel l'absorbant pulvérulent est injecté, suivi d'un filtre à manches. Ce dernier est décolmaté en ligne, suivant des séquences régulées par la différence de pression (ΔP) entre l'amont et l'aval du filtre. La surface filtrante est importante (1180 m²) par rapport au débit de fumées et chaque manche est décolmatée en moyenne deux fois par vingt-quatre heures.



Quai de déchargement

Fosse

Four/chaudière

Épuration des fumées

Ventilateur d'exhaure

Cheminée

Figure 1 : Schéma de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de Reims (Rémodal)

Les fumées sont analysées à la sortie du filtre par un analyseur Mir 9000 de Émission SA. Les concentrations en CO₂ et en HCl ainsi que les températures en différents points de l'installation sont enregistrées en continu.

Le bicarbonate de sodium est stocké dans un silo qui alimente deux installations de dosage asservies à la mesure de l'HCl à la cheminée, individuellement sur chaque ligne. Après dosage, le produit est broyé finement (taille des particules inférieure à 20 µm) et expulsé par un ventilateur vers le réacteur.

CARACTÉRISTIQUES DES ABSORBANTS

Chaux de type Spongiacal

Cette chaux se distingue des hydroxydes de calcium tradi-

Tableau 1 : Caractéristiques de la chaux Spongiacal, comparée à une chaux traditionnelle

	Surface spécifique BET [m ² /g]	Volume poreux BJH [cm ³ /g]
Hydroxyde de calcium traditionnel	12 à 18	0,07 à 0,1
Spongiacal	> 40	> 0,20

tionnels par sa surface spécifique et surtout son volume poreux élevé (cf. tableau 1), qui augmente sa réactivité vis-à-vis des gaz acides. En effet, les essais sur bancs de laboratoire ont démontré que les taux de captation de SO₂ ou d'HCl sont directement proportionnels au volume poreux des chaux hydratées et non à leur surface spécifique^[2].

En outre, ce réactif présente une large distribution granulométrique jusqu'à 150 µm, ce qui améliore l'effet de couche sur le matériau filtrant. Cet absorbant est donc particulièrement adapté au traitement avec filtre à manches.

Bicarbonate de sodium

Le bicarbonate de sodium est un réactif alcalin utilisé depuis plusieurs années pour le traitement des fumées d'incinération. Les avantages de cet absorbant résident dans sa réactivité élevée et sa faible production de résidu.

CAMPAGNES D'ESSAIS

Organisation

Une première campagne de deux semaines a eu lieu en août 1997. Elle avait comme objectif de vérifier la compatibilité de l'installation à l'utilisation de la chaux Spongiacal et de contrôler la cohérence entre les mesures de l'Apave, du Creed et des analyseurs de l'usine, dans diverses conditions

opératoires. En outre, elle a permis de procéder aux essais d'orientation. Les mesures comparatives proprement dites se sont déroulées en février 1998, lors d'une seconde campagne d'essais de deux semaines consécutives, chacune représentant un point de fonctionnement.

Adaptation de l'installation

La chaux Spongiacal a été mise en œuvre dans la ligne n° 1, au moyen d'un dispositif de dosage *Sodimate*, comprenant une potence support de *big bag* d'1 m³, un bol vibrant et une vis doseuse. L'absorbant est ainsi introduit à la sortie du ventilateur d'expulsion vers le réacteur, sans recours à l'opération de broyage, nécessaire au bicarbonate de sodium. Un réglage manuel du réducteur de la vis de dosage permet une variation de débit entre 10 et 100 kg/h.

Pour la seconde campagne d'essais, un dispositif de collecte séparée du Refiom a été mis en place sur la ligne n° 1, de manière à évaluer distinctement les quantités respectives des Refiom de chaque ligne de traitement.

Conduite des essais

Le débit de la vis d'alimentation est étalonné au début et à chaque fin de campagne.

Le remplacement progressif du bicarbonate de sodium par la chaux sur la ligne n° 1 est réalisé en 24 heures, selon le protocole suivant :

- augmentation du débit de bicarbonate de sodium, de manière à constituer une garde sur le filtre à manches (vacination du filtre) ;
- arrêt du doseur et du broyeur de bicarbonate de sodium ;
- placement de la vis et mise en service du dosage de la chaux ;
- réalisation d'un cycle complet de décolmatage du filtre durant moins d'une heure (décolmatage forcé) ; la perte de charge du filtre chute à moins de 40 daPa et n'atteindra la valeur nominale de 140 daPa qu'après plusieurs heures.

Des analyses des polluants gazeux (HCl et SO₂) ont été réalisées par barbotages, en amont et en aval du traitement de fumées par le Creed et l'Apave. Des mesures de débit des fumées à la cheminée ont également été effectuées. Les mesures des analyseurs de l'usine ainsi que les températures ont aussi été prises en compte. Le débit des deux absorbants a été enregistré. Par ailleurs, des prélèvements réguliers de Refiom (± 0,5 dm³) ont été effectués sous le filtre ; par mélange, un échantillon moyen, représentatif de 4 à 8 h de fonctionnement, est constitué à des fins d'analyse.

Lors de la première campagne, l'installation a d'abord fonctionné pendant 48 h dans les conditions habituelles, soit 190 °C à l'entrée du filtre et 45 mg/Nm³ d'HCl en aval, sur les deux lignes. Les consignes ont ensuite été fixées à 10 mg/Nm³ d'HCl et 190 °C, sur les deux lignes.

Durant la seconde campagne, la consigne a été fixée durant 150 h à 190 °C à l'entrée du filtre et 45 mg/Nm³ d'HCl en aval, sur les deux lignes, ensuite à 10 mg/Nm³ d'HCl pendant 100 h.

RÉSULTATS

Première campagne d'essais

Les essais d'août 1997 ont démontré que la Spongiacal peut facilement être mise en œuvre dans une installation conçue pour le bicarbonate de sodium. Les objectifs d'émissions d'HCl fixés ont pu être atteints sans difficulté par les deux réactifs avec, dans des conditions de conduite équivalentes, une consommation de Spongiacal inférieure à celle du bicarbonate de sodium.

Cette première campagne a également permis de vérifier la cohérence des mesures réalisées par l'Apave, le Creed et les analyseurs de l'usine. A titre d'exemple, le tableau 2 reprend un comparatif de mesures effectuées en aval du filtre sur la ligne n° 1 (moyennes horaires). Une concordance analogue existe entre les mesures effectuées par le Creed et les analyseurs en aval du filtre sur les deux lignes. Les barbotages effectués par l'Apave et le Creed en amont de l'épuration renseignent des concentrations en HCl de 800 mg/Nm³, avec des variations de l'ordre de 200 mg/Nm³. Enfin, l'étalonnage de la vis *Sodimate* a été confirmé par le bilan massique de consommation sur l'ensemble de la campagne.

Tableau 2 : Comparaison des mesures d'HCl effectuées par l'Apave et l'analyseur de l'usine (ligne n° 1 - moyennes horaires)

Mesure	Apave [mg/Nm ³] à 11 % O ₂	Usine [mg/Nm ³] à 11 % O ₂
1	57	55
2	43	38
3	49	39
4	44	42
Moyenne sur 4 h	48	44

Seconde campagne d'essais

La concentration en HCl avant traitement varie entre 500 et 1000 mg/Nm³, avec des pointes jusqu'à 1700 mg/Nm³, en présence d'une humidité de 10 à 15 %. La figure 2 présente les concentrations mesurées en aval ainsi que les débits spécifiques d'absorbants (moyennes sur 24 h, sauf 16/02). Environ 48 h sont nécessaires pour que la transition entre les deux absorbants soit complète, soit 3 à 4 cycles de décolmatage du filtre.

Les concentrations en aval (cadres I et III) montrent que les deux absorbants peuvent atteindre les normes actuelles et futures pour des consommations de :

- 7 à 8 kg/t OM pour la Spongiacal et 10 à 11 kg/t OM pour le bicarbonate de sodium, en ce qui concerne le respect de l'arrêté du 25/01/91 (cadre II) ;
- environ 10 kg/t OM pour la chaux et 12 à 13 kg/t OM pour le bicarbonate de sodium, en ce qui concerne le respect de 10 mg/Nm³ d'HCl (cadre IV).

Le passage des seuils d'émission de l'arrêté du 25/01/91 à ceux de la future directive européenne entraîne donc une consommation supplémentaire de chaque absorbant de l'ordre de 25 %. La consommation de chaux de type Spongiacal est toujours inférieure d'environ 25 % à celle du bicarbonate de sodium.

ANALYSE DES REFIOM

A titre d'illustration, la figure 3 représente la composition des Refiom de Spongiacal et de bicarbonate de sodium, qui correspondent à l'objectif de 45 mg/Nm³. Cette composition est basée sur l'analyse chimique élémentaire et la recombinaison sous la forme des com-

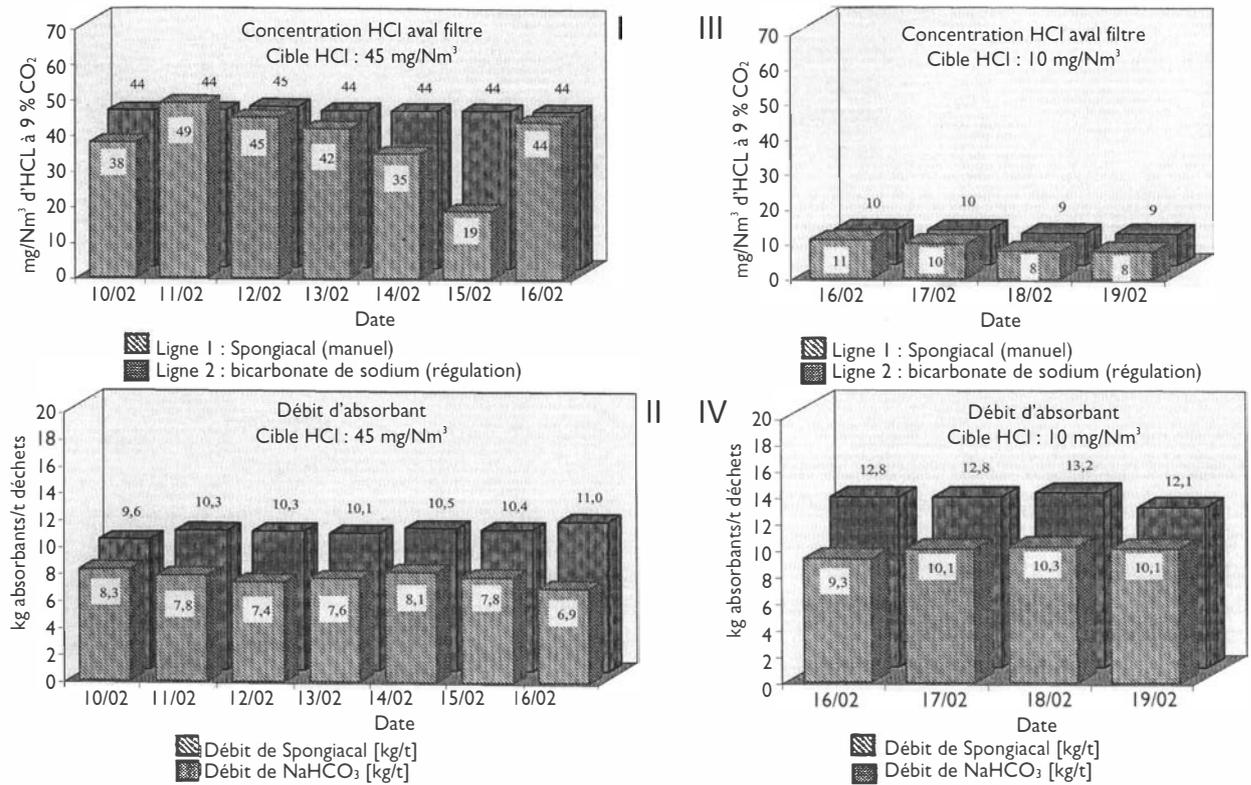


Figure 2 : Concentrations d'HCl en aval et débits spécifiques d'absorbant (190 °C - Ligne 1 : Spongiacal ; ligne 2 : bicarbonate de sodium)

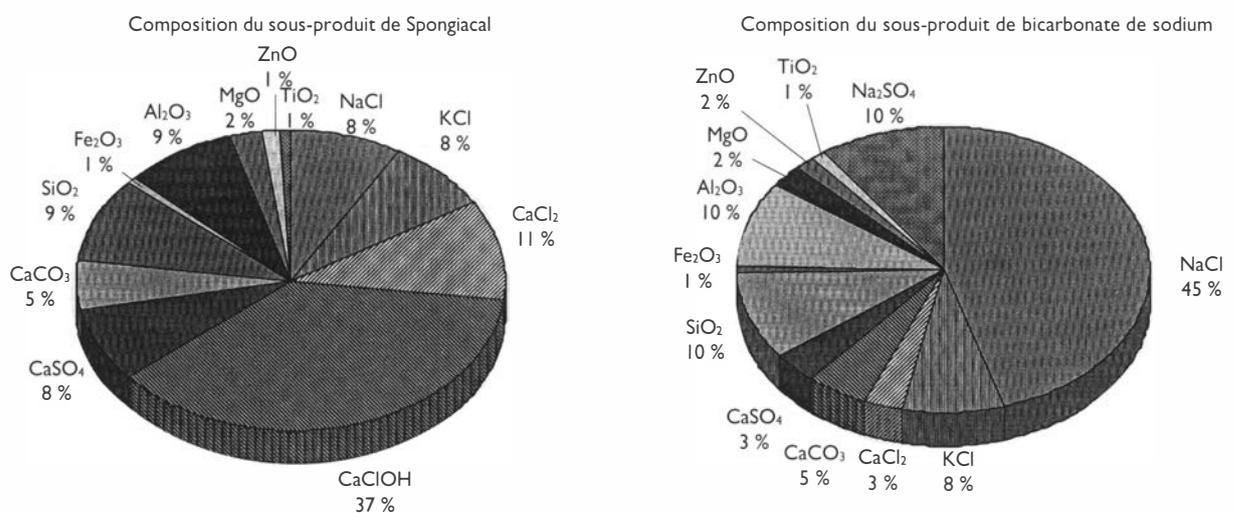


Figure 3 : Composition présumée des refiom au départ de Spongiacal et de bicarbonate de sodium (Rémival Reims, 12/02/98)

posés les plus probables. En particulier, l'analyse du Refiom de Spongiacal révèle :

- l'absence d'hydroxyde de calcium, montrant que la transformation de la chaux est importante ;
- la présence simultanée de chlorure et d'hydroxy-chlorure de calcium (CaCl_2 et CaClOH), qui confirme que la réaction entre l'HCl et la chaux n'est pas totale. Par ailleurs, mis à part une inversion des proportions de chlorures de calcium et de sodium, il n'y a pas de grande différence dans la composition des Refiom issus de chaux ou de bicarbonate de sodium.

Les compositions renseignées à la figure 3 sont indicatives, en raison de l'incertitude de la présence effective de certaines phases et dans l'attribution relative des chlorures. Cette incertitude se traduit dans le tableau 3 par certaines différences qui peuvent apparaître entre les rapports massiques, à savoir le poids d'absorbant mis en œuvre pour capter 1 kg d'HCl, suivant que ce rapport est calculé au départ des analyses de gaz, rapportées au débit de chaux ou basé sur la composition du Refiom.

La quantité totale de résidus (incluant les cendres de ramonage, les cendres volantes et le Refiom) est de ± 30 kg par tonne de déchets avec la chaux Spongiacal, et de ± 26 kg/t de débit avec le bicarbonate de sodium, ce qui conduit à une quantité totale de résidu de 10 à 15 % plus élevée de la chaux par rapport au bicarbonate de sodium. Cette différence résulte de la décarbonatation de ce dernier dans la veine gazeuse dès son injection.

Tableau 3 : Concordance entre les performances en termes de rapports massiques calculés au départ de l'analyse des gaz et des Refiom

Mesure	Consommation de Spongiacal (en kg)	
	Suivant analyse des gaz et débit d'absorbant	Suivant composition du Refiom
1	1,8	2,1
2	1,7	1,9
3	1,7	2,1
4	2,3	2,3

CONCLUSIONS

L'utilisation d'absorbants appropriés, chaux Spongiacal ou bicarbonate de sodium, permet au traitement des gaz acides par voie sèche de satisfaire les normes les plus sévères de rejets en HCl sans surdosage important.

La différence de consommation entre les deux réactifs est de l'ordre de 25% en faveur de la Spongiacal, par contre, la production de Refiom est moins élevée pour le bicarbonate de sodium, en raison de la décarbonatation du réactif lors du traitement.

Par ailleurs, le passage de la norme actuelle de 50 mg/Nm^3 à 10 mg/Nm^3 d'HCl implique un accroissement de consommation des deux absorbants d'environ

25 %, soit une augmentation de moins de 3 kg de réactif par tonne d'ordures ménagères incinérée.

*** Gilles Foutrel¹,**

Responsable traitement de fumées - Creed - Zone portuaire de Limay - 291, avenue D. Ducas - 78520 Limay

*** Frédéric Le Clerc,**

Responsable incinération - Creed - Zone portuaire de Limay - 291, avenue D. Ducas - 78520 Limay

**** Philippe Coquelet,**

Responsable d'exploitation - Rémival - ZI des Essillards - Chemin du moulin de Vrilly - 51689 Reims cedex 2

***** Amandine Gambin,**

Ingénieur d'application - Lhoist Recherche & Développement - Parc industriel sud, Zone 1 - 31, rue de l'Industrie - 1400 Nivelles (Belgique)

***** Olivier Françoisse¹,**

Ingénieur de développement - Lhoist Recherche & Développement - Parc industriel sud, Zone 1 - 31, rue de l'Industrie - 1400 Nivelles (Belgique)

Note :

1. Auteurs auxquels toute correspondance peut être adressée.

Remerciements :

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un programme de recherche en collaboration avec l'Institut français du pétrole et a bénéficié du soutien de l'Ademe.

Bibliographie

[1] Mortgat Bruno, *Traitement des fumées. Vers des solutions économes en réactifs*, *Environnement & Technique*, 178, 1998, pp. 39-43

[2] Pettiau X., Françoisse O., Gambin A., Laudet A., *L'évolution des absorbants calciques pour le traitement des gaz par voie sèche : Spongiacal, Épuration des effluents gazeux*, Mons, 13-15 mai 1997, A7