

Document publié dans « Air Plus » Magazine International de l'Economie et des Technologies de l'Air, n° 3, août 1996, reproduit avec l'aimable autorisation du Directeur

Des technologies de pointe à l'assaut des NO_x

A cause de son implication dans l'effet de serre et dans la pollution urbaine, les législations visant à diminuer les émissions de NO_x se multiplient et se renforcent, entraînant une évolution rapide des technologies de réduction de ces émissions.

A l'heure actuelle, les transports sont responsables de 70 % des rejets de NO_x dans l'atmosphère, avec un rôle majeur du transport routier. Les autres secteurs d'activité responsables sont l'industrie (9 %), le résidentiel et le tertiaire (6 %), et la production d'électricité (6 %). Ce bilan est assez comparable à l'ensemble des pays industrialisés, avec toutefois une part plus importante due à la production d'électricité alors qu'elle est majoritairement nucléaire en France. Aujourd'hui, en France, 99,7 % des émissions annuelles de NO_x sont dues aux activités humaines (source CITEPA, 1990).

D'ailleurs, la France s'est engagée sur le plan international à réduire ses émissions de NO_x de 30 % en 1998 par rapport aux niveaux de 1980. A l'instar du SO₂, la législation européenne sur les NO_x est exprimée à travers une série de directives souvent spécifiques à un secteur d'activité. Ces

normes, traduites en droit français, sont souvent énoncées par rapport au dioxyde d'azote (NO₂), plus toxique que le monoxyde d'azote (NO) et à l'origine de la formation d'ozone. Les normes de la qualité de l'air, comme la Directive NO₂ 85/203/CEE du 7 mars 1985 traduite par la circulaire du 29 décembre 1986, fixent des valeurs limites (98 % des valeurs moyennes horaires ≤ 200 µg/m³) et des valeurs guides (98 % des valeurs moyennes horaires ≤ 135 µg/m³, 50 % des valeurs moyennes horaires ≤ 50 µg/m³) à respecter sur une période d'un an. Pour lutter contre les effets dus au NO₂ autres que cancer, odeur et gêne, la recommandation de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) est de 400 µg/m³ pour une exposition d'une heure et de 150 µg/m³ pour une exposition de 24 heures. Par comparaison, la recommandation NAAQS (National Ambient Air Quality Standards) de l'agence de protection environnementale américaine (EPA) est de 100 µg/m³ sur une année.

Quant aux installations fixes, les normes d'émission pour les Grandes Installations de Combustion de puissance supérieure à 50 MW (GIC) sont exprimées à travers la directive européenne 88/609/CEE du 24 novembre 1988 traduite en droit français par l'arrêté du 27 juin 1990. Cette directive est actuellement en cours de révision et un durcissement des limites d'émission est envisagé (Cf. : Airplus n° 2). En France, de nouveaux arrêtés concernant les petites (2-20 MW : arrêté PIC) et moyennes (20-50 MW) installations sont en cours, suivant une nouvelle nomenclature des installations classées.

Les émissions de NO_x en France

Limites d'émission pour les GIC* neuves			
Combustibles solides (en mg/Nm ³ à 6 % d'O ₂)			
Polluant	> 300 MWth	300-100 MWth	100-50
NO ₂	200 (650)	400 (650)	550-600 (650)
Combustibles liquides (en mg/Nm ³ à 3 % d'O ₂)			
Polluant	> 300 MWth	300-100 MWth	100-50
NO ₂	150 (450)	200 (450)	400 (450)
Combustibles gazeux (en mg/Nm ³ à 3 % d'O ₂)			
Polluant	> ou = 50 (35)		
NO ₂	Gaz naturel : 100 (350) Autre gaz : 200		

Propositions pour les GIC neuves diffusées au printemps, par type de combustible (les valeurs entre parenthèses sont les limites actuelles).

Secteur	NO _x en kT	rang
Transports	1 089	1
Industrie	149	2
Résidentiel/tertiaire	100	3
Production électricité	95	4
Agriculture/sylviculture	70	5
Transformation énergie fossile	57	6
Traitement des déchets	24	7
Nature	6	8

Source : CITEPA, CORINAIR France 04/11/94

Les normes d'émission concernant l'incinération des déchets ménagers sont traduites par la directive européenne des 8 et 20 juin 1989. Pour les transports, les NO_x sont soumis aux valeurs limites des directives véhicules (véhicules particuliers : directive 91/441/CEE du 26 juin 1991 et directive 94/12/CEE du 23 mars 1994 ; véhicules utilitaires légers : directive 93/59/CEE du 28 juin 1993 ; poids lourds : directive 91/542/CEE du 1^{er} octobre 1991).

Actuellement, d'autres directives européennes sont aussi en préparation. Ainsi, dans le cadre des normes de qualité de l'air, une directive NO₂ est attendue pour décembre 1996 ou début 1997 tandis que de nouvelles normes d'émission pour les véhicules sont prévues pour 1998.

Rappelons qu'en France, les émissions de NO_x quelle que soit l'activité industrielle sont sujettes à la TPPA (Taxe Parafiscale sur la Pollution Atmosphérique) à hauteur de 180 F/t.

Catalyseurs DeNox et véhicules au gaz : La fin du dilemme essence/diesel ?

Avec le développement rapide du parc de véhicules diesel ces dernières années, les constructeurs automobiles parient sur la mise au point de procédés capables de réduire les émissions de NO_x et particules. A long terme, ils espèrent filtrer les NO_x grâce à un catalyseur DeNox.

Toutes les voitures particulières présentent des taux d'émission de NO_x différents suivant leur motorisation et leur régime d'utilisation. En effet, rouler à chaud ou encore dans un trafic fluide en ville réduisent les émissions (Cf. tableau). En outre, l'action des catalyseurs sur les voitures à essence est également significative (Cf. tableau). Ils les rendent moins polluantes que les voitures diesel en terme d'émission de NO_x.

Le bilan du diesel est donc plutôt négatif pour le moment par comparaison avec celui des voitures essence catalysées. Quant à l'addition de diester à hauteur de 30 % dans la gazole, elle n'affecte guère les émissions de NO_x.

Ceci peut sembler inquiétant en regard de la forte augmentation du taux de diesélisation dans les principaux pays d'Europe. Cependant, la récente médiatisation autour du potentiel cancérigène des particules émises par les moteurs diesel, alliée à la crainte d'une baisse de l'avantage fiscal accordé au gazole par rapport à l'essence, ont fait diminuer les ventes de voitures diesel ces derniers mois en France de près de 11 % au 1^{er} semestre. Les principaux constructeurs automobiles ayant investi pour une plus large motorisation diesel comptent donc beaucoup sur la mise au point de procédés capables de réduire les émissions spécifiques de NO_x et de particules. Ainsi, le procédé Eolys de Rhône-Poulenc piège ces dernières (cf. Airplus n° 1). De son côté, Siemens développe les catalyseurs SINOX permettant de baisser les émissions de NO_x pour les véhicules légers et les autobus motorisés diesel (cf. encadré).

Le pot catalytique, placé entre le moteur et le pot d'échappement, exige un réglage très précis du mélange air/carburant. De plus, il ne devient performant que lorsqu'il atteint une température élevée et ce encore de nos jours. Leur efficacité est donc réduite en ville où les trajets sont le plus souvent courts et effectués à froid.

A plus long terme, les constructeurs espèrent pouvoir filtrer les NO_x grâce à un catalyseur DeNox. Par ailleurs, les industriels travaillent davantage sur les moteurs (leur système d'injection), notamment pour les moteurs diesel afin de baisser leur consommation et donc leurs émissions.

Pour les NO_x comme pour les autres polluants, les véhicules au GNV (Gaz Naturel pour

Emissions comparées des voitures selon l'usage et la motorisation

	CO ₂ g/km	COV g/km	NO _x g/km	CO ₂ g/km	Particules g/km	Consommation g/km	Type de cycle
Voiture	41,2	6,4	1,8	223,6		96,1	ECE 15 froid (*)
Essence	36,5	4,0	1,66	195,8		83,0	urbain fluide chaud
Non catalysée	11,6	1,4	3,46	160,6		57,4	autoroute chaud
Voiture	6,7	0,73	0,54	289,6		94,9	ECE 15 froid
Essence	1,14	0,12	0,39	263,1		83,3	urbain fluide chaud
catalysée	1	0,09	0,82	185,1		58,7	autoroute chaud
Voiture	1,9	0,38	0,81	264,8	0,26	86	ECE 15 froid
Diesel	1,1	0,18	0,83	220,1	0,17	71	urbain fluide chaud
	0,52	0,11	0,61	170,3	0,15	55,3	autoroute chaud

(*) Cycle européen normalisé pour la mesure des consommations des véhicules (Source : Ademe).

Véhicule) et GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié) tirent leur épingle du jeu. En effet, dans la mesure où le GNV est constitué à 90 % de méthane CH_4 , la plupart des émissions (CO , HC , NO_x) sont réduites, notamment de 60 % pour les NO_x . L'efficacité s'avère bonne même à froid. 700 000 véhicules roulent au GNV dans le monde. Mais le réseau de stations de distribution de GNV est quasiment inexistant en France. Le GPL, mélange de propane et de butane, permet aussi une diminution de tous les polluants, avec notamment une baisse de 35 % pour les NO_x . 27 000 véhicules, dont la plupart font partie d'une flotte captive, roulent au GPL en France, contre plus d'un million en Italie.

Dans un premier temps, ces véhicules au gaz devraient toucher principalement le tissu urbain. La bicarburation essence/gaz pourrait ensuite convaincre un champ plus vaste d'utilisateurs. En fonction de l'évolution des catalyseurs, elle constituerait une solution à long terme vis-à-vis des émissions de polluants comme les NO_x et de l'effet de serre. Une meilleure gestion du trafic urbain assurant une certaine fluidité et donc la réduction des émissions de polluants, dont les NO_x , est une autre voie, plus générale, à suivre.

Chaudières et brûleurs pour le résidentiel, le tertiaire et l'industrie : Vers une combustion plus propre

Pour réduire les quantités de NO_x produites par les chaudières, les industriels ont développé des brûleurs bas- NO_x adaptés à tout ou partie des combustibles utilisés.

La formation de NO_x en cours de combustion provient principalement de l'oxydation de l'azote de l'air (NO_x thermiques) et de l'oxydation de l'azote présent dans le combustible liquide ou solide (NO_x combustibles). Le taux de formation de NO_x dépend donc de la teneur en azote du combustible, de la température de flamme, de l'excès d'air, de la concentration en oxygène et du temps de séjour dans le foyer de combustion. Donc la formation de NO_x dans les chaudières peut être réduite en étagant la combustion. C'est soit l'air, soit le combustible (« reurning ») qui sont étagés. Mais une diminution de l'intensité de la combustion, un contrôle de l'injection d'air et de combustible dans le brûleur (alors bas- NO_x) sont aussi envisageables, tout comme le recyclage d'une partie des fumées, l'installation d'un système de réduction sélective catalytique (SCR) ou non catalytique (SNCR), et l'emploi des foyers à lit fluidisé peu émetteurs de NO_x .

Une chaudière à basse émission de NO_x coûte deux à trois fois plus cher qu'une chaudière classique. L'important est d'effectuer un bon couplage brûleur/chaudière. Le choix du com-

Les NO_x , un polluant majeur

A l'instar d'autres polluants, les NO_x (somme de NO et NO_2) sont initialement des composés d'origine naturelle. La nuit, NO réagit avec l'ozone O_3 pour former NO_2 . Le jour, la même réaction a lieu mais aussi en présence de dérivés d'hydrocarbure.

Durant le jour, NO_2 réagit à son tour avec la lumière et libère à nouveau NO et un précurseur de l'ozone. Par ce cycle, la production d'ozone, gaz à effet de serre, est directement dépendante des niveaux de NO_x et des composés hydrocarbonés. De plus, les NO_x sont sources d'acide nitrique HNO_3 et contribuent ainsi aux pluies acides.

Enfin, les NO_x peuvent être transportés sur de longues distances en altitude sous la forme de nitrates organiques stables et être libérés dans les basses couches plus chaudes de la troposphère. Au total, les NO_x provoquent à la fois une pollution locale et une pollution régionale. En conséquence, de fort niveau d'ozone et une destruction des forêts peuvent être perçus loin des sources d'émission, au gré des conditions météorologiques. Les NO_x , et notamment le NO_2 , sont reconnus dangereux pour la santé publique au-delà de certaines teneurs. Le NO a une action identique à l'oxygène vis-à-vis de l'hémoglobine du sang en s'y fixant, ce qui laisse moins d'hémoglobine disponible pour fixer l'oxygène et le véhiculer vers les organes.

Les effets peuvent être variés : maux de tête, fatigue, etc. Le NO_2 agit surtout au niveau des poumons, en fragilisant la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses.

Saab affiche le taux de NO_x à Paris

Pendant une semaine, au mois de juin dernier, place de la Madeleine à Paris, piétons et automobilistes ont découvert en temps réel le taux de NO_x contenu dans l'air, grâce à un compteur digital encastré dans l'affiche Saab. La valeur lue par l'appareil était instantanée et exprimée en PPB, la norme européenne limite étant de 200 microgrammes par m^3 moins de 2 % du temps. Avec cette initiative originale, l'idée de Saab était de sensibiliser le grand public aux problèmes provoqués par le rejet des gaz de combustion des automobiles.

Siemens à la conquête de nouveaux créneaux pour le traitement des NO_x

Jusqu'ici, en matière de traitement des NO_x, les entreprises de dépollution de l'air se préoccupaient des centrales électriques et des centrales d'incinération des déchets. Or, Siemens a décidé d'élargir ses catalyseurs SiNO_x aux véhicules lourds et aux autobus.

En Bavière, « la transformation des polluants dans l'air ne relève plus de la magie mais représente, d'ores et déjà, une réalité de la technologie environnementale », se réjouit le ministre de l'Environnement bavarois, Thomas GOPPEL. La Bavière célèbre en effet une première mondiale : l'installation de catalyseurs SiNO_x sur les moteurs diesel qui permettent de séparer les oxydes d'azote en azote élémentaire et eau – par adjonction d'urée. Un projet pilote, cofinancé par le ministère de l'Environnement, a l'ambition de prouver que cette technique de réduction catalytique sélective, développée par Siemens, génère une réduction de 60 % des NO_x des camions et des autobus diesel. L'Office fédéral de l'environnement (UBA) encourage ouvertement ces innovations, afin de parvenir à l'objectif de réduction de 50 % des oxydes d'azote, dans le cadre de la future norme européenne EURO III des véhicules lourds. L'UBA estime que « les camions et autobus diesel produisent 46 % de la totalité des émissions de NO_x outre-Rhin » et regrette le retard dans la mise en place de mesures pour les véhicules lourds, à la différence des voitures. Les catalyseurs de Siemens respecteront non seulement la norme EURO III mais permettront une économie de carburant de 10 % et une réduction des émissions de CO₂. Helmut GIERSE, directeur du site de production Redwitz de Siemens AG, croit ainsi avoir résolu « le conflit entre la réduction des émissions de NO_x et celle de la consommation de l'essence », grâce au traitement en aval des fumées de gaz.

La technologie des catalyseurs SiNO_x introduite en Europe depuis 1986 pourrait ainsi

créer un nouveau débouché pour Siemens qui affronte actuellement une concurrence, notamment japonaise, dans le domaine des centrales électriques. Aujourd'hui, 140 installations allemandes sont équipées de catalyseurs Siemens, mais le marché s'est ralenti. Depuis la remise à niveau de la plupart des centrales électriques aux valeurs limites des NO_x de 200 mg/m³ au début des années 90, le besoin de modernisation tarde à se concrétiser dans les faits. « Les catalyseurs ont une vie beaucoup plus longue que prévu », constate Horst Speilmann, directeur commercial du département des centrales électriques chez Siemens. Selon lui, « les pays d'Europe centrale et orientale préfèrent la désulfuration à la dénitrification, et les pays asiatiques construisent des centrales électriques sans priorité environnementale – à l'exception de Taiwan et de la Corée du Sud ».

En revanche, Speilmann table sur un « grand marché des installations de DeNO_x aux Etats-Unis d'ici 1998 », un pays où Siemens a déjà remporté six des sept appels d'offres pour la dénitrification des centrales à charbon.

Dans ce contexte, le principe de la réduction catalytique sélective a été progressivement diversifié et appliqué dans les centrales d'incinération des déchets (où les 20 catalyseurs déjà installés par Siemens traitent à la fois les NO_x et les dioxines), les centrales de cogénération et enfin les bateaux et véhicules utilisant des moteurs diesel. Seule différence technique : dans les centrales électriques, on utilise de l'ammoniac qui sert d'agent de réduction, alors que la dénitrification des moteurs diesel fonctionne avec de l'urée. Cette dernière innovation allemande séduit aussi la France. Chez Siemens, on indique que des négociations avec des constructeurs automobiles français sont en cours... et devraient aboutir cet automne.

Notker BLECHNER

combustible oriente le choix de la technologie. Dans le cas du gaz, le recyclage d'une partie des fumées dans le brûleur et l'étagement de l'air ou du combustible sont très efficaces ; un brûleur bas-NO_x est alors peu utile. Dans le cas du fuel, l'étagement de l'air ou du combustible sont peu efficaces. Les alternatives sont l'injection d'urée (ou d'ammoniac) dans les fumées, et le couplage de combustibles fuel/gaz. Enfin, dans le cas de chaudière au charbon, la technologie du lit fluidisé circulant, associée ou non à une combustion étagée, permet de bien contrôler les émissions de NO_x.

Depuis plusieurs années, la société Pillard concentre ses efforts de recherche sur des brûleurs bas-NO_x réduisant simultanément les imbrûlés solides. Ils fonctionnent au gaz naturel ou au fuel lourd. Le brûleur LONOXFLAM gaz allie la recirculation interne à l'étagement du gaz et sa dilution par des fumées, sans élargissement de la flamme. En sortie de brûleur, on récupère des teneurs en NO_x allant jusqu'à 20 ppm. Pour le fuel lourd, Pillard a mis au point le brûleur LONOXFLAM qui, en couplant les deux techniques des flammes séparées et de l'étagement de l'air, permet de diminuer jusqu'à 45 %

les NO_x thermiques et combustibles (principalement sous forme NO) et ce, sans augmentation des imbrûlés.

Les brûleurs bas-NO_x

De nombreuses sociétés développent des brûleurs industriels bas-NO_x. Ainsi, Saacke a mis au point un brûleur Téminox au gaz naturel ou au fuel domestique adaptable à tout type de chaudière (de puissance 6-100 MW). Pour Ipsen Industries, le brûleur Ecomax accepte différents types de gaz. Quant à Cuenod, il dispose d'une gamme de brûleurs fuel pour les maisons individuelles (gamme NC) et une gamme de brûleurs au gaz, au fuel ou en bicomcombustible pour le résidentiel, le tertiaire et le petit industriel (gamme C). De même, le brûleur de la société Elco est à fuel domestique. Babcock Wanson a développé une gamme de brûleurs LNTA pour une puissance inférieure à 7 MW et une gamme TA pour une puissance jusqu'à 20 MW, tous fonctionnant avec des combustibles liquides ou gazeux, incorporant le principe « thermoflame » (émissions de NO_x < 150 mg/Nm³), et adaptés à tout type de chaudière. Enfin, Viessmann propose le brûleur Rotrix.

Les chaudières à faible émission de NO_x

La chaudière AUDE (AUto Dépolluante) au fuel lourd mise au point par Babcock Entreprise et l'Institut Français du Pétrole combine désulfuration et dénitrification. Des taux de désulfuration supérieurs à 80 % sont atteints par une injection in situ (dans le foyer) d'agent désulfurant classique (CaCO₃). Elle intègre plusieurs procédés de dénitrification : un brûleur bas-NO_x, le « reburning » qui permet un taux de dénitrification de 60 %, et l'injection d'un réactif dénitrifiant (urée) dans les fumées qui assure une dénitrification supérieure à 80 % ; les radicaux NH₂ provenant de la décomposition de l'urée réagissent avec NO pour former l'azote N₂. Sur un plan économique, l'investissement initial est plus important que pour une chaudière au gaz (facteur 2,5), mais la chaudière AUDE permet de respecter les réglementations relatives aux émissions de polluants gazeux avec des fuels à haute teneur en soufre et en azote, sans devoir procéder à de profondes modifications.

Parmi les autres chaudières présentant de faibles émissions de NO_x, de par leur conception ou le brûleur incorporé, on peut citer : les chaudières gaz THR (5-25 kW) développées par Geminox ; la gamme de chaudières Trimax R 2800 de chez Rendamax (émissions de NO_x : 12-18 ppm) ; la gamme de chaudières Euroline (16-72 kW) par Intercal France, les chaudières Vitola Tripass (au fuel, 18-27 kW) à brûleur Rotrix, Vertomat (au gaz, 80-895 kW), et Rondomat (au fuel/gaz, 125-840 kW) de Viessmann ;

Une chaudière qui réconcilie écologie et haut rendement

Installée à Serqueux, petite commune de la région de Rouen, chez Colloïdes Naturels International (CNI) Technologies, cette chaudière mise au point par Gaz de France et Stein Fasel (groupe GEC Alsthom) est alimentée au gaz naturel et fournit 11 000 tonnes de vapeur à l'heure. Son principal atout est la réduction de moitié des émissions de NO_x avec un taux inférieur aux normes françaises et européennes qui devraient entrer en vigueur prochainement. Par ailleurs, son rendement est supérieur de 5 à 6 % à celui des chaudières classiques. Elle est commercialisée par Stein Fasel et cette génération de chaudières industrielles de 3 à 20 MW séduit déjà les PME-PMI consommatrices de vapeur dans leurs procédés de fabrication.

les chaudières domestiques Domomat DTX (fuel/gaz, 15-37 kW) et Domoplus DPS (gaz, 10-30 kW) mises au point par Schafer Interdomo.

Sur l'ensemble des centrales thermiques de la zone OCDE-Europe, 94 % des dispositifs installés d'élimination secondaire des NO_x recourent à la SCR (réaction catalytique sélective) : les agents dénitrifiants ajoutés (ammoniac, urée) réagissent classiquement avec les NO_x pour donner de l'azote et de l'eau. Le reste des installations fait appel soit à la SNCR (réaction catalytique non sélective), soit au procédé au charbon actif ou au procédé DESONOX pour l'élimination simultanée des NO_x et du SO₂.

La dénitrification au service des centrales thermiques

Dans le même esprit, la combustion en lit fluidisé permet une réduction primaire (dans le foyer) des NO_x et de SO₂. Mais la diminution des émissions de NO_x peut en revanche entraîner une augmentation des émissions de N₂O, gaz à effet de serre. Les procédés d'élimination des NO_x, contrairement à ceux du SO₂, ne donnent lieu à aucun sous-produit valorisable à post-traitement.

Toutes ces techniques de pointe permettent de maintenir de façon continue les émissions de NO_x à des valeurs inférieures à 200 mg/Nm³ (conditions normales, 6 % O₂), sauf pour les foyers à lit fluidisé (200-300 mg/Nm³). Leur évolution devra suivre les futures réglementations en préparation concernant les moyennes et grandes installations de combustion.

Patrice GREGOIRE

RHÔNE-POULENC

Colonne d'absorption et catalyseur pour la réduction des NO_x

Chaque jour, les procédés Rhône-Poulenc d'abattement des oxydes d'azote (NO_x) permettent de détruire, de par le monde, 220 tonnes d'acide nitrique qui ne sont ainsi plus rejetées dans l'atmosphère. Pour répondre aux normes françaises et européennes en matière de rejet de NO_x dans les fumées industrielles, Rhône-Poulenc a développé deux procédés complémentaires pour, dans un premier temps, éliminer l'oxyde d'azote présent dans les gaz de queue de ses ateliers de fabrication d'acide nitrique à Saint-Fons, Chalampé, Roussillon et Pont-de-Claix. Le premier procédé est une colonne AHE (Absorption à haute efficacité) qui permet de capter les NO_x et de les récupérer sous forme d'acide nitrique dilué, et donc de les valoriser. Une dizaine de colonnes AHE installées par le chimiste sont réparties sur les cinq continents, dont une en France. Cette technique n'est mise en œuvre

que lorsque les taux de NO_x dépassent les 2 000 ppm.

« Pour faire descendre les NO_x à moins de 200 ppm et respecter les normes les plus strictes, le réacteur catalytique DN 115, qui détruit les NO_x en les transformant en azote et en eau, peut être utilisé seul ou être associé à la colonne AHE », explique Jean BOISNE, ingénieur chez Rhône-Poulenc. Actuellement, 36 réacteurs catalytiques de ce type sont installés dans le monde dont trois sur des unités françaises de Rhône-Poulenc et deux autres chez Elf Atochem, à Toulouse, et chez un fabricant de céramique à Annecy. Rhône-Poulenc a remporté avec ce procédé ses deux derniers marchés en Pologne et en Slovaquie où deux réacteurs ont été construits dans des usines produisant 700 tonnes d'acide nitrique par jour.

Régis FORT

LA REVUE POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Cette publication, expression de l'Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique (APPA, reconnue d'utilité publique, et agréée par le Ministère de l'Environnement), éditée avec le concours du Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique (CITE-PA) est la seule revue française scientifique et technique traitant exclusivement de la pollution de l'air.

Elle est diffusée par ailleurs dans une quarantaine de pays.

Les documents qu'elle publie dans ses différentes rubriques émanent de personnalités scientifiques éminentes. Ils font le point sur les sujets d'actualité et sur l'état des recherches dans le domaine de la pollution atmosphérique.

Pour élargir son audience sur le plan international, la revue édite les titres, les résumés et les légendes des figures et tableaux de ses articles en anglais ; de même, les articles qui lui seront adressés seront publiés en anglais et feront l'objet d'une publication en anglais et en français après avis du Comité de rédaction (la traduction étant prise en charge par la revue).

À l'heure où les problèmes d'environnement se posent à tous les niveaux et dans tous les pays, les bases scientifiques que la revue apporte sont les meilleurs arguments dont peuvent disposer les responsables.

POLLUTION
ATMOSPHÉRIQUE
REVUE TRIMESTRIELLE

RÉDACTION - ADMINISTRATION - PUBLICITÉ
58, RUE DU ROCHER - 75008 PARIS
Tél. 01 42 93 62 07 - 01 42 93 69 30
Fax 01 42 93 41 99

Registre du Commerce - Paris 6420 17438 B
C.C.P. PARIS 21242-77 C

Commission Paritaire des Papiers de Presse n° 56640

BULLETIN D'ABONNEMENT

NOM ou RAISON SOCIALE : _____

ADRESSE : _____

— déclare souscrire un abonnement d'un an à « POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE » pour 1997

— souhaite recevoir une facture en _____ exemplaire(s)

— joint un chèque de F : _____

— date : _____

(règlement en francs français uniquement)

1997

— cachet ou signature : _____

ABONNEMENT

1 AN (4 NUMÉROS)

{ FRANCE.....
OUTRE-MER...
ÉTRANGER...

480 F T.T.C.

475 F

695 F

Pour les entreprises dépendant de la CEE, merci d'indiquer votre numéro de TVA.