

Choisir un procédé de traitement des COV(*)

Antoine BLOUET

L'évolution réglementaire limite de plus en plus les rejets de composés organiques volatils (COV) à l'atmosphère. Pour les réduire, il faut agir à la source ou les traiter avant rejet. Revue détaillée des procédés et des critères de choix.

Les méthodes de traitement des COV sont nombreuses, complexes, et les choix sont rendus encore plus difficiles par leur évolution rapide. Pourtant, à l'heure où la pression réglementaire sur les rejets de COV s'accroît et que la nouvelle taxe parafiscale sur la pollution atmosphérique institue un taux de 180 F par tonne rejetée tout en développant les aides (voir encadré ci-contre), les décisions s'imposent.

Les procédés de traitement

Outre les interventions à la source, qui ne font pas l'objet de ce dossier, deux grandes familles de procédés de traitement coexistent : les traitements destructifs (incinération et traitements biologiques) et la récupération en vue du recyclage.

Incinération thermique récupérative

C'est le procédé le plus simple et le plus répandu en France. Les gaz à brûler passent par un échangeur, dans lequel ils sont réchauffés par les gaz qui sortent de la chambre de combustion. Dans cette chambre, un brûleur est utilisé pour atteindre la température requise à la bonne oxydation des COV. En effet, la concentration des COV est rarement suffisante pour permettre à l'incinérateur d'être autothermique. En général, une concentration de 8 g/Nm³ est un minimum pour que ces incinérateurs soient autothermiques (voir tableau). L'efficacité de la récupération varie de 60 à 80 %.

Quelques fournisseurs : BEFS Prokem, Emape, Grace Tec Systems, Babcock Wanson, Ploc & Meckler, Dumoutier & Masset, Alsatec, Ati...

(*) Dossier publié dans « Cathier Technique » n° 38, juillet-septembre 1995.

ACCROISSEMENT DE LA PRESSION RÉGLEMENTAIRE ET DES AIDES

Les COV sont, avec les oxydes d'azote (NOx), les précurseurs de l'ozone troposphérique. Et celui-ci est un des polluants atmosphériques les plus préoccupants pour les pouvoirs publics. C'est dire si la réduction des émissions de COV est à l'ordre du jour. La réduction des émissions liées à l'automobile ne suffira pas, ce qui rend nécessaire une action sur les sources fixes.

Trois textes sont importants à ce sujet :

– **L'arrêté intégré** du 1^{er} mars 1993 fixe, pour un rejet dépassant 2 kg/h, une valeur limite exprimée en carbone total de 150 mg/m³. Si une technique d'incinération est employée pour éliminer les COV, la valeur limite ne doit pas dépasser 50 mg/m³.

– **La directive COV**, en discussion depuis plusieurs années, est au point mort depuis un an. La Commission s'est engagée à présenter un nouveau projet d'ici la fin de l'année. La dernière version (juillet 1994) prévoyait, pour 20 secteurs industriels, des limites de rejets et des délais d'application aux installations existantes.

– **La Taxe parafiscale sur la pollution atmosphérique (TPPA)** instituée, dans sa troisième édition (1995-1999), une taxe de 180 F par tonne de COV émise⁽¹⁾. Celle-ci devrait rapporter 150 à 200 MF. Autre nouveauté : les recettes générées par chaque rejet ne serviront plus nécessairement à financer les aides à la réduction du rejet correspondant. Des transferts sont désormais possibles en fonction des priorités des pouvoirs publics. Et il semble bien que les COV soient du nombre... Les aides (études, investissements, développements) devraient donc s'accroître substantiellement.

(1) Décret du 3 mai 1995, JO du 4 mai.

Incinération thermique régénérative

Ici, pas d'échangeur, mais un ou plusieurs lits de céramique sur lesquels passent les gaz brûlés en sortie de la chambre de combustion. Un système de clapet assure l'inversion régulière du sens de passage des gaz. Ainsi, un lit de céramique est d'abord réchauffé par du gaz brûlé, puis il sert à préchauffer le gaz en entrée. La température des lits de céramique oscille entre 800 et plus de 1 000 °C selon les phases du cycle. L'inversion des flux intervient toutes les une à deux minutes.

Avantage du système : une efficacité de la récupération d'énergie qui atteint 95 %, une plus faible consommation d'énergie et une autothermie à partir d'une concentration de 1 à 3 g/Nm³. Enfin, les performances d'épuration sont supérieures à celles du procédé récupératif.

Quelques fournisseurs : BEFS Prokem, Emape, Grace Tec Systems, Plock & Meckler, Hayes, F-Tec Indus, Alsatec, Ati...

Incinération catalytique

Cette technique d'incinération emploie généralement les procédés récupératifs ou régénératifs pour diminuer la consommation d'énergie. Mais ils sont par essence moins gourmands. Un brûleur est utilisé pour chauffer les gaz entre 200 et 450 °C, avant qu'ils ne passent sur un lit catalytique pour être oxydés. Le catalyseur est constitué de métaux précieux (platine, palladium) ou d'oxydes métalliques. Il a une durée de vie limitée et craint certaines impuretés éventuellement présentes dans les gaz à traiter.

Quelques fournisseurs : BEFS Prokem, Emape, Grace Tec Systems, Plock & Meckler, Hayes, Alsatec, Haldor Tposoe, Promatec...

Traitements biologiques

Ce procédé consiste à faire « digérer » les COV par des micro-organismes sélectionnés en condition aérobie et en milieu humide. Les COV doivent être solubles et biodégradables. Il existe deux types d'installation : dans les biofiltres, les micro-organismes sont fixés sur un support (tourbe, compost) au travers duquel filtre le gaz à traiter. Dans les biolaveurs, l'épuration a lieu en phase liquide, dans une colonne de lavage. Ces procédés sont surtout appliqués aux odeurs ou aux COV en très faible concentration.

Quelques fournisseurs : Emape, Bioeurope, Enviromax, Murgue-Seigle, Transbiotech, Beugin Industrie, Cosmos...

Adsorption

Dans la famille des procédés de récupération des COV, l'adsorption se taille la part du lion. Ce

procédé met en jeu deux étapes : l'adsorption des COV sur un support (charbon actif ou zéolithes), et la désorption des COV en vue de leur récupération et de la régénération du support. Les cycles adsorption/désorption se succèdent, ce qui suppose de recourir à deux adsorbants au moins pour traiter des gaz en continu. La désorption peut se faire à la vapeur (sur charbon actif) ou avec un gaz inerte chaud. A noter : la société Actitex, filiale de la Sep et de Pica, fabrique un tissu de carbone activé qui remplace le charbon actif. Avantage : très grande compacité, durée de vie et facilité de désorption (on chauffe le tissu par passage d'un courant électrique).

Les procédés d'adsorption peuvent être employés pour concentrer un flux très important et très peu concentré de COV en vue de l'incinération.

Quelques fournisseurs : BEFS Prokem, Emape, Hayes, Socrematic, Air Industries Systèmes, Grace Tec Systems, Sifat, Ambinter, Haden Drysis, Actitex, Pica Charbons Actifs...

Absorption

Les COV et un liquide d'absorption (en général une huile) circulent à contre-courant dans une colonne de lavage. La régénération du liquide se fait de façon continue dans une colonne de désorption par distillation sous vide ou par stripping à la vapeur.

Quelques fournisseurs : BEFS Prokem, Sulzer...

Condensation

La condensation est obtenue par augmentation de la pression et par abaissement de la température ou par une combinaison des deux. Afin de satisfaire aux normes de rejet, la condensation cryogénique à l'azote liquide tend à s'imposer.

Quelques fournisseurs : Emape, BEFS Prokem, Air Products, Aga, Air Liquide, Air Gaz, Sogequip...

Séparation par membranes

Autre procédé en phase de développement, la séparation par membrane fait intervenir des membranes polymères, une pompe à vide (10 à 100 hecto-pascals) et une unité de condensation. Un traitement des gaz épurés est généralement nécessaire pour respecter les normes de rejet. Le plus souvent, les membranes sont associées à d'autres procédés (incinération, cryogénie, adsorption).

Les critères de choix

Le volume et la concentration des effluents à traiter sont les deux principaux critères de choix. Mais une série de critères secondaires doivent également être pris en compte.

Le volume à traiter

Chaque procédé a des capacités différentes (voir tableau). Outre le volume moyen, ses variations dans le temps sont importantes : l'installation doit être dimensionnée pour traiter les pointes de production. Mais elle doit également rester opérationnelle en cas de baisse du volume à traiter. Si le procédé de fabrication ne produit pas des COV en continu, les traitements impliquant des temps de préchauffage seront handicapés. C'est le cas des procédés régénératifs : les huit heures de montée en puissance de ces systèmes les obligent à fonctionner en continu dans le cas d'un atelier travaillant en deux postes.

La concentration des gaz à traiter

De la même façon, les procédés s'adaptent plus ou moins à certaines concentrations. Dans le choix d'un incinérateur, la concentration permettant l'autothermie est un critère important : en-deçà de cette concentration, un apport énergétique important sera nécessaire. Une faible concentration ne convient donc pas à l'incinération récupérative, tandis que l'incinération catalytique s'adapte bien aux petites et moyennes concentrations (inférieures à 1 g/Nm³). Depuis la fin 1994, la direction de la recherche de Gaz de France a entamé un programme d'études intitulé « Inertage COV » sur toutes les solutions de traitement thermique. Parmi les objectifs du programme : déterminer les conditions réelles de l'autothermie, afin de permettre aux clients de GDF de ne pas se contenter des affirmations des fournisseurs. Certains procédés permettent la concentration en vue de l'incinération (condensation, membranes).

La nature des gaz

– Gaz contenant plusieurs COV en mélange : le plus souvent, les techniques permettant le recyclage n'offrent que peu d'intérêt, sauf si certains des composants du mélange sont très coûteux, les opérations de séparation et de purification qui devront suivre la récupération rendront le bilan financier de l'opération largement négatif. En revanche, les systèmes de recyclage sont très développés pour les secteurs employant un seul solvant (comme le toluène dans l'imprimerie héliographique). Une option : faire le choix de remplacer une palette de solvants par un produit unique afin de pouvoir le récupérer.

– Le coût des solvants employés : à 2,50 F ou 3 F le litre de solvant, le recyclage est souvent peu motivant financièrement. En effet, la captation revient à environ 1,50 F par litre. Et elle génère un produit moins pur.

– Présence de composés chlorés ou soufrés : en cas d'incinération, implique un post-traitement des gaz de combustion qui peut alourdir le bilan financier.

– Gaz contenant des impuretés : les poussières sont nuisibles aux systèmes catalytiques, à adsorption ou biologiques.

– Gaz contenant des « poisons » pour les catalyseurs : un certain nombre de métaux lourds ou d'autres composés peuvent réduire l'efficacité des catalyseurs (particules, soufre, halogène, zinc), voir les détruire (fer, étain, silicium, phosphore, bismuth, arsenic, antimoine, plomb).

– Pouvoir calorifique : contribue, avec la concentration, à la détermination du seuil d'autothermie.

Les procédés de traitement des COV

	INCINERATION				TRAITEMENT BIOLOGIQUE	ADSORPTION sur charbon actif, désorption à la vapeur	ABSORPTION	CONDENSATION
	Thermique		Catalytique					
	Récupérative	Régénérative	Récupérative	Régénérative				
Concentration	5 à 20 g/Nm ³	< 10 g/Nm ³	< 15 g/Nm ³	-	jusqu'à 1 g/Nm ³	1 à 50 g/Nm ³	2 à 50 g/Nm ³	> 15 à 20 g/Nm ³
Débits	< 20 000 Nm ³ /h	1 000 à 300 000 Nm ³ /h	100 à 20 000 Nm ³ /h	jusqu'à 100 000 Nm ³ /h	jusqu'à 150 000 Nm ³ /h	1 000 à 100 000 Nm ³ /h	1 000 à 100 000 Nm ³ /h	jusqu'à 2 000 Nm ³ /h
Autothermie	8 g/Nm ³	1 à 3 g/Nm ³	3 à 6 g/Nm ³	0,7 à 1 g/Nm ³	-	-	-	-
Performances (concentration en sortie en mg/Nm ³)	HCT ⁽¹⁾ < 20 CO < 100 NOx < 100	HCT < 20 CO < 20 NOx < 50	HCNM ⁽²⁾ < 20 CO et NOx < incinération thermique		HCT < 150	HCT < 100 à 150 chlorés < 20	< 150	

(1) Hydrocarbures totaux. (2) Hydrocarbures non méthaniques.

Source : Ademe (chiffres indicatifs).

– Poids moléculaire : les composés de poids moléculaire dépassant 200 g sont difficiles à désorber, et donc à éviter pour l'adsorption sur charbon actif.

– Régularité de la composition : des changements, même peu fréquents, de la nature des gaz à traiter, peuvent être contre-indiqués pour certains systèmes de récupération.

Les références du procédé

Comme pour tout choix technologique, l'examen des références d'un fournisseur est une étape clé du processus. D'autant plus que l'on se trouve face à un secteur dans lequel des technologies émergentes et innovantes cohabitent avec des procédés bien établis qui ont fait leurs preuves. Lors de l'examen des références, il est fortement conseillé de ne pas se contenter des affirmations des fournisseurs sur certains points critiques (consommation d'énergie, maintenance, éléments du coût de revient global).

Le prix de revient

Facteurs à prendre en compte pour calculer un bilan sur dix ans :

- investissement,
- consommation (et récupération) d'énergie,
- consommables divers (charbon actif, zéolithe, catalyseurs, etc.),
- maintenance courante,
- grosses réparations,
- économie liée au recyclage des solvants,
- économie de taxe parafiscale (selon les rejets de COV en sortie).

Le bilan économique est très délicat à établir. A titre d'exemple, Jean-Michel Camian, de la société Hayes, a fait une comparaison pour une installation de traitement thermique pour un flux de 48 000 Nm³/h à 2,3 g/Nm³. Sur dix ans, selon lui, le système récupératif revient à 19 MF, tandis que le régénératif ne coûte que 6,9 MF (amortissement, exploitation, maintenance). A l'inverse, Nicolas Teclusecu, directeur technique de Dumoutier & Masset, affirme que le bilan sur dix ans est largement

favorable au récupératif : son moins bon rendement énergétique est largement compensé par un investissement inférieur. Surtout, le procédé régénératif, qui fonctionne à plus haute température (800-950 °C) suppose une isolation en maçonnerie qui ne résisterait pas plus de trois à huit ans. Et les nombreuses pièces mobiles (9 clapets jouant toutes les une à deux minutes pour un régénératif à 3 chambres) achèveraient de grever le budget maintenance.

Conclusion : la nécessité de l'« audit solvants »

En définitive, aucune décision n'est possible sans une connaissance précise des flux de solvants dans l'atelier. Seul un « audit solvant » peut permettre d'étudier les possibilités d'action sur le procédé lui-même afin de réduire en amont la production de gaz à épurer et le nombre de solvants à traiter. Mais ce bilan reste délicat, d'autant plus que les problèmes de mesure ne sont pas résolus. Ensuite, le choix de la technique doit résulter d'une étude technico-économique poussée. En effet, les applications de traitement des COV sont presque toujours des cas particuliers avec un très faible niveau de standardisation.

Pour en savoir plus

- L'Ademe et le ministère de l'Environnement préparent un guide technique sur les COV : réglementation, effet des COV sur l'environnement, techniques de traitement, de mesure, analyse d'une vingtaine d'expériences industrielles. Parution fin 1995.
- Les actes du III^e congrès Odeurs et COV (20-22 juin 1995, Paris) seront disponibles à partir de la fin juillet. Actes (texte intégral des exposés et débats) : 1 500 F HT, résumés : 800 F HT. Contact : Harbour, BP 15, 35801 Dinard Cedex. Tél. (16) 99 16 35 35.
- Citepa (Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique) : 3, rue Henri-Heine, 75016 Paris. Tél. (1) 44 30 41 90.
- Actes du colloque de l'Ineris « Portes Vertes - COV », juin 1993, 250 F. Tél. (16) 44 55 65 01.