

PROBLÈME DES ODEURS

L'épuration des eaux résiduaires est fréquemment à l'origine de mauvaises odeurs : les eaux usées sont chargées en matières organiques qui induisent, directement ou indirectement, la formation de composés malodorants au cours de processus physico-chimiques et biologiques. Les émanations qui en résultent conduisent à des nuisances olfactives pouvant être plus ou moins gênantes suivant leur nature, leur intensité et la sensibilité de chacun.

Les molécules odorantes sont classées en trois groupes :

- composés azotés : ammoniac, amines, ... ;
- composés soufrés : sulfure d'hydrogène, mercaptans, ... ;
- composés oxygénés : acides carboxyliques, cétones, aldéhydes, ...

Le tableau 1 donne quelques exemples de composés organiques à l'origine d'odeurs, et les seuils olfactifs qui y sont associés :

COMPOSE ORGANIQUE	ODEUR	SEUIL DE DETECTION (mg.Nm ⁻³ d'air)	SEUIL D'IDENTIFICATION (mg.Nm ⁻³ d'air)
sulfure d'hydrogène	œuf pourri	0,0007	0,007
diméthylsulfure	légumes en décomposition	0,0028	0,0028
ammoniac	très piquant, irritant	0,0281	35,5
méthylamine	poisson en décomposition	0,0291	0,0291

Tableau 1

Dans le cadre de ce document, nous n'aborderons pas le problème de l'olfactométrie (mesure des odeurs), mais nous décrirons l'éventail des technologies disponibles visant à réduire, voire éliminer totalement, les mauvaises odeurs.

RÉGLEMENTATION

L'arrêté du 2 février 1998 relatif aux rejets des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) définit le niveau d'une odeur (ou concentration d'un mélange odorant) comme étant le facteur de dilution qu'il faut appliquer à un effluent pour qu'il ne soit plus ressenti comme odorant par 50% des personnes constituant un échantillon de population. Le débit d'odeur est alors défini comme étant le produit du débit d'air rejeté (en m³/h) par le facteur de dilution au seuil de perception.

Par ailleurs, il fixe des concentrations maximales pour certains rejets gazeux :

- un rejet total en composés organiques de 110 mg/m³, si le débit massique dépasse 2 kg/h ;
- pour l'ammoniac, la valeur limite est de 50 mg/m³, si le débit massique est supérieur à 100 g/h ;
- pour les oxydes de soufre, la valeur limite est de 300 mg/m³ si le débit massique est supérieur à 25 kg/h.

En outre, étant entendu que les facteurs climatiques et les phénomènes locaux influent considérablement sur la dispersion des odeurs au-delà des limites de propriété du site émetteur, il est prévu dans le cadre de l'arrêté du 22 décembre 1994 que :

- soient envisagées des dispositions de conception et d'exploitation pour minimiser l'émission d'odeurs, susceptibles de compromettre la santé et la tranquillité du voisinage ;
- les ouvrages soient implantés de manière à préserver les habitations et établissements publics des nuisances olfactives, en tenant compte de leurs extensions prévisibles.

DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE DÉSODORISATION

Les méthodes non destructrices d'odeurs : des solutions à champ d'action très limité

Cette catégorie de traitement comprend :

- la dilution : les odeurs sont diluées avant rejet, mais cela n'est autorisé qu'en de faibles proportions, et ne permet pas, en général, de respecter les normes de rejets ;
- le masquage : on rajoute à l'effluent odorant un produit dont l'odeur se superpose à la première. Cette technique est efficace en terme d'odeurs, mais comporte trois inconvénients majeurs :
 - elle ne permet pas de respecter les normes de rejets ;
 - elle présente des risques pour le personnel dans le cas d'émission de gaz dangereux, car la détection olfactive par le personnel d'exploitation n'est plus possible ;
 - elle présente des risques pour les équipements dans le cas de composés corrosifs, comme le H₂S par exemple.

L'adsorption sur charbon actif : un procédé efficace mais qui a ses limites

Le charbon actif est utilisé quand les polluants sont majoritairement des solvants. Ce procédé requiert de faibles concentrations (de l'ordre de 50 mg/m³ environ) afin de ne pas saturer le matériau adsorbant trop rapidement. Il comporte un inconvénient majeur, à savoir les faibles vitesses de passage de l'air (3 m/s maximum), ce qui entraîne des équipements de dimensions importantes, et limite à 10 000 m³/h les débits à traiter : au delà, il faut envisager d'autres solutions, économiquement plus intéressantes.

L'imprégnation du charbon actif à l'aide d'un réactif chimique, comme l'iodure de potassium, permet d'augmenter l'efficacité du procédé vis à vis du sulfure d'hydrogène ou des mercaptans, dont l'adsorption devient alors irréversible. Les composés azotés (ammoniac, amines), et les aldéhydes notamment, sont peu adsorbés par le charbon actif.

Le lavage chimique : le procédé le plus utilisé en épuration des eaux résiduaires urbaines

Ce procédé consiste à transférer les composés odorants de leur phase gazeuse vers une phase liquide. Pour cela, on utilise des contacteurs (ou laveurs gaz-liquide) qui permettent d'assurer le contact entre les deux phases. Les contacteurs les plus répandus

utilisent, soit un garnissage, ordonné ou en vrac, soit la pulvérisation de la phase liquide. Généralement, le lavage chimique comprend trois étapes distinctes :

- un lavage acide (pH 4) : on emploie de l'acide sulfurique pour se débarrasser de l'ammoniac, des composés azotés en général, ainsi que des poussières ;
- un lavage basique avec oxydant (pH 9) : la combinaison soude - hypochlorite de sodium permet d'éliminer les composés soufrés ;
- un lavage basique (pH 11) : un lavage à la soude permet d'éliminer les molécules organiques restantes, tels les acides organiques, les aldéhydes, les cétones, ...

Les contacteurs sont dimensionnés en fonction des débits d'air à traiter, tandis que les quantités de produits chimiques utilisés sont calculées en fonction des concentrations des molécules odorantes. Ils ont en général des hauteurs comprises entre 3 et 7 m (laveur à un seul étage), pour des diamètres allant de 1 à 4 m. Cette technique n'est pas sensible aux variations de débit et de charge, et elle présente peu de risques en terme d'exploitation, en nécessitant qu'une surveillance visuelle quotidienne. Elle permet d'atteindre de très bons rendements : de l'ordre de 99% pour l'hydrogène sulfuré, 95% environ pour les mercaptans, et de 70 à 90% pour l'ammoniac. Par contre, elle implique la manipulation de réactifs, et reste coûteuse tant du point de vue de l'investissement que de l'exploitation.

La biofiltration : aussi efficace que le lavage chimique mais avec une emprise au sol pénalisante

A efficacité équivalente, les biofiltres peuvent constituer une alternative intéressante au lavage chimique, mais ils ne permettent pas de traiter l'ammoniac (nécessité d'avoir un prétraitement). Les vitesses de passage sont de l'ordre de 50 m.h⁻¹ sur média organique et de 500 m/h sur média minéral ; on peut envisager de plus grandes vitesses si les biofiltres sont suivis d'un traitement au charbon actif. Cette technique ne consomme pas de réactifs chimiques. Elle nécessite un arrosage régulier des filtres afin d'apporter :

- les compléments nutritifs naturellement présents dans l'eau utilisée ;
- l'humidité ;

nécessaires au développement de la biomasse. Les inconvénients majeurs de ce procédé sont le remplacement régulier du support de la biomasse (tourbe, pouzzolane,...), et éventuellement l'importance de l'emprise au sol lorsqu'il est utilisé un média organique.

L'oxydation thermique reste onéreuse

Ce procédé peut être thermique ou catalytique. Les performances sont excellentes à condition d'obtenir une combustion complète, ce qui suppose une maîtrise parfaite de la régulation de la température, du temps de séjour, et des turbulences dans l'incinérateur. Il existe plusieurs procédés :

- les incinérateurs à flamme : ils sont efficaces mais coûteux ; ils sont une solution de choix quand les gaz sont très chargés et à haut pouvoir calorifique, ce qui est rarement le cas en épuration des eaux résiduaires ;
- les réacteurs catalytiques : l'oxydation a lieu sans flamme et à basse température, mais ce procédé est soumis à un inconvénient majeur : l'empoisonnement du catalyseur, par des poussières par exemple.

Le plasma froid

Cette technologie très récente dans le traitement des odeurs repose sur la génération d'un plasma composé d'électrons mobiles et de radicaux oxydants ; ces derniers réagissent avec les molécules odorantes contenues dans l'air à traiter. Cette technique permet de traiter tous les types de composés, à l'exception des composés chlorés, sans que ceux-ci ne présentent pour autant un caractère limitatif au procédé. Les rendements annoncés en désodorisation sont de l'ordre de 99%.

CONCLUSION

La désodorisation est un problème de plus en plus pris en compte dans les filières : les stations d'épuration doivent être inodores, ou générer le moins possible d'odeurs, afin de limiter les nuisances. S'il existe aujourd'hui nombre de techniques permettant de répondre de façon très efficace à cette contrainte, chacune a une spécificité qui permet de définir son domaine optimum d'application, comme illustré par le tableau 2 :

PROCEDE DE DESODORISATION	INTERETS	LIMITES
Adsorption sur charbon actif (< 10 000 m ³ .h ⁻¹)	- compacité des équipements - adapté aux faibles débits quelle que soit la charge	- régénération du CAG - faibles débits traités
Lavage chimique (> 10 000 m ³ .h ⁻¹)	- traite de fortes concentrations de polluants - accepte les variations de charge	- utilisation de réactifs chimiques
Biofiltration (pas de limite de débit)	- faible coût de fonctionnement - peu d'équipements - très bons rendements sur composés azotés et soufrés (hors mercaptans)	- ne traite pas l'ammoniac - sensible aux variations de charges et aux arrêts de fonctionnement
Oxydation thermique (pas de limite de débit)	- efficace pour les COV	- consommation énergétique élevée - empoisonnement du catalyseur
Plasma froid (25 000 m ³ /h max. par module)	- installation compacte - insensible aux variations de charge	- ne traite pas les composés chlorés

Tableau 2