

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
PARIS  
—

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 572 660**

②1 N° d'enregistrement national :

**84 17164**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : B 01 D 53/34 // C 02 F 1/78.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 8 novembre 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 19 du 9 mai 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS), établissement public doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière.*  
— FR.

⑦2 Inventeur(s) : Raja Rekik épouse Ben Amar, Abdelmotaieb Ouederni, Jean-Claude Mora, Guy Dartigues et René Bes.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Barre, Gatti et Laforgue.

⑤4 Procédé de destruction de l'ozone contenu dans un fluide.

⑤7 L'invention concerne un procédé de destruction d'ozone destiné à supprimer l'ozone contenu dans un fluide. Elle consiste à décomposer l'ozone en espèces intermédiaires activées (ozone atomique ou moléculaire à divers niveaux d'énergie) par un effet physique de chocs des molécules d'ozone, en amenant le fluide contenant l'ozone à traverser une épaisseur perméable et poreuse d'un matériau solide chimiquement inerte à l'égard de l'ozone, notamment lit de sable siliceux ou membrane microporeuse fluorocarbonée; l'épaisseur de matériau possède une multitude de cheminements de passage du fluide, statistiquement aptes à conditionner l'effet physique de chocs précité; les espèces intermédiaires activées se combinent ensuite spontanément pour fournir de l'oxygène. L'invention peut être appliquée pour supprimer l'ozone d'un gaz résiduel issu d'un traitement chimique à l'ozone, en particulier traitement des eaux potables ou résiduaires en vue de leur dépollution

FR 2 572 660 - A1

D

PROCEDE DE DESTRUCTION DE L'OZONE CONTENU  
DANS UN FLUIDE.

- 5 L'invention concerne un procédé  
de destruction d'ozone destiné à supprimer  
l'ozone contenu dans un fluide. Elle vise en particu-  
lier à assurer la destruction de l'ozone dans les gaz résidu-  
els issus de procédés de traitement chimique utilisant des  
10 gaz ozonés, en vue de ramener le taux d'ozone de ces gaz rési-  
duels au-dessous d'un seuil de sécurité (généralement considéré  
comme de l'ordre de 0,1 p.p.m. en volume dans les ateliers).
- Actuellement les eaux potables  
ou résiduaires sont le plus couramment traitées à l'ozone  
15 pour assurer leur dépollution/<sup>notamment</sup> biologique ; ce traitement s'est  
généralisé en raison de ses avantages par rapport à des trai-  
tements plus anciens au chlore (absence totale de goût de  
l'eau traitée, meilleure efficacité, absence de sous-produits  
toxiques).
- 20 Toutefois, le seuil de sécurité  
pour la teneur en ozone d'une atmosphère est  
essentiel à respecter en raison de nuisances graves possibles  
si ce seuil est dépassé (toxicité pulmonaire, dégradations  
irréversibles des matériels électriques, électroniques, op-  
25 tiques...) ; dans les stations de traitement d'eaux utilisant  
l'ozone, les installations sont appelées à rejeter dans l'at-  
mosphère de l'air additionné de quantités d'ozone variables  
mais très supérieures au seuil limite de sécurité.
- Dans de telles conditions, le  
30 traitement de l'air résiduel rejeté par ces stations est un  
problème essentiel qui a donné lieu à de nombreuses études  
depuis que l'ozone est utilisé dans les traitements d'eaux  
( 70 ans environ). Une analyse des procédés de destruction  
d'ozone existant a été effectuée par l'"Association Interna-  
35 tionale de l'Ozone" qui a consacré un chapitre sur ce problè-  
me dans son "Manuel Pratique : Ozonation des Eaux, Technique  
et Documentation, Paris 1980, p. 165-170 : destruction de  
l'ozone en excès".
- Trois procédés de destruction  
40 effective sont à l'heure actuelle utilisés :

2

- la destruction thermique,  
- la destruction thermique avec  
récupération d'énergie,

5 - la destruction catalytique.

La destruction thermique consiste à chauffer le fluide résiduel à une température de l'ordre de 230° à 240° C ; le taux de destruction à cette température atteint 98 % pour un temps de réaction de l'ordre de 1 à 2  
10 secondes. L'inconvénient grave de ce procédé réside dans sa consommation énergétique très élevée.

Dans le procédé ci-dessus visé, la totalité du volume de fluide résiduel doit être chauffée quel que soit le taux d'ozone à éliminer ; ce procédé a été  
15 amélioré en prévoyant des échangeurs thermiques qui permettent d'économiser jusqu'à 50 % de l'énergie nécessaire à la destruction de l'ozone. Toutefois, ces échangeurs travaillent en atmosphère chaude, humide et ozonée et de graves difficultés pratiques sont rencontrées pour leur fabrication et leur  
20 maintenance en raison du pouvoir corrosif extrêmement puissant de ce type d'atmosphère ; en conséquence, un tel procédé de destruction thermique avec récupération d'énergie n'est envisageable que pour des stations très importantes : des études effectuées en 1980 du point de vue investissement  
25 et rentabilité, montrent que la mise en oeuvre devient intéressante pour les stations produisant au moins 4 kg/heure d'ozone (ce qui correspond à des stations de grandes dimensions).

Compte tenu des défauts des  
30 procédés précédemment évoqués, la destruction catalytique de l'ozone a fait l'objet à ce jour d'études très poussées.

Une première génération de catalyseurs consistait en des catalyseurs non spécifiques de cette réaction, qui présentaient l'inconvénient de  
35 requérir un préchauffage relativement important (80° - 90° C) et d'être désactivés par des composés souvent présents dans les gaz résiduels (oxydes d'azote, chlorures et sulfures).

Vers 1978, une seconde génération de catalyseurs est apparue, limitant les défauts des  
40 précédents (métaux précieux sur support alumine). Ces cata-

lyseurs ont à leur tour fait l'objet de nombreux développements et perfectionnements tendant à en limiter certains défauts propres (sensibilité à l'humidité avec désactivation réversible en présence de composés nitrés ou chlorés, grande sensibilité aux composés soufrés qui constituent des poisons de ces catalyseurs).

Ces études ont donné naissance à une troisième génération de catalyseurs, utilisant également les métaux nobles (Chemical Abstract : Article n° 79711, CA 97 ; WF CARR, JM CHEN : Noble metal catalyst and methods for decomposition of ozone and its stabilization, Engelhard Corp. DE 3149901 24 June 1982, US Appl. 218374 ; Chemical Abstract : Article n° 203802, CA 97, Ozone decomposition catalyst, MATSUSHITA Elec. Ind. Co. Ltd. Japon, JP 82 140650 31 August 1982). L'utilisation de ces catalyseurs améliorés conduit à une consommation énergétique très réduite pendant la réaction catalytique de destruction de l'ozone puisque le préchauffage nécessaire est limité à l'obtention d'une température de l'ordre de 40° C. Toutefois, le coût global du procédé de destruction demeure élevé en raison, d'une part, du coût de la régénération du catalyseur (régénération vers 500° C durant 6 à 7 heures), d'autre part, du prix élevé du matériau de base (métaux précieux).

La présente invention se propose de fournir un nouveau procédé de destruction d'ozone. Elle vise un procédé ayant une mise en oeuvre analogue à celle des procédés catalytiques mais exempt des défauts de ces procédés.

En particulier, un objectif de l'invention est d'effectuer la destruction d'ozone avec des matériaux extrêmement bons marchés.

Un autre objectif est de supprimer totalement la nécessité d'une régénération et, en conséquence, d'écarter les inconvénients afférents (coût, installation de régénération...).

Un autre objectif est de permettre d'opérer à température ambiante.

A cet effet, le procédé conforme à l'invention, visant à détruire l'ozone contenu dans un fluide, consiste à décomposer l'ozone en espèces intermédi-

aires activées, par un effet physique de chocs des molécules d'ozone contre un solide, en amenant ledit fluide contenant l'ozone à traverser une épaisseur perméable et poreuse d'un  
5 matériau solide chimiquement inerte à l'égard de l'ozone, ledit matériau présentant une structure physique telle que ladite épaisseur possède une multitude de cheminements de passage du fluide, statistiquement aptes à conditionner l'effet physique de chocs précité.

10 Le procédé de l'invention peut être mis en oeuvre à température ambiante et les conditions préférentielles définies plus loin supposent que la mise en oeuvre <sup>est</sup> effectuée à cette température ambiante (sans aucun chauffage ou refroidissement). Bien entendu, une élévation de  
15 température est possible et a l'avantage d'accroître le libre parcours moyen des molécules et donc, pour une épaisseur et une structure de matériau données, d'accroître l'effet de chocs. Toutefois, compte tenu des bons résultats obtenus à température ambiante, le procédé sera en pratique mis en oeuvre  
20 à cette température sans que cette condition limite la portée de l'invention.

Ainsi, de façon tout à fait inattendue par rapport à l'état actuel de l'art antérieur, les inventeurs ont mis en évidence qu'il était possible d'utiliser  
25 un effet physique pour obtenir industriellement la destruction de l'ozone, au lieu des effets chimiques, catalytique ou thermique, utilisés précédemment. Le matériau utilisé n'est plus caractérisé par sa nature chimique et n'est plus le siège  
30 d'une réaction chimique qui tend à le désactiver chimiquement comme c'est le cas dans les procédés catalytiques antérieurs ; il est caractérisé au contraire par sa seule structure physique, laquelle est adaptée pour multiplier les chocs efficaces des molécules d'ozone qui traversent le lit. Le processus est purement mécanique : chaque molécule soumise au  
35 mouvement brownien est amenée, au cours de sa traversée, à percuter le matériau et lorsque ce dernier présente une structure physique appropriée, on a pu constater que l'énergie propre d'agitation des molécules était suffisante, même à température ambiante, pour décomposer lesdites molécules en  
40 espèces intermédiaires activées avec un rendement compatible



globale le nombre et la forme des cheminements ; en pratique, le matériau est choisi de façon à présenter une surface volumique supérieure à  $10^3 \text{ m}^2$  par  $\text{m}^3$ . Le respect de cette limite inférieure combiné aux conditions déjà évoquées pour la longueur et la section des cheminements permet d'obtenir un effet de destruction suffisamment efficace pour autoriser un rejet des gaz résiduels quel que soit le taux d'ozone initial de ces gaz.

La vitesse de passage du fluide définie par rapport à la section globale du matériau sera de préférence choisie entre  $10^{-4} \text{ m/s}$  et  $10^{-1} \text{ m/s}$ . Cette plage paraît représenter un bon compromis, autorisant à la fois une faible dépense énergétique pour imposer l'écoulement à travers le matériau et un débit pratique suffisamment élevé pour conduire à des installations de faible volume.

Selon un premier mode de mise en oeuvre, l'on utilise un lit de sable siliceux, de préférence non alluvionnaire de façon à être formé de grains de forme irrégulière (sables naturels non soumis à une action abrasive). Une bonne efficacité de décomposition est obtenue dans ce cas en prévoyant un sable de granulométrie moyenne comprise entre  $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$  et  $10^{-3} \text{ m}$  et un lit d'épaisseur comprise entre  $5 \cdot 10^{-2}$  et  $1 \text{ m}$ , l'épaisseur prévue pour le lit étant, bien entendu, d'autant plus grande que la granulométrie du sable utilisé est élevée.

On conçoit l'intérêt considérable du procédé de l'invention qui permet d'obtenir une décomposition à température ambiante avec un simple lit de sable de caractéristiques judicieusement choisies (sans aucun effet de désactivation chimique). La seule énergie consommée consiste dans l'énergie nécessaire pour faire circuler le fluide et est sans rapport avec celle des procédés antérieurs ; de plus, le coût du matériau est également sans rapport avec celui des matériaux nobles employés dans les procédés catalytiques.

En région isolée, compte tenu des sources d'approvisionnement abondantes et répandues en sable, aucun problème d'approvisionnement ou de renouvellement ne se pose et le procédé de l'invention est compatible

avec de petites installations dépourvues d'environnement technique.

Selon un autre mode de réalisation, l'on utilise une membrane microporeuse en un matériau fluorocarboné ayant la propriété d'être chimiquement inerte à l'égard de l'ozone, en particulier polytétrafluoroéthylène. (PTFE) On obtient une bonne efficacité de décomposition en choisissant une membrane dont le taux de vide est compris entre 50 % et 80 %, dont les pores ont un diamètre compris entre  $10^{-7}$  m et  $5 \cdot 10^{-6}$  m et qui présente une épaisseur comprise entre  $3 \cdot 10^{-4}$  et  $10^{-3}$  m. Bien entendu, il est possible d'utiliser, pour obtenir l'épaisseur appropriée, plusieurs membranes en série, soit accolées, soit écartées et traversées successivement par le fluide.

L'avantage d'une telle membrane malgré son coût supérieur par rapport à celui du sable, réside dans sa faible épaisseur (possible grâce à des dimensions caractéristiques de sections de cheminements beaucoup plus faibles que dans le cas du sable) ; une telle membrane peut être mise en oeuvre dans une installation de moindre poids et de moindre encombrement.

Tout type de membrane perméable et poreuse peut être utilisé : membrane plane, membrane tubulaire, membrane capillaire, fibres creuses, etc...

Il est bien entendu qu'une multitude de matériau peut être utilisée dans le procédé de l'invention, à condition de les présenter sous une forme physique appropriée donnant naissance aux cheminements précités.

Ainsi, on a pu constater qu'une couche de matériau fluorocarboné se présentant à l'état divisé, par exemple copeaux de polytétrafluoroéthylène (déchets d'usinage) convient parfaitement, un tel matériau étant gratuit puisque constitué par des déchets.

Le matériau utilisé est inerte à l'égard de l'ozone afin de ne subir aucune transformation chimique qui obligerait à son renouvellement. Bien entendu, il est possible de combiner un certain effet catalytique avec l'effet physique utilisé par l'invention, en dopant le matériau à l'aide d'au moins un composé de type connu en soi

ayant une activité catalytique à l'égard de la décomposition de l'ozone (métaux nobles). Toutefois, il ne s'agit que d'un dopage permettant d'améliorer le rendement ou de réduire l'épaisseur du lit, et les très faibles proportions du composé de dopage préservent tout son intérêt économique au procédé, en particulier en comparaison aux procédés catalytiques connus.

Le procédé de l'invention peut être appliqué dans tous les cas où une destruction d'ozone doit être assurée ; en particulier, il est parfaitement adapté pour traiter en aval d'une station d'épuration d'eaux à l'ozone, les gaz résiduels rejetés par celle-ci.

Si les gaz résiduels sont trop humides (ce qui est le cas dans l'exemple ci-dessus), on peut réaliser au préalable une dilution avec de l'air ambiant de façon à réduire le taux d'humidité à un taux écartant les risques de condensation dans les cheminements de l'épaisseur de matériau ; cette disposition est intéressante dans le cas d'un lit de sable ; en cas d'utilisation d'une membrane, il est possible de supprimer cette opération préalable (malgré son très faible coût puisque mise en oeuvre à la température ambiante) en choisissant une membrane en un matériau hydrophobe tel que le polytétrafluoroéthylène déjà cité.

Les exemples qui suivent sont des exemples de mise en oeuvre du procédé destinés à illustrer l'invention.

Le fluide à traiter dans tous ces exemples est constitué par de l'oxygène contenant une teneur variable d'ozone, issu d'un réacteur tubulaire à plasma froid de production d'ozone, lequel a permis de simuler un gaz résiduel industriel à forte teneur d'ozone.

#### Exemple 1

Dans cet exemple, la teneur en ozone du gaz à traiter est de 31, 2 mg/l.

Le procédé a été mis en oeuvre avec du sable siliceux non alluvionnaire provenant du gisement de Fontainebleau, disposé dans un cylindre creux de  $3.10^{-2}$  m de diamètre.

Les caractéristiques du lit sont les suivantes :

- diamètre moyen des particules :  $415.10^{-6}$  m,
- 5 - taux de vide : 0,47
- masse volumique :  $2\ 650$  kg/m<sup>3</sup>,
- hauteur du lit : 60 cm.

Le débit du gaz traversant le lit est de  $6,75.10^{-6}$  m<sup>3</sup>/s, soit une vitesse de passage (rapportée à la section globale du lit) de  $0,96.10^{-2}$  m/s. La température de mise en oeuvre est la température ambiante de 18° C.

Le sable sec est disposé en vrac et les cheminements sont constitués par les passages entre 15 grains de forme irrégulière.

La longueur des cheminements est supérieure à la hauteur du lit, c'est-à-dire à 0,6 m. En supposant les grains sphériques, ces cheminements présenteraient des sections de l'ordre de  $22.10^{-5}$  m (diamètre du cercle équivalent) ; en fait, en raison des irrégularités des grains, ces sections sont inférieures.

Le procédé mis en oeuvre en continu fournit un gaz dont la teneur en ozone n'était pas mesurable par la méthode de l'iodométrie : pas de libération d'iodure au bout de 12 heures de barbotage du gaz dans la solution d'iodure de potassium. L'analyse a été effectuée dans les conditions généralement pratiquées : solution  $10^{-3}$  normale de thiosulfate, seuil de mesure choisi égal à 0,5 cm<sup>3</sup> de cette solution.

30 Dans ces conditions, on peut estimer que la teneur en ozone est de l'ordre de 0,1 p.p.m. en volume, ce qui permet de rejeter le gaz résiduel à l'atmosphère (à noter que, pour ces teneurs très faibles, la méthode d'analyse n'est pas d'une bonne fiabilité).

35 On peut ainsi se rendre compte de l'efficacité tout à fait inattendue du procédé de l'invention.

#### Exemple 2

40 Cet exemple a été mis en oeuvre dans les mêmes conditions que le précédent avec une hauteur

de lit égale à 0,3 m.

Le gaz issu du lit de sable entraîne un jaunissement de la solution d'iodure en 30 mn, ce qui correspond à une teneur résiduelle en ozone de 2,8 mg/l. Cette teneur est compatible avec un rejet à l'atmosphère.

Il est à noter que, dans ce cas, 91 % de l'ozone initial ont été détruit.

#### Exemples 3 à 6

Ces exemples sont mis en oeuvre dans les mêmes conditions que précédemment avec des lits de hauteur différente.

	Hauteur de lit	Teneur restante en ozone (en pourcentage de la teneur d'entrée)
15 Exemple 3	0,22 m	18 %
Exemple 4	0,15 m	43 %
Exemple 5	0,07 m	65 %
Exemple 6	0,05 m	74 %

On peut ainsi, dans la pratique, définir la hauteur du lit de sable nécessaire, connaissant la teneur maximale en ozone du gaz à traiter et la teneur résiduelle admissible.

La variation du rapport  $\frac{C_e}{C_s} = \frac{\text{teneur de sortie}}{\text{teneur d'entrée}}$  peut être représentée par une fonction exponentielle de la hauteur du lit dans le cas du sable siliceux et, de façon plus générale, dans le cas de matériau divisé se présentant en grains.

$$\frac{C_e}{C_s} = \exp(-Kh)$$

où K est une constante et h la hauteur du lit.

Les valeurs ci-dessus fournies permettent d'obtenir une estimation de la valeur de constante K ( 6,4 m<sup>-1</sup> ) qui, par extrapolation, confirme pour l'exemple 1 la très faible teneur en ozone.

#### Exemple 7

Cet exemple est relatif au même débit et à la même teneur en ozone que les exemples précédents mais le lit de sable a été remplacé par un lit de copeaux d'usinage de polytétrafluoroéthylène (dimensions moyennes de ces copeaux ; longueur : 0,1 m ; largeur : 5.10<sup>-3</sup> m ; épaisseur : 0,3 mm). Le lit disposé dans un tube de verre a un

diamètre de 0,05 m et une hauteur de 0,75 m, la masse de copeaux de ce lit est de 0,440 kg. Dans ces conditions, la teneur en ozone du gaz de sortie rapportée à la teneur en ozone du gaz d'entrée est de 20 %.

Cette décomposition est remarquable mais moindre que dans le cas d'un lit de sable de même hauteur. La simple observation de la configuration du lit comparée à celle du lit de sable, montre que les cheminements de ce lit de copeaux sont très irréguliers et que certains sont trop grands et se situent hors des limites optimales.

Cet exemple montre cependant qu'un matériau solide sous forme de déchets inertes vis-à-vis de l'ozone, est apte à assurer une décomposition de l'ozone. On a pu constater qualitativement qu'un traitement mécanique des copeaux réduisant la dimension des particules augmente la décomposition.

#### Exemples 8, 9

Ces exemples sont relatifs à la mise en oeuvre d'une membrane de PTFE de caractéristiques suivantes :

- épaisseur  $6.10^{-4}$  m,
- porosité (taux de vide) : 50 %,
- diamètre maximum des cheminements :  $10^{-6}$  m,
- diamètre minimum des cheminements :  $10^{-7}$  m.

Cette membrane se présente sous forme de tubes poreux caractérisés par :

- un diamètre intérieur de  $6.10^{-3}$  m de chaque tube,
- une longueur de 0,45 m,
- un nombre de tubes égal à 5, disposés en parallèles dans une enveloppe cylindrique en verre de 0,5 m de diamètre,
- une surface totale de membrane mise en oeuvre :  $0,042$  m<sup>2</sup>.

Le gaz ozoné est amené à traverser la paroi des tubes poreux. Les deux exemples ont donné les résultats suivants (température 20° C) :

	Débit en m <sup>3</sup> /s	Composition en ozone à l'entrée en mg/l	% d'ozone décomposé
Exemple 8	$11.10^{-6}$	30	33 %
Exemple 9	$15.10^{-6}$	26	40 %

Cet exemple montre que si les cheminements ont de très faibles diamètres équivalents, une épaisseur très réduite de solide est suffisante pour décom-  
5 ser une quantité très appréciable d'ozone.

#### Exemple 10

Comme les exemples 8 et 9, cet exemple est relatif à l'utilisation d'une membrane mais de caractéristiques différentes :

- 10 - épaisseur :  $0,4 \cdot 10^{-3}$  m,  
 - diamètre maximum des cheminements :  $2 \cdot 10^{-6}$  m,  
 - diamètre minimum des cheminements :  $0,2 \cdot 10^{-7}$  m,  
 - porosité (taux de vide) : 0,5.

Cette membrane est utilisée sous forme de tubes :

- 15 - diamètre intérieur :  $10^{-3}$  m,  
 - longueur : 0,7 m,  
 - disposés en parallèles dans une enveloppe cylindrique en verre de  $4 \cdot 10^{-2}$  m,  
 - surface totale de la membrane mise en oeuvre :  $0,070$  m<sup>2</sup>,  
 20 - nombre de tubes : 32.

Pour un débit de gaz ozoné de  $4,25 \cdot 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/s contenant initialement 47,5 mg/l d'ozone, 40 % de l'ozone est décomposé. Cette expérience souligne le fait que pour des teneurs élevées en ozone (supérieures à celle de  
25 l'expérience précédente), une membrane de PTFE extrêmement mince ( $0,4 \cdot 10^{-3}$  m) permet une décomposition importante de l'ozone en un seul passage.

#### Exemple 11

Cet exemple est identique à  
30 l'exemple 10, sauf pour ce qui concerne le débit de gaz ozoné et la teneur du gaz résiduel à traiter. Les valeurs sont respectivement  $15 \cdot 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/s et 25 mg/l (au lieu de  $4,25 \cdot 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/s et 47,5 mg/l). Le taux d'ozone à la sortie est de 17,3 mg/l, soit une décomposition plus faible (32 %) provenant d'une vi-  
35 tesse de passage plus élevée.

#### Exemple 12

Cet exemple est identique à  
l'exemple 11, sauf pour ce qui concerne la composition du gaz à l'entrée 16 mg/l d'ozone (au lieu de 47,5 mg/l). La teneur  
40 du gaz après avoir traversé la membrane est de 8 mg/l, soit

une décomposition de 50 % de l'ozone.

Exemple 13

L'ozone est décomposé sur un lit  
5 de sable identique à celui de l'exemple 1, mais de hauteur  
0,15 m. Le débit est de  $11 \cdot 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/s, la teneur en ozone à l'en-  
trée est de 32 mg/l et la température a été portée à 60° C  
dans cet exemple. La teneur à la sortie est beaucoup plus fai-  
ble que dans l'exemple comparable n° 4 : elle est égale à  
10 0,4 % de la teneur d'entrée, ce qui met en évidence l'influ-  
ence favorable d'un chauffage.

La teneur en ozone dans ce cas  
est alors de 60 p.p.m. en volume dans le gaz de sortie.

Toutefois, en pratique, l'on  
15 préférera choisir une hauteur de lit plus importante afin de  
mettre en oeuvre le procédé à température ambiante pour en ré-  
duire le coût énergétique.

## REVENDEICATIONS

## 1) Procédé de destruction

• d'ozone, destiné à supprimer l'ozone contenu dans un fluide,  
 5 caractérisé en ce qu'il consiste à décomposer l'ozone en es-  
 pèces intermédiaires activées par un effet physique de chocs  
 des molécules d'ozone contre un solide, en amenant ledit flui-  
 de contenant l'ozone à traverser une épaisseur perméable et  
 poreuse d'un matériau solide chimiquement inerte à l'égard de  
 10 l'ozone, ledit matériau présentant une structure physique  
 telle que ladite épaisseur possède une multitude de chemine-  
 ments de passage du fluide, statistiquement aptes à condi-  
 tionner l'effet physique de chocs précité.

## 2) Procédé de destruction

15 d'ozone selon la revendication 1, caractérisé en ce que le  
 fluide est amené à traverser, à température ambiante, un maté-  
 riau dont les cheminements présentent des longueurs moyennes  
 - $l$ - supérieures à environ  $3 \cdot 10^{-4}$  m et, sur ces longueurs, des  
 sections de dimensions caractéristiques - $s$ - comprises entre  
 20  $10^{-7}$  m et  $5 \cdot 10^{-4}$  m, le matériau étant caractérisé par un cou-  
 ple de valeur  $l/s$  tel que le rapport  $\frac{l}{s}$  soit compris entre  
 $10^3$  et  $10^6$ .

## 3) Procédé de destruction

25 d'ozone selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en  
 ce que le fluide est amené à traverser une épaisseur de maté-  
 riau présentant une surface volumique supérieure à  $10^3$  m<sup>2</sup> par  
 m<sup>3</sup>.

## 4) Procédé de destruction d'o-

30 zone selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, dans lequel le  
 fluide est amené à traverser l'épaisseur de matériau chimique-  
 ment inerte avec une vitesse de passage comprise entre  $10^{-4}$   
 et  $10^{-1}$  m/s (rapportée à la section globale dudit matériau).

## 5) Procédé de destruction d'o-

35 zone selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé  
 en ce que le fluide est amené à traverser un lit de sable  
 siliceux.

## 6) Procédé selon la revendica-

40 tion 5, caractérisé en ce que l'on utilise un lit de sable  
 siliceux de granulométrie moyenne comprise entre  $5 \cdot 10^{-5}$  m et  
 $10^{-3}$  m <sup>et</sup> d'épaisseur comprise entre  $5 \cdot 10^{-2}$  m et 1 m.

7) Procédé selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que l'on utilise du sable non alluvionnaire ayant des grains de forme irrégulière.

5 8) Procédé de destruction d'ozone selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que le fluide est amené à traverser une membrane microporeuse en un matériau fluorocarboné, en particulier polytétrafluoroéthylène.

10 9) Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'on utilise une membrane ayant un taux de vide compris entre 50 % et 80 %, des pores de diamètre compris entre  $10^{-7}$  m et  $5.10^{-6}$  m, et une épaisseur comprise entre  $3.10^{-4}$  et  $10^{-3}$  m.

15 10) Procédé de destruction d'ozone selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que le fluide est amené à traverser une couche de matériau fluorocarboné à l'état divisé, en particulier copeaux de polytétrafluoroéthylène.

20 11) Procédé de destruction d'ozone selon l'une des revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10 caractérisé en ce que l'épaisseur de matériau chimiquement inerte est dopée à l'aide d'au moins un composé à activité catalytique à l'égard de la décomposition de l'ozone, choisi  
25 en particulier parmi les métaux nobles.

12) Procédé selon l'une des revendications précédentes, appliqué en aval d'un traitement chimique utilisant un gaz ozoné, en vue de supprimer l'ozone du gaz résiduel issu dudit traitement.