



(11) Numéro du brevet d'invention : **88751**

(12) **BREVET D'INVENTION**

(45) Date de délivrance du brevet d'invention : 24.10.1997

(51) Int. Cl.: **B01D49/00**
 B01D51/08
 B01J19/10

(22) Date de dépôt : **29.04.1996**

(54) **Procédé et dispositif d'agglomération de particules dans un écoulement gazeux.**

(30) Priorité :

(73) Titulaire : **COMMUNAUTE EUROPEENNE DE L'ENERGIE**
 ATOMIQUE,(EURATOM)
 BATIMENT EUROFORUM
 RUE ALCIDE DE GASPERI
 2920 LUXEMBOURG (LU)

(72) Inventeur : **CAPERAN, PHILIPPE**
 LE RIF
 38420 ST. JEAN LE VIEUX (FR)

RICHTER, KARL
14, LUDWIG MARUMSTR.
76185 KARLSRUHE (DE)

SOMERS, JOSEPH
32, WIELANDTSTR.
76137 KARLSRUHE (DE)

(74) Mandataire :

Brevet N° **88751**
 du **29 AVR. 1996**
 Titre délivré

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre
 de l'Économie et des Classes Moyennes
 Service de la Propriété Intellectuelle
 LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

COMMUNAUTE EUROPEENNE DE L'ENERGIE ATOMIQUE (EURATOM) (1)

Bâtiment EUROFORUM (2)

Rue Alcide de Gasperi

L-2920 LUXEMBOURG (3)

dépose(nt) ce **29 AVR. 1996** (4)

à **10.30** heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg;

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant:

Procédé et dispositif d'agglomération de particules dans un écoulement gazeux (5)

2. la description en langue **française** de l'invention en trois exemplaires;

3. **une** planches de dessin, en trois exemplaires;

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le **29 AVR. 1996**;

5. la délégation de pouvoir, datée de _____ le _____;

6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont): (6)

Philippe CAPERAN, Le Rif, F-38420 St. Jean Le Vieux

Joseph SOMERS, Wielandtstr. 32, D-76137 Karlsruhe

Karl RICHTER, Ludwig Marumstr. 14, D-76185 Karlsruhe

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de (7)

déposée(s) en (8)

le (9)

sous le N° (10)

au nom de (11)

élit(élistent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg la **Commission**

Européenne, DG XIII/D/1, L-2920 LUXEMBOURG (12)

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées,

avec ajournement de cette délivrance à **dix-huit** mois. (13)

Le déposant / mandataire: (14)

G.C. GRATA, Fondé de pouvoir **II. Procès-verbal de Dépôt**

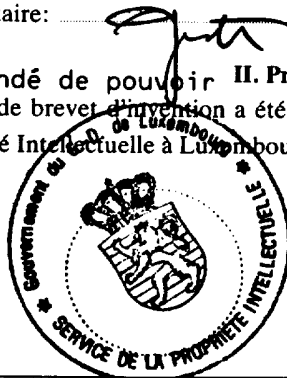
La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du: **29 AVR. 1996**

à **10.30** heures

Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,

p. d.

Le chef du service de la propriété intellectuelle,



A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT.

(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No ... du ...". - (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu: "représenté par ... agissant en qualité de mandataire". - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)", lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complété, le cas échéant, par l'indication de l'office récepteur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) 2, 6, 12 ou 18 mois - (14) signature du demandeur ou du mandataire agréé.

BOLD 51/08
 BOLD 49/00
 BOLD 19/10

P2497

PROCEDE ET DISPOSITIF D'AGGLOMERATION DE
PARTICULES DANS UN ECOULEMENT GAZEUX

5

L'invention se réfère à un procédé et à un dispositif d'agglomération de particules dans un écoulement gazeux traversant une chambre acoustique d'agglomération.

10 Les particules solides ou liquides produites au cours de divers procédés industriels et emmenées vers l'extérieur par un écoulement gazeux sont une source de pollution pour la nature et peuvent être un facteur de risque pour l'homme. En particulier, l'augmentation de la concentration de particules submicroniques dans l'atmosphère semble la cause d'une
15 augmentation de morbidité humaine. L'invention a donc pour but de concevoir un procédé et un dispositif pour réduire notamment le taux de particules submicroniques dans un écoulement gazeux avant que celui-ci ne soit rejeté dans l'atmosphère.

20

On connaît des filtres d'affluents gazeux qui mettent en oeuvre soit des champs électrostatiques, soit des procédés mécaniques (séparateur du type cyclone ou venturi) qui sont très complexes et n'assurent qu'une efficacité limitée de purification, notamment en ce qui concerne les particules
25 submicroniques. Le document WO 92/09 354 décrit une chambre acoustique qui assure une agglomération de particules fines de sorte que les particules agglomérées puissent ensuite être captées par des dispositifs classiques conçus pour des particules plus grosses. Pour être efficace, le temps de
30 transfert des particules à travers cette chambre acoustique doit être relativement long, ce qui impose un dimensionnement important de cette chambre et en conséquence une énergie acoustique très élevée.

35

L'invention a pour but d'améliorer une telle chambre en permettant de réduire sa taille tout en améliorant le



taux d'agglomération de particules submicroniques.

Ce but est atteint par le procédé tel que défini dans la revendication 1 ainsi que par le dispositif selon la revendication 5.

5 En ce qui concerne les réalisations préférées de ce procédé ou de ce dispositif, référence est faite aux revendications secondaires.

L'invention sera décrite ci-après plus en détail à l'aide d'un exemple de réalisation et des dessins annexés.

10 La figure 1 représente le schéma de principe du dispositif.

Les figures 2 et 3 montrent deux réalisations possibles d'un organe de prélèvement dans le dispositif selon la figure 1.

15 Dans tout problème de séparation de particules, il s'agit de vaincre les forces visqueuses qui font que les particules, lorsqu'elles sont suffisamment petites, suivent quasiment les mouvements du gaz qui les entoure. Différentes forces, soit mécaniques, soit électriques, soit magnétiques
20 etc., peuvent être utilisées pour vaincre ces forces visqueuses et séparer les particules du gaz.

Dans l'agglomération acoustique d'un aérosol, ce sont des effets inertiels qui sont utilisés, les particules étant
25 différemment entraînées dans le mouvement oscillatoire du gaz. Cela favorise des collisions entre elles par effet inertiels.

Dans ce qui suit, on raisonnera en terme de diamètre aérodynamique, ce qui correspond pour une particule quelconque (flocon de suie, agrégat ouvert de particule, grain de
30 sable, gouttelettes, etc...) au diamètre qu'aurait une gouttelette d'eau sédimentant à la même vitesse que la particule considérée. Ce diamètre est bien souvent différent des tailles géométriques des particules considérées, mais il permet de comparer les propriétés inertielles de particules de nature
35 différente.



Le diamètre d_f auquel une onde acoustique aura le plus d'effet sur un aérosol composé de particules de diamètres aérodynamiques différents est donné par $d_f = \sqrt{9\mu/\rho\pi f}$ (où μ est la viscosité dynamique du gaz, ρ la densité de l'eau et f la fréquence acoustique en unités du système international). Grâce à des essais expérimentaux, il a été trouvé que les particules ayant un diamètre aérodynamique inférieur à $1,5 d_f$ (ci-après appelées "petites" particules) s'agglomèrent entre elles. En outre, l'agglomération des petites particules est accélérée par la présence dans l'aérosol traité de particules de diamètre aérodynamique supérieur à $1,5 d_f$ (ci-après appelées "grosses" particules) sur lesquelles les petites particules s'aggrègent.

En se référant à la figure 1, qui représente schématiquement le dispositif selon l'invention, on voit une entrée 1, par laquelle arrive l'écoulement gazeux contenant les particules, et une sortie 2, par laquelle l'écoulement quitte le dispositif après avoir été traité. L'élément essentiel en vue de l'agglomération est la chambre 3, qui peut être analogue à celle du document cité WO 92/09 354. A cette chambre, on associe selon l'invention une boucle de retour 10, qui relie la sortie 2 à l'entrée 1 et qui contient un ventilateur 4 permettant d'extraire une partie de l'écoulement principal à la sortie 2 et de la réinjecter en amont de la chambre 3 dans l'écoulement principal. Une telle réinjection facilite le démarrage de l'agglomération par une augmentation du nombre initial de grosses particules, selon l'effet décrit plus haut. Ce bouclage assure donc un effet similaire à une chambre d'agglomération notablement plus longue, c'est-à-dire à temps de transfert élevé, ou une injection de particules de démarrage (seed particles) d'une nature différente.

La boucle de retour 10 est couplée à la sortie 2 en aval de la chambre d'agglomération à travers un organe de prélèvement qui, de préférence, agit comme un séparateur

favorisant l'extraction de grosses particules. Cela peut être atteint soit par un cyclone classique, soit par un impacteur virtuel tel qu'il est représenté sur la figure 2 ou la figure 3.

5 Selon la figure 2, la bouche de collecte 5 menant vers le ventilateur 4 est située au centre de la conduite principale menant à la sortie 2. Le ventilateur 4 assure une vitesse de fluide dans la boucle de retour qui, au niveau de la bouche 5, est inférieure à celle de la conduite principale. Par conséquent, les lignes de courant de gaz (courbe en traits pleins) s'incurvent à l'approche de la bouche 5. Les plus grosses particules, par contre, tendent à poursuivre leur droit chemin du fait de leur inertie (courbe en lignes interrompues), ce qui donne une certaine prépondérance de
10 grosses particules dans la bouche de collecte 5 par rapport au flux gazeux continuant vers la sortie.

 Une autre possibilité de réalisation du séparateur 6 de la figure 1 est représentée sur la figure 3. Cet impacteur virtuel se distingue du précédent par le fait que l'écoulement principal entre la chambre d'agglomération 3 et la sortie 2 change de direction, les lignes de courant ayant une forme de U.
20

 Selon une première réalisation de l'invention, la boucle de retour sert simplement à réinjecter à l'entrée de la chambre d'agglomération des grosses particules déjà formées, car l'effet d'agglomération est plus important entre des particules de diamètres aérodynamiques différents qu'entre des particules mono-dimensionnelles.
25

 On peut profiter de la boucle de retour pour une agglomération supplémentaire de particules, par exemple dans une chambre acoustique supplémentaire 7 en aval du ventilateur 4. Cette chambre peut être munie de ses propres sources acoustiques ou bien être couplée acoustiquement à la chambre d'agglomération en choisissant convenablement l'impédance
30 acoustique de la boucle de retour.
35

Selon encore une autre réalisation de l'invention, on prévoit un chargeur électrique 8 d'une polarité donnée à la sortie de la boucle de retour, et un chargeur 9 de polarité opposée à l'entrée 1 de l'écoulement principal. Ces chargeurs peuvent par exemple être des électrodes portées à un potentiel positif ou négatif très élevé par rapport aux parois de la conduite (mise à la terre) qui créent un effet corona. Les particules ainsi chargées positivement ou négativement ont tendance à se rapprocher après l'injection de l'écoulement provenant de la boucle de retour dans l'écoulement principal. Eventuellement, un seul chargeur suffit dans la boucle de retour, si l'écoulement principal amène les particules déjà chargées vers la chambre d'agglomération.

Des essais ont montrés que le taux d'agglomération de petites particules de TiO_2 , est doublé (de 0,01 à 0,02 s^{-1}) lorsque la densité de grosses particules passe de 1000 à 5000 cm^{-3} , ce qui montre que sans la boucle de retour selon l'invention, l'agglomération recherchée pour un écoulement n'ayant que de petites particules reste insuffisante ou bien exige un temps de transfert dans la chambre d'agglomération qui est prohibitif en ce qui concerne la taille de cette chambre.

L'invention peut être réalisée en amont d'un filtre classique captant notamment de grosses particules.

P2497

REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé d'agglomération de particules dans un écoulement gazeux traversant une chambre acoustique d'agglomération (3), caractérisé en ce qu'on prélève une partie de l'écoulement à la sortie de ladite chambre et on la réinjecte à l'entrée de la chambre.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le prélèvement se fait de façon sélective en préférant des particules plus grosses.
- 15 3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la partie de l'écoulement prélevée subit un traitement acoustique supplémentaire d'agglomération avant d'être réinjectée à l'entrée de la chambre.
- 20 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on charge électriquement selon une polarité les particules dans l'écoulement gazeux à traiter et qu'on charge électriquement selon la polarité opposée les particules contenues dans la partie prélevée de l'écoulement
- 25 avant sa réinjection dans la chambre.
5. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé d'agglomération de particules dans un écoulement gazeux traversant une chambre acoustique d'agglomération selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on prévoit une
- 30 boucle de retour (10) qui relie la sortie de la chambre (3) à son entrée et qui contient un ventilateur (4) permettant la réinjection de l'écoulement prélevé dans la chambre (3).
- 35 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce



que la boucle de retour contient en outre des moyens (7) de traitement acoustique en vue d'une agglomération de particules traversant la boucle.

5 7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la boucle de retour est accouplée acoustiquement à la chambre acoustique.

10 8. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que des chargeurs électriques (8, 9) sont prévus à la sortie de la boucle de retour et/ou à l'entrée (1) du dispositif en vue d'une charge des particules à des polarités différentes.

15 9. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que l'organe de prélèvement alimentant la boucle de retour est conçu comme un séparateur (6) qui laisse passer en prépondérance des particules grosses.

G.C. GRATA



Luxembourg, le 24.4.96

L'invention se réfère à un procédé et un dispositif d'agglomération de particules dans un écoulement gazeux traversant une chambre acoustique d'agglomération (3). Selon l'invention, on prélève une partie de l'écoulement à la sortie de ladite chambre et on la réinjecte à l'entrée de la chambre.

Figure 1



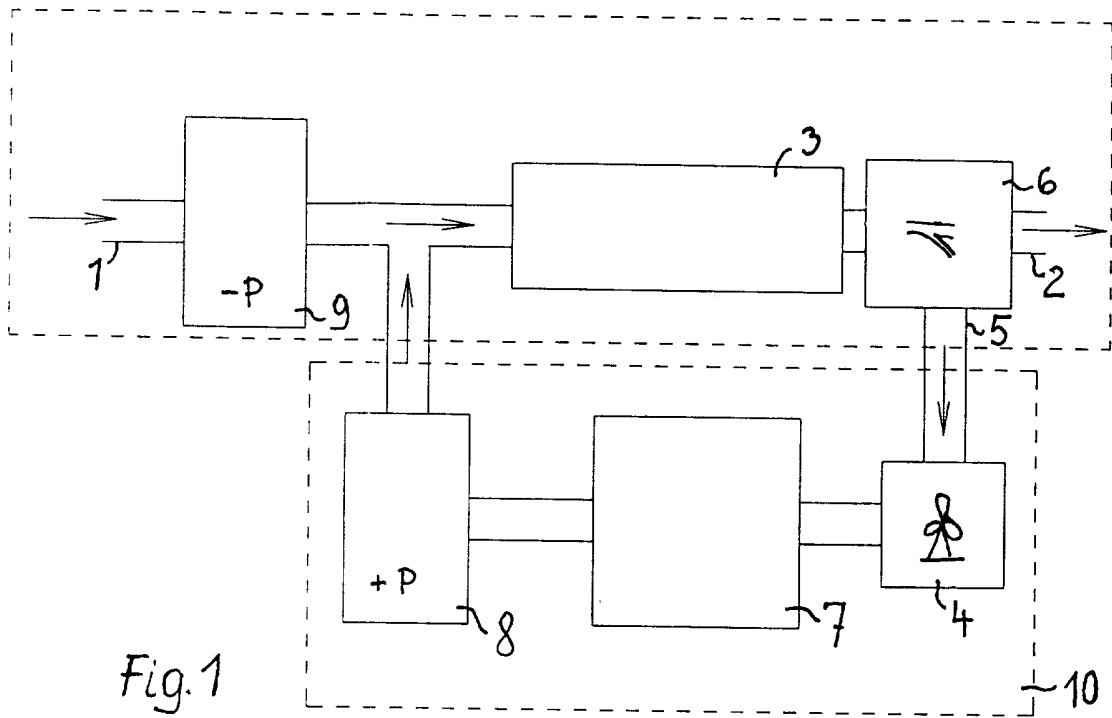


Fig. 1

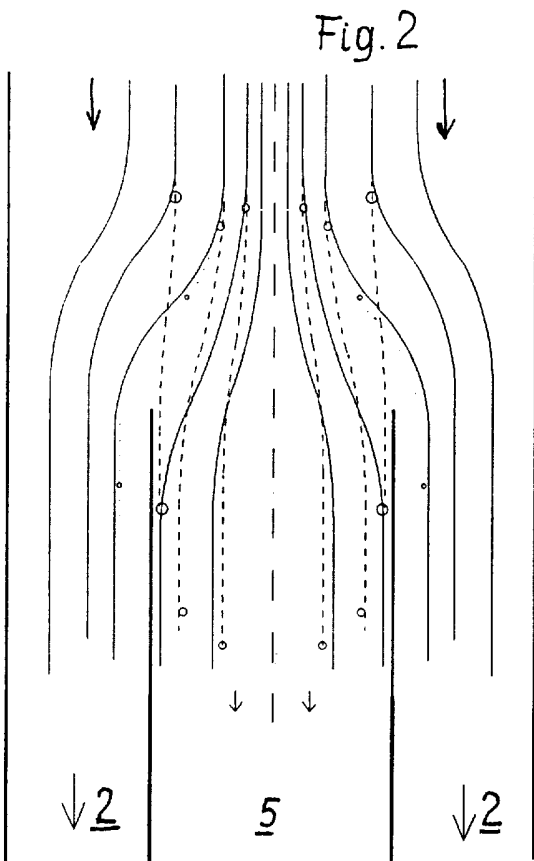


Fig. 2

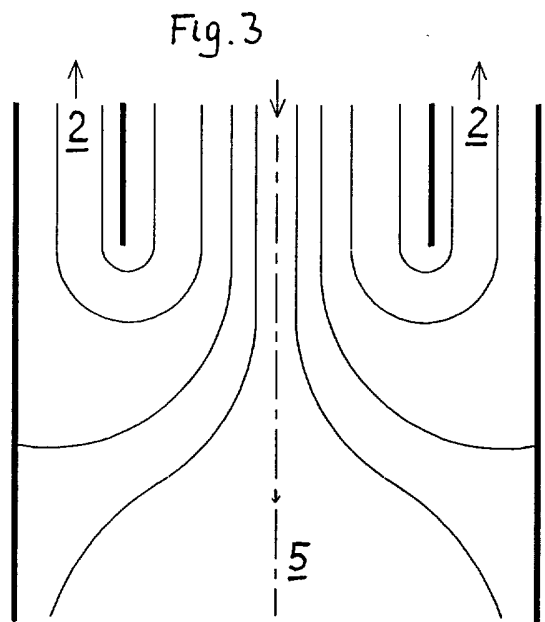
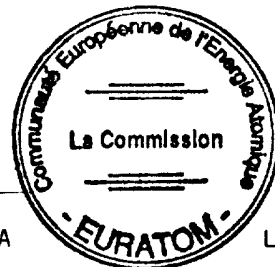


Fig. 3

G.C. GRATA



Luxembourg, le 24/09/66