



(21) (A1) **2,214,960**
(86) 1997/01/28
(87) 1997/08/07

(72) DULLIEN, Francis A.L., CA

(71) INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE, FR

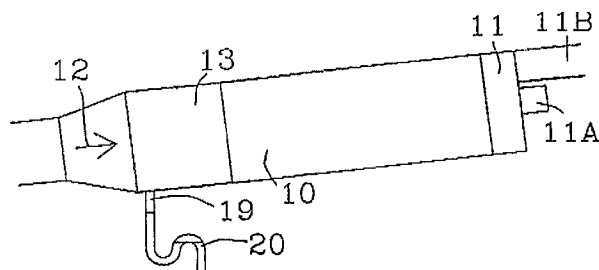
(71) DULLIEN, Francis A.L., CA

(51) Int.Cl.⁶ B01D 45/08, B01D 50/00, B01D 51/02

(30) 1996/01/31 (2,168,486) CA

(54) **DEVICE AND METHOD FOR AGGLOMERATING AND
PRECIPITATING PARTICLES IN A GAS STREAM**

(54) **DISPOSITIF ET PROCÉDE POUR AGGLOMERER ET
PRECIPITER DES PARTICULES CONTENUES DANS UN
COURANT DE GAZ**



(57) La présente invention concerne l'agglomération et la précipitation de particules contenues dans un courant de gaz turbulent. Plus précisément, la présente invention protège une méthode d'agglomération (13), un dispositif de précipitation (10), un ensemble d'agglomération et de précipitation combinés ainsi que la méthode de séparation associée.

(57) The agglomeration and precipitation of particles contained in a turbulent gas stream are disclosed. Specifically, an agglomeration method (13), a precipitation device (10), a combined agglomeration and precipitation assembly, as well as a related separation method, are disclosed.



PCT

ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : B01D 45/08, 51/02, 50/00	A2	(11) Numéro de publication internationale: WO 97/27928 (43) Date de publication internationale: 7 août 1997 (07.08.97)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/00164 (22) Date de dépôt international: 28 janvier 1997 (28.01.97) (30) Données relatives à la priorité: 2,168,486 31 janvier 1996 (31.01.96) CA (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE [FR/FR]; Dépt. Brevets, 1 & 4, avenue de Bois-Préau, F-92852 Rueil-Malmaison Cédex (FR). (71)(72) Déposant et inventeur: DULLIEN, Francis, A., L. [US/CA]; R.R. #1, Drumbo, Ontario N0J 1G0 (CA). (74) Représentant commun: INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE; Dépt. Brevets, 1 & 4, avenue de Bois-Préau, F-92852 Rueil-Malmaison Cédex (FR).	(81) Etats désignés: CA, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport.</i>	

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR AGGLOMERATING AND PRECIPITATING PARTICLES IN A GAS STREAM

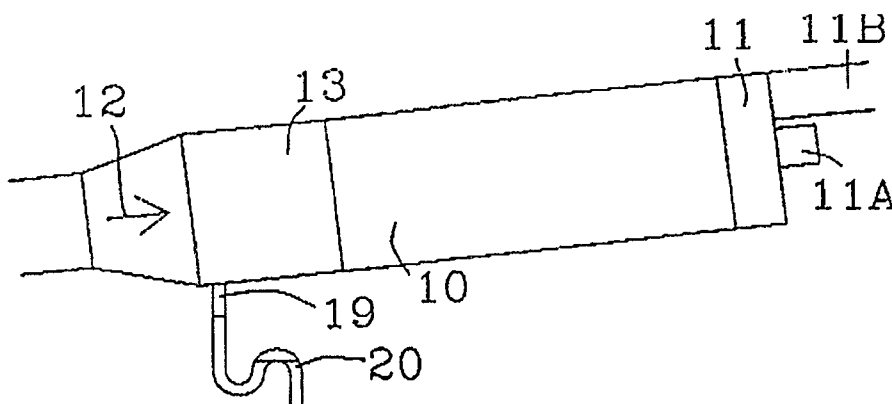
(54) Titre: DISPOSITIF ET PROCÉDE POUR AGGLOMERER ET PRECIPITER DES PARTICULES CONTENUES DANS UN COURANT DE GAZ

(57) Abstract

The agglomeration and precipitation of particles contained in a turbulent gas stream are disclosed. Specifically, an agglomeration method (13), a precipitation device (10), a combined agglomeration and precipitation assembly, as well as a related separation method, are disclosed.

(57) Abrégé

La présente invention concerne l'agglomération et la précipitation de particules contenues dans un courant de gaz turbulent. Plus précisément, la présente invention protège une méthode d'agglomération (13), un dispositif de précipitation (10), un ensemble d'agglomération et de précipitation combinés ainsi que la méthode de séparation associée.



**DISPOSITIF ET PROCEDE POUR AGGLOMERER ET PRECIPITER DES PARTICULES
CONTENUES DANS UN COURANT DE GAZ**

La présente invention concerne des améliorations apportées à des dispositifs de précipitation de particules et à des dispositifs d'agglomération de particules destinés à être utilisés avec des dispositifs de précipitation de particules, ainsi que la combinaison d'un dispositif d'agglomération de particules et d'un dispositif de précipitation de particules. L'invention concerne à la fois le dispositif et la méthode mise en oeuvre.

Les demandes de brevet américaines n° 08/290.883 et 08/406.393, la seconde constituant en partie la suite de la première, déposées le 18 août 1994 et le 20 mars 1995 (cf. également le brevet britannique n° 2.264.655 B publié le 24 mai 1995, la demande de brevet britannique n° 94/07.441.6 déposée le 14 avril 1994, la demande de brevet international publiée WO 93/15.822 et la demande de brevet international WO 95/00.489) divulguent respectivement un certain nombre de formes de dispositifs de précipitation de particules destinés à séparer les particules entraînées dans un courant de gaz turbulent (généralement, mais pas nécessairement, de l'air). Il est fait référence à ces documents dans la description ci-dessous. Les particules peuvent être solides ou liquides.

Dans la description spécifique ci-après, l'un des aspects de la présente invention sera expliqué notamment pour la séparation d'un brouillard d'huile contenu dans un courant d'air turbulent, c'est-à-dire des particules d'huile ultra-fines en suspension, typiquement des gouttelettes d'une taille inférieure à 0,5

microns. On rencontre de tels courants d'air chargés de brouillard sous la forme d'émissions de machines industrielles fonctionnant à vitesse élevée.

Il faut toutefois noter que cet exemple de la présente invention relatif à la séparation de gouttelettes d'huile contenues dans un courant d'air n'est pas limitatif dans le cadre de la présente invention puisque l'invention s'applique également à la séparation (précipitation) d'autres particules liquides ou solides en suspension, par exemple des poussières, de la vapeur ou de la fumée. Une telle séparation peut être effectuée par l'un des dispositifs de précipitation divulgués dans les demandes et dans le brevet mentionnés ci-dessus, par la variante des dispositifs de précipitation précédemment divulgués, décrite dans le présent document, ou par toute autre forme de dispositif de précipitation tel qu'un dispositif de précipitation électrostatique capable d'effectuer la séparation souhaitée des particules contenues dans un courant de gaz.

On a découvert que le rendement d'un dispositif de précipitation de particules est sensiblement supérieur si les particules présentent une certaine taille minimale. La séparation de particules d'une taille inférieure au micron à l'aide d'un dispositif de précipitation est moins efficace ou peut nécessiter un équipement plus coûteux. Par exemple, une séparation adéquate de particules d'une taille inférieure au micron peut nécessiter un dispositif de précipitation multi-étagé ou d'une longueur démesurée, ce qui entraînera un résultat insatisfaisant ou la nécessité de la mise en place d'un équipement excessivement coûteux.

L'un des objets de la présente invention est d'éviter ces difficultés en proposant une méthode et un appareil destinés à augmenter la taille des particules contenues dans le courant gazeux avant qu'elles n'entrent dans le dispositif de précipitation.

5 Cet objectif est atteint par l'agglomération des particules préalablement à leur entrée dans le dispositif de précipitation. Bien que la technique d'agglomération décrite ici soit particulièrement efficace lorsque les particules se présentent initialement sous la forme d'un brouillard, elle est également applicable à des particules présentant la forme de poussières, de vapeur ou de
10 fumée. De plus, cette technique ne se limite pas aux particules présentant une taille initiale inférieure au micron. Quasiment toute augmentation de la taille des particules entrant dans le dispositif de précipitation est avantageuse. Aussi, lorsqu'il est dit ici que cette technique vise à l'agglomération de "fines" particules, il faut y inclure également toutes les particules qui sont trop petites
15 pour subir une séparation rapide et efficace au sein d'un dispositif de précipitation, y compris les particules ultra-fines présentes dans un brouillard.

La présente invention peut ainsi, pour une part, être définie comme une méthode de séparation de fines particules d'un courant de gaz turbulent au cours de laquelle lesdites fines particules sont d'abord agglomérées sous forme
20 de particules plus grandes, puis lesdites particules plus grandes sont séparées du courant gazeux par précipitation.

L'étape d'agglomération peut consister en une méthode d'agglomération de fines particules en suspension dans un courant de gaz turbulent dans

laquelle on fait passer le courant de gaz successivement à travers une série de filtres en vue d'amener certaines desdites particules à heurter les parties solides de chacun des filtres afin qu'elles s'agglomèrent sous forme de particules plus grandes. Une grande partie de ces particules de plus grande taille est ré-
5 entraînée dans le courant gazeux tandis qu'une partie d'entre elles tombe des filtres avant d'être recueillie.

Préférentiellement, l'on fait passer le courant successivement à travers au moins dix filtres ou bien à travers au moins 30 filtres.

Avantageusement l'on fait passer le courant avec les particules plus
10 grandes ré-entraînées dans un dispositif de précipitation de particules.

Selon l'un de ses aspects, l'invention peut être définie comme la combinaison (a) d'un dispositif d'agglomération destiné à recevoir un courant de gaz turbulent contenant de fines particules en suspension et à évacuer le courant dans lequel la majeure partie desdites fines particules se sont
15 agglomérées sous la forme de particules plus grandes et (b) d'un dispositif de précipitation destiné à recevoir le courant de gaz sortant du dispositif d'agglomération et à séparer les particules de plus grande taille du courant gazeux.

Le dispositif d'agglomération utilisé dans cette combinaison peut
20 comporter un conduit muni d'une ouverture d'entrée destinée à recevoir le courant gazeux et d'une sortie destinée à l'évacuation du courant, ainsi qu'une série de filtres disposés sensiblement en parallèle dans le conduit et espacés le

long du conduit entre l'entrée et la sortie, chaque filtre s'étendant au travers du conduit généralement de manière transversale par rapport au courant gazeux, de telle manière que la totalité du courant traverse sensiblement tous les filtres successivement, chaque filtre comportant des parties solides réparties au travers du conduit et destinées à être heurtées par un certain nombre desdites
5 particules, ainsi que des trous répartis au travers du conduit afin de permettre le passage du courant.

Le dispositif d'agglomération pourra en outre comporter des moyens d'évacuation des particules agglomérées qui ne sont pas ré-entraînées dans le
10 courant de gaz et tombent au fond de l'installation.

Conformément à l'invention, les parties solides de chaque filtre occupent une surface inférieure à la majeure partie de la section du conduit.

Selon un mode de réalisation de l'invention, chaque filtre comporte des ensembles de fils parallèles séparés entre eux et s'étendant transversalement les
15 uns par rapport aux autres pour former une structure maillée, ces fils formant lesdites parties solides, et des espaces entre les fils formant lesdits trous ; le rapport de la distance entre les fils sur l'épaisseur des fils est approximativement compris entre dix et cinq.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention chaque filtre comporte
20 une plaque munie de trous.

En outre l'espacement des filtres les uns par rapport aux autres dans le sens de l'écoulement du courant ne doit pas être inférieur à environ cinq millimètres.

Conformément à un autre mode de réalisation de l'invention, les filtres
5 sont constitués d'un matériau continu maillé s'étendant successivement sur des tiges transversales situées dans la partie supérieure et dans la partie inférieure du conduit.

Le dispositif de précipitation selon l'invention peut présenter la forme de l'un quelconque des dispositifs décrits dans les demandes et dans le brevet
10 mentionnés ci-avant ; il peut également s'agir d'un autre dispositif de précipitation capable de séparer des particules d'un courant gazeux.

Ainsi le dispositif de précipitation peut comporter au moins un canal non-obstrué destiné à véhiculer le courant à écoulement turbulent, ainsi qu'une série d'objets s'étendant le long d'au moins un côté de chaque canal, lesdits
15 objets étant disposés à intervalles rapprochés dans le sens de l'écoulement afin de définir entre eux des espaces dans lesquels des tourbillons en provenance de chaque canal pénètrent, ce qui provoque l'accumulation des particules à la surface desdits objets après le déclin des tourbillons. Selon un aspect de la présente invention, les objets à la surface desquels s'accumulent les particules
20 sont constitués d'au moins une plaque ondulée.

Les plis de chacune desdites plaques ondulées présentent une profondeur supérieure au pas entre les plis.

Ainsi, ladite profondeur est approximativement quatre fois supérieure audit pas.

Préférentiellement, chacune desdites plaques ondulées est orientée de manière sensiblement verticale pour permettre aux particules accumulées à leur surface de tomber dans le fond d'une enveloppe contenant ladite ou lesdites plaque(s) et définissant ainsi ledit canal ou lesdits canaux.

Ainsi, le fond de l'enveloppe est incliné par rapport à l'horizontale afin de favoriser l'écoulement des particules tombées des surfaces de la plaque ou des plaques ondulée(s) vers une extrémité dudit fond, puis dans un collecteur extérieur.

Les particules peuvent être liquides et le collecteur extérieur comporte alors un piège à liquide.

Les particules peuvent être solides et le collecteur extérieur comporte alors une trémie.

Le dispositif de précipitation peut en outre comporter une cuvette qui s'étend le long du fond de l'enveloppe et qui renferme les parties inférieures desdites plaques ondulées, caractérisé en ce qu'un petit espace libre est aménagé entre les extrémités inférieures desdites plaques ondulées et le fond de l'enveloppe en vue de recueillir les particules solides tombées de la surface des plaques et de les guider en-dessous desdites plaques ondulées à travers une

ouverture aménagée dans la cuvette pour les amener vers une fente d'évacuation de particules située à l'extrémité du fond de l'enveloppe.

Un vibreur destiné à favoriser le transfert des particules solides vers le collecteur extérieur peut être prévu.

- 5 — La figure 1 est une vue d'ensemble de la disposition d'un dispositif d'agglomération et d'un dispositif de précipitation selon l'invention,
- la figure 2 est une vue latérale écorchée fragmentaire d'un dispositif d'agglomération selon un mode de réalisation de la présente invention,
- la figure 3 est une vue plane écorchée fragmentaire d'une partie du dispositif
- 10 d'agglomération de la figure 2,
- la figure 4 est une vue selon la ligne 4-4 de la figure 2,
- la figure 4A est une vue fragmentaire d'une variante de la figure 4,
- la figure 5 est une vue en perspective écorchée fragmentaire d'un dispositif de précipitation selon un autre mode de réalisation de l'invention,
- 15 — la figure 6 est une élévation latérale écorchée du dispositif de précipitation de la figure 5,
- la figure 7 est une vue de dessous écorchée du dispositif de précipitation des figures 5 et 6, et
- la figure 8 est un fragment agrandi d'un élément collecteur dans le dispositif
- 20 de précipitation selon les figures 5, 6 ou 7.

Le dispositif de précipitation de particules 10 présenté sur les figures 1 et 2 peut être l'un quelconque des dispositifs de précipitation décrits dans le brevet ou dans les demandes antérieures cités plus haut, et il peut s'agir plus particulièrement de l'un de ceux présentés dans la demande de brevet
5 américaine n° 08/406.393 ou sa variante décrite ci-dessous en relation avec les figures 5 à 8. Il peut encore s'agir d'un dispositif de précipitation quelconque capable de séparer des particules solides ou liquides d'un courant d'air turbulent 12 aspiré dans le système par un ventilateur 11 ou par tout autre moyen. Le ventilateur comporte un moteur 11A et une sortie 11B.

10 Conformément à l'invention un dispositif d'agglomération 13 est disposé en amont du dispositif de précipitation 10 relativement au sens de l'écoulement gazeux. Le dispositif 13 a pour fonction d'augmenter la taille des particules entraînées ou en suspension dans le courant d'air 12 afin que les surfaces collectrices du dispositif de précipitation 10 puissent les séparer du courant de
15 manière plus efficace.

Le système présenté sur la figure 1 a été conçu pour séparer des particules liquides d'un courant de gaz, par exemple un brouillard; c'est la raison pour laquelle il est incliné par rapport à l'horizontale et muni d'un piège à liquide 20. Le liquide accumulé dans le système (essentiellement, mais non
20 exclusivement, au fond du dispositif de précipitation 10) s'écoule dans le fond du dispositif de précipitation 10 et du dispositif d'agglomération 13, pénètre dans un drain 19 et enfin dans un piège 20 servant de collecteur externe de liquide tout en empêchant l'air d'être aspiré dans le système à cet endroit. Des

niveaux de liquide typiques dans le drain 19 et dans le piège 20 sont présentés sur la figure 1.

Lorsque le système est conçu pour séparer des particules solides, par exemple des poussières, ces dernières caractéristiques sont modifiées, comme
5 il est décrit ci-dessous en relation avec les figures 6 et 7.

Comme on peut le voir sur les figures 2 et 3, le dispositif d'agglomération 13 peut consister en un conduit tubulaire 14 de section rectangulaire (dans un exemple spécifique, de 34 cm de long, 46 cm de large et 30 cm de haut) formant un tunnel entre une ouverture reliée à l'entrée du
10 courant de gaz et une sortie reliée au dispositif de précipitation 10. Une série de filtres 15 espacés les uns des autres est disposée dans ce conduit 14, chacun de ces filtres s'étendant pleinement au travers du conduit dans les deux directions perpendiculaires au courant d'air 12 si bien que, théoriquement, la totalité du courant d'air doit traverser successivement tous les filtres 15. En
15 pratique, une petite quantité du courant peut contourner lesdits filtres.

Comme le montre la figure 4, qui n'est pas à l'échelle, un filtre typique 15 consiste en deux ensembles de fils transversaux 16 formant un réseau maillé, ces fils pouvant être en un matériau approprié tel que du polyester, de la fibre de verre ou du métal. Dans un exemple typique, chaque fil 16 présente
20 approximativement une épaisseur de 1 mm, les fils étant espacés les uns des autres d'environ 5 mm. Une méthode appropriée pour constituer cet ensemble lorsque les filtres 15 sont réalisés en un matériau flexible consiste à utiliser une très longue bande de ce matériau et à la faire passer successivement sur les

tiges inférieures 17 et supérieures 18 qui s'étendent d'un côté à l'autre du conduit 14. Le diamètre de ces tiges déterminera l'espacement des filtres 15, lequel peut être compris entre approximativement 5 mm et 1 cm. Si les filtres sont disposés de manière beaucoup plus rapprochée, ils ne rempliront pas
5 totalement leur rôle, comme il est décrit ci-dessous, car ils ne fonctionneront pas totalement comme des filtres séparés. S'ils sont plus espacés, bien qu'ils fonctionnent alors de manière efficace, on obtient un appareil d'une longueur démesurée.

Lorsque le courant d'air turbulent 12 dont on admet qu'il transporte des
10 particules de brouillard d'huile d'une taille inférieure au micron pénètre dans l'orifice d'entrée du dispositif d'agglomération 13, il a été expérimentalement découvert qu'une petite partie de ces particules se sépare des portions du courant d'air passant de chaque côté de chaque fil 16, les particules ainsi séparées heurtant directement les fils. Sur chaque filtre 15, seule une petite
15 fraction des particules de brouillard entrantes heurte les fils, car la plupart des particules passe librement avec le courant d'air à travers les trous présents entre les fils. Si l'on considère qu'une fraction (y) des particules de brouillard entrantes heurte les parties solides (fils) du premier filtre, la fraction restante ($1 - y$) passera à travers les trous. Les particules de brouillard ayant traversé les
20 trous avec le courant d'air seront mélangées du fait de l'écoulement turbulent et présenteront une distribution sensiblement uniforme avant d'atteindre le second filtre. De plus, si nécessaire, les fils peuvent être disposés en quinconce entre des filtres adjacents afin de garantir la présence de fils directement sur le passage des particules qui ont traversé les trous du filtre précédent, avec le
25 courant d'air. En atteignant le second filtre, la même fraction (y) de la fraction

restante $(1 - y)$ heurtera les fils. La fraction restante (transmise à travers les trous) après le second filtre est ainsi $(1 - y) - y(1 - y) = (1 - y)^2$. Après avoir traversé n filtres, la fraction des particules de brouillard d'huile initiales restant dans le courant d'air sera $(1 - y)^n$. 0,04 représente une valeur typique pour y .
5 c'est-à-dire 4 %. Si $n = 60$, par exemple, la fraction de particules restant après que le courant a traversé le dernier filtre de la série sera égale à 0,96 à la puissance 60, ce qui correspond approximativement à 0,09. Ainsi, une fraction d'environ 9 % des particules de brouillard initiales restera dans le courant d'air sortant du dispositif d'agglomération, tandis qu'environ 91 % auront heurté l'un
10 ou l'autre des filtres.

Après impact, la plupart des substances constituant les particules ayant heurté les filtres ont tendance à être ré-entraînées dans le courant d'air. Cependant, on s'est aperçu que ces substances ré-entraînées étaient constituées de nouvelles particules, plus grandes que les particules initiales. En d'autres
15 termes, les fines particules initiales se sont agglomérées pour donner des particules plus grandes. Certaines de ces particules agglomérées restent dans le dispositif d'agglomération et tombent au fond de l'installation, formant ainsi un liquide qui s'écoule dans le piège 20 et rejoint ainsi l'ensemble des particules recueillies. Pour obtenir ce résultat, il est important que le courant de gaz
20 traversant le dispositif d'agglomération présente un écoulement turbulent.

Dans le cadre d'une expérience réalisée avec un brouillard d'huile produit par un nébuliseur, on a mesuré qu'environ 80 % en poids des particules de brouillard pénétrant dans le dispositif d'agglomération présentaient une taille inférieure à 0,5 micron. Lorsque ce brouillard passait directement dans

un dispositif de précipitation d'une longueur d'un mètre (le dispositif d'agglomération ayant été retiré), seulement 40 % en poids des particules étaient séparés du courant d'air. Cependant, lorsque le dispositif d'agglomération était situé entre le brouillard entrant et le même dispositif de précipitation, ce dernier séparait approximativement 93 % en poids des particules de brouillard contenues dans le courant d'air. Cette même performance (récupération de 93 %) aurait pu être obtenue en théorie avec un dispositif de précipitation seul (sans dispositif d'agglomération) si la longueur du dispositif de précipitation avait été augmentée à cinq mètres. Alors que le dispositif d'agglomération utilisé seul ne permet de recueillir qu'une médiocre quantité de particules d'une taille inférieure au micron, la synergie des phénomènes se produisant au sein des dispositifs associés d'agglomération et de précipitation permet d'obtenir une méthode offrant les hautes performances requises en matière de séparation de fines particules sans nécessiter la mise en oeuvre d'un dispositif de précipitation plus long.

Afin de démontrer cette synergie, on admet que le dispositif d'agglomération de particules 13 recueille le brouillard d'huile avec un rendement fractionnaire global (a) et que le dispositif de précipitation recueille ce même brouillard avec un rendement fractionnaire global (b). En l'absence de synergie, le rendement fractionnaire E du système combiné dispositif d'agglomération + dispositif de précipitation serait $E = 1 - (1 - a)(1 - b)$. Comme on l'a vu, le rendement fractionnaire réel E' du système combiné dispositif d'agglomération + dispositif de précipitation est largement supérieur à E, c'est-à-dire que $E' \gg E$. Non seulement cela montre l'existence d'une synergie, mais on en voit également la cause physique, c'est-à-dire que le

brouillard sortant du dispositif d'agglomération et pénétrant dans le dispositif de précipitation n'est pas le même brouillard que celui qui est entré dans le dispositif d'agglomération; il s'agit d'un brouillard formé de particules d'une taille largement supérieure, qui est recueilli par le dispositif de précipitation
5 avec un rendement fractionnaire très supérieur $b' > b$ à celui qui aurait pu être observé pour le brouillard initial. Ainsi, $1 - (1 - a)(1 - b') \gg 1 - (1 - a)(1 - b)$. On a déterminé que 80 % en poids des particules du brouillard initial présentaient une taille inférieure à 0,5 micron, alors que les particules qui constituent le brouillard sortant du dispositif d'agglomération présentent une
10 taille moyenne d'environ 4 microns. Les rendements mesurés sont les suivants : $E' = 0,93$, $b' = 0,9$, $b = 0,4$ et $a = 0,3$, d'où $E = 0,58$. Il est donc évident que $E' \gg E$.

Dans les exemples mathématiques présentés ci-dessus, on a admis la mise en oeuvre de 60 filtres, 57 filtres ayant été en réalité utilisés au cours de
15 l'expérience décrite plus haut. Le choix du nombre de filtres constituera un compromis entre une amélioration des performances (plus de filtres) et de l'économie (moins de filtres). Dans le cas où une certaine baisse des performances est admissible, ou si les particules entrantes présentent une taille supérieure au micron tout en étant des particules fines au sens où elles sont
20 trop petites pour être séparées directement par le dispositif de précipitation, il est possible d'utiliser un nombre plus restreint de filtres. Normalement, ce nombre ne sera de préférence pas inférieur à 30, mais il peut aller jusqu'à 10, voire moins, lorsque des performances moindres sont admissibles ou que la valeur de y peut être augmentée, ou encore lorsque l'appareil doit procéder à la
25 séparation d'un brouillard contenant des gouttelettes d'une taille sensiblement

supérieure dès l'origine. Il peut donc y avoir des circonstances pour lesquelles un nombre relativement réduit de filtres peut s'avérer efficace. Il n'y a pas de nombre maximum, bien qu'un nombre supérieur à 100 serait normalement peu rentable par rapport à l'avantage qui en serait retiré. Le nombre de filtres sera
5 donc de préférence normalement compris entre 30 et 80.

Bien que chaque filtre 15 ait été décrit jusqu'ici sous la forme d'une structure maillée constituée de fils perpendiculaires entre eux, il est également possible d'utiliser une autre structure telle qu'une plaque perforée produisant le même effet, c'est-à-dire offrant un grand nombre de parties solides destinées à
10 être heurtées par certaines particules, tout en laissant des espaces destinés à permettre le passage du courant de gaz et des particules restantes entraînées. La figure 4A illustre une partie d'une telle plaque. Bien que la mise en oeuvre d'une plaque perforée puisse entraîner une augmentation de la perte de charge subie par le courant de gaz, elle peut également favoriser une augmentation de
15 la valeur de γ et donc permettre de réduire le nombre de filtres requis, ce qui aurait un effet positif sur le plan de la perte de charge.

Il faut noter que le terme de "filtre" utilisé dans les revendications figurant en annexe ne s'applique pas seulement à des structures maillées, mais également à des structures non maillées telles que la plaque perforée 16A
20 présentée sur la figure 4A, à condition que celle-ci joue un rôle similaire en étant pourvue d'une surface sur laquelle sont réparties des parties solides que viennent heurter les particules et des espaces libres permettant le passage du courant gazeux. Afin de minimiser les pertes de charge, la surface constituée

de parties solides représentera normalement moins de 50 % de la section totale du conduit.

Plusieurs essais de longue durée ont été réalisés avec un brouillard d'huile. A l'issue de ces essais, on a constaté que les filtres du dispositif
5 d'agglomération et les éléments collecteurs de particules au sein du dispositif de précipitation étaient imprégnés d'huile. Le débit mis en oeuvre s'élevait à 1000 m³ par heure, et la vitesse du courant d'air était de sept mètres par seconde. On a observé une séparation très satisfaisante des gouttelettes d'huile, ainsi qu'une perte de charge acceptable de seulement cinq centimètres de
10 colonne d'eau.

Les filtres seront de préférence orientés verticalement, le courant gazeux s'écoulant horizontalement. Cependant, ces conditions ne sont pas rigides et il est possible de s'en écarter tout en permettant au dispositif d'agglomération de fonctionner efficacement. L'inclinaison du système
15 permettant l'écoulement des particules recueillies dans le piège 20 ne présentera pas une orientation totalement horizontale et, comme il est indiqué ci-dessous, le degré d'inclinaison peut être augmenté, par exemple à 15°, lorsque des particules solides doivent être recueillies. Il n'y aurait normalement aucun avantage à modifier l'orientation de l'écoulement d'un courant gazeux,
20 qui est généralement horizontal, et celle des filtres, qui sont généralement disposés verticalement.

Les figures 5 à 8 présentent des détails des parties du dispositif de précipitation présentant des modifications par rapport aux constructions

décrites dans le brevet et dans les demandes de brevet cités ci-avant. La théorie sur laquelle sont basées les performances de séparation de particules de la variante présentée dans les figures 5 à 8 demeure toutefois essentiellement la même que celle appliquée dans ce brevet et dans ces demandes.

5 Sur les figures 5 à 8, le dispositif de précipitation 10 est muni d'une enveloppe 21 formant un tunnel qui s'étend d'une ouverture recevant le courant de gaz sortant du dispositif d'agglomération ou venant directement d'un orifice d'admission, si l'utilisation d'un dispositif d'agglomération n'est pas nécessaire du fait de la taille relativement importante des particules entraînées, jusqu'à
10 une sortie reliée au ventilateur (11).

Afin de fournir une description aussi exhaustive que possible, le dispositif de précipitation est représenté sur les figures 5 à 8 sous la forme d'un dispositif destiné à la séparation de particules solides, sans dispositif d'agglomération 13 associé. Le principe de base de la construction peut
15 néanmoins être appliqué également à la séparation de particules liquides, pourvu qu'on lui associe un système de récupération de liquide approprié tel que les canaux d'évacuation et le piège 20 en remplacement du système de récupération de poussières présenté dans les figures 5 à 8.

Les éléments collecteurs qui s'étendent le long de l'enveloppe 21
20 présentent la forme de plaques ondulées 22, de préférence métalliques. Les plaques ondulées 22 s'étendent depuis la partie supérieure de l'enveloppe 21 jusqu'à proximité de la partie inférieure de l'enveloppe, laissant ainsi un espace libre permettant aux poussières recueillies de passer à travers une ouverture 30

et une fente 25 avant de pénétrer dans une trémie de stockage 26. Sur la figure 5, seule une première plaque ondulée 22 a été représentée pour des raisons de clarté. Il y aura en pratique une pluralité de telles plaques disposées côte à côte, par exemple les trois représentées sur les figures 6 et 7, disposées au travers de l'enveloppe 21 et espacées les unes par rapport aux autres afin de former des canaux 23 destinés au passage du courant gazeux, disposés entre des plaques adjacentes et entre les plaques et l'enveloppe. Comme ce mode de réalisation de l'invention est destiné à recueillir des poussières et comme les poussières ne s'écoulent pas aussi aisément qu'un liquide, l'enveloppe 21 présente une plus grande inclinaison, par exemple d'au moins 15° , par rapport à l'horizontale 29, et elle est reliée à un vibreur 28 qui provoque l'écoulement des poussières sur le fond. Lorsque les poussières recueillies par les plaques ondulées 22 tombent au fond de l'enveloppe 21, une partie d'entre elles aurait tendance à se disperser dans les canaux ouverts 23 si elle n'était pas retenue et serait ré-entraînée dans le courant de gaz. Pour empêcher cela, les parties inférieures des plaques 22 sont enfermées dans des cuvettes 24. A l'extrémité inférieure (entrée) de l'enveloppe 21, ces cuvettes 24 présentent une ouverture 30 communiquant avec une fente 25 qui s'étend au travers du fond de l'enveloppe et communique avec une trémie 26 (non représentée sur la figure 5 pour des raisons de clarté) qui joue le rôle de collecteur externe destiné à la récupération et au transport des poussières. Lors de l'utilisation d'un dispositif d'agglomération, ce dernier peut être avantageusement logé dans la même enveloppe 21, ou dans une enveloppe présentant la même section que l'enveloppe 21, comme dans le cas de la récupération d'un brouillard présenté sur la figure 1. Dans ce cas, l'entrée du dispositif d'agglomération comportera une fente 25 plutôt qu'un orifice d'évacuation des poussières. Lors de la

5 récupération de poussières, un espace libre est également aménagé entre les filtres et le fond du dispositif d'agglomération. Un déflecteur 27 est situé à l'extrémité supérieure (sortie) de l'enveloppe 21 pour amener le courant de gaz à quitter l'enveloppe à un niveau situé au-dessus du fond et donc pour minimiser toute tendance au ré-entraînement des poussières tombées au fond.

Afin de minimiser le ré-entraînement de particules de poussière séparées du courant gazeux par les plaques ondulées, mais qui ne sont pas encore tombées dans les cuvettes, les plis des plaques 22 doivent être serrés, c'est-à-dire former des angles de faible valeur. En d'autres termes, la
10 profondeur de chaque pli dans le sens d (figure 8) doit être sensiblement supérieure au pas p. Un rapport d/p de l'ordre de quatre serait approprié. Bien que ce rapport puisse être modifié en fonction des circonstances, il sera maintenu à une valeur sensiblement supérieure à un pour obtenir les meilleures performances possibles.

15 En résumé les performances d'un dispositif de précipitation destiné à séparer des particules liquides ou solides en suspension dans un courant gazeux sont améliorées, lorsque les particules sont fines ou ultra-fines, par exemple inférieures au micron, en traitant le courant gazeux avant qu'il ne pénètre dans le dispositif de précipitation en vue de l'agglomération des fines
20 particules sous la forme de particules d'une taille supérieure. Ce résultat est obtenu en faisant passer le courant gazeux successivement à travers une série de filtres. Certaines particules entraînées dans le courant gazeux viennent heurter les parties solides de chaque filtre et s'agglomèrent au cours du processus. Une grande partie des particules agglomérées est ensuite

re-entraînée dans le courant gazeux et passe dans le dispositif de précipitation. Comme un faible pourcentage seulement des particules heurte chaque filtre, il est généralement préférable d'utiliser un nombre relativement élevé de filtres, par exemple au moins 30. Une forme de réalisation perfectionnée du dispositif

5 de précipitation utilise des plaques ondulées formant les surfaces sur lesquelles les particules s'accumulent.

REVENDICATIONS

1) Méthode d'agglomération de fines particules en suspension dans un courant de gaz turbulent (12), caractérisée en ce que l'on fait passer le courant de gaz (12) successivement à travers une série de filtres (15) en vue d'amener
5 une partie des particules à heurter des parties solides (16;16A) de chacun des filtres afin qu'elles s'agglomèrent pour former des particules plus grandes, la plupart desdites particules plus grandes étant ré-entraînées dans le courant (12).

2) Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'une partie
10 desdites particules plus grandes tombent des filtres.

3) Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'on fait passer le courant successivement à travers au moins dix filtres.

4) Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'on fait passer le courant successivement à travers au moins 30 filtres.

15 5) Méthode selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisée en ce que l'on fait passer le courant avec les particules plus grandes ré-entraînées dans un dispositif de précipitation de particules (10).

6) Méthode selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisée en ce que les fines particules sont constituées d'un brouillard.

7) Méthode selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisée en ce que les fines particules sont constituées de poussières, de vapeur ou de fumée.

8) Dispositif d'agglomération destiné à augmenter la taille de fines
5 particules en suspension dans un courant de gaz turbulent, comportant :

(a) un conduit muni d'une ouverture d'entrée destinée à recevoir le courant et d'une sortie (11B) destinée à l'évacuation du courant, et

(b) une série de filtres (15) disposés de manière sensiblement parallèle les uns par rapport aux autres et espacés le long du conduit entre
10 l'ouverture et la sortie, chaque filtre s'étendant au travers du conduit généralement en sens transversal par rapport au courant, de telle manière que la totalité du courant traverse sensiblement tous les filtres successivement,

(c) chaque filtre comportant des parties solides réparties dans le conduit
15 afin d'être heurtées par une partie des particules et des trous répartis dans le conduit pour permettre le libre passage du courant.

9) Dispositif d'agglomération selon la revendication 8, caractérisé en ce que le nombre de filtres (15) s'élève au moins à dix.

10) Dispositif d'agglomération selon la revendication 8, caractérisé en
20 ce que le nombre de filtres (15) s'élève au moins à 30.

11) Dispositif d'agglomération selon l'une quelconque des revendications 8, 9 ou 10, caractérisé en ce que les parties solides de chaque filtre (15) occupent une surface inférieure à la majeure partie de la section du conduit.

5 12) Dispositif d'agglomération selon l'une quelconque des revendications 8, 9 ou 10, caractérisé en ce que chaque filtre (15) comporte des ensembles de fils (16) parallèles séparés entre eux et s'étendant transversalement les uns par rapport aux autres pour former une structure maillée, ces fils formant lesdites parties solides, et des espaces entre les fils
10 formant lesdits trous.

13) Dispositif d'agglomération selon la revendication 12, caractérisé en ce que le rapport de la distance entre les fils (16) sur l'épaisseur des fils est approximativement compris entre dix et cinq.

14) Dispositif d'agglomération selon l'une quelconque des
15 revendications 8, 9 ou 10, caractérisé en ce que chaque filtre comporte une plaque munie de trous.

15) Dispositif d'agglomération selon l'une quelconque des revendications 8, 9 ou 10, caractérisé en ce que l'espacement des filtres (15) les uns par rapport aux autres dans le sens de l'écoulement du courant ne doit
20 pas être inférieur à environ cinq millimètres.

16) Dispositif d'agglomération selon l'une quelconque des revendications 8, 9 ou 10, caractérisé en ce que les filtres sont constitués d'un matériau continu maillé s'étendant successivement sur des tiges transversales situées dans la partie supérieure et dans la partie inférieure du conduit.

5 17) Dispositif de précipitation destiné à éliminer des particules contenues dans un courant gazeux, comportant au moins un canal non obstrué destiné à véhiculer le courant présentant un écoulement turbulent et une série d'objets s'étendant le long d'au moins un côté de chaque canal, lesdits objets étant disposés à intervalles rapprochés dans le sens de l'écoulement afin de
10 définir entre eux des espaces dans lesquels pénètrent des tourbillons en provenance de chaque canal, ce qui provoquent l'accumulation des particules à la surface desdits objets après le déclin des tourbillons, caractérisé en ce que lesdits objets sont constitués d'au moins une plaque ondulée.

18) Dispositif de précipitation selon la revendication 17, caractérisé en
15 ce que les plis de chacune desdites plaques ondulées présentent une profondeur supérieure au pas entre les plis.

19) Dispositif de précipitation selon la revendication 17, caractérisé en ce que ladite profondeur est approximativement quatre fois supérieure audit pas.

20 20) Dispositif de précipitation selon la revendication 17, caractérisé en ce que chacune desdites plaques ondulées est orientée de manière sensiblement verticale pour permettre aux particules accumulées à leur surface de tomber

dans le fond d'une enveloppe contenant ladite ou lesdites plaque(s) et définissant ainsi ledit canal ou lesdits canaux.

21) Dispositif de précipitation selon la revendication 20, caractérisé en ce que le fond de l'enveloppe est incliné par rapport à l'horizontale afin de
5 favoriser l'écoulement des particules tombées des surfaces de la plaque ou des plaques ondulée(s) vers une extrémité dudit fond, puis dans un collecteur extérieur.

22) Dispositif de précipitation selon la revendication 21, caractérisé en ce que lesdites particules sont liquides et ledit collecteur extérieur comporte un
10 piège à liquide.

23) Dispositif de précipitation selon la revendication 21, caractérisé en ce que lesdites particules sont solides et ledit collecteur extérieur comporte une trémie.

24) Dispositif de précipitation selon la revendication 23, comportant
15 une cuvette qui s'étend le long du fond de l'enveloppe et qui renferme les parties inférieures desdites plaques ondulées, caractérisé en ce qu'un petit espace libre est aménagé entre les extrémités inférieures desdites plaques ondulées et le fond de l'enveloppe en vue de recueillir les particules solides tombées de la surface des plaques et de les guider en-dessous desdites plaques
20 ondulées à travers une ouverture aménagée dans la cuvette pour les amener vers une fente d'évacuation de particules située à l'extrémité du fond de l'enveloppe.

25) Dispositif de précipitation selon la revendication 24, comportant un vibreur destiné à favoriser le transfert des particules solides vers le collecteur extérieur.

26) Ensemble d'agglomération et de précipitation comprenant en
5 combinaison :

- (a) un dispositif d'agglomération (13) destiné à recevoir un courant de gaz turbulent contenant de fines particules en suspension et à évacuer le courant dans lequel la majeure partie desdites fines particules se sont agglomérées sous la forme de particules plus grandes, et
- 10 (b) un dispositif de précipitation (10) destiné à recevoir le courant sortant du dispositif d'agglomération et à séparer les particules de plus grande taille du courant gazeux.

27) Ensemble selon la revendication 26, comprenant un dispositif d'agglomération selon l'une quelconque des revendications 8 à 16.

15 28) Ensemble selon la revendication 26, comprenant un dispositif de précipitation selon l'une quelconque des revendications 17 à 25.

29) Méthode de séparation de fines particules d'un courant de gaz turbulent, comportant d'abord l'agglomération desdites fines particules sous la forme de particules plus grandes, puis la séparation desdites particules plus
20 grandes par précipitation.

30) Méthode selon la revendication 29, caractérisée en ce que l'étape d'agglomération des fines particules est réalisée selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

1/2

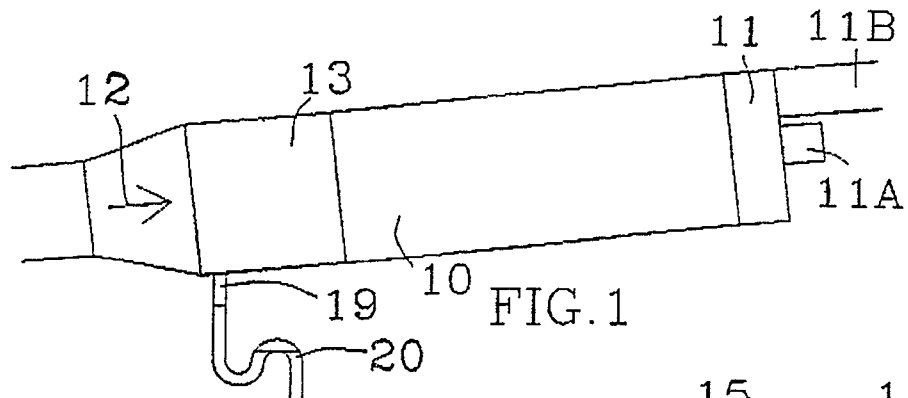


FIG. 1

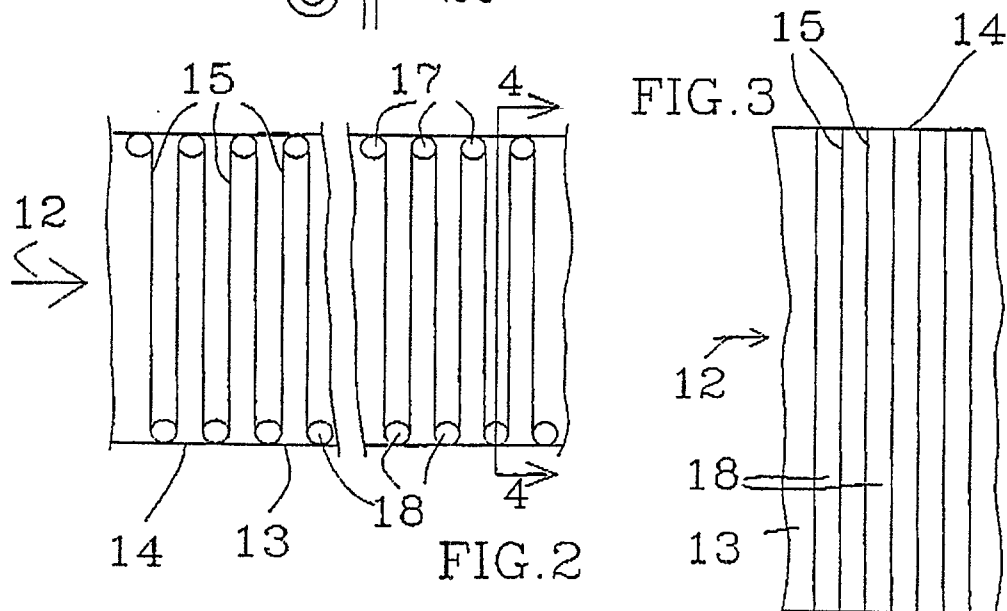


FIG. 2

FIG. 3

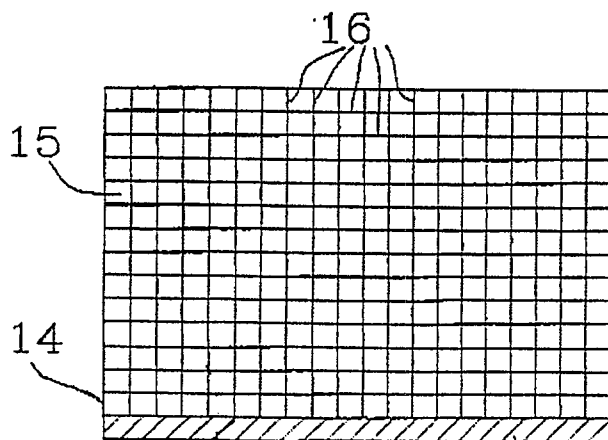


FIG. 4

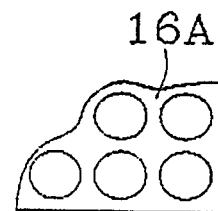


FIG. 4A

