

(12) BREVET D'INVENTION BELGE

(47) Date de publication : 17/12/2015

(21) Numéro de demande : 2013/0435

(22) Date de dépôt : 25/06/2013

(62) Divisé de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : B01D 53/50, B01D 53/80, F23J 7/00, F23J 15/00

(30) Données de priorité :

(73) Titulaire(s) :

S.A. LHOIST RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT
1342, OTTIGNIES-LOUVAIN-LA-NEUVE
Belgique

(72) Inventeur(s) :

PETTIAU Xavier
6010 COUILLET
BelgiqueNYSSSEN Olivier
7011 GHLIN
BelgiqueBRASSEUR Alain
4460 GRACE-HOLLOGNE
BelgiqueLAUDET Alain
5000 NAMUR
Belgique**(54) PROCÉDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DE GAZ PAR INJECTION DE COMPOSE
PULVERULENT.**

(57) Procédé de traitement de gaz comprenant les étapes d'injection de composé pulvérulent dans la conduite de gaz, d'injection d'une phase aqueuse sous forme de gouttelettes dans ladite conduite de captation de polluants des gaz et de récupération séparée dudit composé pulvérulent ladite étape d'injection de phase aqueuse sous forme de gouttelettes est effectuée de manière à humidifier ces particules de composé pulvérulent à l'intérieur de la conduite de gaz, lors de leur injection.

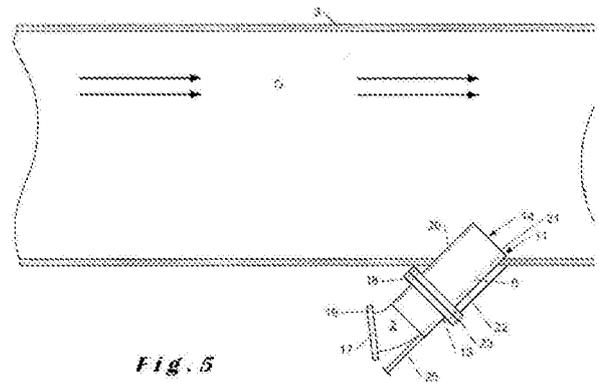


Fig. 5

BREVET D'INVENTION BELGE

SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie

Numéro de publication : 1021596
Numéro de dépôt : 2013/0435

Office de la Propriété intellectuelle

Classification Internationale : B01D 53/50 B01D 53/80 F23J 7/00
F23J 15/00
Date de délivrance : 17/12/2015

Le Ministre de l'Economie,

Vu la Convention de Paris du 20 mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle ;

Vu la loi du 28 mars 1984 sur les brevets d'invention, l'article 22, pour les demandes de brevet introduites avant le 22 septembre 2014 ;

Vu le Titre Ier "Brevets d'invention" du Livre XI du Code de droit économique, l'article XI.24, pour les demandes de brevet introduites à partir du 22 septembre 2014 ;

Vu l'arrêté royal du 2 décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, l'article 28 ;

Vu la demande de brevet d'invention reçue par l'Office de la Propriété intellectuelle en date du 25/06/2013.

Considérant que pour les demandes de brevet tombant dans le champ d'application du Titre Ier, du Livre XI du Code de Droit économique (ci-après CDE), conformément à l'article XI. 19, §4, alinéa 2, du CDE, si la demande de brevet a fait l'objet d'un rapport de recherche mentionnant un défaut d'unité d'invention au sens du §1er de l'article XI.19 précité et dans le cas où le demandeur n'effectue ni une limitation de sa demande ni un dépôt d'une demande divisionnaire conformément aux résultats du rapport de recherche, le brevet délivré sera limité aux revendications pour lesquelles le rapport de recherche a été établi.

Arrête :

Article premier. - Il est délivré à

S.A. LHOIST RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT, Rue Charles Dubois 28, 1342 OTTIGNIES-LOUVAIN-LA-NEUVE Belgique;

représenté par

GEVERS PATENTS, Holidaystraat 5, 1831, DIEGEM;

un brevet d'invention belge d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles visées à

l'article XI.48, §1 du Code de droit économique, pour : PROCEDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DE GAZ PAR INJECTION DE COMPOSE PULVERULENT..

INVENTEUR(S) :

PETTIAU Xavier, Rue des Briqueteries 43, 6010, COUILLET;

NYSSSEN Olivier, Rue du Petit Marais 14B, 7011, GHLIN;

BRASSEUR Alain, Rue Henri Dunant 28, 4460, GRACE-HOLLOGNE;

LAUDET Alain, Rue Théodore Baron 28-Bte 4, 5000, NAMUR;

PRIORITE(S) :

DIVISION :

divisé de la demande de base :

date de dépôt de la demande de base :

Article 2. – Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du (des) demandeur(s).

Bruxelles, le 17/12/2015,

Par délégation spéciale :

**“ PROCÉDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DE GAZ PAR
INJECTION DE COMPOSE PULVERULENT”**

- La présente invention se rapporte à un procédé de traitement
- 5 de gaz présentant un sens d'écoulement prédéterminé dans une conduite de gaz comprenant les étapes
- a) d'injection d'un composé pulvérulent dans la conduite de gaz de fumées en un point d'injection de composé pulvérulent, avec formation d'un nuage ou flux de particules de composé pulvérulent

10 dans ladite conduite de gaz,

 - b) d'injection d'une phase aqueuse, sous forme de gouttelettes, dans ladite conduite de gaz,
 - c) de captation de polluants des gaz par ledit composé pulvérulent, et
 - d) de récupération séparée dudit composé pulvérulent enrichi en

15 polluants et des gaz appauvris en polluants.

Typiquement, le traitement des gaz, en particulier des gaz de fumées, requiert l'abattement de gaz acides, notamment HCl, SO₂ et/ou HF, lequel abattement peut être réalisé à sec, par injection d'une substance, souvent minérale, sèche et pulvérulente dans un flux de gaz de

20 fumées ou au travers d'un filtre comprenant un lit de particules solides fixes ou en mouvement. Dans ce cas, le composé pulvérulent comprend généralement un composé calco-magnésien, en particulier de la chaux, de préférence éteinte ou hydratée ou un composé sodique comme un carbonate ou un bicarbonate de sodium. D'autres composés minéraux

25 peuvent aussi être utilisés notamment ceux utilisés pour l'abattement des dioxines, furannes et/ou métaux lourds dont le mercure, comme par exemple, ceux à base de phyllosilicates, tels la sépiolite ou l'hallowite ou analogues.

La présente invention vise plus particulièrement les procédés

30 d'abattement des gaz acides dans les gaz, en particulier les gaz de fumées, par injection d'un produit pulvérulent ayant des capacités de

capture de polluants acides dans le flux de gaz afin d'améliorer les rendements d'abattement des composants gazeux acides des gaz traités.

On connaît plus particulièrement un traitement de ces gaz de fumées avec de la chaux hydratée pulvérulente, amélioré par l'utilisation de chaux hydratée humidifiée au lieu de chaux hydratée pulvérulente sèche. En effet l'absorption des polluants de la phase gazeuse par les particules de la phase solide est améliorée par la présence d'eau. On qualifie parfois un tel procédé de traitement des gaz de fumées par voie semi-sèche. On connaît par ailleurs un procédé d'utilisation de chaux hydratée et d'eau où un lait de chaux est injecté dans le flux de gaz de fumées. Malheureusement l'injection d'un lait de chaux suppose la mise en œuvre de moyens spécifiques (turbines de dispersion, pompe de circulation) énergivores et sujets à l'usure et à l'érosion et peut conduire à des problèmes de colmatage. Les documents CN 2011 68568 et JP 10-216 572 proposent chacun une alternative destinée à solutionner les problèmes de colmatage en réalisant la suspension de lait de chaux in situ pendant l'injection. A cette fin, une lance constituée de deux tubes concentriques, c'est-à-dire d'un tube interne et d'un tube externe, est utilisée. L'eau est injectée via le tube interne alors que la chaux hydratée est injectée via le tube externe. Selon CN 2011 68568, la position du tube interne peut être ajustée par rapport à la position du tube externe et il est donc possible d'avoir un tube interne pour l'eau ayant un orifice de sortie en saillie ou en retrait ou encore au même niveau par rapport à un orifice de sortie de chaux hydratée du tube externe.

Selon ces documents, la conception des lances de pulvérisation impose que le tube de projection d'eau soit interne au tube de projection de chaux hydratée pulvérulente. Il en résulte donc que la chaux pulvérisée rencontre un obstacle au sein du tube externe de pulvérisation qui réside dans le tube interne de projection d'eau. De cette façon, la chaux hydratée entre en contact avec la surface généralement métallique et froide du tube interne, sur laquelle la chaux tend à se colmater.

De plus, selon ces documents, le taux d'humidité de la chaux hydratée induit un rapport massique eau/chaux de 5 à 6 pour former une suspension in situ. Cette suspension procure un effet annexe néfaste pour le traitement des gaz de fumées en ce que le gaz est en outre
5 significativement refroidi à l'injection de chaux hydratée. Cela suppose de disposer de fumées suffisamment chaudes pour que la dépollution soit efficace ; or cela n'est pas recherché de nos jours alors que les industriels ont une tendance de plus en plus marquée à récupérer au mieux la chaleur des gaz de fumées pour des raisons économiques et environnementales.

10 Par ailleurs, lorsque la chaux hydratée entre en contact avec une surface froide, comme c'est le cas de la surface du tube interne de projection d'eau de ces documents, de la condensation survient au sein du tube de projection de chaux hydratée, ce qui a également pour résultat de favoriser un colmatage du tube de projection et d'ainsi perturber l'injection
15 de la chaux dans le flux de gaz de fumées.

Enfin, un rapport massique eau/chaux aussi élevé que celui précité suppose une disponibilité et une consommation importante d'eau.

La présente invention a pour but de pallier les inconvénients de l'état de la technique en procurant un procédé permettant le traitement
20 des gaz, en particulier des gaz de fumées, par un composé pulvérulent, de préférence minéral, en particulier de la chaux hydratée, au cours duquel le risque de colmatage est significativement réduit et la consommation d'eau est minimisée et cela sans refroidir de façon sensible les gaz, en permettant ainsi de ne pas nuire à la récupération des calories issues de
25 ces gaz à traiter.

Pour résoudre ce problème, il est prévu suivant l'invention un procédé tel qu'indiqué au début caractérisé en ce que ladite étape d'injection de phase aqueuse, sous forme de gouttelettes, est effectuée à l'intérieur de ladite conduite de gaz dans ledit nuage ou flux de particules
30 de composé pulvérulent, de manière à humidifier ces particules de

composé pulvérulent à l'intérieur de la conduite de gaz, lors de leur injection.

Selon la présente invention, l'humidification du composé pulvérulent est effectuée au point d'injection du composé pulvérulent, et ce
5 dans le conduit/flux de gaz à traiter. De cette façon, les particules du composé minéral et les gouttelettes de phase aqueuse coexistent très localement, et le composé pulvérulent est humidifié in situ et de manière contrôlée.

Dans le nuage de gouttelettes de phase aqueuse et de
10 particules de composé pulvérulent, une couche de gouttelettes de phase aqueuse est ainsi créée à la surface des particules de composé pulvérulent et facilite le transfert des polluants, notamment acides, à abattre vers la phase solide du composé pulvérulent. La couche de gouttelettes de phase aqueuse est obtenue via la co-injection contrôlée de particules de composé
15 pulvérulent et de phase aqueuse et l'humidification in situ du composé pulvérulent évite le problème récurrent de colmatage des lances d'injection de composé pulvérulent, en particulier de chaux hydratée humidifiée.

Avantageusement, le composé pulvérulent est un composé minéral. Il peut comprendre un composé calco-magnésien, en particulier
20 de la chaux, de préférence éteinte ou hydratée. Dans un mode de réalisation particulier, le composé minéral est choisi parmi ceux utilisés pour l'abattement des dioxines, furannes et/ou métaux lourds dont le mercure, comme par exemple, ceux à base de sépiolite ou d'halloysite ou analogues. Le composé pulvérulent utilisé peut aussi être organique,
25 notamment carboné, en particulier du type charbon actif ou coke de lignite. Le composé pulvérulent peut aussi être un mélange de ces composés.

De préférence, la phase aqueuse est de l'eau ou une solution aqueuse de composé alcalin (notamment sous la forme d'hydroxyde ou de
30 carbonate ou bicarbonate), tel que le sodium ou une solution aqueuse de composé à base d'ammoniac ou d'urée, tels les sels d'ammonium, ou une

solution aqueuse de composé à base d'halogénures d'alcalin ou alcalino-terreux ou d'ammonium, en particulier de chlorure et/ou de bromure, notamment de sodium, de potassium, de calcium ou de magnésium. Par ailleurs, la phase aqueuse peut également contenir des acides, notamment
5 organiques, difonctionnels (acides di-basiques) ou non.

Suivant une forme particulière de réalisation, l'étape d'injection de phase aqueuse est effectuée dans un voisinage immédiatement en aval dudit point d'injection de composé pulvérulent par rapport audit sens d'écoulement prédéterminé des gaz dans ladite conduite
10 de gaz.

Par les termes « voisinage immédiatement en aval » du point d'injection de composé pulvérulent, on entend au sens de la présente invention, que, par rapport au sens d'écoulement des gaz, les gouttelettes de phase aqueuse sont pulvérisées juste après le composé pulvérulent. Le
15 composé pulvérulent injecté rencontre donc d'abord les gaz et juste après les gouttelettes de phase aqueuse formées, ce qui permet donc d'humidifier le composé pulvérulent et non les gaz à traiter.

Avantageusement, ladite étape d'injection de composé pulvérulent est effectuée dans la conduite de gaz suivant un sens
20 d'injection qui forme un angle de 90 à 150 degrés, de préférence inférieur ou égal à 145 degrés, de manière préférentielle inférieur ou égal à 140 degrés et en particulier inférieur ou égal à 135 degrés, par rapport au sens d'écoulement prédéterminé des gaz.

Dans une forme de réalisation particulière, lesdites
25 gouttelettes de phase aqueuse présentent une taille moyenne de gouttelettes comprise entre 5 et 60 μm , préférentiellement entre 5 et 40 μm , notamment entre 10 et 40 μm .

De cette façon, les très fines gouttelettes, créées selon la présente invention dans le flux de gaz, permettent la formation d'un
30 brouillard, au contraire des documents CN 2011 68568 et JP 10-216 572

qui vaporisent des gouttes d'une taille moyenne comprise entre 80 et 100 μm .

De préférence, ledit composé pulvérulent, en particulier la chaux hydratée pulvérulente, présente une taille moyenne de particules d_{50}
5 inférieure à 80 μm , avantageusement inférieure à 50 μm , de préférence inférieure à 35 μm , de préférence inférieure à 25 μm et de manière particulière d'environ 10 μm .

Il est entendu que le composé pulvérulent peut être un composé minéral pulvérulent co-injecté avec un autre composé pulvérulent,
10 notamment carboné, en particulier du type charbon actif ou coke de lignite.

Plus particulièrement, il est prévu suivant le procédé de la présente invention que ledit composé pulvérulent, en particulier la chaux hydratée, présente avant injection dans ladite conduite de gaz une humidité (teneur massique en eau) comprise entre 0,5 et 10%, en particulier entre
15 0,5 et 4 %, de préférence inférieure à 2%, en particulier inférieure à 1,5%.

En effet, lorsque la teneur en eau libre du composé pulvérulent est supérieure à 10%, des problèmes de mise en œuvre apparaissent. En particulier, lorsque le composé pulvérulent est de la chaux éteinte (hydratée), si cette teneur en eau libre est supérieure à 2%,
20 respectivement 4%, il devient difficile, respectivement très problématique de le manipuler (problèmes d'écoulement, d'encroutement ...).

Dans un mode de réalisation particulier selon la présente invention, le rapport pondéral entre ladite phase aqueuse injectée sous forme de gouttelettes et ledit composé pulvérulent injecté est compris entre
25 0,05 et 1, de préférence entre 0,1 et 0,6, et de manière préférentielle entre 0,2 et 0,4.

Ce rapport pondéral est relativement faible en comparaison de celui annoncé dans les documents antérieurs CN 2011 68568 et JP 10-216 572 et n'entraîne pas de refroidissement sensible des gaz à traiter car,
30 selon la présente invention, la proportion réduite d'eau ajoutée permet

l'humidification du composé pulvérulent, en particulier de la chaux hydratée, sans humidifier et donc refroidir significativement les gaz.

En effet, dans les documents antérieurs CN 2011 68568 et JP 10-216 572, le rapport pondéral élevé entre l'eau et la chaux hydratée
5 compris entre 5 et 6 est dicté par le fait qu'une suspension (lait de chaux) est pulvérisée dans le gaz à traiter. Dans ce cas, la température des gaz est fortement diminuée par l'injection d'une grande quantité d'eau qui consomme des calories à l'évaporation.

De manière particulièrement avantageuse, dans le procédé
10 selon la présente invention, lesdits gaz présentent, avant injection dudit composé pulvérulent, une température comprise entre 10 et 1100°C, en particulier entre 10 et 100°C, notamment entre 15 et 80°C, en particulier entre 20 et 70°C ou entre 100°C et 300°C, de préférence entre 130°C et 250°C et de manière préférentielle entre 150°C et 230°C, en particulier
15 entre 160°C et 220°C. Dans une autre variante du procédé selon l'invention, lesdits gaz présentent, avant injection dudit composé pulvérulent, une température comprise entre 300°C et 500°C préférence entre 320°C et 450°C, de manière préférentielle entre 330°C et 400°C ou entre 850 et 1100°C, de préférence entre 900 et 1100°C et de manière
20 préférentielle ou entre 950°C et 1050°C

Comme on peut le constater, la température des gaz n'est pas sensiblement influencée par la faible quantité d'eau et la taille de gouttelettes qui, selon l'invention, contribuent essentiellement à humidifier le composé pulvérulent. De plus, l'injection de phase aqueuse ayant lieu
25 dans le nuage de composé pulvérulent injecté, notamment dans un voisinage immédiatement en aval du point d'injection du composé pulvérulent, le contact entre les gouttelettes de phase aqueuse et les particules de composé pulvérulent est favorisé et très rapide, ce qui permet une optimisation de l'abattement des polluants acides, facilité par la couche
30 d'eau formée autour des particules de composé pulvérulent.

Dans une variante du procédé selon la présente invention, lesdits gaz présentent, après injection dudit composé pulvérulent et de ladite phase aqueuse sous forme de gouttelettes, une température comprise entre n et $n - 10^{\circ}\text{C}$, de préférence entre n et $n - 8^{\circ}\text{C}$, de
5 préférence entre n et $n - 5^{\circ}\text{C}$, en particulier entre n et $n - 3^{\circ}\text{C}$, n étant la température des gaz avant injection du composé pulvérulent et de la phase aqueuse.

En particulier, dans une forme de réalisation avantageuse, ladite injection de la phase aqueuse est réalisée au travers d'une tubulure
10 de pulvérisation, de préférence sous la forme d'un jet plan en éventail, à une pression comprise entre 3 et 150 bar. Dans une variante, cette pression sera plutôt comprise entre 3 et 20 bar, de préférence entre 5 et 15 bar et de manière préférentielle d'environ 12 bar. Dans une autre variante, la pression sera comprise entre 20 et 150 bar, en particulier entre 30 et 100
15 bar. Ces hautes pressions permettent d'éviter un encrassement de la tubulure de pulvérisation.

De cette façon, dans cette forme de réalisation particulière de l'invention, des gouttelettes très fines sont obtenues et, dès lors qu'il n'est pas recherché selon l'invention la création d'un nuage de vapeur, une
20 pression élevée peut être utilisée car elle permet une bonne dispersion sous la forme de gouttelettes très fines et contribue à l'efficacité du contact entre les gouttelettes de phase aqueuse et les particules de composé pulvérulent en améliorant leur humidification, mais sans refroidir les gaz chauds.

25 D'autres formes de réalisation du procédé suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

L'invention a aussi pour objet un dispositif d'injection de composé pulvérulent, de préférence minéral, en particulier de chaux hydratée pulvérulente, dans une conduite de gaz comprenant une tubulure
30 d'injection de composé pulvérulent, reliée à une source de composé pulvérulent et agencée pour déboucher dans ladite conduite de gaz, ladite

tubulure d'injection de composé pulvérulent présentant une face externe et une face interne agencée pour être en contact avec ledit composé pulvérulent, ledit dispositif d'injection de composé pulvérulent comprenant en outre au moins une tubulure d'injection de phase aqueuse sous forme de gouttelettes reliée à une source de phase aqueuse.

Un tel dispositif est connu de l'état de la technique, comme par exemple des documents CN 2011 68568 et JP 10-216 572. Dans ces documents qui entendent procurer un dispositif adapté pour traiter les gaz de fumées par un lait de chaux (suspension), la tubulure d'injection d'eau est concentrique à une tubulure de plus grand diamètre d'injection de chaux hydratée afin de réaliser une suspension de chaux hydratée in situ.

Comme mentionné dans le document CN 2011 68568, il est prévu dans certains dispositifs de traitement de gaz de fumées par un lait de chaux que la position du tube interne puisse être ajustée par rapport à la position du tube externe. Dans un tel cas, le tube interne pour l'eau présente un orifice de sortie en saillie ou en retrait ou encore au même niveau par rapport à un orifice de sortie de chaux hydratée du tube externe.

Malheureusement, quelle que soit la configuration choisie, la présence du tube interne concentrique au tube externe de pulvérisation de chaux hydratée impose aux particules de chaux hydratée de buter contre le tube interne de projection d'eau. La chaux hydratée entre donc en contact avec la surface métallique et froide du tube interne, sur laquelle la chaux tend à se colmater. La solution apportée aux problèmes de colmatage antérieurs est donc toute relative.

De plus, selon ces documents, la configuration concentrique et la volonté de former une suspension de chaux hydratée in situ a pour effet qu'un rapport eau/chaux de 5 à 6 est requis. Malheureusement, dans un tel cas, le dispositif selon les documents CN 2011 68568 et JP 10-216 572 a pour effet de refroidir les gaz de fumées, en posant ainsi une nouvelle problématique pour les acteurs industriels ayant de plus en plus

tendance à récupérer les calories issues des gaz de fumées pour proposer des procédés plus économiques et respectueux de l'environnement.

Enfin, lorsque la chaux hydratée entre en contact avec une surface froide, comme c'est le cas de la surface du tube interne de projection d'eau de ces documents, de la condensation survient au sein du tube de projection de chaux hydratée, ce qui a également pour résultat de colmater le tube de projection et ainsi perturber l'injection de la chaux dans le flux de gaz de fumées.

La présente invention a pour but de pallier les inconvénients de l'état de la technique en procurant un dispositif permettant l'injection de composé pulvérulent, de préférence minéral, en particulier de chaux hydratée, et l'humidification de ses particules dans le traitement des gaz dont le risque de colmatage est significativement réduit, et cela sans refroidir les gaz, en permettant ainsi de ne pas nuire à la récupération des calories issues de ces gaz à traiter.

Pour résoudre ce problème, il est prévu suivant l'invention, un dispositif tel qu'indiqué précédemment caractérisé en ce que ladite au moins une tubulure d'injection de phase aqueuse est située dans un espace périphérique localisé autour de ladite face externe de la tubulure d'injection de composé pulvérulent.

De cette façon, le composé pulvérulent injecté dans la tubulure d'injection de composé pulvérulent ne rencontre aucun obstacle et d'autant moins de surface froide ou métallique contre laquelle il aurait tendance à se déposer et à colmater. De plus, ladite au moins une tubulure de phase aqueuse située dans un espace périphérique localisé autour de la face externe de la tubulure d'injection de composé pulvérulent est ainsi agencée pour permettre une injection de gouttelettes de phase aqueuse, en particulier d'eau, dans un voisinage immédiat par rapport au point d'injection de composé pulvérulent. Par ailleurs, la configuration particulière de ladite au moins une tubulure d'injection de phase aqueuse et de ladite tubulure d'injection de composé pulvérulent permet de traiter les gaz en

voie quasi sèche, en humidifiant seulement le composé pulvérulent, en particulier la chaux, et dans ce dernier cas, sans former de suspension de lait de chaux. Cette opération est effectuée sans humidifier significativement les gaz, et donc sans refroidir les gaz dont la récupération calorifique est de plus en plus souhaitée. Cette configuration particulière ne requiert pas, contrairement à l'état de la technique divulgué dans les documents CN 2011 68568 et JP 10-216 572, de rapport pondéral eaux/chaux élevé et permet de réduire la valeur depuis entre 5 et 6 à une valeur inférieure ou égale à 1, de préférence entre 0,2 et 0,4. En conséquence, un nuage de particules de composé pulvérulent, en particulier de chaux hydratée, est créé dans le flux de gaz de fumées et des gouttelettes de phase aqueuse, notamment d'eau, en quantité relativement faible sont injectées dans le flux de gaz. Ces gouttelettes de phase aqueuse rencontrent le nuage dense de particules de composé pulvérulent et améliorent l'abattement des polluants, notamment des composés acides des gaz, sans refroidir les gaz.

Dans une forme de réalisation préférentielle, le dispositif comporte une pluralité de tubulures d'injection de phase aqueuse sous forme de gouttelettes, reliées chacune à un distributeur connecté à ladite source de phase aqueuse, chaque tubulure de ladite pluralité de tubulures d'injection étant située dans ledit espace périphérique, chaque tubulure étant en outre munie d'une vanne.

Avantageusement, dans le dispositif selon la présente invention, chaque tubulure d'injection de phase aqueuse est agencée dans un tube concentrique, hors duquel la tubulure d'injection de phase aqueuse est rétractable.

Plus particulièrement, selon la présente invention, chaque tubulure d'injection de phase aqueuse comporte un orifice de sortie sous la forme d'une fente ou pulvérisateur plan.

Dans une variante de la présente invention, le distributeur est relié à un moyen de mise sous pression agencé pour conférer à la phase

aqueuse une pression comprise entre 3 et 150 bar, notamment entre 3 et 10 bar, de préférence entre 5 et 15 bar et de manière plus préférentielle d'environ 12 bar et dans une autre variante entre 20 et 150 bar, en particulier entre 30 et 100 bar. Il peut bien sûr s'agir d'une alimentation en
5 phase aqueuse, en particulier en eau, directement disponible aux pressions précitées.

Plus particulièrement, il est prévu suivant l'invention que le dispositif comporte une enveloppe externe autour dudit espace périphérique.

10 De préférence, le dispositif selon la présente invention comporte, dans ledit espace périphérique, au moins une couche d'isolant entre ladite face externe de ladite tubulure d'injection de composé pulvérulent et ladite enveloppe externe.

Dans encore un autre mode de réalisation de la présente
15 invention, le dispositif comporte en outre un dispositif de fermeture dudit espace périphérique muni d'une série d'orifices parmi lesquels un orifice à composé pulvérulent et au moins un orifice à phase aqueuse, ledit orifice à composé pulvérulent étant agencé pour loger une sortie de ladite tubulure d'injection de composé pulvérulent, chaque orifice à phase aqueuse étant
20 agencé pour loger une sortie de chaque tubulure d'injection de phase aqueuse.

De préférence, dans le dispositif selon la présente invention, ladite enveloppe externe présente un diamètre compris entre 100 et 250 mm, de préférence inférieur à 200 mm et de manière plus préférentielle
25 entre 110 et 170 mm, en particulier entre 125 et 150 mm.

Avantageusement, ladite tubulure d'injection de composé pulvérulent présente un diamètre compris entre 75 et 150 mm, de préférence entre 85 et 125 mm et en particulier d'environ 100 mm.

Plus particulièrement, selon la présente invention, chaque
30 tubulure d'injection de phase aqueuse présente un diamètre compris entre

5 et 30 mm, de préférence entre 6 et 20 mm et de manière plus préférentielle entre 8 et 16 mm.

D'autres formes de réalisation du dispositif suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

5 D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre non limitatif et en faisant référence aux dessins annexés.

La figure 1A est une vue schématique de côté d'une première forme de réalisation du dispositif de traitement de gaz selon la présente invention. La figure 1B est une vue en coupe selon la ligne I-I de la figure 1A.

La figure 2A est une vue schématique de côté d'une deuxième forme de réalisation du dispositif de traitement de gaz selon la présente invention. La figure 2B est une vue en coupe selon la ligne II-II de la figure 2A.

La figure 3 est une vue schématique de côté de la forme de réalisation selon la figure 1 du dispositif de traitement de gaz selon la présente invention, utilisé par exemple dans une conduite de gaz de fumées, le sens d'injection du composé pulvérulent étant ici perpendiculaire au sens d'écoulement des gaz de fumées.

La figure 4 est une vue schématique de côté de la deuxième forme de réalisation selon la figure 2 du dispositif de traitement de fumées selon la présente invention, utilisé dans une conduite de gaz de fumées, le sens d'injection du composé pulvérulent étant ici aussi perpendiculaire au sens d'écoulement des gaz de fumées.

La figure 5 est une vue schématique de côté de la forme de réalisation selon la figure 2 du dispositif de traitement de fumées selon la présente invention, utilisé dans une conduite de gaz de fumées. Ici le sens d'injection du composé pulvérulent est situé en oblique par rapport au sens d'écoulement des gaz de fumées.

Les figures 3 à 5 illustrent des modes, parmi d'autres, de couplage de dispositifs suivant l'invention à une conduite de gaz de fumées.

Sur les figures, les éléments identiques ou analogues portent les mêmes références. Le composé pulvérulent injecté est dans les cas
5 illustrés de nature minérale et les gaz traités sont des gaz de fumées.

Comme on peut le constater sur les figures 1A et 1B, le dispositif selon la présente invention est un dispositif d'injection de composé minéral pulvérulent 1 à introduire dans une conduite de gaz de
10 fumées, comprenant une tubulure d'injection de composé minéral pulvérulent 2 relié à une source de composé minéral pulvérulent (non illustrée). La tubulure d'injection de composé minéral est agencée pour déboucher dans ladite conduite de gaz de fumées 3 (voir figure 3) et pour permettre la sortie de composé minéral via un orifice de sortie de composé
15 minéral 14. La tubulure d'injection de composé minéral 2 présente une face externe 4 et une face interne 5. En fonctionnement, la face interne 5 est en contact avec ledit composé minéral pulvérulent lors de son alimentation dans la tubulure d'injection 2.

Le dispositif d'injection de composé minéral pulvérulent 1
20 comprend dans cette forme de réalisation illustrée une pluralité de tubulures d'injection de phase aqueuse 6 sous forme de gouttelettes, reliées chacune à un distributeur 7 connecté à une alimentation en phase aqueuse 8. Comme on peut le constater à la figure 1A ou 1B, chaque tubulure 6 de la pluralité de tubulures d'injection est située autour de la
25 tubulure d'injection de composé minéral 2 dans un espace extérieur à celle-ci, appelé ici espace périphérique 9. Chaque tubulure d'injection de phase aqueuse 6 comprend en outre une vanne 10 située entre le distributeur 7 et la sortie de phase aqueuse 11 de chaque tubulure d'injection de phase aqueuse 6. La sortie de phase aqueuse 11 sous forme de gouttelettes de
30 chaque tubulure d'injection de phase aqueuse est en pratique

avantageusement réalisée par un orifice de sortie de phase aqueuse sous la forme d'une fente ou pulvérisateur plan.

A l'aide des vannes 10, il est possible de ne pas alimenter certaines des tubulures 6 et par exemple d'alimenter uniquement celles
5 situées immédiatement en aval du point d'injection du composé minéral par rapport au sens d'écoulement G des gaz de fumées dans la conduite de gaz de fumées 3.

Le distributeur 7 est relié à une alimentation en phase aqueuse sous pression 8. Dans une variante du dispositif, un moyen de
10 mise sous pression 12 permet de conférer la pression voulue à l'eau entrant via l'alimentation en eau 8. La pression de l'alimentation en phase aqueuse 8 est typiquement comprise entre 3 et 150 bar. Dans une variante, cette pression sera plutôt comprise entre 3 et 20 bar, de préférence entre 5 et 15 bar et de manière plus préférentielle d'environ 12
15 bar. Dans une autre variante, la pression sera comprise entre 20 et 150 bar, en particulier entre 30 et 100 bar. Ces hautes pressions permettent d'éviter un encrassement de la tubulure de pulvérisation

Le dispositif d'injection de composé minéral comprend en outre une bride 13 munie d'orifices traversant 18 afin de pouvoir boulonner
20 ou fixer par tout autre moyen le dispositif de traitement de gaz de fumées à une conduite de gaz de fumées.

En effet, comme on peut le voir à la figure 3, la conduite de gaz de fumées 3 à traiter comporte un orifice pour l'introduction du dispositif
1. Celui-ci est introduit dans cet orifice et fixé sur la conduite de manière
25 courante, par la bride 13 et des moyens de fixation 15. Le serrage de la bride 13 permet de maintenir un appui sur la face externe 16 de la conduite de gaz de fumées 3, mais également assure l'étanchéité de la connexion du dispositif selon la présente invention.

Dans la forme de réalisation illustrée aux figures 1A et 1B,
30 une deuxième bride 17 est présente sur le dispositif de traitement de gaz de fumées. Cette bride 17 est munie d'une série d'orifices traversant 19

agencés pour accueillir des moyens de fixation. La bride 17 est agencée pour être reliée à une source courante de composé minéral (non illustrée).

Avantageusement, une enveloppe externe 20 est présente autour dudit espace périphérique 9. L'enveloppe externe 20 présente de
5 préférence un diamètre compris entre 100 et 250 mm, de préférence inférieur à 200 mm et de manière plus préférentielle entre 110 et 170 mm, en particulier entre 125 et 150 mm.

Dans l'espace périphérique 9, on peut prévoir une couche d'isolant entre la face externe 4 de ladite tubulure d'injection de composé
10 minéral pulvérulent et l'enveloppe externe 20. L'isolant peut être simplement de l'air ou toute matière isolante connue de l'homme de métier. Il permet d'éviter le refroidissement de la face externe 4 qui est isolée des tubulures 6 ce qui réduit les risques d'agglomération contre sa face interne
15 minéral.

Le dispositif selon la présente invention comprend en outre de préférence un capuchon ou dispositif de fermeture 21 dudit espace
20 périphérique. Ce capuchon est muni d'une série d'orifices parmi lesquels un orifice de sortie pour le composé minéral 14 et autant d'orifices de sortie pour la phase aqueuse 11 que de tubulures à phase aqueuse 6 présentes.

Pour l'injection de composé minéral, un tube cylindrique 2 de diamètre d'environ 125 mm en acier inoxydable est typiquement utilisé, lequel est monté sur une bride 13. L'acier inoxydable est une source
25 d'agglomération et de colmatage du composé minéral, et en conséquence, le tube 2 en acier inoxydable (tubulure d'injection de composé minéral 2) doit être aussi court que possible et aussi direct que possible (sans obstacle) pour réduire les zones mortes. Dès lors, le tube sensiblement cylindrique 2 (un coude peut notamment être utilisé comme illustré à la
30 figure 2A) doit prendre en compte ces considérations. En bref, le dispositif selon la présente invention comporte un tel tube cylindrique d'injection de composé minéral 2 qui a été modifié de telle façon qu'au moins une

tubulure d'injection de phase aqueuse 6 puisse être insérée le long du tube sensiblement cylindrique d'injection de composé minéral 2 sans créer d'obstacle dans le flux de particules du composé minéral dans la tubulure/tube sensiblement cylindrique 2. Dans la forme de réalisation
5 illustrée aux figures 1A, 1B et 3, huit tubulures d'injection de phase aqueuse 6, sous forme de gouttelettes, ont été placées autour de la tubulure d'injection de composé minéral 2, et les diamètres de ces tubulures 6 ont été choisis de manière à ce que les tubulures 6 puissent s'intégrer dans la bride 13.

10 Typiquement, la tubulure d'injection de composé minéral pulvérulent 2 présente un diamètre compris entre 75 et 150 mm, de préférence entre 85 et 125 mm et en particulier d'environ 100 mm. Généralement, chaque tubulure d'injection d'eau 6 présente un diamètre compris entre 5 et 30 mm, de préférence entre 6 et 20 mm et de manière
15 plus préférentielle entre 8 et 16 mm.

Lorsqu'il est souhaitable de traiter des gaz de fumées dans une conduite par de la chaux hydratée pour abattre entre autres des polluants acides, le dispositif selon la présente invention est positionné comme illustré par exemple à la figure 3. De la chaux hydratée est alors
20 injectée dans la tubulure d'injection de chaux hydratée 2 et quitte la tubulure via l'orifice de sortie 14. A ce moment, un nuage de chaux hydratée, dont les particules présentent typiquement une taille moyenne de particules d_{50} inférieure à 80 μm , avantageusement à 50 μm , de préférence inférieure à 35 μm , de préférence inférieure à 25 μm et de manière
25 particulière d'environ 10 μm , est formé dans la conduite de gaz de fumées à traiter 3. Avantageusement, avant injection dans les gaz de fumées, la chaux hydratée présente une humidité comprise entre 0,5 et 4 % en poids, de préférence inférieure à 2 %, en particulier inférieure à 1,5%.

La phase aqueuse sous pression entre dans le distributeur 7
30 via ladite alimentation 8 et pénètre alors dans les tubulures d'injection d'eau

6 pour lesquelles les vannes 10 ou certaines d'entre elles sont en position ouverte.

Suivant un forme perfectionnée du procédé selon la présente invention, l'étape d'injection de la phase aqueuse sous forme de
5 gouttelettes est effectuée dans ledit nuage ou flux de composé minéral dans ladite conduite de gaz de fumées 3, dans un voisinage immédiatement en aval dudit point d'injection du composé minéral par rapport au sens d'écoulement des gaz de fumées (indiqué par une double flèche G à la figure 3), et ce, dans ladite conduite de gaz de fumées 3. De
10 cette façon, le composé minéral pulvérulent injecté est humidifié et pas ou très peu les gaz de fumées à traiter. L'injection de gouttelettes de solution aqueuse dans un voisinage immédiatement en aval des particules de composé minéral injectées, par rapport au sens d'écoulement des gaz de fumées à traiter, est effectuée dans cette forme de réalisation en fermant
15 les vannes 10 présentes sur les tubulures d'injection de phase aqueuse 6 situées en amont et en ouvrant celles des tubulures situées en aval.

Dans le dispositif, illustré sur la figure 3, seules les tubulures d'injection de gouttelettes de phase aqueuse sous pression situées dans la partie S du dispositif de traitement de gaz de fumées selon la présente
20 invention (en aval par rapport au flux du gaz) peuvent avoir leurs vannes en position ouverte alors que les autres tubulures d'injection de gouttelettes sous pression présentent des vannes en position fermée. De cette façon, les gouttelettes de phase aqueuse sous pression injectées sont introduites dans un voisinage immédiatement en aval du point d'injection de particules
25 de composé minéral, et les particules de composé minéral sont avantageusement humidifiées.

Les polluants des gaz de fumées sont alors captés par ledit composé minéral et ce de manière améliorée par la présence des particules de phase aqueuse entourant les particules de composé minéral.
30 Ensuite, le composé minéral enrichi en composés polluants et des gaz de

fumées appauvris en polluants sont récupérés séparément de manière courante, notamment par filtration.

Le dispositif mixte d'injection de composé minéral/ phase aqueuse selon la présente invention est donc un concept simple, aisé et peu coûteux qui permet d'améliorer la capture des gaz acides à partir de gaz de fumées.

La température des gaz de fumées est typiquement comprise entre 100 et 1100°C. Dans certaines installations, cette température varie de 110°C et 350°C, de préférence entre 130°C et 250°C et de manière plus préférentielle entre 150°C et 230°C, en particulier 180° C et 220° C. Dans d'autres cas, notamment les activités génératrices de SO₂ comme polluant principal, la température des gaz de fumées est typiquement comprise entre 250°C et 500°C ou entre 850 et 1100°C plus en amont (plus proche de la zone de combustion), de préférence entre 300°C et 450°C ou entre 900 et 1100°C plus en amont et de manière préférentielle entre 330°C et 400°C ou entre 950°C et 1050°C plus en amont. L'effet de l'humidification du composé minéral est de relativement courte durée puisque les gouttelettes de phase aqueuse s'évaporent très vite dans les gaz chauds. Par conséquent, le contact entre les particules de composé minéral injectées dans les gaz de fumées et les gouttelettes d'eau doit être obtenu aussi rapidement que possible.

La taille des gouttelettes de phase aqueuse est en moyenne comprise entre 5 et 60 µm, préférentiellement entre 5 et 40 µm, en particulier entre 10 µm et 40 µm, et est obtenue en utilisant des tubulures à orifices de sortie plats (sous la forme de fentes) au travers desquels les gouttelettes de phase aqueuse sont formées. La taille des gouttelettes obtenues favorise également le contact entre les gouttelettes de phase aqueuse injectées dans le nuage de particules de composé minéral et les particules de composé minéral dès leur injection dans la conduite de gaz de fumées.

Comme mentionné précédemment, il est généralement difficile d'injecter dans des gaz de fumées une composition minérale, en particulier une chaux hydratée humide (contenant plus de 2% voire 4% d'eau) ou préalablement humidifiée à cause de l'agglomération des particules qui se produit et qui a pour effet de colmater les tubulures d'injection. De plus, une chaux hydratée humide ou préalablement humidifiée est plus facilement sujette à la carbonatation (assez rapide), ce qui induit une réduction des performances de captation. Enfin, les particules agglomérées de composé minéral, en particulier de chaux hydratée, humide présentent des capacités de capture réduites en raison de la diminution de l'accessibilité à leurs pores. Typiquement, ce sont les fines particules qui sont recherchées pour améliorer les performances de capture. L'utilisation du dispositif selon la présente invention permet que les fines particules de composé minéral injectées dans la conduite de gaz de fumées à traiter soient humidifiées en tant que telles, *in situ*, et réagissent avec les gaz notamment acides dans le nuage de gouttelettes de phase aqueuse créé directement et sèchent également *in situ* car l'évaporation est très rapide dans les gaz chauds de fumées. Par conséquent, l'évaporation de l'eau se produit avant que les particules n'aient eu le temps de s'agglomérer.

Ceci est également dû au fait que, selon la présente invention, la quantité d'eau injectée est uniquement la quantité d'eau nécessaire pour humidifier les particules de composé minéral et pour créer un nuage formé de particules de composé minéral et de gouttelettes de phase aqueuse. Le rapport pondéral entre ladite phase aqueuse injectée sous forme de gouttelettes et ledit composé minéral pulvérulent injecté est compris entre 0,05 et 1, de préférence entre 0,1 et 0,6, et de manière préférentielle entre 0,2 et 0,4. La qualité de phase aqueuse n'est pas critique

En conséquence, la phase aqueuse injectée sous forme de fines gouttelettes n'a que peu d'impact sur la température des gaz de

fumées à traiter et ne perturbe pas les étapes ultérieures potentielles de récupération calorifique. Selon la présente invention, les gaz de fumées présentent après injection du composé minéral et de la phase aqueuse sous forme de gouttelettes une température comprise entre n et $n - 10^{\circ}\text{C}$,
5 de préférence entre n et $n - 8^{\circ}\text{C}$, de préférence entre n et $n - 5^{\circ}\text{C}$, en particulier $n - 3^{\circ}\text{C}$, n étant la température des gaz de fumées avant injection du composé minéral et de ladite phase aqueuse.

Selon la présente invention, même si typiquement les deux systèmes d'injection de phase aqueuse et de composé minéral sont fixés
10 sur le même dispositif de traitement de gaz de fumées, il va de soi qu'ils fonctionnent indépendamment l'un de l'autre. En conséquence, il est possible de travailler uniquement en injectant des gouttelettes de phase aqueuse ou uniquement du composé minéral, si le cas d'espèce le requiert.

La figure 2 illustre une variante du dispositif de traitement des
15 gaz de fumées selon la présente invention.

Comme on peut le voir, le dispositif 1 selon la présente invention comprend ici une tubulure d'injection de composé minéral pulvérulent 2 reliée à une source de composé minéral pulvérulent (non illustrée). La tubulure d'injection de composé minéral est agencée pour
20 déboucher dans ladite conduite de gaz de fumées 3 (voir figures 4 et 5) et pour permettre la sortie de composé minéral via un orifice de sortie de composé minéral 14. La tubulure d'injection de composé minéral 2 présente une face externe 4 et une face interne 5. En fonctionnement, la face interne 5 est en contact avec ledit composé minéral pulvérulent qui est
25 injecté dans la tubulure d'injection 2.

Le dispositif d'injection de composé minéral pulvérulent 1 comprend également une tubulure d'injection de phase aqueuse 6 sous forme de gouttelettes, qui est connectée à une alimentation en phase aqueuse 8, et qui est localisée dans un tube concentrique situé dans
30 l'espace périphérique 9. La tubulure d'injection de phase aqueuse, bien que ce ne soit pas illustré ici, peut comprendre en outre une vanne d'arrêt 10.

L'orifice de sortie de phase aqueuse 11 sous forme de gouttelettes de la tubulure d'injection de phase aqueuse est en pratique réalisé sous la forme d'une fente ou d'un pulvérisateur plan.

La pression de l'alimentation en phase aqueuse 8 est
5 typiquement comprise entre 4 et 150 bar. Dans une variante, cette pression sera plutôt comprise entre 4 et 10 bar, de préférence entre 5 et 9 bar et de manière plus préférentielle d'environ 8 bar. Dans une autre variante, la pression sera comprise entre 10 et 150 bar, en particulier entre 20 et 100 bar. Ces hautes pressions permettent d'éviter un encrassement de la
10 tubulure de pulvérisation.

Le dispositif d'injection de composé minéral comprend en outre une bride 13 munie d'orifices traversant 18 afin de boulonner ou fixer par tout autre moyen le dispositif de traitement de gaz de fumées à une conduite de gaz de fumées via une bride 23.

15 En effet, comme on peut le voir à la figure 5, la conduite de gaz de fumées 3 à traiter peut comporter un conduit d'introduction 22 pour le dispositif 1 selon la présente invention. Le conduit d'introduction 22 est muni d'une bride 23 à son extrémité. Le dispositif selon la présente invention 1 est introduit dans ce conduit et fixé dessus à l'aide des brides
20 13 et 23.

Comme on peut le voir sur ces figures 4 et 5, l'étape d'injection de composé minéral pulvérulent est effectuée dans la conduite de gaz de fumées 3 selon un angle de 90 à 150 degrés, de préférence inférieur ou égal à 145 degrés, de manière préférentielle inférieur ou égal à
25 140 degrés et en particulier inférieur ou égal à 135 degrés, par rapport au sens d'écoulement G des gaz de fumées.

Cette orientation de la tubulure du composé minéral par rapport au sens d'écoulement des gaz de fumées n'est en aucune façon liée à la forme de réalisation du dispositif selon l'invention. Ceci signifie que
30 la forme de réalisation comprenant une pluralité de tubulures d'injection de

phase aqueuse illustrée sur les figures 1 et 3 peut également être orientée de manière inclinée par rapport à la paroi de la conduite de gaz de fumées.

En outre, le dispositif selon la présente invention, dans la version illustrée aux figures 1A, 1B, 2A et 2B, peut être plus ou moins
5 inséré dans la conduite de gaz de fumées, en fonction des desideratas et peut pénétrer typiquement d'une longueur comprise entre 0 et 40 cm au sein de la conduite de gaz.

Les considérations techniques comme la longueur de tubulure, les paramètres de fonctionnement du dispositif selon la présente
10 invention, dans cette forme de réalisation, varient dans les mêmes mesures que ce qui a été décrit pour les figures 1A, 1B et 3.

Dans la forme de réalisation illustrée aux figures 2A et 2B, une deuxième bride 17 est présente sur le dispositif de traitement de gaz de fumées. Cette bride 17 est munie d'une série d'orifices traversant 19
15 agencés pour accueillir un moyen de fixation. La bride 17 est agencée pour être reliée à une source de composé minéral (non illustrée).

Avantageusement, une enveloppe externe 20 est présente autour dudit espace périphérique 9. L'enveloppe externe 20 présente de préférence un diamètre compris entre 100 et 250 mm, de préférence
20 inférieur à 200 mm et de manière plus préférentielle entre 110 et 170 mm, en particulier entre 125 et 150 mm.

Dans l'espace périphérique 9, on peut prévoir une couche d'isolant entre ladite face externe 4 de ladite tubulure d'injection de composé minéral pulvérulent et l'enveloppe externe 20. L'isolant peut être
25 simplement de l'air ou tout isolant connu de l'homme de métier et permet d'éviter le refroidissement de la face externe 4, ainsi isolée de la tubulure de solution aqueuse 6 ce qui réduit les risques d'agglomération des particules du composé minéral, en particulier de la chaux hydratée, circulant dans la tubulure d'injection 2.

Le dispositif selon la présente invention comprend en outre
30 de préférence un capuchon ou dispositif de fermeture 21 dudit espace

périphérique muni d'une série d'orifices parmi lesquels un orifice de sortie de composé minéral 14 et un orifice de sortie du tube concentrique à la tubulure d'injection de phase aqueuse 11.

Comme on peut également le voir dans cette forme de réalisation illustrée aux figures 2A, 2B, 4 et 5, la tubulure d'injection de phase aqueuse 6 est agencée dans un tube concentrique, duquel la tubulure d'injection de phase aqueuse 25 est rétractable, ce qui permet de nettoyer ou changer la tubulure d'injection de la phase aqueuse sans arrêter l'injection de composé minéral. Pour faciliter l'extraction de la tubulure d'injection de phase aqueuse, la présente invention prévoit une légère courbure dans la tubulure d'injection de composé minéral, qui reste la plus faible possible pour éviter les obstacles au sein du tube essentiellement cylindrique d'amenée de composé minéral 2 et réduire ainsi l'agglomération de composé minéral sur les parois.

Pour la forme de réalisation illustrée aux figures 2A, 2B, 4 et 5, la tubulure principale d'injection de composé minéral présente typiquement un diamètre de 100 mm et le tube concentrique à la tubulure d'injection de phase aqueuse présente un diamètre de 25 mm. Les deux tubes sont confinés dans une enveloppe 20 présentant un diamètre d'environ 125 mm.

Exemples.-

Exemple 1.-

Des tests d'abattement de SO_2 ont été réalisés en utilisant l'installation pilote décrite dans WO 2007/000433 (figure 2 et p10, l.20 à p12, l.14). Dans un réacteur tubulaire, on a fait passer des particules d'hydroxyde de calcium (chaux hydratée), à co-courant d'un gaz contenant 1500 mg/Nm³ de SO_2 , 9% Vol. de CO_2 , et 10% Vol. de H_2O , et présentant un débit total de 1,132 Nm³/h et une température de 220°C.

Deux types de chaux hydratées ont été utilisés. Le premier échantillon (Ech 1) était une chaux hydratée obtenue suivant l'enseignement de la demande de brevet WO 97/14650. Le deuxième

échantillon (Ech 2) était une chaux hydratée obtenue suivant l'enseignement de la demande de brevet WO 2007/000433.

Le tableau présente les taux d'abattement de SO₂ obtenus en faisant varier l'humidité des réactifs testés de 0,7 % en poids par rapport au poids de chaux hydratée à 4,1 % en poids, pour un facteur stœchiométrique de 2,5 et un débit d'absorbant de Q.

Le débit d'absorbant Q correspond au débit de chaux hydratée nécessaire à la neutralisation du débit de SO₂, si le rendement de la réaction était de 100% (équilibre stœchiométrique), multiplié par un facteur "stœchiométrique", tenant compte qu'une partie de l'absorbant injecté ne participe pas réellement à la réaction. Dans le cas présent, Q vaut 5,05 g/h.

Tableau.-

Echantillon	Humidité à 150°C en % massiques	Abattement du SO ₂ à un facteur stœchiométrique de 2,5 (%)
Ech 1	0,7 %	18
	2,0 %	27
	2,6 %	28
	3,0 %	29
	3,7 %	29
	4,0 %	29
Ech 2	0,9 %	27
	1,9 %	36
	2,6 %	38
	2,7 %	39
	3,8 %	36
	4,1 %	35

Exemple 2 .- Test industriel

Les paramètres du gaz de fumées sont les suivants :

débit total : 20 000 Nm³/h

température : 180°C

teneur en eau : 4-5% vol

teneur en O₂ : 15-18% vol

- 5 Une chaux hydratée préparée suivant l'enseignement de la demande de brevet WO2007/000433 a été injectée en amont d'un filtre à manches pour l'abattement du SO₂. Pour une teneur en SO₂ de 1800 mg/Nm³ en amont du filtre à manches et de 700 mg/Nm³ à la sortie, une réduction de 15 à 20 % de la consommation de chaux a été observée lorsque la chaux était
- 10 humidifiée en comparaison de la situation lorsque la chaux n'était pas humidifiée (17 dm³/h eau ou rapport massique eau/chaux de 0,25). Le dispositif de la figure 1 selon la présente invention a été utilisé ; il présentait une inclinaison d'environ 120° par rapport au sens d'écoulement des gaz.

- Il est bien entendu que la présente invention n'est en aucune
- 15 façon limitée aux formes de réalisation décrites ci-dessus et que bien des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre des revendications annexées. Par exemple, il est possible de combiner la présence du distributeur 7 avec une seule tubulure d'injection d'eau 6 ou tout autre nombre souhaité dans le dispositif de traitement de gaz de
- 20 fumées selon la présente invention. Il est également possible que les assemblages des figures 3 et 4 comportent, comme à la figure 5, un conduit d'introduction 22 muni d'une bride 23 à son extrémité.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement de gaz présentant un sens d'écoulement prédéterminé dans une conduite de gaz comprenant les étapes d'injection de composé pulvérulent dans la conduite de gaz en un point d'injection de composé pulvérulent, avec formation d'un nuage ou flux particules de composé pulvérulent dans ladite conduite de gaz, d'injection d'une phase aqueuse sous forme de gouttelettes dans ladite conduite de gaz, de captation de polluants des gaz par ledit composé pulvérulent, et de récupération séparée dudit composé pulvérulent enrichi en polluants et des gaz appauvris en polluants, caractérisé en ce que ladite étape d'injection de phase aqueuse sous forme de gouttelettes est effectuée à l'intérieur de ladite conduite de gaz dans le nuage ou flux injecté de particules de composé pulvérulent, de manière à humidifier ces particules de composé pulvérulent à l'intérieur de la conduite de gaz, lors de leur injection.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite étape d'injection de phase aqueuse sous forme de gouttelettes est effectuée dans un voisinage immédiatement en aval dudit point d'injection de composé pulvérulent par rapport au sens d'écoulement prédéterminé des gaz dans ladite conduite de gaz.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel ladite étape d'injection de composé pulvérulent est effectuée dans la conduite de gaz suivant un sens d'injection formant un angle de 90 à 150 degrés, de préférence inférieur ou égal à 145 degrés, de manière préférentielle inférieur ou égal à 140 degrés et en particulier inférieur ou égal à 135 degrés, par rapport au sens d'écoulement des gaz.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel lesdites gouttelettes présentent une taille moyenne comprise entre 5 et 60 μm , préférentiellement entre 5 et 40 μm , notamment entre 10 et 40 μm .

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ledit composé pulvérulent présente une taille moyenne de particules d_{50} inférieure à 80 μm , avantageusement inférieure à 50 μm , en particulier inférieure à 35 μm , de préférence inférieure à 25 μm et notamment d'environ 10 μm .

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit composé pulvérulent présente, avant injection dans ladite conduite de gaz, une humidité (teneur massique en eau) comprise entre 0,5 et 10%, en particulier entre 0,5 et 4 %, de préférence inférieure à 2%, en particulier inférieure à 1,5%.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le rapport pondéral entre la phase aqueuse injectée sous forme de gouttelettes et le composé pulvérulent injecté est compris entre 0,05 et 1, de préférence entre 0,1 et 0,6, et de manière préférentielle entre 0,2 et 0,4.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdits gaz présentent, avant injection dudit composé pulvérulent, une température comprise entre 10°C et 100°C, de préférence entre 15°C et 80°C et de manière préférentielle entre 20°C et 70°C.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel lesdits gaz présentent, avant injection dudit composé pulvérulent, une température comprise entre 100°C et 300°C, de préférence entre 135°C et 250°C et de manière préférentielle entre 150°C et 230°C, en particulier entre 160°C et 220°C.

10. Procédé selon l'une quelconque des 1 à 7, dans lequel lesdits gaz présentent, avant injection dudit composé pulvérulent, une température comprise entre 300°C et 500°C, de préférence entre 320°C et 450°C et de manière préférentielle entre 330°C et 400°C.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel lesdits gaz présentent, avant injection dudit composé

pulvérulent, une température comprise entre 850°C et 1100°C, de préférence entre 900°C et 1100°C et de manière préférentielle entre 950°C et 1050°C.

5 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdits gaz présentent, après injection dudit composé pulvérulent et de la phase aqueuse sous forme de gouttelettes, une température comprise entre n et $n - 10^\circ\text{C}$, de préférence entre n et $n - 8^\circ\text{C}$, de préférence entre n et $n - 5^\circ\text{C}$, en particulier entre n et $n - 3^\circ\text{C}$, n étant la température des gaz avant injection du composé pulvérulent et
10 de la phase aqueuse.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite injection de la phase aqueuse est réalisée à une pression comprise entre 3 et 150 bar, en particulier entre 5 et 15 bar et de manière préférentielle d'environ 12 bar ou entre 20 et
15 150 bar, avantageusement entre 30 et 100 bar.

14. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le composé pulvérulent est un composé minéral choisi parmi de la chaux hydratée, du carbonate ou bicarbonate de sodium, de l'halloysite et de la sépiolite, un composé organique
20 carboné choisi parmi du charbon actif et du coke de lignite, ou un mélange de ces composés.

15. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que la phase aqueuse est constituée d'eau ou d'une solution aqueuse de composé alcalin ou à base d'ammoniac ou
25 d'halogénures ou encore d'acides.

16. Dispositif d'injection de composé pulvérulent, dans une conduite de gaz (3) comprenant une tubulure d'injection de composé pulvérulent (2) reliée à un source de composé pulvérulent et agencée pour déboucher dans ladite conduite de gaz, ladite tubulure d'injection
30 de composé pulvérulent présentant une face externe (4) et une face interne (5) agencée pour être en contact avec ledit composé pulvérulent,

ledit dispositif d'injection de composé pulvérulent comprenant en outre au moins une tubulure d'injection de phase aqueuse (6) sous forme de gouttelettes reliée à une source de phase aqueuse, caractérisé en ce que ladite au moins une tubulure d'injection de phase aqueuse (6) est
5 située dans un espace périphérique (9) localisé autour de ladite face externe (4) de la tubulure d'injection de composé pulvérulent (2).

17. Dispositif selon la revendication 16, comprenant une pluralité de tubulures d'injection de phase aqueuse (6) sous forme de gouttelettes, reliées chacune à un distributeur (7) connecté à ladite
10 source de phase aqueuse, chaque tubulure de ladite pluralité de tubulures d'injection de phase aqueuse (6) étant située dans ledit espace périphérique et étant en outre munie d'une vanne d'arrêt (10).

18. Dispositif selon l'une des revendications 16 et 17, dans lequel chaque tubulure d'injection de phase aqueuse (6) est agencée
15 dans un tube concentrique hors duquel la tubulure d'injection de phase aqueuse est rétractable (25).

19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, dans lequel chaque tubulure d'injection de phase aqueuse (6) comporte un orifice de sortie (11) sous la forme d'une fente.

20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, dans lequel le distributeur (7) est relié à un moyen de mise sous pression agencé pour conférer à la phase aqueuse une pression comprise entre 3 et 150 bar, en particulier entre 5 et 15 bar et de manière plus préférentielle d'environ 12 bar ou entre 20 et 150 bar, avantagement entre 30 et 100 bar..
25

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 16 à 20, comprenant en outre une enveloppe externe (20) autour dudit espace périphérique (9).

22. Dispositif selon la revendication 21, comprenant en outre,
30 dans ledit espace périphérique (9), au moins une couche d'isolant entre

ladite face externe (4) de ladite tubulure d'injection de composé minéral pulvérulent et l'enveloppe externe (20).

23. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 21 ou 22, comprenant en outre un dispositif de fermeture dudit espace périphérique muni d'une série d'orifices parmi lesquels un orifice à composé minéral et au moins un orifice à phase aqueuse, ledit orifice à composé minéral étant agencé pour loger une sortie de ladite tubulure d'injection de chaux hydratée, chaque orifice à phase aqueuse étant agencé pour loger une sortie de chaque tubulure d'injection de phase aqueuse.

24. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 21 à 23, dans lequel ladite enveloppe externe (20) présente un diamètre compris entre 100 et 250 mm, de préférence inférieur à 200 mm et de manière plus préférentielle entre 110 et 170 mm, en particulier 125 et 150 mm.

25. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 16 à 24, dans lequel ladite tubulure d'injection de composé pulvérulent (2) présente un diamètre compris entre 75 et 150 mm, de préférence entre 85 et 125 mm et en particulier d'environ 100 mm.

26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 16 à 25, dans lequel chaque tubulure d'injection de phase aqueuse (6) présente un diamètre compris entre 5 et 30 mm, de préférence entre 6 et 20 mm et de manière plus préférentielle entre 8 et 16 mm.

25

30

M

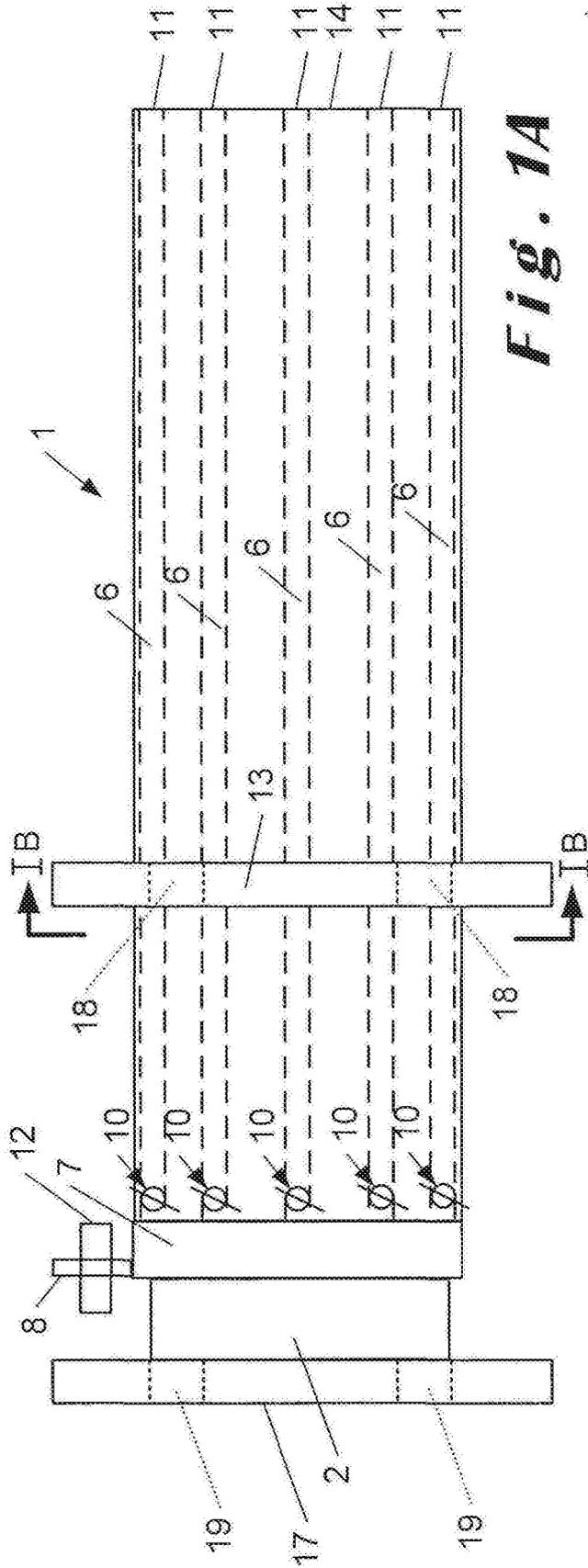


Fig. 1A

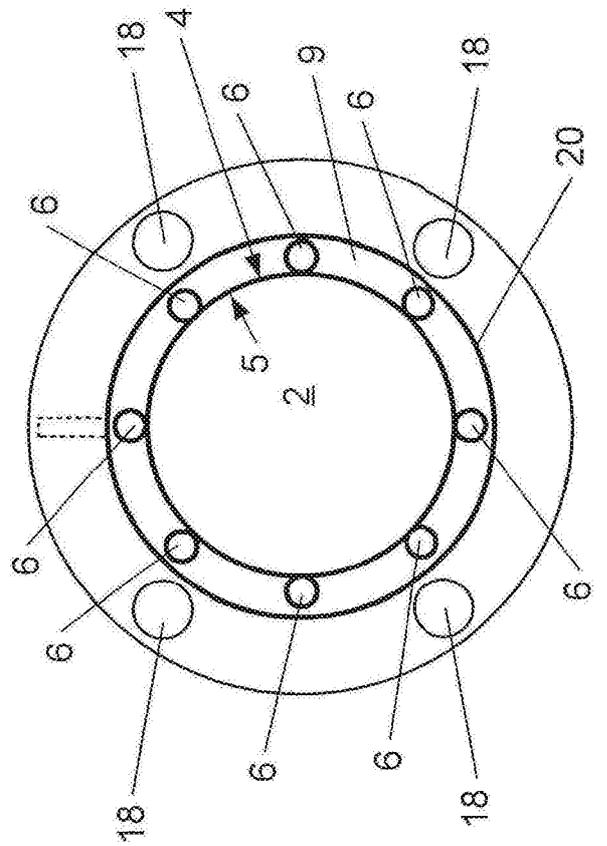


Fig. 1B

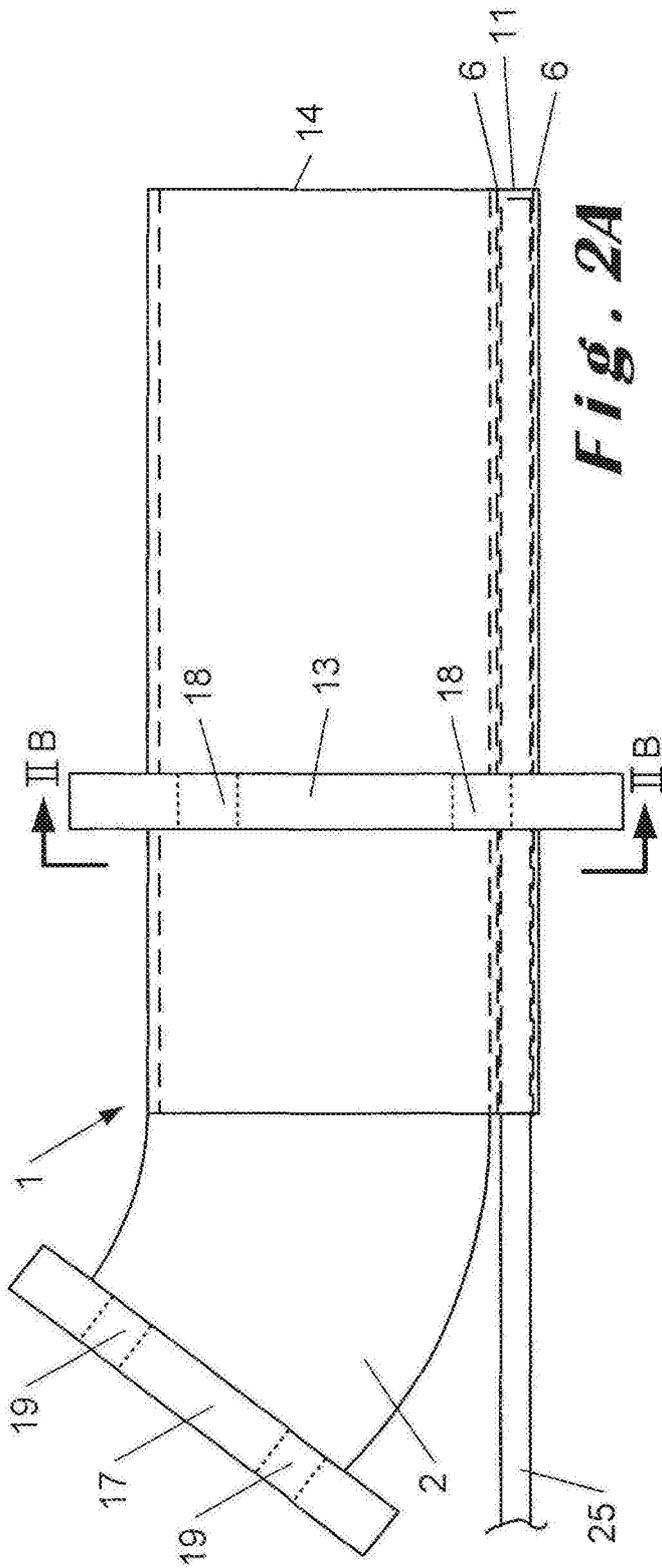


Fig. 2A

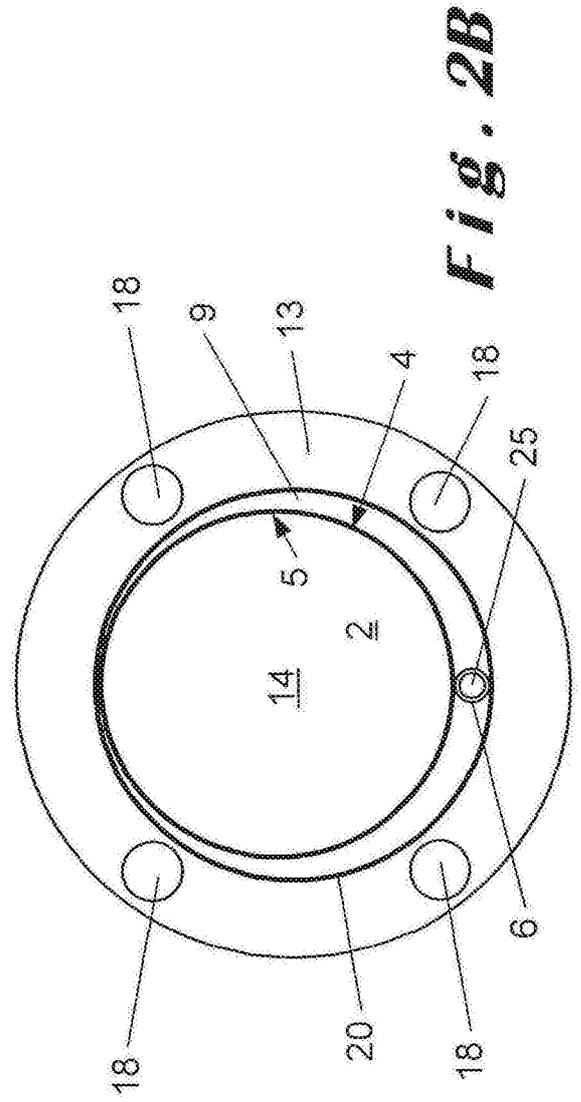


Fig. 2B

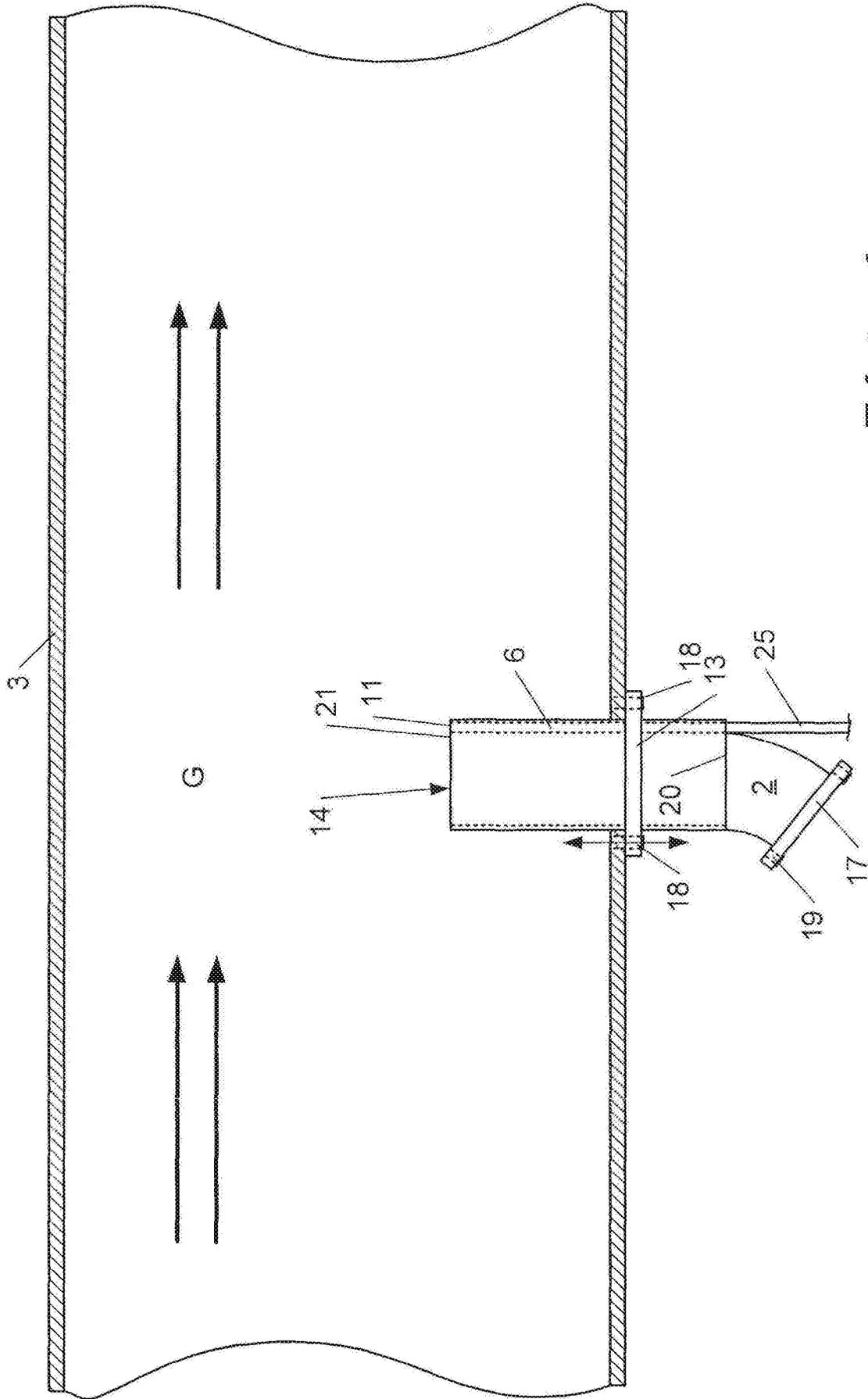


Fig. 4

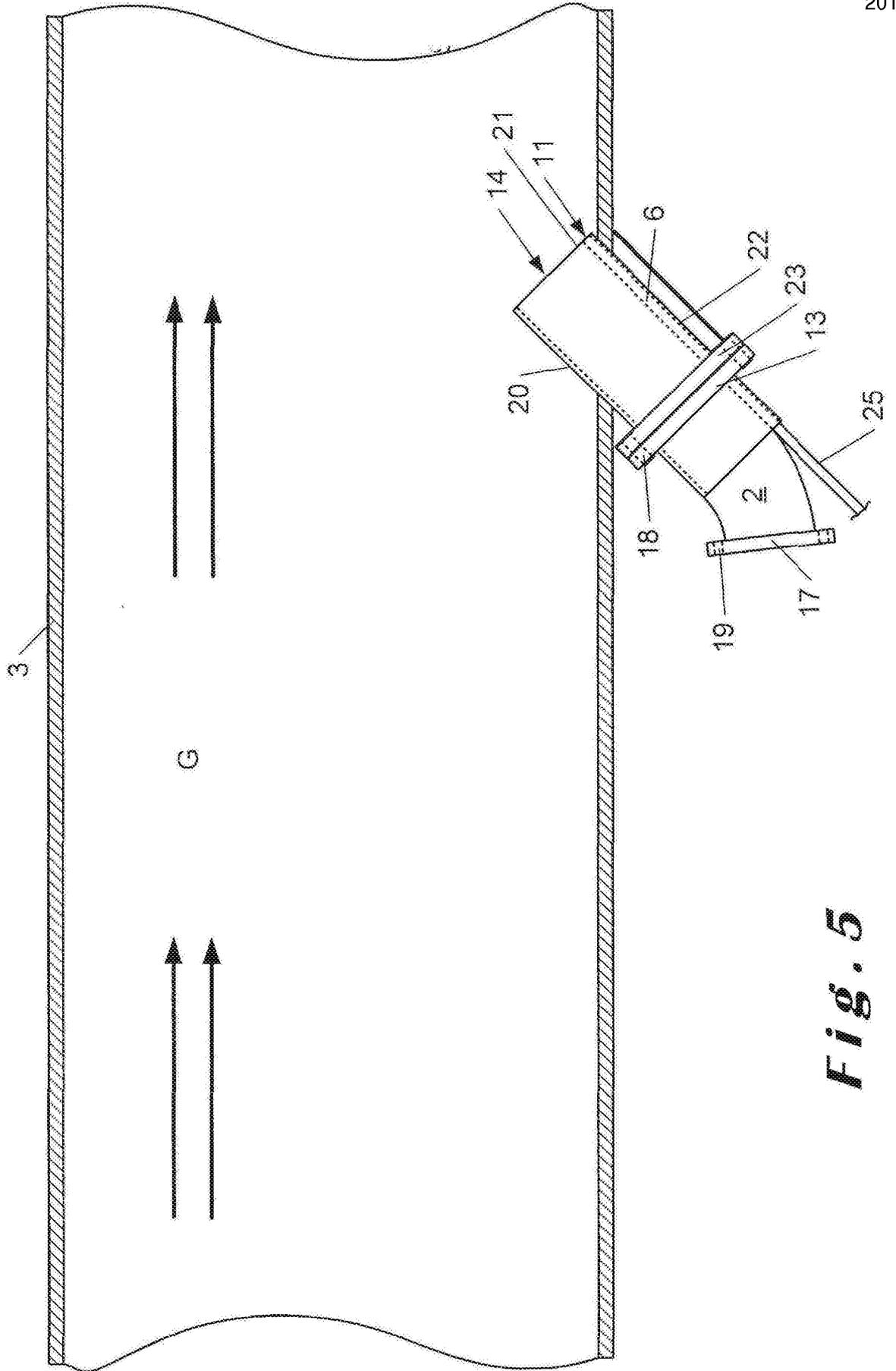


Fig. 5

Abrégé**Procédé et dispositif de traitement de gaz par injection de composé pulvérulent**

Procédé de traitement de gaz comprenant les étapes d'injection de composé pulvérulent dans la conduite de gaz, d'injection d'une phase aqueuse sous forme de gouttelettes dans ladite conduite de captation de polluants des gaz et de récupération séparée dudit composé pulvérulent ladite étape d'injection de phase aqueuse sous forme de gouttelettes est effectuée de manière à humidifier ces particules de composé pulvérulent à l'intérieur de la conduite de gaz, lors de leur injection.

Fig. 5

SR-*append*



OPINION ÉCRITE

Dossier N° SN60578	Date du dépôt (<i>jour/mois/année</i>) 25.06.2013	Date de priorité (<i>jour/mois/année</i>)	Demande n° BE201300435
Classification internationale des brevets (CIB) INV. B01D53/50 B01D53/80 F23J7/00 F23J15/00			
Déposant S.A. Lhoist Recherche et Développement			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- Cadre n° I Base de l'opinion
- Cadre n° II Priorité
- Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- Cadre n° VI Certains documents cités
- Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

Formulaire BE237A (feuille de titre) (Janvier 2007)	Examineur Burkhardt, Thorsten
---	----------------------------------

Cadre n°1 Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :
 - a. Nature de l'élément:
 - un listage de la ou des séquences
 - un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences
 - b. Type de support:
 - sur papier
 - sous forme électronique
 - c. Moment du dépôt ou de la remise:
 - contenu(s) dans la demande telle que déposée
 - déposé(s) avec la demande, sous forme électronique
 - remis ultérieurement
3. De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande internationale telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

OPINION ÉCRITE

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications	3-15, 17-26
	Non : Revendications	1, 2, 16

Activité inventive	Oui : Revendications	
	Non : Revendications	1-26

Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications	1-26
	Non : Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Ad point V

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explications à l'appui de cette déclaration

Ad point VIII

Certaines observations relatives à la demande

1 Documents cités

Il est fait référence aux documents suivants (D):

- D1 US 2012/251423 A1 (ALLEBACH WILLIAM S [US] ET AL) 4 octobre 2012 (2012-10-04)
- D2 CN 201 168 568 Y (SHANGHAI SINOFINN ELECTRIC ENG [CN]) 24 décembre 2008 (2008-12-24)cité dans la demande
- D3 JP 10 216572 A (NGK INSULATORS LTD) 18 août 1998 (1998-08-18)cité dans la demande
- D4 FR 2 580 949 A1 (TAMPELLA OY AB [FI]) 31 octobre 1986 (1986-10-31)
- D5 METSCHKE J: "RAUCHGASREINIGUNG NACH DEM CDAS-VERFAHREN",
VGB KRAFTWERKSTECHNIK, VGB KRAFTWERKSTECHNIK GMBH.
ESSEN, DE,
vol. 80, no. 10, 1 janvier 2000 (2000-01-01), pages 108-112,
XP000963987,
ISSN: 0372-5715

2 Clarté et interprétation des revendications

- 2.1 L'expression "voisinage immédiatement en aval dudit point d'injection de composé pulvérulent" dans la revendication 2 est vague et donc pas claire. Ici il est compris que toute injection en aval anticipe cette caractéristique.
- 2.2 En plus, il semble y avoir une contradiction entre la revendication 1 et la revendication 2: la revendication 1 exige que les particules de composé pulvérulent sont humidifiées lors de leur injection. Or la revendication 2 spécifie que la phase aqueuse est seulement injecté en aval de l'injection du solide.

3 Nouveauté et activité inventive

3.1 Le document **D1** décrit un procédé et un dispositif de traitement de gaz dans une conduite de gaz comprenant les étapes:

- (a) injection d'un composé pulvérulent dans la conduite de gaz (Fig.5, rev.1)
- (b) injection d'une phase aqueuse sous forme de gouttelettes *[il est ici compris que l'air contient de l'eau libre (par [26])]* (rev. 1 et 7)
- (c) captation de polluants (rev.1)
- (d) récupération séparée du composé pulvérulent et des gaz (par [3])

dans lequel l'injection de la phase aqueuse s'effectue dans le flux injecté de composé pulvérulent, de manière à humidifier les particules de composé pulvérulent à l'intérieur de la conduite de gaz, lors de leur injection.

En plus, D1 décrit un dispositif concentrique avec l'écoulement du solide à l'intérieur et l'écoulement de la phase aqueuse sous forme de gouttelettes à l'extérieur (rev.1, Fig.8).

Par ailleurs, D1 s'adresse également au problème de colmatage (par [1], rev. 1).

Pour cette raison il est considéré que l'objet des **revendications 1 et 16** n'est pas nouveau.

3.2 Il est considéré que l'injection séparée de la phase aqueuse sous forme de gouttelettes et du composé pulvérulent dans les conduites de gaz de **D2** (Figs. 1 et 2) et **D3** (Fig.2) conduit également au fait que la phase aqueuse est injecté dans le flux injecté de composé pulvérulent.

Pour cela il est considéré que chacun de D2 et de D3 anticipent également l'objet de la **revendication 1**.

3.3 Dans le document **D4** (cf. la figure et p.3 li.25 à p.4 li.37), de l'eau (9) est également injectée dans le flux de composé pulvérulent injecté (flux 6' dans la conduite de fumées 7).

Par ailleurs, D4 concerne également le problème de colmatage (p.5 li.8).

Pour cela, l'objet des **revendications 1 et 2** également anticipé par D4.

3.4 En ce qui concernent les **revendications dépendantes**, les remarques suivantes sont faites:

- il est considéré que l'homme du métier déterminera l'angle d'injection, la taille des gouttelettes et des particules, les débits respectifs et les températures dans le cadre de tests d'optimisation

- il est considéré que l'homme du métier est conscient du fait qu'il faut éviter le plus possible les pertes de niveau thermique des flux
- l'utilisation de chaux ou des carbonates/bicarbonates de sodium dans ce domaine est largement connu, ainsi que l'utilisation d'additifs pour capturer du mercure (cf. D5 par exemple).

Pour ces raisons il est considéré que les revendications dépendantes ne contiennent pas des caractéristiques qui rendraient l'objet d'une revendication inventif.