

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 154 014
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
21 N° d'enregistrement national : 23 10901
51 Int Cl⁸ : B 01 D 53/00 (2024.01), B 01 D 46/00, F 23 J 15/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 11.10.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.04.25 Bulletin 25/16.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : FIVES FCB Société par Actions Sim-
plifiée — FR.

72 Inventeur(s) : CORDONNIER Alain.

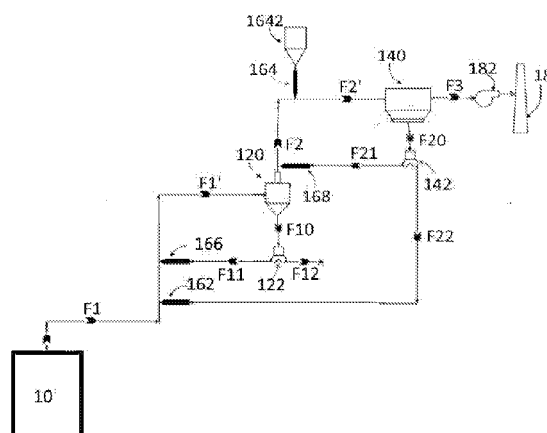
73 Titulaire(s) : FIVES FCB Société par Actions Simpli-
fiée.

74 Mandataire(s) : Bureau Duthoit Legros Associés.

54 Installation de traitement d'un flux gazeux.

57 L'invention concerne une installation de traitement
d'un flux gazeux contenant un composant indésirable, tel
que du dioxyde de soufre ou du mercure, le flux gazeux
étant issu d'une unité de combustion (10) dans laquelle au
moins une matière minérale est apte à être calcinée et com-
prenant, en particulier, un premier dispositif d'injection (162)
qui est relié à un deuxième dispositif de séparation gaz/parti-
cules (140) de manière à ce qu'une partie au moins des
premières particules injectées dans le flux gazeux par le
premier dispositif d'injection (162) est constituée au moins
partiellement du flux de deuxième particules issu d'un deu-
xième dispositif de séparation gaz/particules (140).

Figure pour l'abrégé : Figure 1



FR 3 154 014 - A1



Description

Titre de l'invention : Installation de traitement d'un flux gazeux

- [0001] L'invention concerne le domaine du traitement des gaz de combustion. En particulier, l'invention concerne le traitement des gaz de combustion issus d'une unité de combustion.
- [0002] Dans ce qui suit, on s'intéresse en particulier à la fabrication du ciment bien que l'invention peut s'appliquer à d'autres procédés de traitement de matières minérales.
- [0003] La fabrication de ciment utilise pour sa plus grande part une matière cuite, le clinker, qui est produite à partir de minéraux dont le constituant essentiel est le carbonate de calcium.
- [0004] Plus précisément, le clinker est obtenu à partir d'une matière première composée d'un mélange de minéraux, parmi lesquels notamment l'argile et le calcaire. Ces minéraux sont successivement broyés, préchauffés, puis cuits dans un four rotatif.
- [0005] Au cours de la formation du clinker sont produits des effluents gazeux.
- [0006] En raison notamment de l'augmentation de la pollution gazeuse de l'atmosphère locale, régionale et planétaire, la dépollution des effluents gazeux est nécessaire. D'ailleurs, des réglementations régionales, nationales et internationales imposent des limites toujours plus basses aux quantités de composants indésirables, c'est-à-dire de polluants, rejetées dans l'atmosphère.
- [0007] De nombreux procédés de dépollution d'effluents gazeux existent comme ceux par voie humide, par lavage par exemple, ou par voie sèche. La dépollution d'effluents par lavage pose toutefois le problème du traitement des effluents liquides qui en résultent. Cela est un problème à la fois technique et économique.
- [0008] De même, il est connu des procédés de dépollution d'effluents dans lesquels un agent réactif sous forme pulvérulente, c'est-à-dire sous forme de particules solides, est injecté dans les effluents gazeux, par exemple en aval du préchauffeur, et configuré pour se charger en composant indésirable. Dans ce cas, le devenir des particules solides chargées de composants indésirables doit être techniquement et économiquement considéré.
- [0009] Cependant, tous les procédés actuellement utilisés, même s'ils développent déjà une bonne capacité à dépolluer les effluents gazeux résultants des activités industrielles ne parviennent pas à une dépollution poussée c'est-à-dire suffisamment complète desdits effluents pour que les composants les plus essentiels et les plus dangereux de ces composants indésirables pour l'environnement, tels que du dioxyde de soufre ou du mercure, soient complètement éliminés des effluents gazeux avant leur rejet dans l'atmosphère.
- [0010] Il existe donc un besoin de fournir une installation qui permet de diminuer la

concentration en composant indésirable contenu dans de tels effluents gazeux, en particulier issus d'un procédé de fabrication de ciment, et un procédé correspondant surmontant notamment les inconvénients précités.

- [0011] Ainsi, un premier objet de l'invention est de proposer une diminution de la concentration en composant indésirable contenu dans des flux gazeux issus d'une unité de combustion afin de limiter efficacement les rejets du composant indésirable dans l'atmosphère.
- [0012] Un deuxième objet de l'invention est de proposer une diminution de la concentration en composant indésirable contenu dans des flux gazeux issus d'une unité de combustion dans lequel l'utilisation de l'agent réactif est optimisée, de manière à diminuer la consommation de l'agent réactif frais, c'est-à-dire de l'agent réactif qui n'a pas encore été en contact du composant indésirable à traiter, et également de manière à diminuer le coût de traitement de l'agent réactif partiellement chargé en composé indésirable.
- [0013] Un troisième objet de l'invention est de proposer une diminution de la concentration en composant indésirable contenu dans des flux gazeux issus d'une unité de combustion n'augmentant pas les coûts de fabrication des installations actuellement mises en œuvre.
- [0014] Un quatrième objet de l'invention est de proposer une diminution de la concentration en composant indésirable contenu dans des flux gazeux issus d'une unité de combustion qui peut aisément s'intégrer dans un procédé et une installation de traitement d'effluents gazeux préexistants.
- [0015] A cet effet, selon un premier aspect, l'invention propose une installation de traitement d'un flux gazeux contenant un composant indésirable, tel que du dioxyde de soufre ou du mercure, le flux gazeux étant issu d'une unité de combustion, l'installation comprenant, dans le sens de circulation du flux gazeux :
 - [0016] un premier dispositif d'injection, dans le flux gazeux, de premières particules d'un agent réactif au composant indésirable pour obtenir un flux gazeux chargé en premières particules ;
 - [0017] un premier dispositif de séparation gaz/particules configuré pour recevoir le flux gazeux chargé en premières particules, et pour obtenir :
 - un flux gazeux séparé des premières particules, et
 - un flux de premières particules ;
 - [0018] un deuxième dispositif d'injection, dans le flux gazeux séparé des premières particules, de deuxièmes particules d'un agent réactif au composant indésirable, dit agent réactif frais, pour obtenir un flux gazeux séparé des premières particules et chargé en deuxièmes particules,
 - [0019] un deuxième dispositif de séparation gaz/particules, relié fluidiquement au premier

dispositif de séparation gaz/particules, configuré pour recevoir le flux gazeux séparé des premières particules et chargé en deuxièmes particules, et pour obtenir :

- un flux gazeux séparé des deuxièmes particules, et
- un flux de deuxièmes particules,

[0020] l'installation étant caractérisée en ce que le premier dispositif d'injection est relié au deuxième dispositif de séparation gaz/particules de manière à ce qu'une partie au moins des premières particules injectées par le premier dispositif d'injection est constituée au moins partiellement du flux de deuxièmes particules issu du deuxième dispositif de séparation gaz/particules.

[0021] Ce procédé permet avantageusement d'améliorer l'efficacité de traitement de dépollution du flux gazeux tout en optimisant la quantité d'agent réactif frais injecté.

[0022] Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues seules ou en combinaison :

- l'installation comprend en outre un premier dispositif de répartition configuré pour répartir le premier flux de premières particules issu du premier dispositif de séparation gaz/particules entre un flux de particules à extraire de l'installation et un flux de particules à réinjecter dans le flux gazeux,
- l'installation comprend en outre un troisième dispositif d'injection placé en amont du premier dispositif de séparation gaz/particules et configuré pour réinjecter, dans le flux gazeux, le flux de particules à réinjecter,
- le premier dispositif d'injection est en outre configuré pour injecter, dans le flux gazeux en amont du premier dispositif de séparation gaz/particules, le flux de particules à réinjecter,
- le premier dispositif de séparation gaz/particules est de type cyclone,
- le deuxième dispositif de séparation gaz/particules est de type filtre à manches,
- l'installation comprend en outre un deuxième dispositif de répartition configuré pour répartir le deuxième flux de particules issu du deuxième dispositif de séparation gaz/particules entre un flux de particules à envoyer dans le premier dispositif d'injection, et un flux de particules à réinjecter, via un quatrième dispositif d'injection, dans le flux gazeux séparé de la première portion de particules d'un agent réactif au composant indésirable,
- l'installation comprend en outre un ou plusieurs dispositifs de reconditionnement du flux de particules à réinjecter placés en amont du premier dispositif d'injection et/ou du troisième dispositif d'injection et/ou du quatrième dispositif d'injection,
- l'unité de combustion est une unité de calcination de matières minérales,
- l'unité de combustion comprend un préchauffeur et/ou un four de cuisson de

clinker de ciment.

- [0023] Il est proposé en deuxième lieu un procédé de traitement d'un flux gazeux contenant un composant indésirable, tel que du dioxyde de soufre ou du mercure, le flux gazeux étant issu d'une unité de combustion, le procédé étant susceptible de mettre en œuvre l'installation décrite ci-avant, et comprenant les étapes suivantes :
- [0024] a) injection de premières particules d'un agent réactif au composant indésirable dans le flux gazeux pour obtenir un flux gazeux chargé en premières particules,
- [0025] b) séparation du flux gazeux chargé en premières particules pour obtenir :
- un flux gazeux séparé des premières particules, et
 - un flux de premières particules ;
- [0026] c) injection de deuxièmes particules d'un agent réactif au composant indésirable, dit agent réactif frais, dans le flux gazeux séparé des premières particules pour obtenir un flux gazeux séparé des premières particules et chargé en deuxièmes particules,
- [0027] d) séparation du flux gazeux séparé des premières particules et chargé en deuxièmes particules pour obtenir :
- un flux gazeux séparé des deuxièmes particules, et
 - un flux de deuxièmes particules,
- [0028] le procédé étant caractérisé en ce que l'étape a) d'injection comprend une opération O1) de réinjection d'une partie au moins du flux de deuxièmes particules dans le flux gazeux de manière à ce qu'une partie au moins des premières particules injectées au cours de l'étape a) d'injection est constituée au moins en partie du flux de deuxièmes particules obtenu à l'issue de l'étape d) de séparation.
- [0029] Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues seules ou en combinaison :
- le procédé comprend en outre une étape e) de répartition du flux de premières particules issu de l'étape b) de séparation, entre un flux de particules à extraire et un flux de particules à réinjecter dans le flux gazeux au cours de l'opération O1) de réinjection, de manière à ce qu'une partie au moins des premières particules injectées au cours de l'étape a) d'injection est en outre constituée au moins en partie du flux de premières particules obtenu à l'issue de l'étape b) de séparation,
- [0030] - le procédé comprend en outre une étape f) de répartition du flux de deuxièmes particules issu de l'étape d) de séparation, entre un flux de particules à réinjecter dans le flux gazeux au cours de l'opération O1) de réinjection et un flux de particules à réinjecter dans le flux gazeux séparé des premières particules issu de l'étape b) de séparation,
- [0031] - le procédé comprend en outre une étape de reconditionnement d'un ou de plusieurs des flux de particules à réinjecter dans le flux gazeux.

- [0032] Il est proposé en troisième lieu un procédé de fabrication de ciment comprenant le procédé de traitement précité, selon lequel le flux gazeux est issu d'une calcination d'au moins une matière minérale mise en œuvre au cours d'une étape de cuisson d'un clinker.
- [0033] D'autres effets et avantages apparaîtront à la lumière de la description de modes de réalisation de l'invention accompagnée des figures 1 et 2 illustrant de façon schématique deux exemples de réalisation d'une installation de traitement d'un flux gazeux issu d'une unité de combustion, chacun de ces deux exemples fonctionnant selon un mode de fonctionnement de l'installation.
- [0034] L'unité de combustion 10 représentée dans les figures 1 et 2 contient une installation de combustion ou de calcination de matières minérales.
- [0035] Dans cette unité de combustion 10 a lieu une réaction de combustion, avec apparition en général d'une flamme, de sorte que des gaz de combustion sous forme de fumées, comprenant notamment des composants indésirables, sont générées.
- [0036] Plus précisément, dans ce qui suit, de manière non limitative pour l'invention, il est considéré que l'unité de combustion 10 est contenue dans une installation de fabrication de ciment, en particulier dans une ligne de cuisson de cimenterie.
- [0037] Dans un exemple de réalisation, l'unité de combustion 10 est une unité de calcination de matières minérales. L'unité de calcination comporte, de préférence, un four rotatif et un préchauffeur à cyclones, et peut en outre comprendre tout autre équipement de traitement thermique des matières minérales.
- [0038] De préférence, des matières minérales, par exemple un mélange de matière crue, sont alimentées au préchauffeur à cyclones à partir d'un système d'homogénéisation et de dosage. Le préchauffeur à cyclones permet d'augmenter la température des matières minérales avant qu'elles ne rentrent dans le four rotatif. Ce four comprend typiquement au moins un brûleur apte à créer la flamme, placé dans le four à une extrémité opposée de celle par laquelle les matières minérales préchauffées entrent. Les matières minérales se déplacent dans le four vers le brûleur, et ressortent calcinées du four, formant le clinker.
- [0039] Les gaz de combustion sont extraits en sortie du préchauffeur et comprennent notamment des poussières de matière minérales et un ou plusieurs composants indésirables. Parmi les composants indésirables contenus dans les gaz de combustion, on peut par exemple citer le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatiles et le mercure.
- [0040] Les gaz de combustion alors extraits forment un flux gazeux à traiter F1 qui est acheminé dans une installation de traitement selon un exemple de réalisation de l'invention. L'installation de traitement comprend un circuit de circulation dans lequel le flux gazeux à traiter F1 s'introduit, puis circule, de sorte à être traité avant d'être

extrait de l'installation de traitement.

- [0041] Un dispositif de prétraitement (non-illustré dans les figures) des gaz de combustion est, de préférence, disposé entre l'unité de combustion 10, en particulier le pré-chauffeur, et l'installation de traitement. Par exemple, le dispositif de prétraitement peut être configuré pour filtrer tout ou partie des poussières de matières minérales contenues dans les gaz de combustion. Le dispositif de prétraitement est alors connecté à la fois à l'unité de combustion 10 et également à l'installation de traitement.
- [0042] Dans l'exemple de réalisation décrit ci-après, l'installation de traitement est apte à séparer du dioxyde de soufre des gaz de combustion.
- [0043] Pour ce faire, de l'agent réactif au dioxyde de soufre contenu dans les gaz de combustion va être injecté dans le flux gazeux à traiter pour diminuer sa concentration en dioxyde de soufre.
- [0044] L'agent réactif est, de préférence, pulvérulent lorsqu'il est injecté dans le flux gazeux à traiter, c'est-à-dire qu'il comprend des particules telles que cela sera explicité plus loin. L'agent réactif peut toutefois être injecté dans le flux gazeux à traiter sous forme liquide et, à son contact, se transformer en matière pulvérulente après changements menés par différentes réactions physico-chimiques, par exemple par évaporation de l'eau contenue dans l'agent réactif liquide.
- [0045] De préférence, lorsque l'on souhaite diminuer la concentration en dioxyde de soufre du flux gazeux à traiter F1, l'agent réactif typiquement utilisé est de la chaux hydratée ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), qui est avantageusement sous forme sèche, et qui se trouve sous forme pulvérulente. Dans un autre exemple de réalisation, l'agent réactif peut être sous forme humide, par exemple sous forme de lait de chaux qui se trouve sous forme liquide et qui se transformera alors en particules dans le flux gazeux à traiter. La chaux hydratée a comme avantage de se combiner naturellement avec le soufre contenu dans le dioxyde de soufre avec lequel il est en contact dans le but de former du gypse.
- [0046] Dans une variante de réalisation, l'agent réactif est du charbon actif qui peut éventuellement être additivé.
- [0047] Selon l'exemple de réalisation illustré dans la [Fig.1], le circuit de circulation comprend les dispositifs présentés ci-dessous, et listés dans le sens de circulation du flux gazeux à traiter. Comme on pourra le voir dans la suite, pour faciliter la lecture, le flux gazeux à traiter sera désigné, en fonction de sa position et de son déplacement dans le circuit de circulation, par :
 - [0048] - flux gazeux chargé en particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F1',
 - [0049] - flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F2,
 - [0050] - flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement

combinées avec du dioxyde de soufre et chargé de particules de chaux hydratée fraîches F2', ou encore

- [0051] - flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée F3.
- [0052] Les dispositifs que contient le circuit de circulation sont les suivants : un premier dispositif d'injection 162, un premier dispositif de séparation gaz/particules 120, un deuxième dispositif d'injection 164, et un deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140.
- [0053] Le premier dispositif d'injection 162 est apte à injecter, dans le flux gazeux à traiter F1, des particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre pour obtenir le flux gazeux chargé en particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F1'.
- [0054] Le premier dispositif de séparation gaz/particules 120 est configuré pour réaliser une première séparation afin de séparer les particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre du flux gazeux à traiter F1 et obtenir le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F2.
- [0055] Le deuxième dispositif d'injection 164 est apte à injecter, dans le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F2, des particules de chaux hydratée fraîches et obtenir le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre et chargé de particules de chaux hydratée fraîches F2'.
- [0056] Le deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140, relié fluidiquement au premier dispositif de séparation gaz/particules 120, est configuré pour réaliser une deuxième séparation afin de séparer les particules de chaux hydratée du flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre et chargé de particules de chaux hydratée fraîches F2' et obtenir le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée F3, autrement dit un flux gazeux traité.
- [0057] Le premier dispositif d'injection 162 est disposé en amont du premier dispositif de séparation gaz/particules 120. Ce premier dispositif d'injection 162 est configuré pour mettre en œuvre une étape a) d'injection, dans le flux gazeux à traiter F1, de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre. En particulier, le premier dispositif d'injection 162 permet de mettre en contact, dans une première zone de réaction, le flux gazeux à traiter F1 avec des particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre. Dans cette première zone de réaction, suite à la mise en œuvre de cette étape a) d'injection, le flux gazeux à traiter F1 entre en contact intime avec les particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre, celles-ci captent alors du soufre contenu dans le flux gazeux à traiter F1 en se combinant avec davantage de dioxyde de soufre. Le flux gazeux à

traiter F1 s'appauvrit alors en dioxyde de soufre pour devenir un flux gazeux chargé en particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F1'.

[0058] Le flux gazeux chargé en particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F1' est ensuite acheminé, via une conduite fluidique, depuis la première zone de réaction vers le premier dispositif de séparation gaz/particules 120 contenu dans une première zone de séparation et dans laquelle une étape b) de séparation du flux gazeux chargé en particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F1' va s'opérer. La réalisation d'une telle étape b) permet d'obtenir, d'une part, par exemple en une sortie haute du premier dispositif de séparation gaz/particules 120, le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F2, et d'autre part, par exemple en une sortie basse du premier dispositif de séparation gaz/particules 120, un flux de particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F10.

[0059] En fonction du temps de séjour et de la capacité des particules de chaux hydratée à se combiner avec du dioxyde de soufre, ces dernières peuvent être, en entrée du premier dispositif de séparation gaz/particules 120, soit encore partiellement combinées avec du dioxyde de soufre, soit totalement combinées avec du dioxyde de soufre.

[0060] Par capacité des particules de chaux hydratée à se combiner avec du dioxyde de soufre, au sens de la présente invention, on entend la capacité de captation d'une particule de chaux hydratée à retenir du dioxyde de soufre, par combinaison chimique pour former du gypse.

[0061] Par particule de chaux hydratée totalement combinée avec du dioxyde de soufre, au sens de la présente invention, on entend une particule de chaux hydratée qui s'est majoritairement combinée avec du dioxyde de soufre et qui tend donc vers sa capacité de captation maximale.

[0062] Dans l'exemple de réalisation illustré en figures 1 et 2, le premier dispositif de séparation gaz/particules 120 est de type cyclone.

[0063] Avantagusement, avant d'être injectées dans le flux gazeux à traiter F1 via les premier 162 et/ou troisième 166 et/ou quatrième 168 dispositifs d'injection, les particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre sont reconditionnées, par exemple réhumidifiées via au moins un dispositif de réhumidification (non illustré dans les figures). Cela a pour effet d'améliorer la capacité des particules de chaux hydratée à se combiner avec du dioxyde de soufre.

[0064] Le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F2, ressortant du premier dispositif de séparation gaz/particules 120, par exemple par sa sortie haute, peut alors être transporté jusqu'au deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140 auquel il est relié fluidiquement

par une conduite.

- [0065] Le deuxième dispositif d'injection 164 est, quant à lui, disposé en amont du deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140, disposé en particulier dans une deuxième zone de réaction. Le deuxième dispositif d'injection 164 est configuré pour réaliser une étape c) d'injection, dans le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F2, de particules de chaux hydratée fraîches, c'est-à-dire des particules de chaux hydratée qui n'ont pas encore été en contact du dioxyde de soufre, en particulier avec le flux gazeux à traiter F1. Une telle injection permet d'obtenir un flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre et chargé de particules de chaux hydratée fraîches F2'. Les particules de chaux hydratée fraîches sont injectées pour capter les oxydes de soufre résiduels contenu dans le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F2. De cette façon, une partie au moins des particules de chaux hydratée fraîches injectées se combinent avec ces oxydes de soufre résiduels.
- [0066] Par exemple, le deuxième dispositif d'injection 164 est relié à un silo 1642 de particules de chaux hydratée fraîches.
- [0067] Le circuit de circulation du flux gazeux à traiter est configuré de sorte que le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre et chargé de particules de chaux hydratée fraîches F2' est ensuite acheminé, via une conduite fluidique, depuis la deuxième zone de réaction vers le deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140 contenu dans une deuxième zone de séparation. Une étape d) de séparation a lieu et permet d'obtenir d'une part, par exemple en une sortie haute du deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140, un flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée F3, et d'autre part, par exemple en une sortie basse du deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140, un flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F20.
- [0068] Avantageusement, le deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140 est de type filtre à manches. Le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre et chargé de particules de chaux hydratée fraîches F2' traverse alors les manches du filtre. Lors de cette traversée, les particules de chaux hydratée sont retenues.
- [0069] Ensuite, le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée F3, c'est-à-dire le flux gazeux dépollué qui a été traité, peut alors être relâché à l'atmosphère par une première cheminée 18 à l'aide éventuellement d'un ventilateur d'extraction 182.
- [0070] Selon l'invention, le premier dispositif d'injection 162 est relié au deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140, en particulier à sa sortie basse, de manière à ce qu'une partie au moins du flux de particules de chaux hydratée F20 soit injectée par

le premier dispositif d'injection 162 dans le flux gazeux à traiter F1 introduit dans l'installation de traitement. De cette façon s'opère une opération O1) de réinjection d'une partie au moins du flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F20 dans le flux gazeux à traiter F1.

[0071] Avantageusement, l'installation comprend en outre un premier dispositif de répartition 122 configuré pour répartir le flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F10 issu du premier dispositif de séparation gaz/particules 120 entre un flux de particules à extraire F12 de l'installation, et un flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre à réinjecter F11 dans le flux gazeux à traiter F1. Le premier dispositif de répartition 122 est alors apte à réaliser une étape e) de répartition du flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F10 issu de l'étape b) de séparation. Ainsi, à l'aide de ce premier dispositif de répartition 122, tout ou partie du flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F10 peut être recyclée (i.e. réinjectée) dans le flux gazeux à traiter F1 ou dans le flux gazeux chargé en particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F1' entrant dans le premier dispositif de séparation gaz/particules 120, soit immédiatement, soit après le transfert dans un moyen de stockage intermédiaire (non illustré dans les figures). Ce recyclage est rendu possible par l'envoi de la partie du flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre à réinjecter F11, soit dans un troisième dispositif d'injection 166 tel qu'illustré en [Fig.1], soit dans le premier dispositif d'injection 162 tel qu'illustré en [Fig.2]. Cela permet de réutiliser les particules de chaux hydratée qui ne se sont pas encore totalement combinées avec du dioxyde de soufre. De préférence, le flux de particules à extraire F12 de l'installation est alors constitué de particules de chaux hydratée qui se sont totalement combinées avec du dioxyde de soufre. Le flux de particules à extraire F12 n'est alors pas recyclé dans la première zone de réaction et peut être introduit dans un moyen de stockage temporaire tel qu'un silo de récupération (non illustré dans les figures). De préférence, le troisième dispositif d'injection 166 est placé en amont du premier dispositif d'injection 162 de sorte à garantir un temps de séjour optimal des particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre du flux F11 à réinjecter dans le flux gazeux à traiter F1.

[0072] De préférence, le premier dispositif de répartition 122 est apte à extraire de manière continue une fraction du flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F10. La fraction du flux de particules à extraire F12 effectivement extrait est par exemple pesée pour obtenir son poids et une fraction de chaux hydratée fraîches de poids équivalent est injectée par le dispositif d'injection 164. Par exemple, le premier dispositif de répartition 122 peut être un clapet de répartition ou

tout autre système de répartition connu de l'homme du métier.

- [0073] Optionnellement, les particules introduites dans le silo de récupération peuvent, dans une étape ultérieure, être utilisées comme gypse à introduire dans un ciment.
- [0074] Plutôt que de réinjecter l'intégralité du flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F20 issu du deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140 dans le flux gazeux à traiter F1 via le premier dispositif d'injection 162, l'installation comprend avantageusement un deuxième dispositif de répartition 142 configuré pour répartir le flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F20 issu du deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140 entre un flux de particules à envoyer F22 dans le premier dispositif d'injection 162, et un flux de particules à réinjecter F21, via un quatrième dispositif d'injection 168, dans le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F2, c'est-à-dire avant le deuxième dispositif d'injection 164, ou dans le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre et chargé de particules de chaux hydratée fraîches F2', c'est-à-dire après le deuxième dispositif d'injection 164. Cette réinjection s'opère dans les deux cas en amont du deuxième dispositif de séparation gaz/particules 140. Le deuxième dispositif de répartition 142 est alors apte à réaliser une étape supplémentaire f) de répartition du flux de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F20, entre un flux de particules à réinjecter F22 dans le flux gazeux à traiter F1 au cours de l'opération O1) de réinjection et un flux de particules à réinjecter F21 dans le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F2 issu de l'étape b) de séparation.
- [0075] De préférence, le deuxième dispositif de répartition 142 est également un clapet de répartition ou tout autre système de répartition connu de l'homme du métier.
- [0076] Dans un exemple de réalisation non illustré dans les figures, le deuxième dispositif d'injection 164 peut aussi être configuré pour injecter un mélange de particules de chaux hydratée fraîches et de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre. Les particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre peuvent provenir de la deuxième zone de séparation. Dans une variante de réalisation non représentée, le deuxième dispositif d'injection 164 et le quatrième dispositif d'injection 168 peuvent être combinés et donc injecter un mélange de particules de chaux hydratée fraîches et de particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre dans le flux gazeux séparé des particules de chaux hydratée au moins partiellement combinées avec du dioxyde de soufre F2.
- [0077] Cette installation de traitement permet que le flux gazeux à traiter soit plusieurs fois

en contact avec des particules de chaux hydratées. D'abord avec des particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre pour un premier abattement, puis avec des particules de chaux hydratée fraîches pour compléter le traitement de désulfuration des gaz de combustion. Les particules de chaux hydratée peuvent être recirculées autant que nécessaire dans l'installation, et elles ne sont extraites du circuit de circulation qu'après avoir été mise longuement en contact avec du flux gazeux à traiter de sorte à tendre vers la capacité de captation maximale de la chaux hydratée.

[0078] En particulier, à l'aide d'une telle installation de traitement, on procède à un premier traitement à l'aide de la mise en contact d'un flux gazeux à traiter défini par une concentration élevée en oxydes de soufre, avec des particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre. Durant ce premier traitement, les particules de chaux hydratée partiellement combinées avec du dioxyde de soufre, définies alors par une capacité moyenne à se combiner avec du dioxyde de soufre, sont mises en contact du flux gazeux à traiter hautement concentré en dioxyde de soufre ; cela permet de réaliser un traitement dit « grossier ». Puis, on procède à un deuxième traitement à l'aide de la mise en contact du flux gazeux issu du premier traitement et défini par une concentration faible en oxydes de soufre, avec des particules de chaux hydratée fraîches. Durant ce deuxième traitement, les particules de chaux hydratée fraîches, définies alors par une capacité élevée à se combiner avec du dioxyde de soufre, sont mises en contact du flux gazeux faiblement concentré en dioxyde de soufre ; cela permet de réaliser un traitement dit « fin ».

[0079] Le fait de mettre en œuvre ces deux traitements successifs permet d'utiliser efficacement les différents niveaux de réactivité des particules de chaux hydratée en fonction de la diminution de la concentration en dioxyde de soufre du flux gazeux.

Revendications

[Revendication 1]

Installation de traitement d'un flux gazeux contenant un composant indésirable, tel que du dioxyde de soufre ou du mercure, le flux gazeux étant issu d'une unité de combustion (10),

l'installation comprenant, dans le sens de circulation du flux gazeux :

- un premier dispositif d'injection (162), dans le flux gazeux, de premières particules d'un agent réactif au composant indésirable pour obtenir un flux gazeux chargé en premières particules ;
- un premier dispositif de séparation gaz/particules (120) configuré pour recevoir le flux gazeux chargé en premières particules, et pour obtenir :
 - un flux gazeux séparé des premières particules, et
 - un flux de premières particules ;
- un deuxième dispositif d'injection (164), dans le flux gazeux séparé des premières particules, de deuxièmes particules d'un agent réactif au composant indésirable, dit agent réactif frais, pour obtenir un flux gazeux séparé des premières particules et chargé en deuxièmes particules,
- un deuxième dispositif de séparation gaz/particules (140), relié fluidiquement au premier dispositif de séparation gaz/particules (120), configuré pour recevoir le flux gazeux séparé des premières particules et chargé en deuxièmes particules, et pour obtenir :
 - un flux gazeux séparé des deuxièmes particules, et
 - un flux de deuxièmes particules,

l'installation étant caractérisée en ce que le premier dispositif d'injection (162) est relié au deuxième dispositif de séparation gaz/particules (140) de manière à ce qu'une partie au moins des premières particules injectées par le premier dispositif d'injection (162) est constituée au moins partiellement du flux de deuxièmes particules issu du deuxième dispositif de séparation gaz/particules (140).

[Revendication 2]

Installation selon la revendication 1, comprenant en outre un premier dispositif de répartition (122) configuré pour répartir le premier flux de premières particules issu du premier dispositif de séparation gaz/

- particules (120) entre un flux de particules à extraire de l'installation et un flux de particules à réinjecter dans le flux gazeux.
- [Revendication 3] Installation selon la revendication 2, comprenant en outre un troisième dispositif d'injection (166) placé en amont du premier dispositif de séparation gaz/particules (120) et configuré pour réinjecter, dans le flux gazeux, le flux de particules à réinjecter.
- [Revendication 4] Installation selon la revendication 2, dans laquelle le premier dispositif d'injection (162) est en outre configuré pour injecter, dans le flux gazeux en amont du premier dispositif de séparation gaz/particules (120), le flux de particules à réinjecter.
- [Revendication 5] Installation selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle le premier dispositif de séparation gaz/particules (120) est de type cyclone.
- [Revendication 6] Installation selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle le deuxième dispositif de séparation gaz/particules (140) est de type filtre à manches.
- [Revendication 7] Installation selon l'une des revendications 1 à 6, comprenant en outre un deuxième dispositif de répartition (142) configuré pour répartir le deuxième flux de particules issu du deuxième dispositif de séparation gaz/particules (140) entre un flux de particules à envoyer dans le premier dispositif d'injection (162), et un flux de particules à réinjecter, via un quatrième dispositif d'injection (168), dans le flux gazeux séparé de la première portion de particules d'un agent réactif au composant indésirable.
- [Revendication 8] Installation selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant en outre un ou plusieurs dispositifs de reconditionnement du flux de particules à réinjecter placés en amont du premier dispositif d'injection (162) et/ou du troisième dispositif d'injection (166) et/ou du quatrième dispositif d'injection (168).
- [Revendication 9] Installation selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle l'unité de combustion (10) est une unité de calcination de matières minérales.
- [Revendication 10] Installation selon la revendication 9, dans laquelle l'unité de combustion (10) comprend un préchauffeur et/ou un four de cuisson de clinker de ciment.
- [Revendication 11] Procédé de traitement d'un flux gazeux contenant un composant indésirable, tel que du dioxyde de soufre ou du mercure, le flux gazeux étant issu d'une unité de combustion (10), le procédé étant mis en œuvre à l'aide de l'installation selon l'une des revendications 1 à 10 et comprenant les étapes suivantes :

a) injection de premières particules d'un agent réactif au composant indésirable dans le flux gazeux pour obtenir un flux gazeux chargé en premières particules,

b) séparation du flux gazeux chargé en premières particules pour obtenir :

- un flux gazeux séparé des premières particules, et
- un flux de premières particules ;

c) injection de deuxièmes particules d'un agent réactif au composant indésirable, dit agent réactif frais, dans le flux gazeux séparé des premières particules pour obtenir un flux gazeux séparé des premières particules et chargé en deuxièmes particules,

d) séparation du flux gazeux séparé des premières particules et chargé en deuxièmes particules pour obtenir :

- un flux gazeux séparé des deuxièmes particules, et
- un flux de deuxièmes particules,

le procédé étant caractérisé en ce que l'étape a) d'injection comprend une opération O1) de réinjection d'une partie au moins du flux de deuxièmes particules dans le flux gazeux de manière à ce qu'une partie au moins des premières particules injectées au cours de l'étape a) d'injection est constituée au moins en partie du flux de deuxièmes particules obtenu à l'issue de l'étape d) de séparation.

[Revendication 12] Procédé selon la revendication 11, comprenant en outre une étape e) de répartition du flux de premières particules issu de l'étape b) de séparation, entre un flux de particules à extraire et un flux de particules à réinjecter dans le flux gazeux au cours de l'opération O1) de réinjection, de manière à ce qu'une partie au moins des premières particules injectées au cours de l'étape a) d'injection est en outre constituée au moins en partie du flux de premières particules obtenu à l'issue de l'étape b) de séparation.

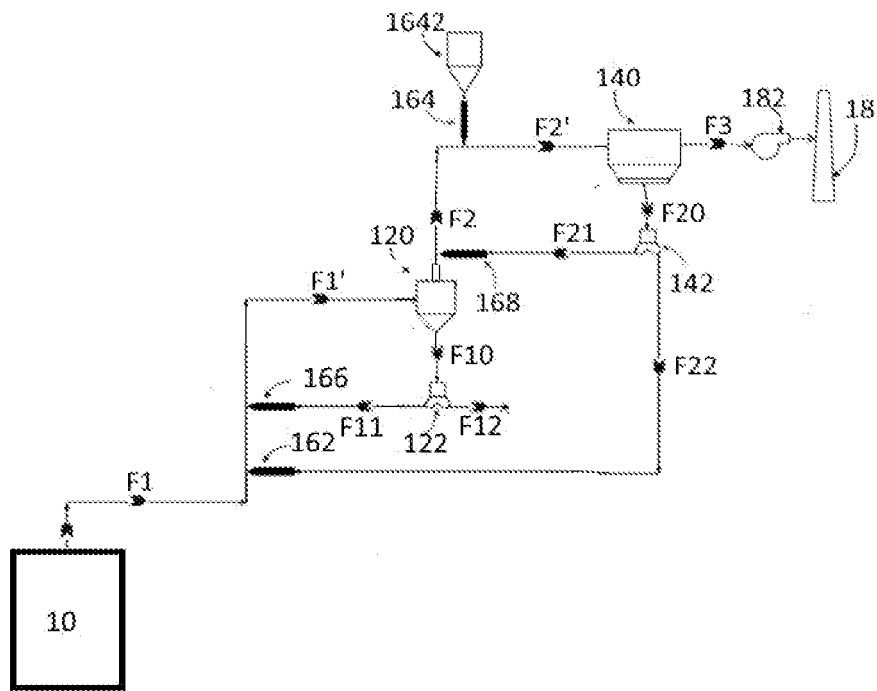
[Revendication 13] Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, comprenant en outre une étape f) de répartition du flux de deuxièmes particules issu de l'étape d) de séparation, entre un flux de particules à réinjecter dans le flux gazeux au cours de l'opération O1) de réinjection et un flux de particules à réinjecter dans le flux gazeux séparé des premières

particules issu de l'étape b) de séparation.

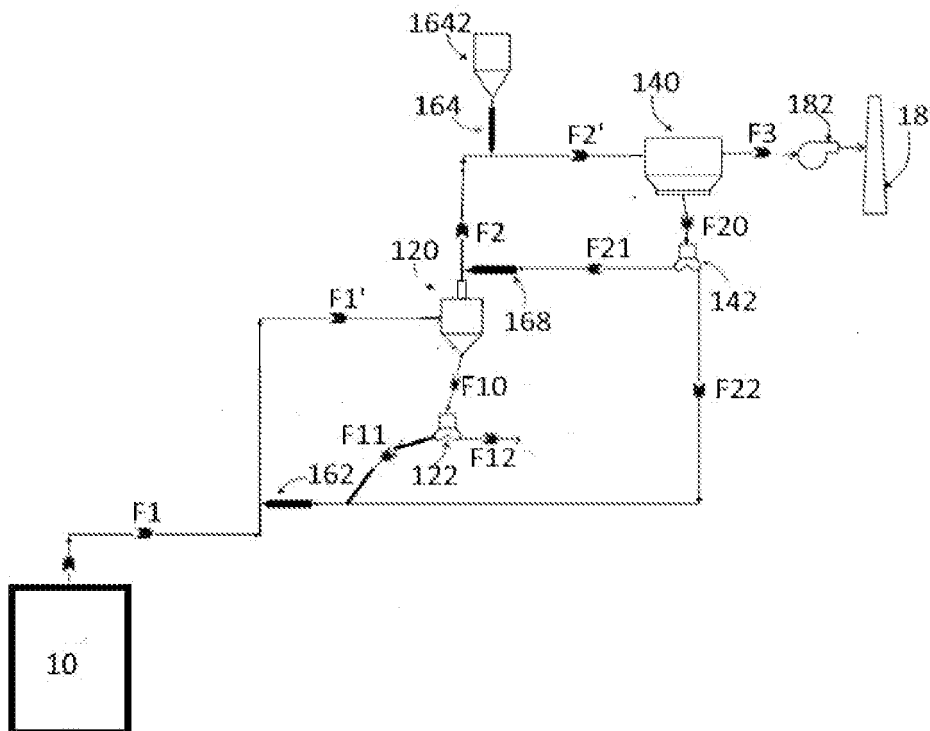
[Revendication 14] Procédé selon l'une des revendications 11 à 13, comprenant en outre une étape de reconditionnement d'un ou de plusieurs des flux de particules à réinjecter dans le flux gazeux.

[Revendication 15] Procédé de fabrication de ciment comprenant un procédé selon l'une des revendications 11 à 14, selon lequel le flux gazeux est issu d'une calcination d'au moins une matière minérale mise en œuvre au cours d'une étape de cuisson d'un clinker.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 925663
FR 2310901

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	CN 1 117 890 A (METALLGESELLSCHAFT AG [DE]) 6 mars 1996 (1996-03-06) * page 7 – page 9; revendication 1; figure 1 *	1–15	B01D 46/00 B01D 53/00 F23J 15/00
X	EP 3 620 227 A1 (FUJIAN LONJING ENVIRONMENT TECH CO LTD [CN]) 11 mars 2020 (2020-03-11) * alinéas [0046] – [0054]; figure 2 *	1–15	
X	US 5 345 884 A (VANDYCKE MICHEL [FR] ET AL) 13 septembre 1994 (1994-09-13) * colonne 2, ligne 49 – colonne 4, ligne 11; figure 1 *	1–15	
X	US 2014/352581 A1 (ABANADES GARCIA JUAN CARLOS [ES] ET AL) 4 décembre 2014 (2014-12-04) * alinéas [0044] – [0060]; figure 1 *	1–15	
A	US 2012/039778 A1 (SCHWAB JAMES J [US]) 16 février 2012 (2012-02-16) * alinéas [0019] – [0024], [0037] – [0040]; figures 1, 4 *	1–15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01N B01D B01J F23J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 mai 2024		Bocciardo, Davide	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2310901 FA 925663

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **01-05-2024**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
CN 1117890	A	06-03-1996	CN	1117890 A	06-03-1996
			DE	4415719 A1	09-11-1995
			EP	0694328 A2	31-01-1996
			JP	H07299328 A	14-11-1995
			KR	950031185 A	18-12-1995

EP 3620227	A1	11-03-2020	AUCUN		

US 5345884	A	13-09-1994	AT	E162420 T1	15-02-1998
			CA	2109659 A1	25-05-1994
			DE	69316554 T2	07-05-1998
			DK	0599721 T3	09-02-1998
			EP	0599721 A1	01-06-1994
			ES	2111729 T3	16-03-1998
			FI	935184 A	25-05-1994
			FR	2698287 A1	27-05-1994
			JP	2694916 B2	24-12-1997
			JP	H06229511 A	16-08-1994
US	5345884 A	13-09-1994			

US 2014352581	A1	04-12-2014	EP	2808073 A1	03-12-2014
			ES	2838727 T3	02-07-2021
			PL	2808073 T3	08-03-2021
			US	2014352581 A1	04-12-2014

US 2012039778	A1	16-02-2012	US	2010158773 A1	24-06-2010
			US	2012039778 A1	16-02-2012
