

(19)



(11)

EP 3 819 543 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
12.05.2021 Bulletin 2021/19

(21) Numéro de dépôt: **20205820.2**

(22) Date de dépôt: **05.11.2020**

(51) Int Cl.:

F23N 5/24 (2006.01)

F23G 7/10 (2006.01)

F23N 3/00 (2006.01)

F23G 5/50 (2006.01)

F23G 5/00 (2006.01)

F23L 1/02 (2006.01)

F23N 5/08 (2006.01)

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(30) Priorité: **08.11.2019 FR 1912570**

(71) Demandeur: **CNIM ENVIRONNEMENT & ENERGIE SERVICES**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- **ASSILO, Michel**
84740 VELLERON (FR)
- **RICCI, Louis**
13830 ROQUEFORT LA BEDOULE (FR)
- **TABARIES, Frank**
83430 SAINT MANDRIER SUR MER (FR)

(74) Mandataire: **Lavoix**
62, rue de Bonnel
69448 Lyon Cedex 03 (FR)

(54) **PROCÉDÉ DE RÉGULATION D'UNE INSTALLATION DE COMBUSTION, AINSI QU'INSTALLATION DE COMBUSTION CORRESPONDANTE**

(57) Dans ce procédé de régulation d'une installation de combustion (1), des combustibles solides (C) sont introduits dans une chambre de combustion (10) et y brûlent selon une combustion primaire en présence d'air primaire (P) qui est introduit dans la chambre de combustion avec un débit d'air primaire. Pour maîtriser la combustion primaire opérée dans cette installation, il est prévu que la combustion primaire des combustibles solides présente une température qui est mesurée dans la chambre de combustion par un ou plusieurs pyromètres optiques (50.1 à 50.5), qui sont agencés latéralement à la chambre de combustion et qui pointent des gaz de combustion (G) générés par la combustion primaire à proximité immédiate des combustibles solides de manière à mesurer le rayonnement d'à la fois ces gaz de combustion et des particules solides que contiennent ces gaz de combustion. Le débit d'air primaire est commandé en fonction des mesures du ou des pyromètres.

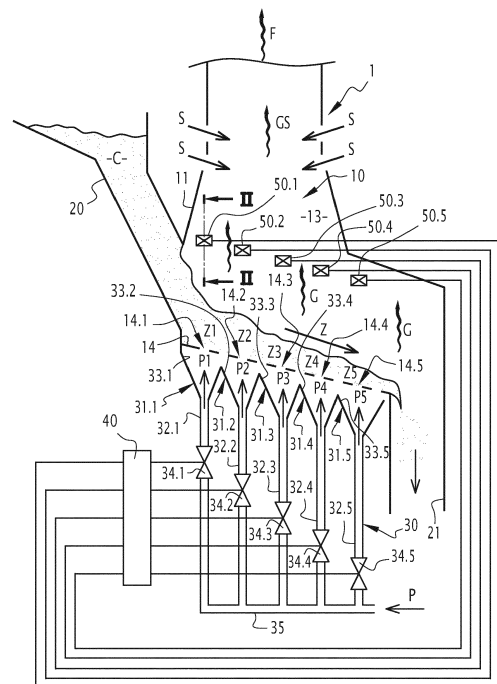


FIG.1

EP 3 819 543 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de régulation d'une installation de combustion. Elle concerne également une installation de combustion.

[0002] L'invention s'intéresse en particulier aux installations de combustion intégrées à une chaudière qui transfère à un fluide caloporteur, généralement de l'eau, la chaleur dégagée par une combustion.

[0003] Quel que soit le domaine d'application de l'invention, les installations de combustion concernées utilisent, comme combustibles, des déchets ménagers ou industriels, des déchets dangereux, de la biomasse ou des matières solides similaires, ce qui, de manière plus générale, correspond à des combustibles solides, en particulier inhomogènes dans le temps et dans l'espace. Ainsi, les combustibles solides considérés ici forment typiquement un flux de matière, dont la composition exacte est, à la fois, inhomogène à un instant donné et susceptible de varier dans le temps.

[0004] Dans de telles installations de combustion, les combustibles solides sont introduits dans une chambre de combustion pour y subir une combustion, dite combustion primaire, en présence d'air dit air primaire, cette combustion primaire conduisant à ce que, d'une part, la partie non volatile des combustibles solides soit brûlée entièrement, excepté des imbrûlés particuliers, et, d'autre part, la partie volatile des combustibles solides, dégagée lors du chauffage de ces derniers et de la combustion de leur partie non volatile, soit partiellement brûlée. Cette combustion primaire peut notamment être opérée sur une grille, qui délimite vers le bas la chambre de combustion et sur laquelle les combustibles solides sont chargés pour y subir la combustion primaire, tandis que l'air primaire est admis sous la grille avant de traverser cette dernière pour entrer dans la chambre de combustion et ainsi atteindre les combustibles solides. Pour que la partie volatile des combustibles solides soit entièrement brûlée et ainsi opérer une combustion dite secondaire, il est souvent prévu que de l'air dit air secondaire, constitué d'air et/ou de fumées recirculées, soit admis dans la chambre de combustion, en étant injecté au-dessus de la grille en un ou plusieurs niveaux.

[0005] Dans tous les cas, toutes les réactions chimiques et physiques, qui vont conditionner la composition des gaz de combustion et des particules fluidisées par ces gaz dans la chambre de combustion puis en aval de celle-ci, notamment dans des échangeurs thermiques de la chaudière, sont initiées par la combustion primaire. Il est donc souhaitable de maîtriser autant que possible les conditions dans lesquelles la combustion primaire est opérée. En particulier, les conditions de l'admission de l'air primaire sont critiques, dans le sens où elles influent notamment sur la température de la combustion primaire et sur les pressions partielles des composés volatiles dans les gaz de combustion, ce qui affecte les réactions physiques et chimiques de la combustion primaire, ainsi que l'entraînement des particules dans les gaz de com-

bustion.

[0006] Les combustibles solides de type déchets ou biomasse sont caractérisés par une forte hétérogénéité tant en taille des fragments solides les composant, qu'en composition et en humidité. Cette forte hétérogénéité entraîne, à la fois, une forte disparité, dans le temps et dans l'espace, pour les propriétés physico-chimiques de combustion relatives à ces combustibles solides, telles que leur pouvoir calorifique, leur besoin stœchiométrique en air, leur cinétique de combustion, etc., et une mauvaise répartition physique de ces combustibles solides dans la chambre de combustion, notamment sur la grille de cette dernière. Cette hétérogénéité conduit souvent à ce que la combustion soit volontairement opérée avec un excès d'air important par rapport au besoin stœchiométrique, afin de limiter les imbrûlés. Cet excès d'air est souvent d'autant plus grand que l'hétérogénéité des combustibles solides est importante, afin de faire en sorte que la combustion primaire soit la plus complète possible. L'hétérogénéité des combustibles solides conduit aussi fréquemment à ce que l'admission de l'air primaire dans la chambre de combustion, typiquement au travers de la grille de cette dernière, soit mal répartie dans l'espace, du fait de l'inhomogénéité de la perte de charge générée par la couche formée par les combustibles solides sur la grille. L'inhomogénéité relative à cette couche résulte notamment de la variabilité de la taille et de la densité des fragments solides présents dans les combustibles, du système de dépôt des combustibles solides sur la grille, et de la disparité pour la cinétique de combustion relative à ces combustibles solides.

[0007] En pratique, l'admission d'air primaire en excès et/ou mal répartie entraîne de nombreux inconvénients :

- La formation d'oxydes d'azote, par oxydation de l'azote contenu dans l'air primaire, est favorisée par une mauvaise maîtrise de l'admission de l'air primaire dans les combustibles solides, soit en raison d'un excès d'air globalement trop important, soit par un défaut local d'air primaire conduisant à une température locale trop élevée et favorisant ainsi l'oxydation de l'azote de l'air.
- Si la formation de sels fondus est inévitable, compte tenu de la température de la combustion primaire, les oxydes dont la température de fusion est comprise entre 1100 et 1400°C sont en partie fondus et en partie solides. La répartition entre matières solides et matières fondues dépend bien sûr de la composition des combustibles solides mais aussi, pour une composition donnée, de la température de la combustion primaire et donc des conditions de l'admission d'air primaire.
- Plus l'excès d'air primaire est important, plus la vitesse des gaz générés par la combustion primaire est importante, favorisant ainsi l'entraînement des particules solides et des gouttelettes liquides, qui vont participer à l'encrassement, à la corrosion et à

l'érosion des équipements en aval de la chambre de combustion, notamment des échangeurs thermiques de la chaudière.

- La mauvaise répartition de l'air primaire sous la grille de la chambre de combustion affecte l'homogénéité de l'épaisseur de la couche de cendres présente sur la grille, alors que cette couche de cendres assure une protection efficace contre les rayonnements directs de la combustion primaire, pouvant générer un échauffement indésirable et, par-là, la destruction des composants de la grille. En effet, la couche protectrice de cendres, tout spécialement lorsque les combustibles solides sont de la biomasse qui, usuellement, génère moins de cendres que des déchets ménagers ou du charbon, peut rapidement disparaître d'une portion significative de la grille, du fait d'une combustion trop rapide et/ou d'envolées des cendres sous l'effet de vitesses trop importantes pour l'air primaire au niveau de cette portion de la grille. Ce dernier phénomène d'envolées est d'ailleurs accentué par le fait que si la couche de cendres disparaît ou s'amenuise localement, la portion correspondante de la grille voit sa perte de charge diminuer, engendrant au niveau de cette portion un flux d'air primaire plus important et plus rapide.
- la maîtrise insuffisante de la combustion primaire oblige à ajouter une quantité non négligeable d'air secondaire pour opérer la combustion secondaire mentionnée plus haut. Cet air secondaire est brassé avec les gaz issus de la combustion primaire afin de parfaire les réactions de combustion et d'oxyder ainsi les composés partiellement oxydés, tels que le monoxyde de carbone, les gaz de pyrolyse et, de manière plus générale, les composés organiques imbrûlés qu'ils soient gazeux ou particuliers. L'admission de l'air secondaire augmente le débit des fumées sortant de l'installation de combustion, ce qui nécessite de dimensionner en conséquence l'installation de combustion et, le cas échéant, toute la chaudière, ainsi que le traitement des fumées en aval de la chaudière. En particulier, l'air présent dans l'air secondaire en excès au-delà de la quantité stœchiométrique nécessaire à la combustion secondaire génère un volume de fumées plus élevé et donc une taille plus importante pour la chambre de combustion afin de maintenir les temps de séjour nécessaires à la combustion secondaire. De même, les fumées recirculées, présentes dans l'air secondaire, augmentent le volume de fumées, sans apporter d'oxygène pour la combustion secondaire, et donc augmentent la taille de la chambre de combustion. Dans tous les cas, l'admission d'air secondaire conduit à une augmentation de la consommation électrique pour les ventilateurs d'alimentation en air secondaire et les ventilateurs de tirage. De plus, l'admission de l'air secondaire tend à réduire le temps de séjour dans la chambre de combustion, ce qui, d'une part, est défavorable à la réduction des oxydes

d'azote par des composés, tels que l'ammoniac ou l'urée, injectés dans la chambre de combustion et, d'autre part, retarde la vitrification d'oxydes fondus, conduisant à des encrassements en aval de la chambre de combustion, en particulier dans des échangeurs de la chaudière.

[0008] Face à ces difficultés, plusieurs techniques ont été développées jusqu'ici.

- [0009]** Une de ces techniques consiste à réguler le débit total de l'air primaire en fonction de la teneur en oxygène dans les fumées issues de l'installation de combustion. En pratique, la mesure de cette teneur en oxygène est réalisée dans les fumées « froides », typiquement en sortie de chaudière, pour assurer la tenue dans le temps du capteur de mesure. Compte tenu, d'une part, de l'éloignement entre la chambre de combustion et la zone « froide » où est situé le capteur de mesure et, d'autre part, du temps de réponse de ce capteur de mesure allant au moins cinq secondes, la mesure de la teneur en oxygène présente un temps de réaction supérieur à la demi-minute, ce qui limite significativement les performances de régulation pour l'admission de l'air primaire. Par ailleurs, cette mesure de la teneur en oxygène ne reflète pas précisément l'hétérogénéité des combustibles solides. De plus, la mesure de la teneur en oxygène dans les fumées humides est affectée par la dilution induite par la vapeur d'eau présente dans les fumées, qui dépend de l'humidité et de la teneur en hydrogène des combustibles solides. Pour contourner cette difficulté, la teneur en oxygène peut être mesurée sur fumées « sèches », ce qui nécessite de prélever et de sécher des échantillons de fumées avant d'en mesurer la teneur en oxygène. Mais le temps de réaction est alors allongé pour permettre la mise en œuvre de ce prélèvement et de ce séchage, typiquement de l'ordre de vingt à quarante secondes supplémentaires.

- [0010]** Une autre technique, cumulable avec la précédente, consiste à répartir l'air primaire au moyen de plusieurs caissons, qui sont agencés sous la grille et qui sont chacun équipés, sur leur arrivée d'air, d'un organe de réglage de débit pour commander le débit d'air primaire traversant le caisson. Les organes de réglage permettent ainsi de répartir le débit total d'air primaire entre les sorties respectives des caissons. En pratique, l'ajustement des organes de réglage n'est souvent effectué qu'occasionnellement par un opérateur, par exemple en fonction du pouvoir calorifique moyen des combustibles solides, déterminé sur une longue période de temps, ou en fonction d'une variation connue de la composition des combustibles solides. Dans des installations plus sophistiquées, la répartition de l'air primaire par les caissons peut être ajustée en fonction du rayonnement infrarouge émis par la couche que forment les combustibles solides dans la chambre de combustion. Ce rayonnement infrarouge est mesuré par une caméra infrarouge, installée au plafond de la chambre de combustion. Cependant, outre le caractère onéreux d'une telle caméra infrarouge

et du traitement d'images associé, cette caméra infrarouge ne renseigne pas sur la température effective de la combustion primaire des combustibles solides, mais délivre uniquement une indication partielle sur la température en surface de l'ensemble de la couche des combustibles solides, cette indication partielle étant de surcroît perturbée par les particules et les poussières, présentes verticalement entre la couche de combustibles solides et la caméra infrarouge. Il en résulte que le débit total d'air primaire est souvent majoré volontairement, pour éviter que la combustion primaire soit incomplète.

[0011] WO 90/09552 propose que les débits d'air primaire alimentant des caissons répartis sous une grille de combustion soient commandés en fonction, entre autres, de mesures de température réalisées dans la chambre de combustion par des capteurs de température dédiés. Ces capteurs de température sont soit des caméras infrarouges, qui observent le lit de combustibles solides sur une grande étendue, soit des détecteurs infrarouges individuels, qui sont répartis en groupes selon des zones de la grille. Dans tous les cas, les mesures de température réalisées par ces détecteurs portent sur la surface du lit de combustibles solides.

[0012] EP 1 489 355 propose aussi de commander le débit d'air primaire en fonction de diverses mesures, dont des mesures de température provenant de deux capteurs de température. Le premier capteur est agencé dans le plafond de la chambre de combustion, en pointant la zone d'extrémité aval de la grille. Le second capteur est agencé en aval de l'admission d'air secondaire et mesure la température des gaz résultant de la combustion secondaire.

[0013] Ainsi, les performances des différentes techniques existantes sont limitées.

[0014] Le but de la présente invention est de proposer une régulation améliorée d'une installation de combustion de combustibles solides, afin de maîtriser la combustion primaire opérée dans cette installation.

[0015] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de régulation d'une installation de combustion, tel que défini à la revendication 1.

[0016] L'invention a également pour objet une installation de combustion, telle que définie à la revendication 10.

[0017] Une des idées à la base de l'invention est d'utiliser un ou plusieurs pyromètres optiques, qui, par définition, fournissent des mesures de température basées sur l'intensité des longueurs d'onde émises par un corps rayonnant. Ces pyromètres sont agencés latéralement à la chambre de combustion de manière à mesurer une température de la combustion primaire, en réalisant leur mesure au plus près des combustibles solides en train d'être brûlés pour connaître l'intensité du rayonnement de la combustion primaire, en particulier le rayonnement des gaz de combustion au moment de leur génération par la combustion primaire et le rayonnement des particules que contiennent ces gaz de combustion. Les mesures fournies par le ou chaque pyromètre sont repré-

sentatives, en temps réel, de la température de la combustion primaire, dans le sens où ces mesures sont instantanées et intègrent les conditions thermiques sur le trajet optique entre le pyromètre et les combustibles solides, notamment sans être affectées par des encrassements ou par des effets de paroi. La température ainsi mesurée par ce ou ces pyromètres peut être qualifiée de température radiative de la combustion primaire.

[0018] L'invention prévoit également d'utiliser cette température radiative pour commander le débit d'air primaire et, avantageusement, la répartition de ce débit d'air primaire dans la chambre de combustion. En effet, sans vouloir être liés par une théorie, les inventeurs ont établi que cette température radiative est un indicateur voisin de la température adiabatique de la combustion primaire, c'est-à-dire de la température théorique pour que la combustion primaire soit complète, dans le sens où, comme la température adiabatique, la température radiative de la combustion primaire est très sensible à, à la fois, la quantité d'air consommée par la combustion primaire et la quantité de combustibles brûlée lors de la combustion primaire. Ainsi, pour une zone donnée des combustibles solides, pointée par le ou un des pyromètres, la température mesurée par ce pyromètre est un excellent indicateur du ratio entre la quantité de combustibles solides effectivement brûlée et le débit d'air effectivement consommé dans la zone de combustion. Grâce à l'invention, le débit d'air primaire admis dans la chambre de combustion est régulé en fonction des mesures de température fournies par le ou les pyromètres, notamment par comparaison avec une consigne de température, comme expliqué plus en détail par la suite. Avantageusement, l'invention prévoit de mesurer la température de la combustion primaire en plusieurs zones des combustibles solides, par des pyromètres respectifs, et d'ajuster le débit d'air primaire zone par zone. Dans tous les cas, l'invention permet de maîtriser en temps réel l'admission de l'air primaire dans la chambre de combustion de manière à apporter, avantageusement zone par zone, la quantité d'air primaire nécessaire et suffisante pour que la combustion primaire soit complète, autrement dit de manière à optimiser, avantageusement zone par zone, le rapport entre l'air primaire admis et la quantité de combustibles brûlée. Cette maîtrise de la combustion primaire, permise par l'invention, présente de nombreux avantages, comme détaillé par la suite.

[0019] L'invention est applicable aux installations de combustion dans la chambre de combustion desquelles les combustibles solides forment soit un lit fluidisé, soit un lit mobile sur grille. Dans le second cas, l'invention présente un intérêt remarquable, en lien avec la possibilité de répartir le lit des combustibles solides en plusieurs zones se succédant suivant la direction d'avancement du lit, comme expliqué plus en détail par la suite.

[0020] Des caractéristiques additionnelles avantageuses du procédé de régulation et de l'installation de combustion conformes à l'invention sont spécifiées aux autres revendications.

[0021] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins sur lesquels :

[Fig. 1] la figure 1 est un schéma d'une installation de combustion conforme à l'invention ;

[Fig. 2] la figure 2 est une coupe schématique partielle selon la ligne II-II de la figure 1 ;

[Fig. 3] la figure 3 est une vue similaire à la figure 1, illustrant un autre mode de réalisation d'une installation de combustion conforme à l'invention ; et

[Fig. 4] la figure 4 est une vue à plus grande échelle d'un encadré IV de la figure 3, illustrant une variante de la partie correspondante de l'installation de combustion.

[0022] Sur la figure 1 est représentée une installation de combustion 1 adaptée pour brûler des combustibles solides C.

[0023] Les combustibles solides C sont notamment des déchets ménagers ou industriels, des déchets dangereux, de la biomasse, ou des matières solides similaires, c'est-à-dire, plus généralement, des solides présentant une hétérogénéité en taille, en composition et/ou en humidité, comme évoqué dans la partie introductive du présent document.

[0024] L'installation de combustion 1 appartient typiquement à une chaudière qui permet de produire de la vapeur d'eau en utilisant la chaleur des fumées issues de l'installation de combustion.

[0025] L'installation de combustion 1 comprend une chambre de combustion 10 adaptée pour que les combustibles solides C y soient introduits et y brûlent selon une combustion primaire en présence d'air, dit air primaire P. La chambre de combustion 10 est délimitée latéralement par :

- une paroi arrière 11, au travers de laquelle les combustibles solides C sont chargés à l'intérieur de la chambre de combustion par, par exemple, une goulotte externe 20,
- par une paroi avant 12, au travers de laquelle les combustibles solides C, une fois brûlés, sortent de la chambre de combustion via une évacuation 21, et
- par deux parois latérales 13, qui sont horizontalement distantes l'une de l'autre et qui relient chacune les parois arrière 11 et avant 12, une seule de ces deux parois latérales 13 étant visible sur la figure 1.

[0026] La chambre de combustion 10 est conçue pour, une fois que les combustibles solides C y sont chargés, faire séjourner ces combustibles solides C un temps nécessaire, typiquement de plusieurs minutes, pour opérer la combustion primaire. Lors de leur combustion primaire, les combustibles solides C génèrent des gaz qui, à proximité immédiate des combustibles solides C, sont référencés G sur la figure 1. La chambre de combustion

10 est conçue pour canaliser ces gaz, jusqu'à leur sortie de la chambre de combustion 10 d'où s'échappent des fumées F circulant dans des équipements de la chaudière, tels que des échangeurs de chaleur.

[0027] Dans l'exemple de réalisation considéré sur la figure 1, la chambre de combustion 10 est prévue pour y admettre un air secondaire S, constitué d'air et/ou de fumées recirculées. Comme indiqué sur la figure 1, l'admission de l'air secondaire S dans la chambre de combustion 10 est située verticalement à distance des combustibles solides C présents dans la chambre de combustion, de sorte que les gaz G précités sont uniquement générés par la combustion primaire des combustibles solides C, sans inclure d'air secondaire S, tandis que le mélange entre ces gaz G et l'air secondaire S est référencé GS sur la figure 1 et forme les fumées F à la sortie de la chambre de combustion 10. En pratique, l'air secondaire peut être ainsi introduit en plusieurs niveaux verticaux, comme indiqué sur le figure 1.

[0028] La combustion primaire conduit à ce que, d'une part, la partie non volatile des combustibles solides C soit entièrement brûlée, excepté des imbrûlés particuliers fluidisés dans les gaz G, et, d'autre part, la partie volatile des combustibles solides, dégagée lors du chauffage de ces derniers et lors de la combustion de leur partie non volatile, soit partiellement brûlée, en formant les gaz G. L'air secondaire S alimente une combustion secondaire, à savoir la combustion des gaz G pour former les gaz GS, en brûlant ainsi entièrement la partie volatile des combustibles solides C.

[0029] Dans la forme de réalisation considérée ici, la chambre de combustion 10 comporte une grille 14 qui délimite le bas de la chambre de combustion. Cette grille 14 est conçue pour supporter les combustibles solides C à l'intérieur de la chambre de combustion 10 de manière que, comme illustré sur la figure 1, ces combustibles solides forment un lit qui repose sur la grille 14, en s'étendant de la paroi arrière 11 à la paroi avant 12. Au niveau de la paroi arrière 11, le lit est alimenté en combustibles solides à brûler, par exemple par la goulotte externe 20, tandis que, au niveau de la paroi avant 12, le lit est évacué, notamment en tombant dans l'évacuation 21. Entre les parois arrière 11 et avant 12, le lit des combustibles solides C est mobile suivant une direction d'avancement Z dans la chambre de combustion 10. Ainsi, la direction d'avancement Z s'étend de la paroi arrière 11 à la paroi avant 12, tout en étant parallèle à la grille 14. En pratique, la grille 14 peut aussi bien être inclinée par rapport à un plan horizontal, comme sur la figure 1, que s'étendre dans un plan horizontal. Dans tous les cas, la grille 14 présente deux bords latéraux, qui sont opposés l'un à l'autre suivant une direction horizontale perpendiculaire à la direction d'avancement Z et qui s'étendent respectivement le long des deux parois latérales 13 de la chambre de combustion 10. Les arrangements de la chambre de combustion 10, qui assurent l'entraînement du lit des combustibles solides C suivant la direction d'avancement Z, ne sont pas limitatifs de l'invention : de

manière connue en soi, la grille 14 peut être prévue inclinée pour permettre l'entraînement gravitaire du lit et/ou être prévue mobile pour agir sur l'entraînement du lit, en étant alors animée d'un mouvement permettant un déplacement lent des combustibles solides de leur point d'arrivée sur la grille, où ils ne sont pas encore brûlés, à leur point d'évacuation de la grille, où ils sont complètement brûlés. Dans le cas où la grille est mobile, divers systèmes d'entraînement sont connus, de manière que, par exemple, la grille tourne à la façon d'un tapis roulant, ou bien des barreaux de la grille se déplacent en alternance, etc.

[0030] En pratique, la forme de réalisation de la grille 14 peut aussi être liée au dispositif d'introduction des combustibles solides C dans la chambre de combustion. En effet, plutôt que d'alimenter la chambre de combustion 10 en combustibles solides au travers de la paroi arrière 11 au moyen de la goulotte externe 20 comme sur la figure 1, les combustibles solides C peuvent être introduits au travers d'une autre paroi de la chambre de combustion, notamment au travers de la paroi avant 12, le dispositif d'introduction étant alors un injecteur externe, mécanique et/ou pneumatique, qui est à même de projeter les combustibles solides dans la chambre de combustion, depuis la paroi avant jusqu'à la région de la grille 14, attenante à la paroi arrière 11.

[0031] Quelle que soit la forme de réalisation de la grille 14, l'air primaire P est admis sous la grille et cette grille 14 est conçue pour se laisser traverser de bas en haut par l'air primaire P pour permettre à ce dernier d'entrer dans la chambre de combustion 10 et ainsi atteindre le lit des combustibles solides C.

[0032] L'installation de combustion 1 comporte également un dispositif d'admission 30 permettant d'alimenter la chambre de combustion 10 avec l'air primaire P. Dans l'exemple de réalisation considéré ici, le dispositif d'admission 30 est, au moins pour son débouché aval, agencé au-dessous de la grille 14.

[0033] Comme envisagé sur la figure 1, le dispositif d'admission 30 comporte plusieurs caissons distincts, qui sont ici au nombre de cinq, en étant respectivement référencés 31.1, 31.2, 31.3, 31.4 et 31.5, et qui sont agencés sous la grille 14, en se succédant dans la direction d'avancement Z. Chacun des caissons 31.1 à 31.5 est conçu pour former, à partir de l'air primaire P, un flux d'air primaire P1 à P5. A cet effet, chaque caisson 31.1 à 31.5 est conçu pour recevoir de l'air primaire P via une arrivée d'air 32.1 à 32.5 du caisson et pour canaliser l'air le traversant jusqu'à une sortie d'air 33.1 à 33.5 d'où émerge le flux d'air primaire correspondant P1 à P5. Le débit d'air primaire P admis dans la chambre de combustion 10 par le dispositif d'admission 30, autrement dit le débit total de l'air primaire P transitant par le dispositif d'admission 30, correspond à la somme des débits respectifs des flux d'air primaire P1 à P5.

[0034] Les arrivées d'air 32.1 à 32.5 sont prévues pour être alimentées avec l'air primaire P, en étant raccordées, en amont des caissons 31.1 à 31.5, à une conduite

d'alimentation 35 commune, transportant l'air primaire P.

[0035] Les sorties d'air 33.1 à 33.5 sont agencées sous la grille 14, en étant respectivement situées à l'aplomb vertical de régions correspondantes 14.1 à 14.5 de la grille, qui se succèdent les unes aux autres suivant la direction d'avancement Z. Ainsi, chacun des caissons 31.1 à 31.5 débouche vers le haut, via sa sortie d'air 33.1 à 33.5, sur le dessous de la région correspondante 14.1 à 14.5 de la grille 14 et envoie son flux d'air primaire P1 à P5 respectivement vers les régions 14.1 à 14.5 de la grille, comme illustré sur la figure 1. On comprendra que les régions 14.1 à 14.5 de la grille 14 sont fixes dans la chambre de combustion 10, et ce quelle que soit la forme de réalisation de la grille 14 : ainsi, lorsque la grille 14 est fixe dans la chambre de combustion 10, chacune des régions 14.1 à 14.5 correspond à une partie de cette grille, qui est inchangée au cours du fonctionnement de l'installation de combustion 1 ; lorsque la grille 14 est mobile, chacune des régions 14.1 à 14.5 est, à chaque instant du fonctionnement de l'installation de combustion 1, occupée par une partie de la grille 14, cette partie pouvant changer de région lors du mouvement de la grille 14. Sur la figure 1, la région 14.1 est, parmi les régions 14.1 à 14.5, la plus proche de la paroi arrière 11 tandis que la région 14.5 est la plus proche de la paroi avant 12, cette région 14.5 succédant à la région 14.4 qui elle-même succède à la région 14.3 qui elle-même succède à la région 14.2 qui elle-même succède à la région 14.1 suivant la direction d'avancement Z.

[0036] On note Z1 à Z5 des zones du lit de combustibles solides C, qui se succèdent suivant la direction d'avancement Z et qui sont respectivement situées à l'aplomb vertical des régions 14.1 à 14.5 de la grille 14. Autrement dit, la zone Z1 du lit de combustibles solides C repose sur la région 14.1 de la grille 14, la zone Z2 repose sur la région 14.2, et ainsi de suite, jusqu'à la zone Z5 du lit, qui repose sur la région 14.5 de la grille 14. De manière similaire aux régions 14.1 à 14.5 de la grille 14, les zones Z1 à Z5 du lit des combustibles solides C sont fixes dans la chambre de combustion 10. On comprend donc que, à un instant donné du fonctionnement de l'installation de combustion 1, chacune des zones Z1 à Z5 du lit est constituée d'une partie des combustibles solides C et que, à un instant ultérieur du fonctionnement de l'installation de combustion, chacune des zones Z1 à Z5 du lit est occupée par une autre partie des combustibles solides C, au moins partiellement différente de la partie précitée de ces combustibles solides C, du fait du déplacement du lit dans la direction d'avancement Z. Ainsi, lors de leur combustion primaire, les combustibles solides C passent progressivement, dans la chambre de combustion 10, par la zone Z1 du lit formé par ces combustibles C sur la grille 14, puis par la zone Z2, puis par la zone Z3, puis par la zone Z4, et enfin par la zone Z5 du lit. En progressant ainsi par les zones Z1 à Z5, les combustibles solides C subissent les effets progressifs de la combustion primaire, à savoir d'abord leur séchage, puis une gazéification pour leur partie volatile et une com-

bustion pour leur partie non volatile, et enfin un refroidissement et une finition de combustion pour leur partie non volatile. A titre d'exemple, la zone Z1 est prévue pour correspondre à une zone de séchage pour les combustibles solides C, les zones Z2 et Z3 sont prévues pour correspondre à une zone de gazéification pour la partie volatile des combustibles solides et de combustion pour la partie non volatile des combustibles solides, et les zones Z4 et Z5 sont prévues pour correspondre à une zone de finition de combustion pour la partie non volatile des combustibles solides et de refroidissement.

[0037] Comme indiqué schématiquement sur la figure 1, chacune des arrivées d'air 32.1 à 32.5 des caissons 31.1 à 31.5 est pourvue d'un organe de réglage de débit 34.1 à 34.5. La forme de réalisation de ces organes de réglage de débit 34.1 à 34.5 n'est pas limitative de l'invention, du moment que chacun de ces organes de réglage de débit 34.1 à 34.5 permet de commander le débit du flux d'air primaire P1 à P5 associé au caisson correspondant. Les organes de réglage de débit sont par exemple des vannes, des registres, etc.

[0038] Dans tous les cas, chacun des organes de réglage de débit 34.1 à 34.5 est conçu pour être commandé par une unité de commande 40 de l'installation de combustion 1. L'unité de commande 40 comprend des composants électroniques et/ou électromécaniques, à même de générer des signaux de commande, qui sont transmis aux organes de réglage de débit 34.1 à 34.5 en vue d'actionner individuellement ces derniers pour commander les débits respectifs des flux d'air primaire P1 à P5. Là encore, les spécificités matérielles de l'unité de commande 40, ainsi que celles de la liaison entre cette dernière et les organes de réglage de débit 34.1 à 34.5 ne sont pas limitatives de l'invention.

[0039] Comme représenté sur la figure 1, l'installation de combustion 1 comporte en outre des pyromètres optiques, cinq d'entre eux étant visibles sur la figure 1. Tous les pyromètres sont agencés latéralement à la chambre de combustion 10, en étant chacun prévus sur au moins l'une de la paroi arrière 11, de la paroi avant 12 et des parois latérales 13. Les pyromètres permettent d'effectuer des mesures de température depuis la paroi de la chambre de combustion 10, sur laquelle ils sont prévus. Dans l'exemple de réalisation considéré sur les figures, tous ces pyromètres sont intégrés aux parois latérales 13 : plus précisément, la paroi latérale 13, visible sur la figure 1, intègre ainsi cinq pyromètres 50.1 à 50.5. Ces pyromètres 50.1 à 50.5 sont respectivement associés aux zones Z1 à Z5 du lit des combustibles solides C et, par-là, aux régions 14.1 à 14.5 de la grille 14, de manière que le pyromètre 50.1 mesure une température de la combustion primaire des combustibles solides C dans la zone Z1, le pyromètre 50.2 mesure une température de la combustion primaire des combustibles solides dans la zone Z2, et ainsi de suite, jusqu'au pyromètre 50.5 qui mesure une température de la combustion primaire des combustibles solides dans la zone Z5. Les mesures de température sont réalisées par les pyromètres 50.1 à

50.5 au plus proche du lit de combustibles solides C, en pointant notamment les gaz G respectivement issus des zones Z1 à Z5 du lit et en mesurant ainsi le rayonnement des composés gazeux et des particules solides présents dans ces gaz G.

[0040] L'agencement précis des pyromètres 50.1 à 50.5 sur la paroi latérale 13 n'est pas limitative de l'invention. En pratique, on comprend que l'axe de visée de chaque pyromètre 50.1 à 50.5 est parallèle ou sensiblement parallèle, c'est-à-dire parallèle à quelques degrés près, au plan de la grille 14. A titre préférentiel, notamment pour limiter le trajet optique entre les pyromètres et la combustion primaire, en particulier les gaz G, et pour avoir une intégration maximale du rayonnement thermique émis par la combustion primaire, les pyromètres 50.1 à 50.5 sont répartis sur la paroi latérale 13 suivant la direction d'avancement Z, en étant respectivement situés à l'aplomb vertical des zones Z1 à Z5 du lit des combustibles solides C, comme indiqué schématiquement sur la figure 1. Par ailleurs, suivant la direction verticale, chacun des pyromètres 50.1 à 50.5, qui sont nécessairement au-dessus de la grille 14, est préférentiellement situé à une distance verticale de cette dernière, qui est comprise entre la moitié et les deux tiers de l'écartement entre la grille 14 et l'admission de l'air secondaire S : de cette façon, les pyromètres 50.1 à 50.5 sont situés dans la moitié supérieure de l'écartement vertical entre la grille 14 et l'admission d'air secondaire S, pour éviter que des flammes générées par la combustion primaire ne perturbent les mesures de rayonnement réalisées par les pyromètres, sans pour autant se retrouver dans le tiers supérieur de cet écartement, pour éviter que le « froid » introduit dans la chambre de combustion 10 par l'air secondaire S ne perturbe les mesures réalisées par les pyromètres.

[0041] De même, le type des pyromètres optiques 50.1 à 50.5 n'est pas limitatif de l'invention, dès lors que ces pyromètres fournissent des mesures de température basées sur l'intensité des longueurs d'onde émises par un corps rayonnant. Préférentiellement, les pyromètres 50.1 à 50.5 sont des pyromètres laser bichromatiques, c'est-à-dire que, aux fins de la mesure de la température de la combustion primaire, chaque pyromètre émet, dans la chambre de combustion 10, au moins un faisceau laser présentant deux longueurs d'onde différentes : les pyromètres sont ainsi moins sensibles aux émissions de poussières. A titre d'exemple, la réponse spectrale de ces pyromètres est de l'ordre de 1 μm .

[0042] De plus, les spécificités relatives à la focalisation des pyromètres 50.1 à 50.5 ne sont pas non plus limitatives de l'invention. Ceci étant, une forme de réalisation préférentielle est illustrée à la figure 2 pour le pyromètre 50.1, étant entendu que cette forme de réalisation est applicable aux autres pyromètres 50.2 à 50.5. Ainsi, comme montré sur la figure 2, le pyromètre 50.1 est conçu, aux fins de la mesure de la température de la combustion primaire, pour émettre deux faisceaux laser dans la chambre de combustion 10, via une ouverture

13.1 de la paroi latérale 13. Chacun de ces deux faisceaux laser peut être bichromatique, comme évoqué plus haut. Dans tous les cas, ces deux faisceaux laser se croisent sensiblement dans le plan de la paroi latérale 13. Cet agencement économique permet de limiter le diamètre de l'ouverture 13.1, tout en gardant un champ de vue divergent important pour le pyromètre.

[0043] Dans tous les cas, les mesures des pyromètres 50.1 à 50.5 sont transmises, par toutes formes de liaison appropriées, à l'unité de commande 40 afin d'être traitées automatiquement par cette dernière, notamment par un calculateur ou un composant similaire de cette dernière. Quelles que soient les spécificités du traitement qui est réalisé par l'unité de commande et dont des exemples seront donnés plus loin, l'unité de commande 40 est conçue pour commander chacun des organes de réglage de débit 34.1 à 34.5, comme décrit plus haut, à partir des mesures de température respectivement fournies par les pyromètres 50.1 à 50.5.

[0044] Ci-après, on décrit plus avant des aspects relatifs à la régulation de l'installation de combustion 1.

[0045] Dans ce cadre, on considère que l'installation de combustion 1 est en fonctionnement normal, c'est-à-dire que sa chambre de combustion 10 est alimentée dans des conditions normales, à la fois, avec les combustibles solides C, l'air primaire P et l'air secondaire S, et que les combustions primaire et secondaire s'y déroulent, comme expliqué plus haut. Mis à part les aspects relatifs à la régulation de l'air primaire qui vont être présentés en détail ci-dessous, les autres aspects du fonctionnement de l'installation de combustion 1 sont bien connus dans la technique et ne seront donc pas présentés ici davantage.

[0046] Pendant que la chambre de combustion 10 fonctionne en conditions normales, les pyromètres 50.1 à 50.5 mesurent en continu la température de la combustion primaire des combustibles solides dans, respectivement, les zones Z1 à Z5 du lit. Les mesures de température réalisées par les pyromètres 50.1 à 50.5 sont envoyées en continu à l'unité de commande 40 afin d'être automatiquement traitées en temps réel par cette dernière. Suivant un mode de réalisation préférentiel pour le traitement opéré par l'unité de commande 40, cette dernière compare en temps réel les mesures de température fournies par chacun des pyromètres 50.1 à 50.5 à une consigne de température qui est propre au pyromètre considéré, autrement dit qui est propre à la zone associée à ce pyromètre parmi les zones Z1 à Z5 du lit des combustibles solides. Selon le résultat de cette comparaison propre à chacune des zones Z1 à Z5, l'unité de commande 40 transmet en temps réel à l'organe de réglage de débit correspondant, c'est-à-dire à celui des organes de réglage de débit 34.1 à 34.5 qui est associé à la zone concernée, une commande d'actionnement pour que l'organe de réglage de débit agisse sur le débit du flux d'air primaire, parmi les flux d'air primaire P1 à P5, qui correspond à la zone associée au pyromètre concerné. Par exemple, si, pour la zone Z2, la température

mesurée par le pyromètre 50.2 est inférieure de 5% à la consigne de température propre à la zone Z2 pendant plus de cinq à dix secondes consécutives, l'unité de commande 40 actionne l'organe de réglage de débit 34.2 pour augmenter le débit du flux d'air primaire P2 de 10%.

[0047] En pratique, les consignes de température respectivement propres aux zones Z1 à Z5 sont préalablement fournies à l'unité de commande 40. Ces consignes de température peuvent être préfixées pour l'installation de combustion 1 ou, de préférence, sont déterminées, notamment par calcul, à partir d'une température de référence à laquelle est appliquée une correction qui est liée à la zone concernée parmi les zones Z1 à Z5 et qui, le cas échéant, est aussi liée à des caractéristiques des combustibles solides S, éventuellement mesurées en continu, telles que leur pouvoir calorifique, leur humidité, etc. La température de référence précitée est, quant à elle, soit préfixée, soit déterminée, le cas échéant en continu, à partir de la teneur en oxygène dans les fumées F, cette teneur étant mesurée typiquement à la sortie de la chaudière, comme évoqué dans la partie introductive du présent document.

[0048] Bien entendu, d'autres traitements que celui qui vient d'être décrit, peuvent être mis en œuvre par l'unité de commande 40, en particulier du moment que ces autres traitements confrontent les mesures des pyromètres 50.1 à 50.5 avec des consignes de température respectives, qui sont propres aux zones Z1 à Z5, afin de commander individuellement le débit des flux d'air primaire P1 à P5. Dans tous les cas, on comprend que l'unité de commande 40 et les organes de réglage de débit 34.1 à 34.5 forment conjointement des moyens de régulation qui permettent, à partir des mesures des pyromètres 50.1 à 50.5, de réguler les débits respectifs des flux d'air primaire P1 à P5 et, par-là, le débit total de l'air primaire P fourni par le dispositif d'admission 30 à la chambre de combustion 10. Le temps de réaction pour ces moyens de régulation est très faible, voire quasi instantané.

[0049] Par mesure de sécurité, en particulier pour éviter que le débit des flux d'air primaire P1 à P5 soit trop faible ou trop élevé, l'actionnement des organes de réglage de débit 34.1 à 34.5, commandé par l'unité de commande 40, peut être prévu dans une plage de variation substantielle, mais limitée. Les limites de cette plage de variation sont prédéterminées par l'expérience et/ou par d'autres paramètres opératoires de l'installation de combustion 1, tels que le tonnage des combustibles solides C introduits dans la chambre de combustion 10, la pression de l'air primaire P dans la conduite d'alimentation 35, le débit de vapeur produite par le ou les échangeurs de la chaudière, etc. Egalement à titre de contrôle et de sécurité, la température de référence, mentionnée plus haut, peut être comparée à la moyenne instantanée des mesures de température fournies par les pyromètres 50.1 à 50.5, pondérées par la taille des zones Z1 à Z5 respectivement associée à ces pyromètres.

[0050] Sur la figure 3 est représentée, à titre de varian-

te de l'installation de combustion 1, une installation de combustion 101.

[0051] L'installation de combustion 101 est fonctionnellement similaire à l'installation de combustion 1 et, comme cette dernière, peut être intégrée à une chaudière.

[0052] L'installation de combustion 101 comporte une chambre de combustion 110 qui est fonctionnellement, voire structurellement similaire à la chambre de combustion 10 de l'installation de combustion 1. Ainsi, la chambre de combustion 110 est prévue pour être alimentée par les combustibles solides C, l'air primaire P et l'air secondaire S, en vue d'opérer la combustion primaire des combustibles solides C et la combustion secondaire des gaz G, comme expliqué en détail précédemment pour la chambre de combustion 10. En particulier, la chambre de combustion 110 comprend une paroi arrière 111, une paroi avant 112, des parois latérales 113 et une grille 114, qui sont respectivement similaires fonctionnellement, voire structurellement, aux composants 11 à 14 de la chambre de combustion 10. De plus, la chambre de combustion 110 est associée à une goulotte externe 120 et à une évacuation 121, qui sont respectivement similaires fonctionnellement, voire structurellement, à la goulotte externe 20 et l'évacuation 21.

[0053] L'installation de combustion 101 comporte également un dispositif d'admission 130 qui est fonctionnellement similaire au dispositif d'admission 30 de l'installation de combustion 1. La structure du dispositif d'admission 130 diffère de celle du dispositif d'admission 30.

[0054] Le dispositif d'admission 130 comporte un unique caisson 131 ayant une arrivée d'air 132 prévue pour être alimentée avec l'air primaire P. L'arrivée d'air 132 débouche dans un carter 133 du caisson 131, agencé au-dessous de la grille 114.

[0055] Comme représenté schématiquement sur la figure 3, l'arrivée d'air 132 est répartie en plusieurs subdivisions, qui, dans l'exemple considéré ici, sont au nombre de trois et qui sont respectivement référencées 132.1, 132.2 et 132.3. Chacune des subdivisions 132.1 à 132.3 relie une conduite d'alimentation 135, qui transporte l'air primaire P et qui est commune aux différentes subdivisions, au carter 133, en débouchant dans le volume interne de ce carter 133. Ainsi, les subdivisions 132.1 à 132.3 débouchent toutes dans un unique et même volume de distribution de l'air primaire, qui est agencé sous la grille 114 et qui est formé par le volume interne du carter 133. Les subdivisions 132.1 à 132.3 transportent respectivement des veines d'air primaire V1, V2 et V3, qui sont distinctes les unes des autres. Chacune de ces veines d'air V1 à V3 s'écoule ainsi, dans la subdivision correspondante 132.1 à 132.3, depuis la conduite d'alimentation 135 jusqu'au volume interne du carter 133.

[0056] Chacune des subdivisions 132.1 à 132.3 est pourvue d'un organe de réglage de débit 134.1 à 134.3 permettant de commander le débit de la veine d'air primaire correspondante V1 à V3. La forme de réalisation des organes de réglage du débit 134.1 à 134.3 n'est pas

limitative de l'invention.

[0057] Dans l'exemple considéré sur la figure 3, chacun des organes de réglage du débit 134.1 à 134.5 comporte un registre 136, qui est agencé à l'intérieur de la subdivision correspondante 132.1 à 132.3 et qui est prévu pour pivoter sur lui-même afin de régler le débit de la veine d'air primaire correspondante V1 à V3. Ce registre 136 est par exemple un registre papillon.

[0058] Une forme de réalisation alternative pour les organes de réglage de débit 134.1 à 134.3 est illustrée à la figure 4. Plus précisément, la figure 4 montre une forme de réalisation alternative pour l'organe de réglage de débit 134.1, étant entendu que cette forme de réalisation alternative peut être appliquée aux autres organes de réglage de débit 134.2 et 134.3. Dans la forme de réalisation illustrée à la figure 4, l'organe de réglage de débit 134.1 comporte deux volets 138A et 138B, qui sont agencés de manière symétrique à l'intérieur de la subdivision 132.1, en étant chacun articulé par rapport à cette subdivision. Moyennant leur déplacement articulé par rapport à la subdivision 132.1, les volets 138A et 138B s'écartent ou se rapprochent l'un de l'autre, de manière symétrique l'un vis-à-vis de l'autre, en modifiant ainsi la taille de la section d'écoulement de la subdivision 132.1, tout en gardant cette section d'écoulement centrée sur l'axe central de la subdivision 132.1, comme indiqué schématiquement sur la figure 4. La symétrie de l'agencement et des déplacements des volets 138A et 138B permet de commander le débit de la veine d'air primaire V1 avec une faible perte de charge, en particulier sans modifier de manière importante la vitesse d'écoulement de la veine d'air V1 dans la subdivision 132.1. En pratique, la perte de charge est d'autant plus limitée que les volets 138A et 138B sont faiblement inclinés, typiquement à moins de 45°, par rapport à l'axe d'écoulement de la veine d'air V1 dans la subdivision 132.1. Ainsi, lors de variations du débit d'air primaire qui sont opérées par exemple lors de variations de charge de l'installation de combustion 101, le maintien de la vitesse des veines d'air V1, V2 et V3 dans le caisson 130 permet une plus faible variation de la pénétration des veines d'air dans le caisson, cette pénétration étant proportionnelle à la quantité de mouvement, c'est-à-dire au produit entre le débit et la vitesse, et par conséquent permet de conserver plus facilement la répartition des flux d'air P1, P2 et P3, définis un peu plus loin, entre les différentes zones Z1, Z2 et Z3, également définies un peu plus loin. Afin de commander en déplacement les volets 138A et 138B, l'organe de réglage de débit 134.1 comporte un actionneur 139, tel qu'un vérin, qui est relié aux volets 138A et 138B de manière appropriée, par exemple par des biellettes, comme illustré schématiquement sur la figure 4.

[0059] Suivant une disposition optionnelle, illustrée par la figure 3, l'arrivée d'air 132 s'étend sensiblement à l'horizontale, en faisant s'écouler sensiblement à l'horizontale les veines d'air primaire V1 à V3 dans les subdivisions 132.1 à 132.3, jusqu'à déboucher ainsi dans le volume interne du carter 133 en traversant latéralement ce

carter. Autrement dit, le carter 133 n'est agencé dans le prolongement vertical vers le haut de l'arrivée d'air du caisson. De plus, pour des raisons aérauliques qui apparaîtront plus loin, les subdivisions 132.1 à 132.3 de l'arrivée d'air 132 sont alors agencées les unes au-dessus des autres : sur la figure 3, la subdivision 132.1 est agencée au-dessus de la subdivision 132.2 qui est elle-même agencée au-dessus de la subdivision 132.3.

[0060] Quelles que soient les spécifications de réalisation des subdivisions 132.1 à 132.3 de l'arrivée d'air 132, le carter 133 est aménagé intérieurement pour diriger les veines d'air primaire V1 à V3, sortant de l'arrivée d'air 132, vers des régions respectives 114.1, 114.2 et 114.3 de la grille 114, qui se succèdent suivant la direction d'avancement Z. En d'autres termes, le volume interne du carter 133 est pourvu d'aménagements qui permettent d'agir sur l'écoulement des veines d'air primaire V1 à V3, une fois sorties des subdivisions 132.1 à 132.3, de manière que ces veines d'air primaire forment, à la sortie du caisson 131, des flux d'air primaire respectifs P1', P2' et P3', qui sont envoyés, au-dessous de la grille 114, respectivement vers les régions 114.1 à 114.3 de cette grille. On comprend que les veines d'air V1 à V3 sortant respectivement des subdivisions 132.1 à 132.3 pénètrent ainsi toutes dans un même volume unique formé par le volume interne du carter 133, où les aménagements aérauliques précités permettent l'écoulement interdépendant et le guidage des flux d'air primaire P1, P2 et P3 jusqu'aux régions 114.1 à 114.3 de la grille 114. Ainsi, pour l'installation de combustion 101, ces flux d'air primaire P1' à P3' sont, conjointement, fonctionnellement similaires aux flux d'air primaire P1 à P5 décrits plus haut en lien avec l'installation de combustion 1.

[0061] Dans la forme de réalisation montrée à la figure 3, les aménagements internes correspondants du caisson 101 comportent des déflecteurs plans 137.1 et 137.2. Chaque déflecteur 137.1, 137.2 forme avec la verticale un angle compris entre 0 et 20°, ce qui revient à dire que chacun des déflecteurs 137.1 et 137.2 s'étend soit rigoureusement à la verticale, soit de manière légèrement inclinée par rapport à la verticale. Les déflecteurs 137.1 et 137.2 sont agencés à l'intérieur du carter 133 de manière fixe ou de manière légèrement mobile par réglage manuel. Dans tous les cas, cet agencement des déflecteurs 137.1 et 137.2 présente des avantages aéraulique et pratique: d'une part, les déflecteurs 137.1 et 137.2 peuvent ainsi modifier la direction des écoulements d'air à l'intérieur du carter 133, en passant de la direction d'écoulement sensiblement horizontale pour les veines d'air primaire V1 à V3 à la direction d'écoulement sensiblement verticale pour les flux d'air primaire P1' à P3'; d'autre part, les déflecteurs 137.1 et 137.2 évitent l'accumulation de cendres qui leur tombent dessus depuis la grille 114. Par ailleurs, pour agir sélectivement sur les différentes veines d'air primaire V1 à V3, les déflecteurs 137.1 et 137.2 sont agencés de manière étagée : plus précisément, les extrémités inférieures respectives des déflecteurs 137.1 et 137.2 sont étagées l'une par rapport à

l'autre. Dans l'exemple considéré sur la figure 3, l'extrémité inférieure du déflecteur 137.1 est située, verticalement, sensiblement au même niveau que la séparation entre les subdivisions 132.1 et 132.2 et, horizontalement, dans la moitié du volume interne du carter 133, tournée vers l'arrivée d'air 132 ; quant à l'extrémité inférieure du déflecteur 137.2, elle est située, verticalement, sensiblement au niveau de la séparation entre les subdivisions 132.2 et 132.3 et, horizontalement, dans la moitié du volume interne du carter 133, opposée à l'arrivée d'air 132. Bien entendu, les spécificités de l'étagement des extrémités inférieures des déflecteurs 137.1 et 137.2 peuvent s'écarter de ce qui vient d'être décrit en lien avec l'exemple de la figure 3. En pratique, cet étagement peut être optimisé par des calculs préalables de mécanique des fluides numérique, en considérant l'installation de combustion 101 dans un régime de fonctionnement nominal. Dans tous les cas, l'étagement des extrémités inférieures respectives des déflecteurs 137.1 et 137.2 est prévu pour que les déflecteurs 137.1 et 137.2 interagissent sélectivement sur les veines d'air primaire V1 à V3 pour orienter respectivement ces dernières vers les régions correspondantes 114.1 à 114.3 de la grille 114 : dans l'exemple de la figure 3, la veine d'air primaire V1 est déviée par le déflecteur 137.1, la veine d'air primaire V2 échappe au déflecteur 137.1 mais est déviée par le déflecteur 137.2, et la veine d'air V3 échappe aux déflecteurs 137.1 et 137.2.

[0062] Quels que soient les aménagements internes du carter 133 permettant de former les flux d'air primaire P1' et P3' à partir des veines d'air primaire V1 à V3, ces flux d'air primaire P1' à P3' sont, comme indiqué plus haut, respectivement associés aux portions 114.1 à 114.3 de la grille 114 et, par-là, respectivement associés à des zones correspondantes Z1' à Z3' du lit que forment les combustibles solides C sur la grille 114. Conjointement, ces zones Z1' à Z3' du lit sont fonctionnellement similaires aux zones Z1 à Z5 décrites plus haut en lien avec l'installation de combustion 1. Avantagusement, et en tenant compte des explications données précédemment en lien avec l'installation de combustion 1, la zone Z1 du lit de combustibles solides dans l'installation de combustion 101 correspond à une zone de séchage pour les combustibles solides C, la zone Z2 correspond à une zone de gazéification pour la partie volatile des combustibles solides et de combustion pour la partie non volatile de ces combustibles solides, et la zone Z3 correspond à une zone de refroidissement et de finition de combustion pour la partie non volatile des combustibles solides.

[0063] Dans le prolongement des considérations qui précèdent, une disposition optionnelle avantageuse consiste à prévoir que les subdivisions 132.1 à 132.3 de l'arrivée d'air 132 n'ont pas la même section transversale, mais présentent des sections transversales dont les tailles respectives sont différentes les unes des autres : dans l'exemple illustré sur la figure 3, la subdivision 132.2 est prévue avec une taille plus grande, de l'ordre du double, que celle de la section de chacune des subdivisions

132.1 et 132.3, car, en régime de fonctionnement nominal pour l'installation de combustion 101, la quantité d'air primaire à transporter par la subdivision 132.2, dont la veine correspondante V2 est associée à la zone Z2, est prévue de l'ordre du double de celle à transporter par chacune des subdivisions 132.1 et 132.3, dont les veines correspondantes V1 et V3 sont respectivement associées aux zones Z1 et Z3.

[0064] L'installation de combustion 101 comporte également une unité de commande 140 et trois pyromètres 150.1, 150.2 et 150.3, qui sont respectivement similaires fonctionnellement, voire identiques structurellement, à l'unité de commande 40 et aux pyromètres 50.1 à 50.5 de l'installation de combustion 1. Ainsi, en tenant compte des explications données précédemment en lien avec l'installation de combustion 1, on comprend que les pyromètres 150.1 à 150.3 sont respectivement associés aux zones Z1 à Z3 du lit des combustibles solides C, en mesurant la température de la combustion primaire dans, respectivement, les zones Z1 à Z3 et en fournissant les mesures de température correspondantes à l'unité de commande 140 qui, par traitement automatique, commande l'actionnement individuel des organes de réglage de débit 134.1 à 134.3, chacun de ces organes de réglage de débit étant ainsi ajusté en fonction des mesures du pyromètre associé à la zone vers laquelle est envoyée la veine d'air primaire dont le débit est commandé par cet organe de réglage de débit.

[0065] La régulation de l'installation de combustion 101 est similaire à celle de l'installation de combustion 1, de sorte qu'on ne décrira pas ici en détail la régulation de l'installation de combustion 101, en renvoyant aux considérations développées plus haut pour la régulation de l'installation de combustion 1.

[0066] Quelles que soient les spécificités de réalisation et de régulation de l'installation de combustion 101, cette dernière peut apporter, notamment comparativement à l'installation de combustion 1, des avantages économiques et de compacité. En effet, au lieu d'utiliser les multiples caissons distincts 31.1 à 31.5, l'installation de combustion 101 ne prévoit que le seul caisson 131 pour admettre l'air primaire P sous la grille 114, moyennant la subdivision de son arrivée d'air 132 et la présence d'aménagements aérauliques internes de son carter 133, tels que les déflecteurs 137.1 et 137.2, tout en maîtrisant la répartition spatiale et quantitative de l'air admis dans la chambre de combustion 110. De plus, en agençant l'arrivée d'air 132 à l'horizontale et en la raccordant latéralement au carter 133, le dispositif d'admission 130 est encore plus compact, en évitant une surélévation onéreuse de la chambre de combustion 110 par rapport à la conduite d'alimentation 135. D'autres avantages sont déductibles de ce qui précède par l'homme du métier.

[0067] Au-delà de ce qui a été décrit jusqu'ici pour les installations de combustion 1 et 101, divers aménagements et variantes à ces installations de combustion et à leur procédé de régulation peuvent être envisagés :

- Pour une zone donnée du lit des combustibles solides C, parmi les zones Z1 à Z5 ou parmi les zones Z1' à Z3', plus d'un pyromètre peut être prévu. En particulier, une paire de pyromètres peut ainsi être associée à au moins l'une des zones Z1 à Z5 ou Z1' à Z3', voire à chacune des zones Z1 à Z5 ou Z1' à Z3', les deux pyromètres de chaque paire étant prévus sur respectivement l'une et l'autre des deux parois latérales 13, typiquement en regard horizontal l'un de l'autre, ce qui permet de mesurer la température de la combustion primaire dans la zone concernée depuis chaque côté latéral de la grille 14. Les mesures provenant respectivement des différents pyromètres pour une zone du lit donnée sont alors moyennées pour les besoins du traitement par l'unité de commande 40 ou 140.
- Plutôt que d'ajuster individuellement les débits respectifs des flux d'air primaire P1 à P5 ou P1' à P3', il peut être prévu de réguler le débit de l'air primaire dans la conduite d'alimentation 35 ou 135, au moyen d'un organe de réglage de débit ad hoc, prévu sur cette conduite d'alimentation et commandé par l'unité de commande 40 ou 140. La régulation de l'installation de combustion permet alors d'ajuster le débit total de l'air primaire P transitant par le dispositif d'admission 30 ou 130. Dans ce cas, un unique pyromètre, similaire aux pyromètres 50.1 à 50.5 et 150.1 à 150.3, peut être utilisé. Bien entendu, plusieurs pyromètres peuvent aussi être utilisés, leur mesure respective étant moyennée pour les besoins du traitement de l'unité de commande 40 ou 140. Le débit total de l'air primaire ainsi régulé est ensuite réparti dans les différentes zones par les organes de réglages de débit 34.1 à 34.5 ou 134.1 à 134.3.
- Le nombre, selon lequel le lit des combustibles solides C est réparti en zones et donc selon lequel la grille 14 ou 114 est répartie en régions, peut différer de celui envisagé pour les installations de combustion 1 et 101. Ceci étant, ce nombre est préférentiellement d'au moins trois afin d'inclure les trois principales zones correspondant aux effets physico-chimiques successifs de la combustion primaire, à savoir une zone de séchage pour les combustibles solides, une zone de gazéification pour une partie volatile des combustibles solides et de combustion pour une partie non volatile des combustibles solides, et une zone de refroidissement et de finition de combustion pour la partie non volatile des combustibles solides.
- Il peut être envisagé de supprimer l'admission de l'air secondaire S dans l'installation de combustion 1 ou 101. Dans ce cas, chacun des pyromètres 50.1 à 50.5 ou 150.1 à 150.3 est préférentiellement situé, au-dessus de la grille 14 ou 114, à une distance verticale comprise entre 1,5 m et 5 m vis-à-vis de cette grille.

[0068] Quelles que soient les spécificités de réalisation du procédé et de l'installation de combustion conformes à l'invention, les avantages apportés par cette invention, notamment comparativement aux techniques actuelles évoquées dans la partie introductive du présent document, sont nombreux.

[0069] Ainsi, comme les mesures de température opérées par les pyromètres sont instantanées et au plus proche de la combustion primaire, la régulation de l'installation de combustion peut être conduite en temps réel, ou en tout cas avec des temps de réaction bien inférieurs aux techniques existantes. Ce temps de réaction très court est adapté aux vitesses observées pour les phénomènes complexes liés à la combustion primaire.

[0070] Le temps de réponse et la représentativité des mesures de température par les pyromètres permettent une grande précision du dosage de l'air primaire et une bonne maîtrise du ratio entre la quantité d'air consommée par la combustion primaire et la quantité de combustibles solides brûlée par la combustion primaire, et ce, avantageusement, dans différentes zones du lit formé par les combustibles solides, notamment les trois principales zones mentionnées plus haut. L'invention permet ainsi d'apporter quasi instantanément et, avantageusement, localement la quantité d'air juste nécessaire à la combustion primaire.

[0071] Cet ajustement « au plus près » de la quantité d'air primaire induit une diminution du débit global d'air primaire, ce qui est favorable à une diminution de la taille de l'installation de combustion, à son efficacité énergétique et à une diminution des émissions de polluants. En effet, en maîtrisant la cinétique de la combustion primaire, il est possible de contrôler la formation/transformation de nombreux polluants, tels que le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et les composés organiques gazeux.

[0072] L'ajustement « au plus près » de la quantité d'air primaire permet également de maîtriser les températures dans toute la partie basse de la chambre de combustion. Cela permet d'améliorer les performances des équipements en aval de la chambre de combustion, notamment la production de vapeur par les échangeurs de la chaudière. Cela permet aussi de limiter la formation, par fusion, d'oxydes à haute température, sources de dépôts qui affectent le rendement thermique et qui sont difficiles à enlever par les techniques de nettoyage usuelles. Cela permet également de réduire considérablement, voire d'annuler, le besoin en air secondaire et/ou de diminuer le nombre de niveau verticaux d'injection d'air secondaire. L'installation de combustion s'en trouve simplifiée, au moins en réduisant le volume entre la grille et l'admission d'air secondaire, ce qui est source d'économie importante.

[0073] La maîtrise des températures en partie basse de la chambre de combustion évite également des pics locaux de température qui seraient excessifs et permet d'utiliser, pour des combustibles solides à pouvoir calorifique élevé, des systèmes traditionnels généralement

limités à des combustibles solides à plus faible pouvoir calorifique, tels que des grilles non refroidies à l'eau ou des revêtements réfractaires standard, notamment non nitrurés.

5 [0074] D'autres avantages de l'invention ont été aussi évoqués précédemment ou sont déductibles de ce qui précède par l'homme du métier.

10 Revendications

1. Procédé de régulation d'une installation de combustion (1 ; 101), dans lequel des combustibles solides (C) sont introduits dans une chambre de combustion (10 ; 110) et y brûlent selon une combustion primaire en présence d'air primaire (P) qui est introduit dans la chambre de combustion avec un débit d'air primaire, **caractérisé en ce que** la combustion primaire des combustibles solides (C) présente une température qui est mesurée dans la chambre de combustion (10 ; 110) par un ou plusieurs pyromètres optiques (50.1 à 50.5 ; 150.1 à 150.3), qui sont agencés latéralement à la chambre de combustion et qui pointent des gaz de combustion (G) générés par la combustion primaire à proximité immédiate des combustibles solides de manière à mesurer le rayonnement d'à la fois ces gaz de combustion et des particules solides que contiennent ces gaz de combustion, et **en ce que** le débit d'air primaire est commandé en fonction des mesures du ou des pyromètres.
2. Procédé suivant la revendication 1, dans lequel la chambre de combustion (10 ; 110) est délimitée vers le bas par une grille (14 ; 114) sur laquelle les combustibles solides (C) forment un lit qui est mobile suivant une direction d'avancement (Z) dans la chambre de combustion, et dans lequel l'air primaire (P) est admis sous la grille, avec le débit d'air primaire, avant de traverser la grille pour entrer dans la chambre de combustion et atteindre le lit des combustibles solides.
3. Procédé suivant la revendication 2, dans lequel chaque pyromètre (50.1 à 50.5 ; 150.1 à 150.3) présente un axe de visée qui est sensiblement parallèle au plan de la grille (14 ; 114).
4. Procédé suivant la revendication 2 ou 3, dans lequel le lit des combustibles solides (C) est réparti en plusieurs zones (Z1 à Z5 ; Z1' à Z3') qui se succèdent selon la direction d'avancement (Z), dans lequel chacune des zones est associée à au moins un des pyromètres (50.1 à 50.5 ; 150.1 à 150.3) de manière que, pour chaque zone, le ou les pyromètres associés à la zone mesurent la température de la combustion primaire des combustibles solides dans cette zone, et

dans lequel l'air primaire (P) est admis sous la grille (14 ; 114) en étant réparti en des flux d'air primaire (P1 à P5 ; P1' à P3') qui sont respectivement associés aux zones de manière que, pour chaque zone, le flux d'air primaire associé à la zone est envoyé vers cette zone avec un débit qui est commandé en fonction des mesures du ou des pyromètres associés à cette zone.

5. Procédé suivant la revendication 4, dans lequel les zones (Z1 à Z5 ; Z1' à Z3') sont au nombre d'au moins trois et incluent :

- une zone de séchage pour les combustibles solides (C),
- une zone de gazéification pour une partie volatile des combustibles solides et de combustion pour une partie non volatile des combustibles solides, et
- une zone de refroidissement et de finition de combustion pour la partie non volatile des combustibles solides.

6. Procédé suivant l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel l'air primaire (P) est admis sous la grille (14) en étant réparti par des caissons distincts (31.1 à 31.5) qui sont respectivement associés aux zones (Z1 à Z5) de manière que, pour chaque zone, le flux d'air primaire (P1 à P5) associé à la zone est formé à une sortie d'air (33.1 à 33.5) du caisson associé à cette zone tandis qu'une entrée d'air (32.1 à 32.5) du caisson associé à la zone est munie d'un organe de réglage de débit (34.1 à 34.5), commandé en fonction des mesures du ou des pyromètres (50.1 à 50.5) associé à cette zone.

7. Procédé suivant l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel l'air primaire (P) est admis sous la grille (114) par un unique caisson (131) qui :

- présente une arrivée d'air (132) répartie en plusieurs subdivisions (132.1 à 132.3), qui sont respectivement associées aux zones (Z1' à Z3') et dans lesquelles s'écoulent des veines d'air primaire respectives (V1 à V3) distinctes, chaque subdivision étant pourvue d'un organe de réglage de débit (134.1 à 134.3), commandé en fonction des mesures du ou des pyromètres (150.1 à 150.3) associés à la zone correspondante, et
- comprend un carter (133) dont le volume interne forme, sous la grille (114), un unique volume de distribution de l'air primaire, dans lequel débouchent les subdivisions (132.1 à 132.3), le volume interne du carter étant pourvu d'aménagements aérauliques internes (137.1, 137.2) conçus pour agir sur l'écoulement des veines d'air (V1 à V3), une fois sorties des subdivisions, de manière à diriger ces veines d'air primaire vers

la grille (114) pour former respectivement les flux d'air primaire (P1' à P3').

8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans lequel de l'air secondaire (S) est admis dans la chambre de combustion (10 ; 110) au-dessus de la grille (14 ; 114) pour opérer une combustion secondaire des gaz de combustion (G) générés par la combustion primaire des combustibles solides (C), et dans lequel le ou les pyromètres (50.1 à 50.5 ; 150.1 à 150.3) sont situés à une distance verticale de la grille, qui est comprise entre la moitié et les deux tiers de l'écartement entre la grille et l'admission de l'air secondaire.
9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, pour mesurer la température de la combustion primaire des combustibles solides (C), le ou chaque pyromètre (50.1 à 50.5 ; 150.1 à 150.3) émet au moins un faisceau laser bichromatique dans la chambre de combustion (10 ; 110).
10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, pour mesurer la température de la combustion primaire des combustibles solides (C), le ou chaque pyromètre (50.1 à 50.5 ; 150.1 à 150.3) émet dans la chambre de combustion (10 ; 110) deux faisceaux laser qui se croisent sensiblement dans le plan d'une paroi (13) de la chambre de combustion, sur laquelle le pyromètre est prévu.

11. Installation de combustion (1 ; 101), comportant :

- une chambre de combustion (10 ; 110), adaptée pour que des combustibles solides (C) y soient introduits et y brûlent selon une combustion primaire en présence d'air primaire (P), et
- un dispositif d'admission (30 ; 130), adapté pour alimenter la chambre de combustion avec l'air primaire selon un débit d'air primaire,

caractérisée en ce que l'installation de combustion comporte en outre :

- un ou plusieurs pyromètres optiques (50.1 à 50.5 ; 150.1 à 150.3), qui sont agencés latéralement à la chambre de combustion (10 ; 110) et qui sont adaptés pour mesurer une température de la combustion primaire dans la chambre de combustion, en pointant des gaz de combustion (G) générés par la combustion primaire à proximité immédiate des combustibles solides de manière à mesurer le rayonnement d'à la fois ces gaz de combustion et des particules solides

que contiennent ces gaz de combustion, et
 - des moyens de régulation (34.1 à 34.5, 40 ;
 134.1 à 134.3, 140) adaptés pour, à partir des
 mesures du ou des pyromètres, commander le
 débit d'air primaire du dispositif d'admission 5
 (30 ; 130).

- 12.** Installation de combustion suivant la revendication
 11,
 dans laquelle l'installation de combustion (1 ; 101) 10
 comporte en outre une grille (14 ; 114) :

- qui délimite vers le bas la chambre de com-
 bustion (10 ; 110),
 - qui est adaptée pour supporter un lit qui est 15
 formé par les combustibles solides (C) et qui est
 mobile suivant une direction d'avancement (Z)
 dans la chambre de combustion, et
 - sous laquelle le dispositif d'admission (30 ;
 130) débouche de manière que l'air primaire (P) 20
 fourni par le dispositif d'admission selon le débit
 d'air primaire entre dans la chambre de com-
 bustion en traversant la grille,

dans laquelle le dispositif d'admission (30 ; 130) est 25
 adapté, à la fois, pour répartir l'air primaire en des
 flux d'air primaire (P1 à P5 ; P1' à P3'), et pour en-
 voyer ces flux d'air primaire respectivement vers des
 régions associées (14.1 à 14.5 ; 114.1 à 114.3) de
 la grille, qui se succèdent suivant la direction d'avan- 30
 cement (Z), et
 dans laquelle les moyens de régulation (34.1 à 34.5,
 40 ; 134.1 à 134.3, 140) sont adaptés pour comman-
 der le débit de chacun des flux d'air primaire (P1 à
 P5 ; P1' à P3') à partir des mesures du ou des py- 35
 romètres (50.1 à 50.5 ; 150.1 à 150.3) mesurant la
 température de combustion primaire d'une zone (Z1
 à Z5 ; Z1' à Z3') du lit, qui est supportée par la région
 de la grille, vers laquelle le dispositif d'admission en-
 voie le flux d'air primaire. 40

- 13.** Installation de combustion suivant la revendication
 12,
 dans laquelle la chambre de combustion (10 ; 110)
 est prévue pour y admettre de l'air secondaire au- 45
 dessus de la grille (14 ; 114) pour opérer une com-
 bustion secondaire des gaz de combustion (G) gé-
 nérés par la combustion primaire des combustibles
 solides (C), et
 dans laquelle le ou les pyromètres (50.1 à 50.5 ; 50
 150.1 à 150.3) sont situés à une distance verticale
 de la grille, qui est comprise entre la moitié et les
 deux tiers de l'écartement entre la grille et l'admis-
 sion de l'air secondaire. 55

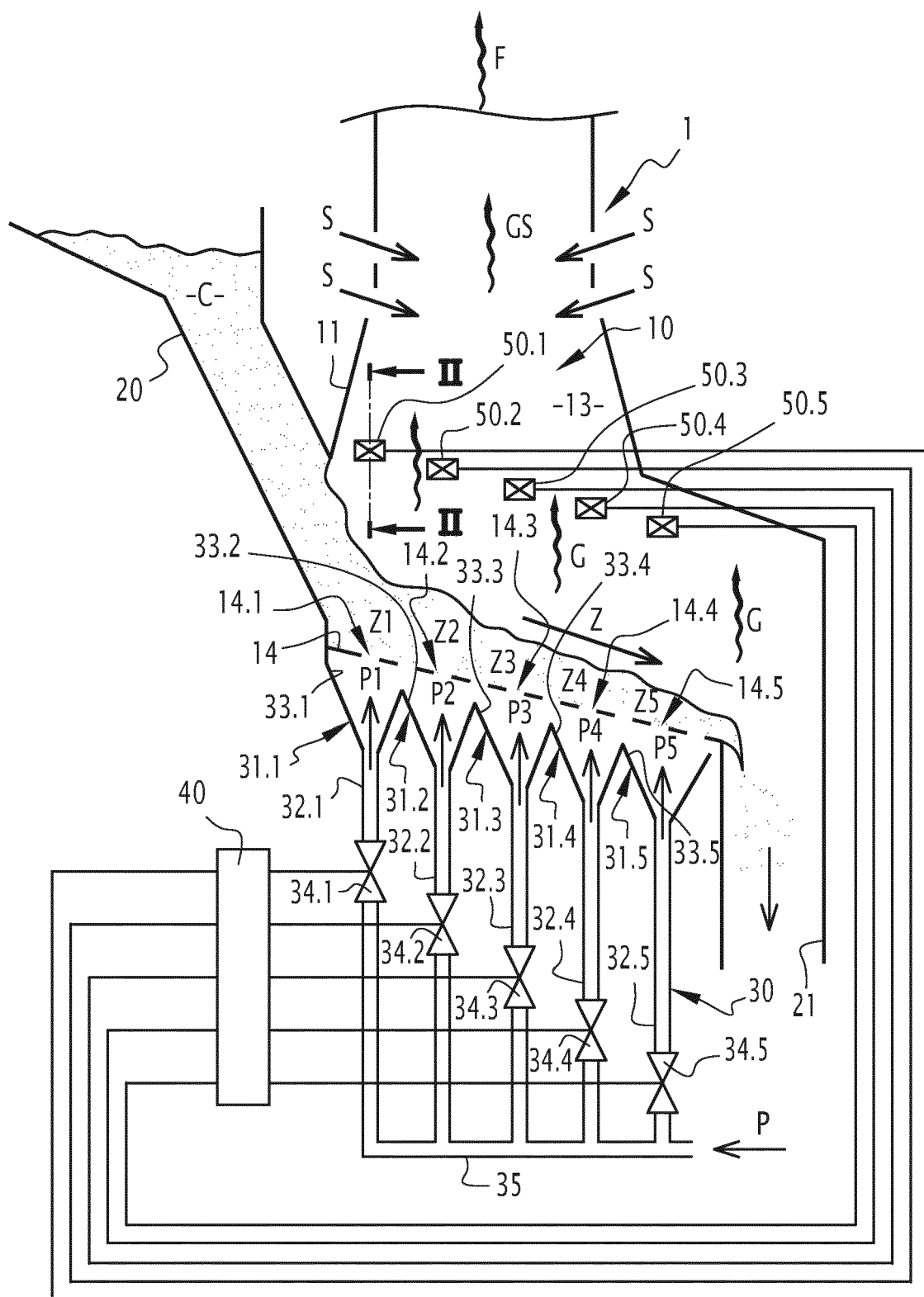


FIG.1

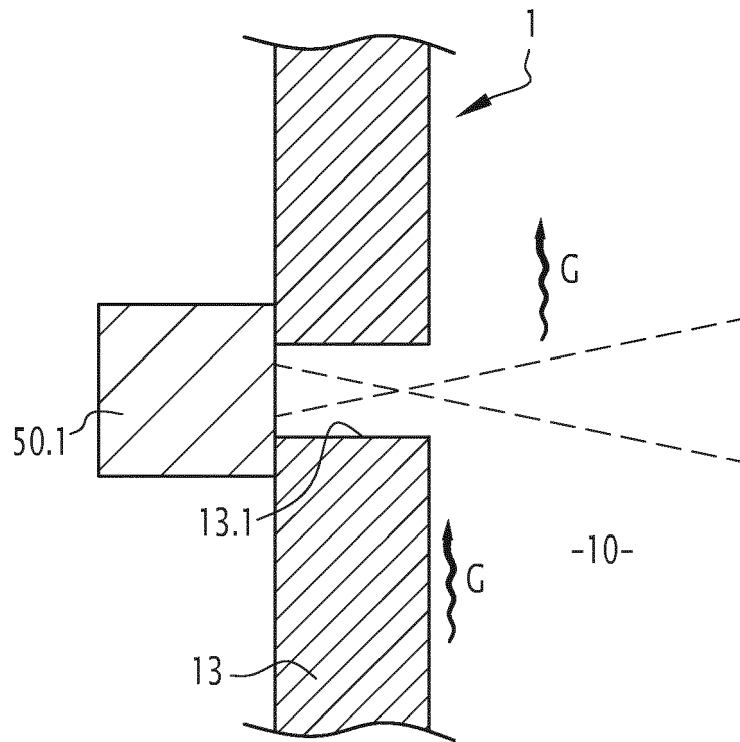


FIG.2

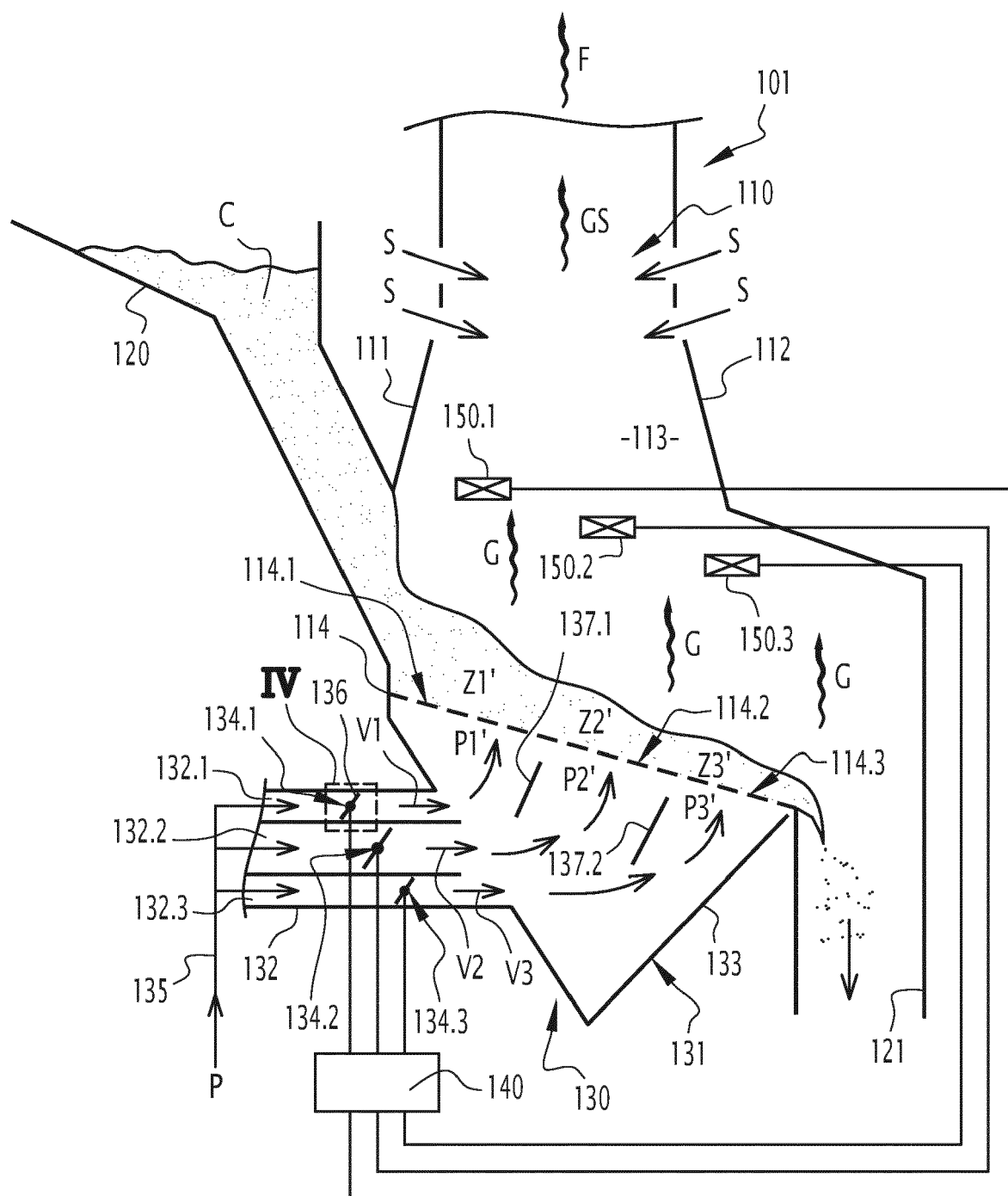


FIG.3

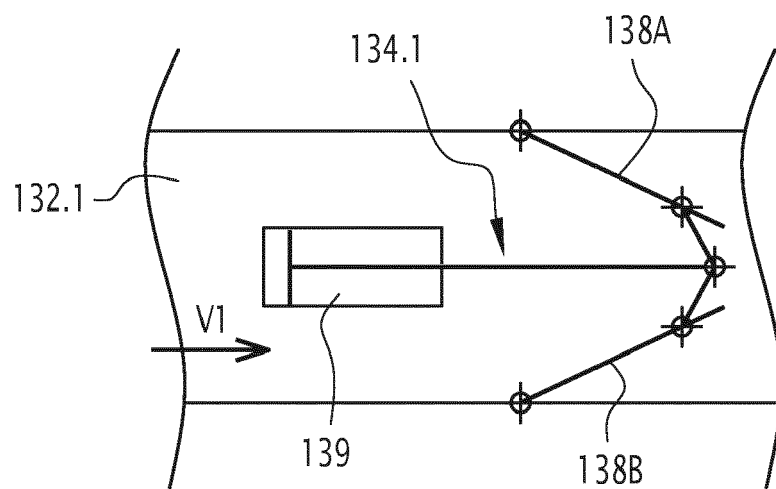


FIG.4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 20 5820

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 90/09552 A1 (STEINMUELLER GMBH L & C [DE]) 23 août 1990 (1990-08-23)	1,2,4-6, 8,11-13	INV. F23N5/24 F23G5/00 F23G7/10 F23L1/02 F23N3/00 F23N5/08 F23G5/50
Y	* page 6 - page 9 * * figures 1-4 *	9	
X	EP 1 489 355 A1 (SAR ELEKTRONIC GMBH [DE]) 22 décembre 2004 (2004-12-22)	1,2,4-6, 11,12	
	* page 5, alinéa 18 - page 7, alinéa 33 * * figures 1-3 *		
A	GB 2 077 892 A (TOWLER & SON LTD) 23 décembre 1981 (1981-12-23)	1,7,11, 13	
	* page 1, ligne 84 - page 2, ligne 100 * * figure 1 *		
Y	US 5 762 008 A (MARTIN JOHANNES JOSEF EDMUND [DE] ET AL) 9 juin 1998 (1998-06-09)	9	
	* colonne 7, ligne 66 - colonne 10, ligne 48 * * figure 1 *		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F23N F23K F23G F23L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		28 janvier 2021	Rudolf, Andreas
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 20 20 5820

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

28-01-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9009552 A1	23-08-1990	DD 292068 A5 DE 3904272 A1 EP 0458822 A1 WO 9009552 A1	18-07-1991 23-08-1990 04-12-1991 23-08-1990
EP 1489355 A1	22-12-2004	AT 443236 T DE 10327471 B3 EP 1489355 A1	15-10-2009 07-04-2005 22-12-2004
GB 2077892 A	23-12-1981	AUCUN	
US 5762008 A	09-06-1998	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 9009552 A [0011]
- EP 1489355 A [0012]