

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :

2 953 280

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national :

09 05752

51 Int Cl⁸ : F 23 N 5/00 (2006.01), F 23 N 1/00, 3/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 30.11.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 03.06.11 Bulletin 11/22.

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 :

71 Demandeur(s) : FIVES STEIN Société anonyme —
FR.

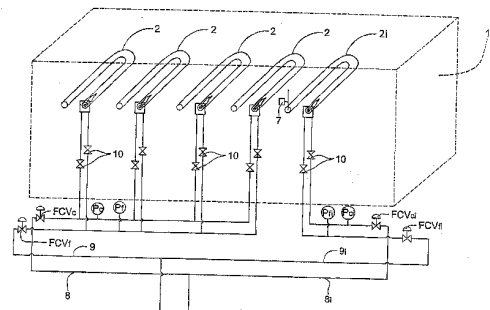
72 Inventeur(s) : GIRAUD PATRICK.

73 Titulaire(s) : FIVES STEIN Société anonyme.

74 Mandataire(s) : CABINET ARMENGAUD AINE.

54 PROCÉDE DE CORRECTION DES REGLAGES DE COMBUSTION D'UN ENSEMBLE DE CHAMBRES DE
COMBUSTION ET INSTALLATION METTANT EN OEUVRE LE PROCÉDE.

57 Procédé de réglage en temps réel et en continu d'un ensemble d'enceintes thermiques de combustion (2, 2i) ayant des caractéristiques voisines alimentées par les mêmes réseaux de comburant (8) et de combustible (9), selon lequel une des enceintes (2i) est utilisée comme enceinte de référence, des paramètres de combustion sont mesurés (7) dans les fumées à la sortie de l'enceinte de référence, et les paramètres de régulation de l'ensemble des enceintes (2) sont ajustés en fonction des paramètres de combustion mesurés à la sortie de l'enceinte de référence (2i), en particulier en fonction de la proportion entre le comburant et le combustible et/ou la composition du comburant et/ou du combustible.



FR 2 953 280 - A1



PROCEDE DE CORRECTION DES REGLAGES DE COMBUSTION D'UN ENSEMBLE DE CHAMBRES DE COMBUSTION ET INSTALLATION METTANT EN OEUVRE LE PROCEDE.

La présente invention est relative à un procédé de réglage des dispositifs d'alimentation d'un ensemble de chambres de combustion alimenté avec un comburant et un combustible dont les propriétés sont variables. Elle permet de
5 prendre en compte les fluctuations éventuelles de ces propriétés de sorte de maintenir la qualité de combustion visée.

De nombreux équipements de chauffage industriels sont constitués d'un ensemble de chambres de combustion séparées alimentées par un dispositif
10 commun d'alimentation en comburant et en combustible. Par exemple en sidérurgie, c'est le cas des fours des lignes continues de traitement de bandes métalliques, équipées de tubes radiants.

Dans de nombreux cas, les comburants ou les combustibles utilisés ont des propriétés variables dans le temps. Par exemple, lors de l'utilisation d'air enrichi ou d'air appauvri, ou bien lors de l'utilisation de combustibles co-produits sur le site comme le gaz de cokerie, le gaz d'aciérie, un mélange de gaz ou encore des combustibles alternatifs comme le bio gaz ou un gaz de générateur.
15

Il existe de nombreux procédés de correction de la régulation d'un four selon les propriétés du combustible. Ces procédés permettent de corriger la fluctuation d'un des paramètres principaux du combustible, par exemple le pouvoir calorifique PCI, le pouvoir comburivore, l'indice de comburité ou l'indice de Wobbe.
20

Ces procédés ne permettent pas de prendre parfaitement en compte les propriétés du combustible et du comburant car, dans la plupart des cas, l'échantillonnage modifie les propriétés du combustible et du comburant. Ces procédés ont également l'inconvénient d'avoir un temps de réponse
25 relativement long et nécessitent de mettre en place des appareils de mesure dans des lieux protégés.
30

Un procédé particulier est proposé par FR2712961. Selon ce procédé, on effectue le réglage d'un brûleur en prélevant un débit donné de combustible, on

brûle ce combustible dans une enceinte dédiée avec un débit d'air tel qu'il conduise à une combustion en excès d'air, et on mesure dans les fumées de combustion complète du combustible une grandeur reflétant l'écart à la stoechiométrie. Cette grandeur sert ensuite à déterminer la valeur représentative du coefficient de régulation du débit d'air comburant du brûleur. Ce dispositif comburimètre est constitué d'un tunnel de combustion, d'un brûleur et de moyens de mesure appropriés.

Ce système présente l'inconvénient de mettre en œuvre un mini four construit spécialement dans lequel on vient brûler un mélange air/combustible à des proportions réglées pour avoir un excès d'air. Ce mini four consomme du combustible et doit fonctionner en excès d'air. La combustion est réalisée dans ce mini four sur un point de fonctionnement qui peut être éloigné de celui de l'installation à réguler, par exemple au niveau de la puissance du brûleur, du rapport air/gaz, de la température du four, et du confinement de la flamme. L'exploitation des résultats nécessite ainsi d'utiliser des formules de correction mathématiques.

Ce système présente également l'inconvénient d'être dédié exclusivement à la prise en compte des variations de propriétés du combustible. Il ne prend pas en compte les variations de propriétés du comburant ni des paramètres de combustion propres à l'installation contrôlée, à savoir le taux d'imbrûlés ou bien le taux d'émission d'oxydes d'azote NOx.

L'invention a pour but, surtout, d'améliorer le réglage de la combustion d'un ensemble de chambres de combustion participant à un processus de fabrication ; en particulier, l'invention vise à améliorer le réglage d'un ensemble de tubes radiants d'une ligne de traitement en continu de bandes métalliques.

Ces chambres de combustion sont de même nature. La puissance de chacune d'entre elles peut être variable mais les technologies mises en œuvre sont similaires. Les différences éventuelles entre ces chambres de combustion n'ont pas d'influence sur les paramètres de combustion que l'on veut contrôler.

Afin d'assurer le réglage de la combustion de l'ensemble des tubes radiants, on utilise l'un de ces tubes installé dans le laboratoire du four comme tube de référence. Celui-ci participe au chauffage de la bande comme l'ensemble des autres tubes. Ce tube radiant est d'une construction similaire à celle des autres

tubes et est sollicité d'une manière représentative du fonctionnement des autres tubes qui participent au chauffage.

5 Les produits de combustion en sortie du tube radiant se sont refroidis en participant au processus de chauffage du four. En sortie de ce tube de référence, on installe un appareil de mesure qui renseigne sur l'état des produits de combustion après le tube. Il s'agit généralement d'un analyseur de gaz permettant en particulier de connaître par exemple l'excès d'air et/ou les imbrûlés.

10

Ainsi, selon l'invention, le procédé de réglage en temps réel et en continu d'un ensemble d'enceintes thermiques de combustion ayant des caractéristiques voisines alimentées par les mêmes réseaux de comburant et de combustible, est caractérisé en ce que :

15

- une des enceintes est utilisée comme enceinte de référence,
 - des paramètres de combustion sont mesurés dans les fumées à la sortie de l'enceinte de référence,
 - les paramètres de régulation de l'ensemble des enceintes sont ajustés en fonction des paramètres de combustion mesurés à la sortie de
- 20 l'enceinte de référence, en particulier en fonction de la proportion entre le comburant et le combustible et/ou la composition du comburant et/ou du combustible.

20

25 Les paramètres de combustion mesurés dans les fumées à la sortie de l'enceinte de référence peuvent être constitués par au moins la concentration en oxygène, et/ou la concentration en dioxyde de carbone, et/ou la concentration en hydrogène, et/ou la concentration en oxydes d'azotes et/ou le taux d'imbrûlés.

25

30 L'excès d'air peut être déterminé selon la concentration en oxygène ou en dioxyde de carbone dans les fumées en sortie de l'enceinte de référence. Le défaut d'air peut être déterminé par la concentration en monoxyde de carbone, ou en hydrogène, ou en imbrûlés, dans les fumées en sortie de l'enceinte de référence.

35

Avantageusement, on ajuste les paramètres de régulation de l'ensemble des enceintes de sorte d'obtenir l'excès d'air et/ou le taux d'imbrûlés visés. On peut

ajuster les paramètres de régulation de l'ensemble des enceintes de sorte d'obtenir le défaut d'air, et/ou le taux d'imbrûlés visés.

5 La concentration en oxydes d'azote peut être régulée en ajustant la composition du comburant et/ou du combustible, en particulier par dilution avec des produits de combustion.

10 Les enceintes thermiques peuvent être constituées de tubes radiants alimentés avec des proportions de gaz différentes de celles du tube de référence.

L'invention est également relative à une installation pour la mise en œuvre d'un procédé tel que défini précédemment, comportant un ensemble d'enceintes thermiques de combustion ayant des caractéristiques voisines, alimentées par les mêmes réseaux de comburant et de combustible, caractérisée en ce que :

15 - une des enceintes est utilisée comme enceinte de référence,
- des moyens de mesure de paramètres de combustion sont installés sur la sortie de l'enceinte de référence pour mesurer ces paramètres de combustion dans les fumées à la sortie,
- des moyens de réglage sont prévus pour ajuster les paramètres de
20 régulation de l'ensemble des enceintes en fonction des mesures effectuées à la sortie de l'enceinte de référence, en particulier en fonction de la proportion entre le comburant et le combustible et/ou la composition du comburant et/ou du combustible.

25 Les enceintes thermiques peuvent être constituées de tubes radiants, et un tube de référence peut être alimenté d'une manière commune avec les autres tubes, les organes de régulation étant placés sur des circuits d'alimentation communs à l'ensemble des tubes.

30 Selon une autre possibilité, les tubes radiants sont alimentés d'une manière distincte du tube de référence et disposent d'organes de régulation différents de ceux du tube de référence, sur des circuits d'alimentation différents, les organes de régulation des tubes étant pilotés de sorte que ces tubes soient alimentés avec les mêmes proportions de gaz que le tube de référence. Selon
35 une autre possibilité, les organes de régulation des tubes radiants peuvent être pilotés de sorte que ces tubes soient alimentés avec des proportions de gaz différentes de celles du tube de référence, en particulier avec un excès d'air différent.

Par rapport aux équipements utilisés suivant l'état de la technique, selon l'invention on utilise comme chambre de combustion un équipement standard similaire aux autres, qui participe au procédé et dont le réglage est parfaitement représentatif du fonctionnement de l'ensemble des équipements. Il permet, en particulier, de maîtriser des paramètres qui dépendent du mode de fonctionnement de l'ensemble de l'installation.

Généralement, le paramètre maître est l'excès d'air mesuré par la concentration en oxygène. Toutefois, on peut être conduit à contrôler d'autres paramètres, par exemple, les imbrûlés quand le four est froid, ou bien les émissions de NOx qui peuvent être régulées, par exemple selon les variations de propriétés du comburant et/ou du combustible.

Le procédé selon l'invention permet également de réguler des équipements fonctionnant en manque d'air. Dans ce cas, le paramètre contrôlé peut être un composé représentant l'un des gaz représentatif de ce mode de combustion, présent en grande proportion dans les fumées. Il peut s'agir par exemple du monoxyde de carbone CO.

Le tube de référence est alimenté par des circuits d'alimentation en comburant et combustible équipés d'organes de régulation permettant d'ajuster leur proportion. Il peut également être alimenté par des circuits supplémentaires, par exemple de fumées de combustion ou d'oxygène.

Les analyses effectuées sur les produits de combustion en sortie du tube de référence sont prises en compte pour piloter les organes de régulation des circuits d'alimentation de sorte d'atteindre la qualité de combustion visée.

Lorsque le tube de référence est alimenté d'une manière commune avec les autres tubes, c'est-à-dire lorsque les organes de régulation sont placés sur des circuits d'alimentation communs à l'ensemble des tubes, dont le tube de référence, les autres tubes bénéficient de ce même réglage.

Lorsque des tubes radiants sont alimentés d'une manière distincte du tube de référence, c'est-à-dire qu'ils disposent d'organes de régulation sur des circuits d'alimentation différents, ces organes de régulation sont pilotés de sorte que

ces tubes soient alimentés avec les mêmes proportions de gaz que le tube de référence, ou avec une proportion différente.

5 Si les deux ensembles de tubes radiants sont conçus pour avoir des paramètres régulés identiques, par exemple une pression d'alimentation identique, pour une puissance de fonctionnement différente tout en conservant la même proportion de gaz, les paramètres régulés du tube de référence sont reproduits pour les organes des circuits d'alimentation du second ensemble de tubes.

10

Si les deux ensembles de tubes radiants sont conçus pour avoir des paramètres régulés différents, par exemple une pression d'alimentation différente, tout en conservant la même proportion de gaz, les paramètres régulés du tube de référence sont corrigés pour les organes des circuits d'alimentation du second ensemble de tubes. Cette correction dépend de la loi physique de la valeur mesurée, par exemple la variation du débit en fonction de la variation au carré de la pression différentielle.

15

20 Selon l'invention, lorsque des tubes radiants sont alimentés d'une manière distincte du tube de référence, leurs organes de régulation peuvent être pilotés de sorte que ces tubes soient alimentés avec des proportions de gaz différentes de celles du tube de référence, par exemple avec un excès d'air différent.

20

25 La régulation de la demande calorifique du tube de référence peut être réalisée en modulation de débit ou en modulation de durée. Elle peut être associée à celle d'autres tubes radiants ou elle peut être distincte.

25

30 L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en un certain nombre d'autres dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos d'exemples de réalisation, décrits avec référence aux dessins annexés, mais qui ne sont nullement limitatifs. Sur ces dessins :

30

- Fig. 1 est une vue schématique d'une ligne de traitement en continu de bandes métalliques,
- 35 - Fig. 2 est une vue schématique d'un tube radiant,
- Fig. 3 représente un exemple d'alimentation d'une paire de tubes radiants,
- et Fig. 4 est un second exemple d'alimentation d'un ensemble de tubes radiants.

En se reportant à la Fig. 1 des dessins, on peut voir, schématiquement représenté, un four 1 équipé de tubes radiants 2 assurant le chauffage d'une bande métallique 3, en défilement sur des rouleaux non représentés. Le chauffage est réalisé sous une atmosphère protectrice généralement composée d'un mélange d'azote et d'hydrogène. Dans chaque tube radiant, la combustion est assurée dans une enceinte de combustion confinée, séparée du laboratoire du four par le tube. On a alors un chauffage indirect.

En se reportant à la Fig. 2 des dessins, on peut voir, schématiquement représenté, un tube radiant 2 en forme de U. Les tubes radiants peuvent avoir d'autres formes, par exemple en I, en P, en double P ou en W. Un brûleur 4 est situé à une extrémité du tube 2. La flamme 5 se propage dans le tube et libère son énergie vers les parois du tube qui chauffe le laboratoire et la bande. Au fur et à mesure de leur cheminement dans le tube, les fumées s'épuisent thermiquement sur les parois du tube. A l'extrémité du tube opposée au brûleur est généralement implanté un récupérateur de chaleur, non représenté, permettant de préchauffer l'air de combustion. A la sortie du tube, les fumées en parties épuisées sont évacuées vers un collecteur 6, raccordé à une cheminée. Un analyseur 7, implanté après la sortie du tube, permet l'analyse des produits de combustion.

En se reportant à la Fig. 3 des dessins, on peut voir, schématiquement représenté, un exemple de réalisation du circuit d'alimentation en comburant et en combustible d'un ensemble de tubes radiants en U, dont un tube de référence 2r. Les brûleurs 4 sont alimentés par un système d'alimentation en comburant 8, avec vanne de réglage FCVc, et un système d'alimentation en combustible 9, avec vanne de réglage FCVf. Le réglage automatique des vannes peut être assuré par un automate (non représenté) qui reçoit en entrée les informations sur les paramètres de combustion mesurés par l'analyseur 7 en sortie du tube de référence 2r. L'automate fournit, sur des sorties reliées aux commandes des vannes, des instructions de réglage déterminées en fonction des données d'entrée.

Dans cet exemple de réalisation, la zone du four est équipée de tubes radiants 2 dont les brûleurs 4 sont alimentés en parallèle par des réseaux communs de comburant et de combustible. La variation de demande calorifique est gérée par les temps de fonctionnement des brûleurs, c'est-à-dire pour chaque brûleur la

proportion de la durée d'ouverture de sa vanne de comburant FCVc et de sa vanne de combustible FCVf pendant un temps donné.

5 Chacun des brûleurs a été préalablement réglé lors de la mise en service pour un point de fonctionnement connu au moyen de limiteurs de débits manuels 10. Pour un point de fonctionnement donné, par exemple à 100 % de la puissance, chacun des brûleurs a été préalablement réglé par un dispositif singulier de limitation de débit. Dans ces conditions, pour un fonctionnement général donné de la zone du four, le fonctionnement d'un tube choisi comme tube de référence
10 est l'image globale du fonctionnement de l'ensemble des brûleurs raccordés sur les mêmes systèmes d'alimentation. En modifiant les réglages du système d'alimentation du tube de référence, c'est-à-dire des vannes FCVc et FCVf, pour prendre en compte une évolution des caractéristiques du combustible ou du comburant, on modifie le réglage de l'ensemble des tubes radiants.

15 Le réglage des vannes FCVc et FCVf entraîne une variation de la pression du comburant P_c ou de la pression du combustible P_f permettant d'ajuster la proportion des gaz à l'identique pour l'ensemble des tubes.

20 Les mesures réalisées par l'analyseur 7 placé en sortie du tube de référence peuvent par exemple se limiter à deux paramètres : la teneur en oxygène, qui représente l'excès de comburant, et la proportion d'imbrûlés dont la quantité peut conduire à des corrections d'excès d'air, en particulier à basse température.

25 En se reportant à la Fig. 4 des dessins, on peut voir, schématiquement représenté, un four équipé de tubes radiants en U.

30 Sur cette installation, un ensemble de quatre tubes radiants 2 est alimenté par des réseaux comburants 8 et combustibles 9 communs à l'ensemble des quatre tubes au moyen de vannes de régulation FCVc et FCVf. Sur cette installation, un tube radiant de référence 2i est alimenté séparément avec son propre système d'alimentation en comburant 8i régulé par une vanne FCVci, et en combustible 9i régulé par une vanne FCVfi.

35 Selon un exemple préféré de réalisation de l'invention, les transmetteurs utilisés sur le tube de référence 2i et le groupe de tubes 2 à réguler, exploitent les

mêmes lois physiques. Par exemple on peut utiliser un transmetteur de pression différentielle pour mesurer un débit.

5 Pour un point de fonctionnement donné, par exemple à 100 % de la puissance, chacun des brûleurs, y compris celui du tube de référence, a été préalablement réglé à la mise en service par un dispositif singulier de limitation de débit 10, en particulier à réglage manuel, de sorte d'obtenir la même proportion comburant/combustible sur chaque brûleur. Ce réglage est réalisé dans les mêmes conditions pour l'ensemble des tubes, c'est-à-dire avec une même
10 qualité de comburant et de combustible.

Il est à noter que chacun des tubes peut avoir une puissance nominale et/ou des dimensions différentes. Les tubes peuvent également être de formes différentes, par exemple en U ou en W.

15 En mode de régulation, les débits de comburant et de combustible du tube de référence sont ajustés de manière à avoir le taux d'oxygène correct dans les fumées selon les variations des propriétés du combustible et/ou du comburant. L'analyseur 7 permet de régler les vannes FCVci et FCVfi de sorte
20 d'obtenir la qualité de combustion visée dans le tube de référence. Le point de fonctionnement correspondant, mesuré par les pressions Pci et Pfi, définit les consignes Pc et Pf utilisées pour régler les vannes FCVc et FCVf.

25 Les réglages du tube de référence 2i étant représentatifs de la combustion désirée sur l'ensemble des tubes, les valeurs mesurées sur son système d'alimentation servent à gouverner la régulation de l'ensemble du groupe de tubes 2.

30 Par exemple, la vanne de combustible FCVf sera réglée en fonction de la demande calorifique et la vanne de comburant FCVc sera réglée de telle manière que la valeur Iva du signal de la mesure représentative du débit de comburant sur le groupe à réguler, soit définie selon la relation suivante :

$$Iva/Ivf = K \times Ivai / Ivfi$$

35 Dans cette relation, K est une constante, Ivai exprime le signal de la mesure représentative du comburant sur le tube de référence 2i, Ivfi exprime le signal de la mesure représentative du combustible sur le tube de référence 2i, et Ivf

exprime le signal de la mesure représentative du combustible sur le groupe de tubes 2 à réguler.

5 L'avantage de ce système est qu'il permet de faire facilement des corrections sur la régulation d'un ensemble de chauffage. Le temps de réponse est alors très faible et les paramètres de réglages sont parfaitement représentatifs de ce que l'on cherche à régler.

10 Une extension de cette application est de maîtriser une installation dont la composition du comburant est variable. Cette variation peut être involontaire, par exemple la composition de l'air est dépendante de la teneur en humidité.

15 Cette variation peut être volontaire, par exemple en jouant sur le taux d'oxygène du comburant. Ainsi, un enrichissement en oxygène peut être réalisé pour augmenter la production d'un four, diminuer la consommation en combustible ou réduire les émissions de CO₂. Un appauvrissement en oxygène peut être réalisé afin de modifier le transfert thermique, par exemple en allongeant la flamme, ou pour diminuer les émissions de NO_x. Dans cette application, une mesure de NO_x dans les fumées du tube de référence servira
20 à réguler le taux de dilution du comburant.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Procédé de réglage en temps réel et en continu d'un ensemble d'enceintes thermiques de combustion (2, 2r, 2i) ayant des caractéristiques voisines alimentées par les mêmes réseaux de comburant (8) et de combustible (9), caractérisé en ce que :
- 10 - une des enceintes (2, 2r, 2i) est utilisée comme enceinte de référence,
- des paramètres de combustion sont mesurés (7) dans les fumées à la sortie de l'enceinte de référence,
- les paramètres de régulation de l'ensemble des enceintes sont ajustés en fonction des paramètres de combustion mesurés à la sortie de l'enceinte de référence, en particulier en fonction de la proportion entre le
15 comburant et le combustible et/ou la composition du comburant et/ou du combustible.
- 20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les paramètres de combustion mesurés dans les fumées à la sortie de l'enceinte de référence sont constitués par au moins la concentration en oxygène, et/ou la concentration en dioxyde de carbone, et/ou la concentration en monoxyde de carbone, et/ou la concentration en hydrogène, et/ou le taux d'imbrûlés, et/ou la concentration en oxydes d'azotes.
- 25 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'excès d'air est déterminé selon la concentration en oxygène ou en dioxyde de carbone dans les fumées en sortie de l'enceinte de référence.
- 30 4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le défaut d'air est déterminé par la concentration en monoxyde de carbone, ou en hydrogène, ou en imbrûlés, dans les fumées en sortie de l'enceinte de référence.
- 35 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on ajuste les paramètres de régulation de l'ensemble des enceintes de sorte d'obtenir l'excès d'air et/ou le taux d'imbrûlés visés.

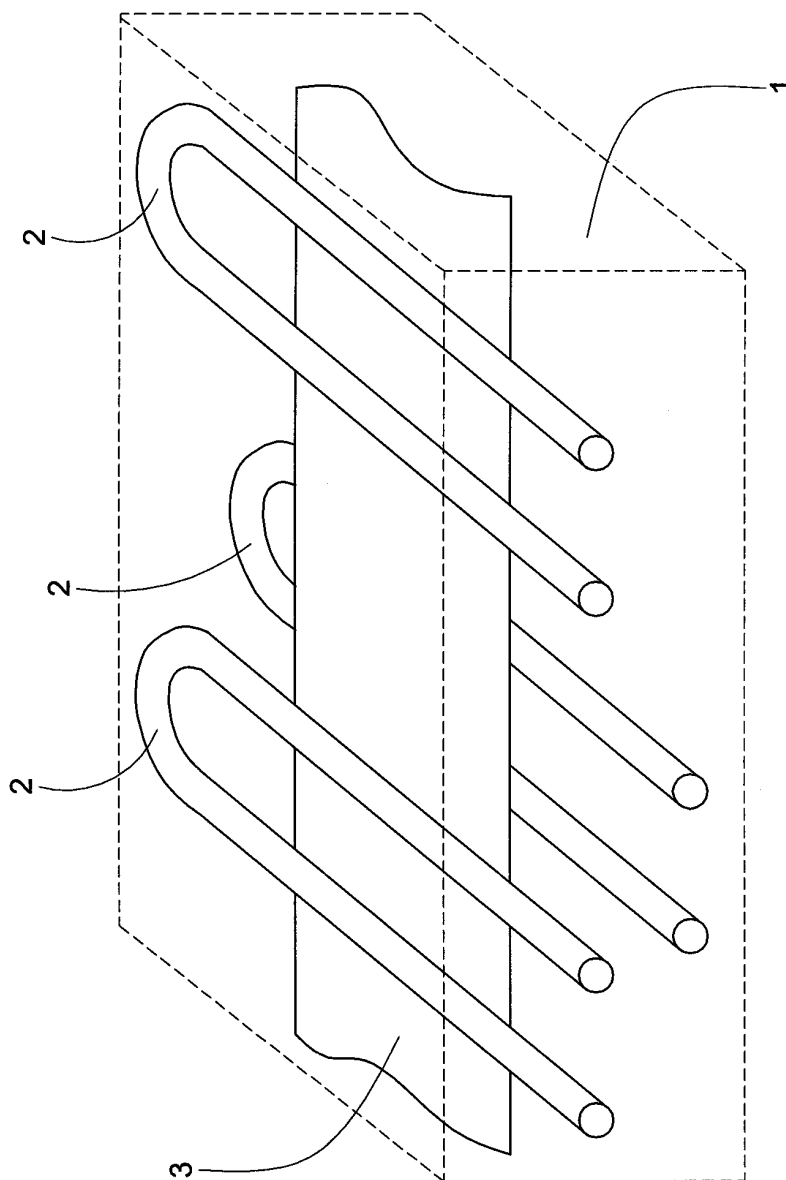
6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'on ajuste les paramètres de régulation de l'ensemble des enceintes de sorte d'obtenir le défaut d'air visé.
- 5 7. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la concentration en oxydes d'azote est régulée en ajustant la composition du comburant et/ou du combustible, en particulier par dilution avec des produits de combustion.
- 10 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les enceintes thermiques sont constituées de tubes radiants alimentés avec des proportions de gaz différentes de celles du tube de référence.
- 15 9. Installation pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant un ensemble d'enceintes thermiques de combustion (2, 2r, 2i) ayant des caractéristiques voisines alimentées par les mêmes réseaux de comburant (8) et de combustible (9), caractérisée en ce que:
- 20 - une des enceintes (2, 2r, 2i) est utilisée comme enceinte de référence,
- des moyens de mesure (7) de paramètres de combustion sont installés sur la sortie de l'enceinte de référence pour mesurer ces paramètres de combustion dans les fumées à la sortie,
- des moyens de réglage (FCVc, FCVf) sont prévus pour ajuster les
- 25 paramètres de régulation de l'ensemble des enceintes en fonction des mesures effectuées à la sortie de l'enceinte de référence, en particulier en fonction de la proportion entre le comburant et le combustible et/ou la composition du comburant et/ou du combustible.
- 30 10. Installation selon la revendication 9, dans laquelle les enceintes thermiques sont constituées de tubes radiants, caractérisée en ce qu'un tube de référence (2r) est alimenté d'une manière commune avec les autres tubes, les organes de régulation (FCVc, FCVf) étant placés sur des circuits d'alimentation (8,9) communs à l'ensemble des tubes.
- 35 11. Installation selon la revendication 9, dans laquelle les enceintes thermiques sont constituées de tubes radiants, caractérisée en ce que les tubes radiants (2) sont alimentés d'une manière distincte du tube de

référence (2i) et disposent d'organes de régulation (FCVc, FCVf) différents de ceux (FCVci, FCVfi) du tube de référence (2i), sur des circuits d'alimentation différents (8,9, 8i, 9i) , les organes de régulation (FCVc, FCVf) des tubes (2) étant pilotés de sorte que ces tubes (2) soient alimentés avec les mêmes proportions de gaz que le tube de référence (2i).

12. Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce que les tubes radiants (2) sont alimentés d'une manière distincte du tube de référence (2i) et disposent d'organes de régulation (FCVc, FCVf) différents de ceux (FCVci, FCVfi) du tube de référence (2i), sur des circuits d'alimentation différents (8,9, 8i, 9i) , et en ce que les organes de régulation (FCVc, FCVf) des tubes radiants (2) sont pilotés de sorte que ces tubes soient alimentés avec des proportions de gaz différentes de celles du tube de référence (2i), en particulier avec un excès d'air différent.

15

FIG.1



2/3
FIG.2

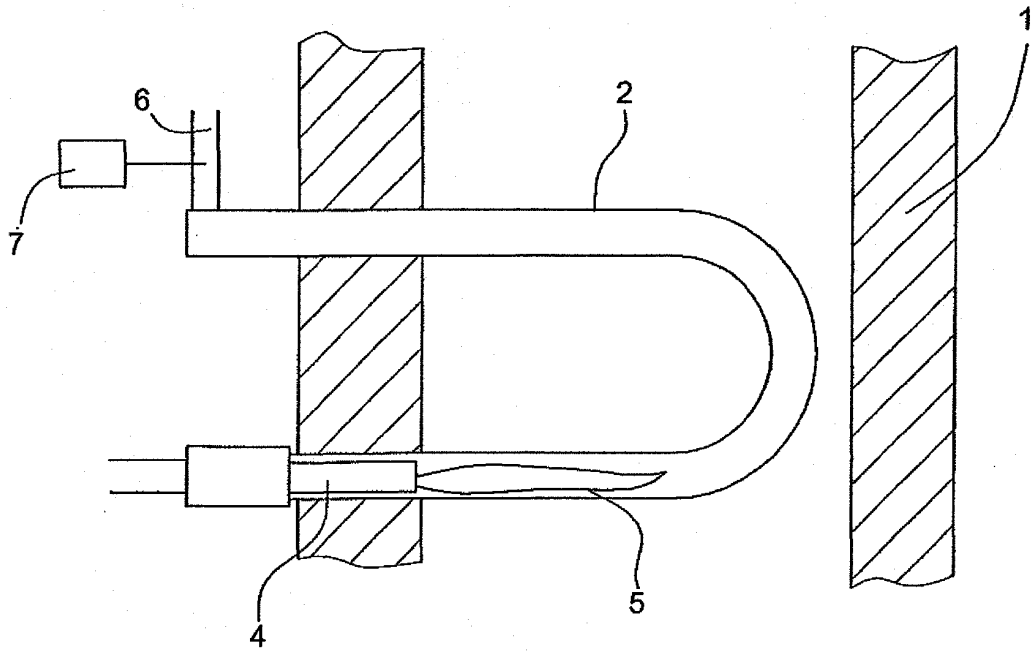


FIG.3

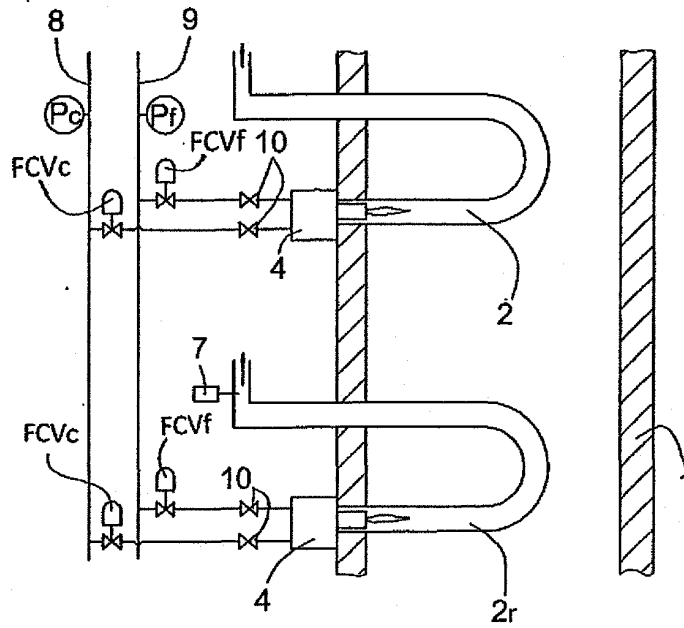
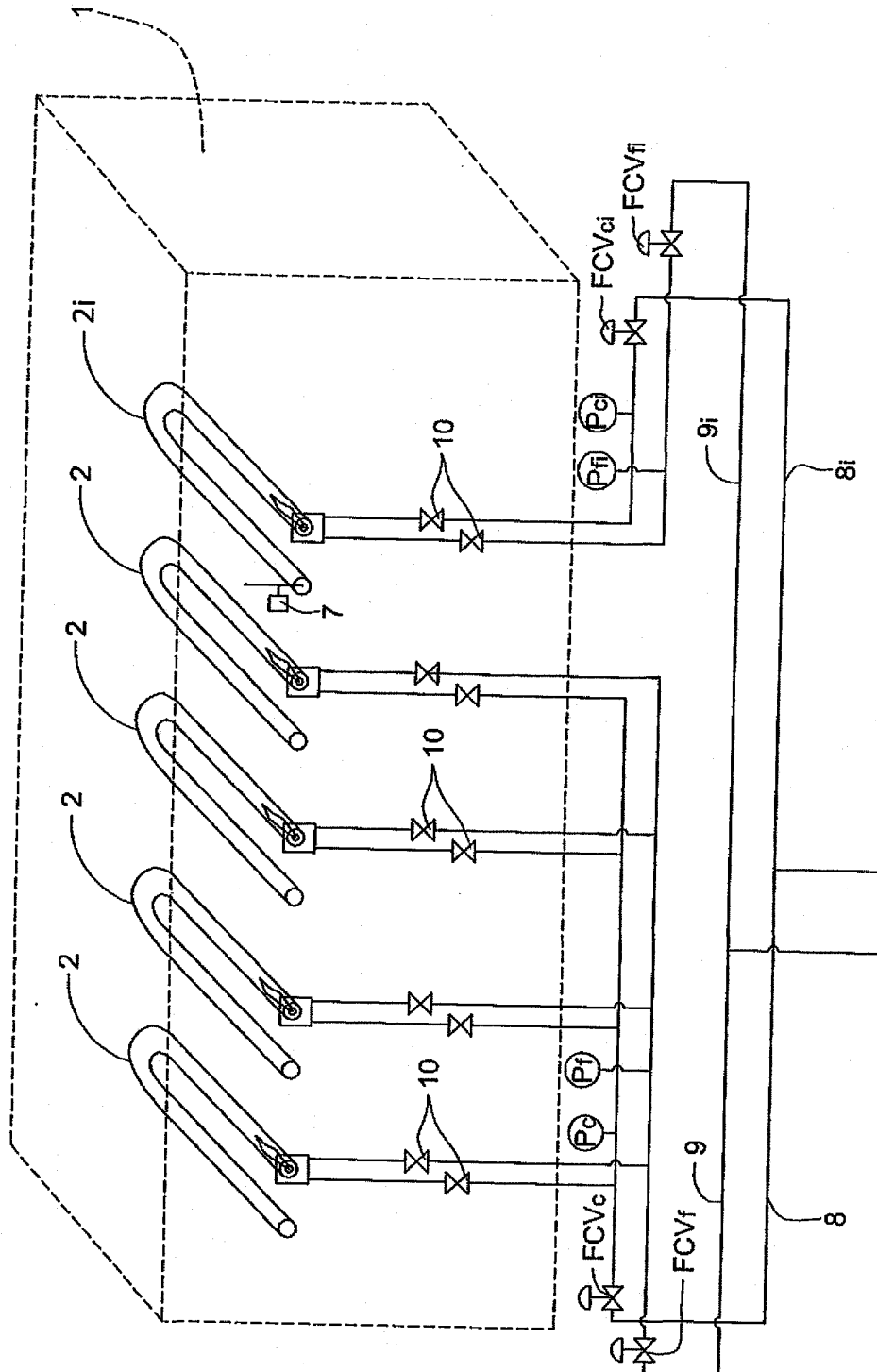


FIG.4



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0905752 FA 732624**

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 **15-07-2010**

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
JP 57134620	A	19-08-1982	AUCUN	
JP 60259823	A	21-12-1985	JP 1877800 C JP 6001122 B	07-10-1994 05-01-1994
DE 19835790	A1	17-02-2000	AUCUN	
GB 2057116	A	25-03-1981	AU 519859 B2 AU 6072380 A JP 56030533 A US 4395226 A	24-12-1981 26-03-1981 27-03-1981 26-07-1983
JP 56056527	A	18-05-1981	AUCUN	
US 6371752	B1	16-04-2002	JP 3294215 B2 JP 2000274670 A	24-06-2002 03-10-2000
EP 0661499	A1	05-07-1995	AT 175764 T BR 9404753 A DE 69415954 D1 FR 2712961 A1 TR 28665 A ZA 9409323 A	15-01-1999 19-09-1995 25-02-1999 02-06-1995 25-12-1996 24-05-1996