

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 022 514 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:

**26.07.2000 Bulletin 2000/30**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **F23N 1/00**

(21) Numéro de dépôt: **00400115.2**

(22) Date de dépôt: **18.01.2000**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorité: **22.01.1999 FR 9900680**

(71) Demandeurs:

• **SAINT-GOBAIN VITRAGE**

**92400 Courbevoie (FR)**

Etats contractants désignés:

**BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT  
SE AT CY**

• **GAZ DE FRANCE**

**75017 Paris (FR)**

Etats contractants désignés:

**BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL  
PT SE AT CY**

(72) Inventeurs:

• **Cordier, Rémy**

**92330 Sceaux (FR)**

• **Ferlin, Thierry**

**51430 Tinquieux (FR)**

• **Tackels, Guy**

**92000 Nanterre (FR)**

• **Mine, Thierry**

**07430 St. Cyr les Annonay (FR)**

(74) Mandataire:

**Renous Chan, Véronique et al**

**Saint-Gobain Recherche,**

**39, Quai Lucien Lefranc**

**F-93300 Aubervilliers (FR)**

(54) **Procédé et dispositif de regulation d'un courant de combustible gazeux**

(57) L'invention a pour objet un procédé de régulation du « pouvoir calorifique » d'un courant de combustible gazeux du type gaz fossile comportant un gaz combustible majoritaire dit « A » et circulant dans une conduite. Cette régulation s'effectue au moins pour partie par ajout contrôlé dans le courant d'au moins un gaz combustible dit « B » de pouvoir calorifique supérieur à celui de « A ». L'invention a également pour objet son dispositif de mise en oeuvre et ses applications.

**EP 1 022 514 A1**

## Description

[0001] L'invention concerne un procédé et un dispositif en vue de réguler les caractéristiques de combustion d'un combustible gazeux, et plus particulièrement la puissance calorifique véhiculée par un courant de combustible gazeux, notamment un courant de combustible fossile du type gaz naturel.

[0002] L'invention se rapporte notamment à une régulation d'un courant de combustible gazeux distribué par un réseau de conduites d'alimentation à des installations industrielles exploitant un processus thermique, la régulation selon l'invention s'opérant de préférence à l'extrémité aval dudit réseau, sur le site de l'installation industrielle ou juste en amont de celui-ci.

[0003] Les installations industrielles plus particulièrement visées sont les installations verrières utilisant des brûleurs au gaz naturel pour assurer la fusion (et éventuellement l'affinage) du verre au sens large, c'est-à-dire de compositions minérales utilisées pour fabriquer du verre plat (lignes float), du verre creux (bouteilleries, flaconnage), de la laine minérale du type verre ou roche destinée à l'isolation thermique et/ou acoustique ou des fibres de verre utilisées pour le renforcement de matériaux de type polymères, appelées fibres de renforcement ou encore fibres textile.

[0004] Dans tous ces types d'installations, il est important que les fours aient un régime de fonctionnement le plus constant et uniforme possible, un paramètre parmi d'autres, non négligeable, étant les propriétés du combustible qui alimente les brûleurs, notamment son pouvoir calorifique. Or, il peut arriver que le réseau de distribution fournisse un gaz naturel dont les propriétés fluctuent, ceci pour différentes raisons dont la plus fréquente est le fait que le réseau se trouve alimenté en gaz naturels de propriétés différentes par plusieurs sources d'approvisionnement.

[0005] Il s'est donc avéré nécessaire de mettre en oeuvre des actions correctrices pour compenser ces variations de pouvoir calorifique.

[0006] Un premier mode de régulation a consisté à jouer sur le débit du combustible, en corrigeant son pouvoir calorifique par valeur haute en augmentant son débit, ou par valeur basse en diminuant son débit avec un gaz non combustible pour diminuer son débit, les corrections de débit se faisant dans les mêmes proportions que les fluctuations observées dans le pouvoir calorifique du combustible. Ce mode de régulation permet de maintenir le débit calorifique entrant dans le four à sa valeur de consigne. Que cette régulation se fasse manuellement ou de façon automatisée, les limites en ont été vite atteintes: en effet, on a observé qu'une simple correction de la puissance calorifique du gaz entrant par modulation proportionnelle du débit ne parvenait pas à stabiliser parfaitement le régime du four, toutes choses égales par ailleurs. Cela pourrait s'expliquer par le fait que des variations dans les débits de combustible au niveau des brûleurs engendrent par ailleurs des

modifications dans la façon dont la combustion s'opère, dans la façon dont la flamme va se développer au-dessus du bain de verre notamment.

[0007] Le but que s'est fixée l'invention est alors la mise au point d'un mode de régulation amélioré du pouvoir calorifique d'un courant de combustible gazeux, visant notamment à minimiser toute modification induite par la régulation elle-même dans la façon dont la combustion s'opère. Plus précisément, le but de l'invention est de parvenir à une régulation qui préserve au mieux la stabilité du régime de fonctionnement du four, quand le combustible est destiné à alimenter les brûleurs d'un four de type four verrier.

[0008] L'objet de l'invention est un procédé de régulation du « pouvoir calorifique » d'un courant de combustible gazeux du type gaz fossile comportant un gaz combustible majoritaire dit « A » et circulant dans une conduite. Il consiste à opérer la régulation, au moins pour partie, par ajout contrôlé dans le courant d'au moins un gaz combustible dit « B » de pouvoir calorifique supérieur à celui de « A ».

[0009] Avantagusement, le gaz dit « A » est du méthane  $\text{CH}_4$ , composé majoritaire du combustible gazeux fossile connu sous le terme de gaz naturel, qui est donc le courant de combustible gazeux auquel la régulation selon l'invention s'applique préférentiellement (l'invention peut aussi s'appliquer mutadis mutandi à d'autres courants de gaz combustible, par exemple du gaz manufacturé).

[0010] Au sens de l'invention, le terme « pouvoir calorifique » est à prendre au sens large et non stricto sensu: il peut être tout paramètre connu dans le domaine de la fourniture de gaz combustible pour apprécier quantitativement la performance thermique du combustible lors de la combustion. Il peut s'agir du pouvoir calorifique supérieur (PCS), bien connu dans le domaine, qui s'exprime en  $\text{kWh/m}^3$  normal, que l'on relie à la puissance calorifique  $P_u$  par la relation  $P_u = Q_c \times \text{PCS}$  (avec  $Q_c$  le débit volumique normal du combustible).

[0011] Il peut aussi s'agir du rapport C/H du combustible, sans unité, qui correspond au rapport du nombre de carbones total sur le nombre d'hydrogènes total du combustible (par exemple, dans le cas du méthane  $\text{CH}_4$ , ce rapport C/H est de  $\frac{1}{4}$ , soit 0,25). Il peut encore s'agir de l'indice de Wobbe W que l'on peut relier au PCS par la relation:

$$W = \text{PCS} / (d)^{1/2}, \text{ avec } d \text{ la densité du combustible.}$$

[0012] On peut aussi envisager d'utiliser l'indice de comburité B se définissant par:

[0013]  $B = V_a / (d)^{1/2}$ , avec  $V_a$  l'air théorique nécessaire à la combustion d'un  $\text{m}^3$  de combustible, B étant une grandeur sans dimension si  $V_a$  est exprimée en  $\text{m}^3$  normal d'air par  $\text{m}^3$  normal de combustible.

[0014] Il a en effet été vérifié une bonne corrélation dans les régulations, quelque soit le paramètre choisi, avec peut être une préférence pour la régulation utili-

sant l'indice de Wobbe qui prend aussi en compte les variations de densité du gaz contrairement au PCS.

**[0015]** L'invention a donc adopté une régulation « par valeur haute », c'est-à-dire permettant de contrôler le pouvoir calorifique du combustible en l'ajustant vers des valeurs supérieures à l'aide d'un gaz plus calorifique que le combustible, ou plus précisément plus calorifique que le gaz majoritaire de ce dernier. (Il est en effet bien connu que dans le cas du gaz naturel, celui-ci comporte un gaz largement majoritaire, le méthane, qui représente généralement plus de 80% du gaz naturel, les composés minoritaires étant par exemple des traces de gaz inerte type N<sub>2</sub> ou d'hydrocarbures à chaînes plus longues). De préférence, la régulation ne se fait qu'à l'aide d'un tel gaz plus calorifique. La régulation ne modifie pas ou très peu le débit volumique du courant gazeux ainsi régulé.

**[0016]** Ce type de régulation apporte beaucoup d'avantages. L'avantage principal est qu'on observe une nette amélioration dans la stabilité de fonctionnement du four équipé des brûleurs alimentés avec le combustible ainsi régulé. L'explication que l'on peut avancer est que ce mode de régulation permet de contrôler le débit calorifique entrant sans modifier significativement le débit volumique et donc sans modifier les propriétés aérauliques de la flamme (longueur, vitesse, ...).

**[0017]** Un autre avantage important et tout-à-fait inattendu concerne l'émission de gaz dits NO<sub>x</sub> par les fours dont les brûleurs sont ainsi régulés : il a été observé effectivement qu'une régulation à la hausse opérée comme dans l'invention permettait une réduction significative de l'émission des NO<sub>x</sub> par les fours, ce qui est un point extrêmement positif pour l'environnement.

**[0018]** Par ailleurs, en régulant ainsi le pouvoir calorifique du combustible par valeur haute, on peut diminuer la consommation spécifique en énergie du four, du type four verrier, que l'on exprime de manière connue en kilowatt heure par tonne de verre. Ce gain énergétique constitue un troisième avantage notable apporté par l'invention, et cela d'autant plus qu'il permet de minimiser notablement le coût induit par la régulation selon l'invention, notamment celui du gaz « B » de type propane injecté.

**[0019]** Avantagusement le gaz « B » est choisi parmi les hydrocarbures ayant au moins deux carbones, qu'ils soient saturés ou qu'ils présentent au moins une insaturation. Il peut être linéaire ou ramifié. De préférence, il comporte de 2 à 6 carbones et est notamment sous forme de propane ou de n-butane. En fait, on choisit de préférence un combustible se présentant sous forme gazeuse sans traitement supplémentaire dans les conditions de pression et de température où se trouve le courant de combustible à réguler. Intervient aussi le coût de l'hydrocarbure choisi et sa disponibilité.

**[0020]** Il peut s'agir plus généralement de gaz dit

gaz de pétrole, c'est-à-dire issu du raffinage du pétrole, notamment à base de propane ou de n-butane (étant entendu que ces gaz dits de pétrole, s'ils ont un constituant majoritaire tel que le propane ou le butane peuvent également contenir d'autres éléments minoritaires, par exemple du propène, du butène, ..., comme cela est bien connu).

**[0021]** Sans rentrer dans le détail d'un organigramme de régulation, on peut dire que la régulation selon l'invention fait de préférence intervenir les étapes suivantes :

- (a) - mesure du pouvoir calorifique PC du courant de combustible,
- (b) - comparaison dudit pouvoir calorifique PC avec une valeur consigne supérieure PC<sub>sup</sub>,
- (c) - augmentation si nécessaire du PC vers la valeur du PC<sub>sup</sub> par ajout d'une quantité appropriée du gaz « B » dans le courant de combustible.

**[0022]** Beaucoup de variantes de réalisation sont ensuite possibles.

**[0023]** Ainsi, on peut choisir d'injecter en permanence au moins un débit minimal en gaz « B » dans le courant de combustible ou non, et donc de réguler avec un ajout de « B » dans une gamme de débit allant de Q<sub>min</sub> (débit minimum) à Q<sub>max</sub> (débit maximum), avec Q<sub>min</sub> égal à zéro ou à une valeur positive de débit.

**[0024]** Selon un mode de réalisation non limitatif, la régulation selon l'invention peut posséder les caractéristiques suivantes :

- elles comprennent tout d'abord une boucle dite « rapide » qui asservit le débit mesuré de mélange A + B de façon à ce que la quantité de gaz B injecté reste proportionnelle au débit de gaz « A » même en cas de brusque variation du débit consommé (par exemple en cas d'allumage ou d'arrêt des brûleurs). Cet asservissement automatique peut être réalisé par un régulateur dont la consigne est proportionnelle au débit de mélange (par souci de concision, on entend par « mélange A + B » le mélange du courant de combustible majoritairement à base du gaz « A » et du courant du gaz à pouvoir calorifique supérieur, avec généralement un gaz majoritaire du type propane et éventuellement d'autres gaz minoritaires, même si le gaz « A » est en fait le courant de combustible tout entier comprenant le composé gazeux majoritaire « A »). Dans tout le présent texte, on peut ainsi comprendre indifféremment A et B comme des composés gazeux uniques et spécifiques ou comme des courants de combustibles contenant ces composés spécifiques plus d'autres composés minoritaires),
- elle comprend ensuite une boucle dite « lente » qui a pour but de donner de la précision au système global de régulation du pouvoir calorifi-

que. Cette boucle peut déterminer automatiquement la consigne de la boucle dite « rapide » (par un coefficient de proportionnalité) à partir de l'écart mesuré de façon continue entre le pouvoir calorifique du mélange et la consigne choisie.

5

**[0025]** En ce qui concerne la mesure du pouvoir calorifique du courant de combustible, deux façons d'opérer sont notamment possibles :

- on peut faire une mesure directe, en employant un dispositif de mesure de type comburimètre qui permet une lecture directe du paramètre que l'on régule, de façon continue. Un tel dispositif est par exemple décrit dans le brevet EP-0 326 494 A1,
- on peut aussi obtenir la même information à partir de l'analyse chimique du courant de combustible. On peut notamment utiliser un appareil de chromatographie gazeuse couplé à un moyen de calcul qui va déduire de l'analyse chimique du gaz son pouvoir calorifique. Les mesures peuvent être faites par exemple toutes les trois minutes.

**[0026]** On a intérêt à ajuster le pouvoir calorifique le plus fréquemment possible, en restant dépendant des moyens que l'on a à disposition, notamment ceux mesurant le pouvoir calorifique du combustible.

**[0027]** Avantageusement, les temps de réponse des boucles mentionnées ci-dessus sont, par exemple, de quelques secondes pour la boucle dite « rapide », et de 1 à 3 minutes pour la boucle dite « lente » si l'on utilise un comburimètre jusqu'à 5 à 15 minutes si l'on utilise un chromatographe en phase gazeuse. Pour donner un ordre de grandeur, on peut dire que l'on obtient avec un comburimètre une mesure à 1 à 2% près et avec un chromatographe une mesure à 0,5 à 1% près. Le chromatographe est donc un peu plus précis, mais ne permet pas de mesure en continu. Cependant, comme il a été observé que généralement les variations dans les propriétés de combustion des courants de combustible du type gaz naturel les plus rapides ont lieu en au moins 15 à 20 minutes, l'utilisation du chromatographe permet donc de les prendre en compte sans problème.

**[0028]** L'invention a également pour objet le dispositif de régulation du « pouvoir calorifique » d'un courant de combustible gazeux du type gaz fossile comportant un gaz majoritaire dit « A » et circulant dans une conduite, le dispositif comportant :

- des moyens électroniques/informatiques pour piloter la régulation,
- au moins un moyen de mesure du pouvoir calorifique à réguler du type comburimètre ou moyen d'analyse chimique couplé à un moyen de calcul approprié,
- au moins un moyen de régulation pour ramener le pouvoir calorifique  $PC_i$  du courant à une valeur

consigne supérieure  $PC_{sup}$  sous forme d'au moins un moyen d'injection dans le courant d'une quantité modulée d'un gaz « B » de pouvoir calorifique supérieur à celui de « A ». Ce dispositif permet avantageusement la mise en oeuvre du procédé décrit plus haut.

**[0029]** L'invention a également pour objet l'application du procédé et du dispositif décrits précédemment à une régulation du pouvoir calorifique d'un courant de combustible dans une conduite se situant à l'extrémité d'un réseau d'alimentation muni d'une ou plusieurs sources d'approvisionnement, et plus particulièrement d'un courant de combustible dans une conduite alimentant en combustible un ou plusieurs brûleurs utilisés dans une installation industrielle du type installation verrière.

**[0030]** L'invention a également pour objet le four verrier lui-même, équipé des brûleurs dont au moins une partie est alimentée en combustible régulé selon l'invention.

**[0031]** La simplicité veut que la régulation s'opère sur la conduite principale alimentant en combustible tous les brûleurs de l'installation, rien n'empêchant cependant la régulation sur des conduites secondaires, au niveau de chacun des brûleurs ou seulement au niveau de certains d'entre eux.

**[0032]** L'invention sera décrite ci-après plus en détails à l'aide d'un mode de réalisation non limitatif qui concerne un four verrier du type de ceux utilisés dans la fabrication du verre plat du type float. Il s'agit, de manière bien connue, d'un four fonctionnant en inversion, équipé de deux régénérateurs latéraux et présentant substantiellement une symétrie axiale par rapport à l'axe longitudinal du four dans la répartition des brûleurs, qui fonctionnent ici avec du gaz naturel comme combustible. Pour plus de détails, on pourra notamment se reporter au brevet WO-98/02386.

**[0033]** L'invention s'applique cependant plus généralement à tout type de four de verrerie utilisant des brûleurs au gaz naturel, comme les fours à régénérateurs dits à boucle, les fours pour le verre plat fonctionnant sans régénérateurs et généralement utilisant des brûleurs à comburant sous forme d'oxygène (dont un exemple est décrit dans le brevet EP-0 650 934). Il peut s'agir de fours destinés aussi à la fabrication de verre creux de laine minérale ou de fils de renforcement. Les fours pouvant bénéficier de l'invention peuvent également utiliser des brûleurs à gaz dits « immergés », c'est-à-dire configurés de façon à ce que la flamme de combustion ou les gaz issus de la combustion se développent au sein de la matière vitrifiable en fusion (un exemple étant décrit dans les brevets US-3 260 587 et US-3 738 792).

**[0034]** La conception même des brûleurs de verrerie n'est pas non plus limitative, et est connue de l'homme de l'art.

**[0035]** On expose ci-après de façon très schématis-

que la façon dont la régulation selon l'invention s'opère.

**[0036]** Si l'on part d'un four à régénérateurs latéraux, on a donc deux séries d'injecteurs de combustible se faisant face dans les deux parois latérales du four. Ceux-ci sont alimentés par une conduite principale en gaz naturel, se situant à l'extrémité d'un réseau de distribution national. L'invention se propose de réguler l'indice de Wobbe (ou le PCS) du flux de gaz naturel dans cette conduite sur le site industriel.

**[0037]** Concrètement, on prévoit sur la conduite d'alimentation du four un piquage où l'on va pouvoir prélever à une fréquence donnée un échantillon de combustible pour en mesurer les propriétés (l'indice de Wobbe ou le PCS), soit directement à l'aide d'un appareil de mesure du type de celui décrit dans le brevet EP-0 326 494 A1 précité, soit à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse. Avec l'utilisation d'un chromatographe en phase gazeuse, la fréquence optimale de mesure est de trois minutes, ce qui permet de réagir très rapidement à toute fluctuation rapide dans le pouvoir calorifique du gaz naturel fourni, et de contrôler l'efficacité de la régulation sur la conduite. En amont de ce piquage nécessaire pour mesurer les propriétés du flux de combustible, on prévoit une conduite secondaire d'injection de propane munie d'un moyen de contrôle de débit, cette conduite secondaire étant alimentée soit par un réseau de distribution de propane soit par une enceinte de stockage de propane (le propane en question est un propane commercial, issu du raffinage du pétrole et qui peut contenir, par exemple, jusqu'à 10 ou 20% d'autres composés minoritaires, généralement d'autres hydrocarbures tels que le propène).

**[0038]** Des moyens informatiques pilotent à la fois le moyen de mesure de l'indice de Wobbe du flux de gaz naturel et le moyen de contrôle du débit du propane : on impose une valeur de consigne d'indice de Wobbe (ou de PCS) maximal. Les moyens informatiques, par comparaison entre l'indice de Wobbe (ou le PCS) mesuré et celui de la consigne, pilotent de façon continue l'augmentation ou la diminution de débit du propane injecté dans la conduite principale, de façon à ce que la mesure soit égale à la consigne.

**[0039]** Economiquement, il est préférable de limiter au maximum la quantité de propane à injecter, car son coût est nettement supérieur à celui du gaz naturel. On privilégie ainsi une régulation par valeur haute, où, hors fluctuations, on n'ajoute aucun propane au courant de gaz naturel. Il faut donc caler correctement la valeur-consigne maximum en fonction de la gamme de variations connue de l'indice de Wobbe (ou de PCS) (détermination d'une « fenêtre de régulation » appropriée).

**[0040]** Comme évoqué plus haut, on a vérifié que stabiliser ainsi l'indice de Wobbe (le même raisonnement pouvant se faire sur le PCS ou le rapport C/H par exemple) permettait de mieux préserver la stabilité dans le régime du four. En effet, le pouvoir calorifique du propane commercial étant environ 2,5 fois plus grand que celui du CH<sub>4</sub>, composant largement majoritaire du

gaz naturel, les débits de propane nécessaires à assurer la régulation sont faibles et peu perturbateurs sur le courant de combustible.

**[0041]** En outre, on a pu aussi vérifier que ce type de régulation tendait à diminuer les émissions de NOx du four par rapport à des régulations standards consistant par exemple à diluer le gaz naturel à l'air ou à en augmenter le débit. Une régulation par valeur haute du pouvoir calorifique au sens large du combustible est donc favorable à la préservation de l'environnement.

**[0042]** Enfin, la régulation selon l'invention favorise une baisse de la consommation spécifique en énergie du four : augmenter le rendement thermique du four permet d'en diminuer le coût de fonctionnement et de prendre ainsi en charge, au moins en partie, le surcoût lié à l'injection du propane.

## Revendications

1. Procédé de régulation du « pouvoir calorifique » d'un courant de combustible gazeux comportant un gaz combustible majoritaire dit « A » et circulant dans une conduite, *caractérisé en ce que* ladite régulation s'effectue au moins pour partie par ajout contrôlé dans le courant d'au moins un gaz combustible dit « B » de pouvoir calorifique supérieur à celui de « A ».
2. Procédé selon la revendication 1, *caractérisé en ce que* le gaz « A » est du méthane CH<sub>4</sub>.
3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, *caractérisé en ce que* le courant de combustible gazeux est un gaz naturel.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* le gaz « B » est un hydrocarbure à au moins deux C, saturé ou comportant des insaturations, linéaire ou ramifié, notamment un hydrocarbure comprenant de 2 à 6 C tel que le propane.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* le gaz combustible dit « B » est un gaz de pétrole.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce qu'il* comporte une boucle de régulation faisant intervenir les étapes suivantes :
  - (a) - mesure du pouvoir calorifique PC<sub>i</sub> du courant de combustible,
  - (b) - comparaison dudit pouvoir calorifique PC<sub>i</sub> avec une valeur consigne supérieure PC<sub>sup</sub>,
  - (c) - augmentation si nécessaire du pouvoir calorifique PC<sub>i</sub> vers la valeur-consigne supérieure PC<sub>sup</sub> en ajoutant une quantité appropriée de gaz « B » dans le courant de

combustible.

des revendications 1 à 8 ou selon le dispositif selon la revendication 9.

7. Procédé selon la revendication 6, *caractérisé en ce qu'on* mesure le pouvoir calorifique  $PC_i$  du courant gazeux soit directement par un dispositif de mesure du type comburimètre soit par calcul à partir de son analyse chimique, notamment par chromatographie. 5
  
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé en ce que* la régulation comporte une boucle « rapide » asservissant le débit mesuré du mélange « A + B » de façon ce que la quantité de « B » ajoutée reste proportionnelle au débit de gaz « A » avec un régulateur dont la consigne est proportionnelle au débit du mélange, et une boucle « lente » déterminant la consigne de la boucle rapide à partir de l'écart mesuré entre le pouvoir calorifique du mélange et la consigne choisie. 10  
15  
20
  
9. Dispositif de régulation du « pouvoir calorifique » d'un courant de combustible gazeux du type gaz fossile comportant un gaz combustible majoritaire dit « A » et circulant dans une conduite, *caractérisé en ce qu'il* comporte : 25
  - des moyens électroniques/informatiques pour piloter la régulation,
  - au moins un moyen de mesure du pouvoir calorifique  $PC_i$  à réguler, du type comburimètre ou moyen d'analyse chimique couplé à un moyen de calcul approprié, 30
  - au moins un moyen de régulation pour ramener le pouvoir calorifique  $PC_i$  du courant à une valeur-consigne supérieure  $PC_{sup}$  sous forme d'au moins un moyen d'injection dans le courant d'une quantité modulée d'un gaz « B » de pouvoir calorifique supérieur à celui de « A ». 35  
40
  
10. Application du procédé selon l'une des revendications 1 à 8 ou du dispositif selon la revendication 9 à une régulation du pouvoir calorifique d'un courant de combustible dans une conduite se situant à l'extrémité d'un réseau d'alimentation muni d'une ou plusieurs sources d'approvisionnement. 45
  
11. Application du procédé selon l'une des revendications 1 à 8 ou du dispositif selon la revendication 9 à une régulation du pouvoir calorifique d'un courant de combustible dans une conduite alimentant en combustible des brûleurs utilisés dans une installation industrielle du type installation verrière. 50  
55
  
12. Four verrier équipé de brûleurs dont au moins une partie est alimentée en combustible issu d'un courant de combustible gazeux régulé selon le procédé



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 00 40 0115

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	EP 0 075 369 A (NEDERLANDSE GASUNIE) 30 mars 1983 (1983-03-30) * page 7, ligne 23 - page 8, ligne 6; figure *	1-3,6,7,9	F23N1/00
X	DE 12 34 160 B (VEB GASLAN) * le document en entier *	1,6-8 9-12	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 079 (M-204), 31 mars 1983 (1983-03-31) & JP 58 006321 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK), 13 janvier 1983 (1983-01-13) * abrégé; figure *	1,4-7,9, 10	
A		11,12	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 011, 26 décembre 1995 (1995-12-26) & JP 07 197053 A (MITSUBISHI KAKOKI KAISHA LTD), 1 août 1995 (1995-08-01) * abrégé *	1,2,4,5	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 416 (M-759), 4 novembre 1988 (1988-11-04) & JP 63 153315 A (OSAKA GAS CO LTD; OTHERS: 01), 25 juin 1988 (1988-06-25) * abrégé; figure *	1,4-6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) F23N
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 395 (M-1451), 23 juillet 1993 (1993-07-23) & JP 05 071729 A (NIPPON STEEL CORP), 23 mars 1993 (1993-03-23) * abrégé; figure *	1,4-6	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>24 mars 2000</b>	Examineur <b>Kooijman, F</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : antérieur-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 (P04002)

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

EP 00 40 0115

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.

24-03-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 75369 A	30-03-1983	NL 8104308 A DK 415882 A ES 515781 D ES 8400584 A NO 823164 A,B,	18-04-1983 19-03-1983 16-10-1983 16-01-1984 21-03-1983
DE 1234160 B		AUCUN	
JP 58006321 A	13-01-1983	JP 1458958 C JP 63001494 B	28-09-1988 13-01-1988
JP 07197053 A	01-08-1995	AUCUN	
JP 63153315 A	25-06-1988	AUCUN	
JP 05071729 A	23-03-1993	JP 2701617 B	21-01-1998

EPO FORM P0460

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