

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: 85420045.8

Int. Cl.⁴: **F 27 B 9/10**
F 27 B 5/00, C 21 D 9/00

Date de dépôt: 13.03.85

Priorité: 14.03.84 FR 8404330

Date de publication de la demande:
02.10.85 Bulletin 85/40

Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

Demandeur: SOCIETE DES ELECTRODES ET
REFRACTAIRES "SAVOIE" (SERS)
Tour Manhattan 6 place de l'Iris
F-92400 Courbevoie(FR)

Inventeur: Logue, Michel
35, boulevard de l'Europe
F-69110 Ste Foy Les Lyon(FR)

Inventeur: Sadzot, Maurice
26, place de Chamonix-Sud
F-74400 Chamonix Mont Blanc(FR)

Mandataire: Pascaud, Claude et al,
PECHINEY 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cedex 3(FR)

Four moufle pour traitements thermiques en continu par défilement.

L'invention concerne un four moufle, pour traitements thermiques, en continu, par défilement, de produits dont le cycle de fabrication comporte un passage, d'une durée déterminée, à une température pouvant atteindre 1100° à 1150°C environ, chauffé par un brûleur à flamme sans contact direct entre les gaz de combustion et les produits à traiter. Ce four comporte;

- une zone d'entrée munie d'un moyen de préchauffage par circulation, dans une double enveloppe (7) disposée autour du moufle (10), de gaz de combustion recyclés,
- une zone de chauffage, disposée à l'intérieur d'une enceinte calorifugée (4), munie d'au moins un moyen (12) de mise en circulation des gaz de combustion, autour de la zone de chauffe du moufle,
- une zone de sortie munie d'au moins un moyen de contrôle de la vitesse de refroidissement des produits traités.

Pour le traitement thermique de produits réfractaires ou carbonés imprégnés d'une substance carbonée, telle que le brai, dont la pyrolyse donne des vapeurs combustibles, la zone de chauffe est divisée, au moyen d'une cloison supplémentaire (21), en trois parties:

une zone d'exsudation et de sortie des matières volatiles du brai, une zone de pyrolyse et de cokéfaction du brai, une zone de cuisson finale.

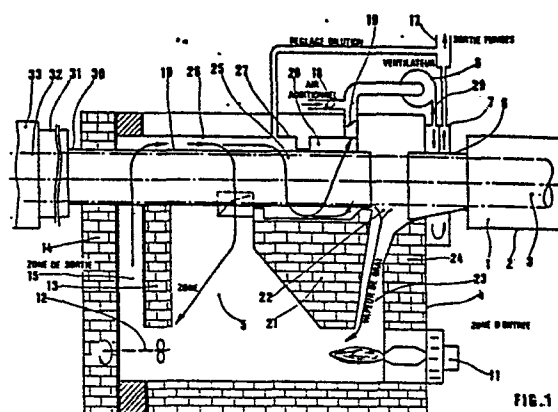


FIG. 1

FOUR MOUFLE POUR TRAITEMENTS THERMIQUES EN CONTINU, PAR DEFILEMENT

La présente invention concerne un four moufle pour traitements thermiques, en continu, par défilement, de produits dont le cycle de fabrication comporte un passage d'une durée déterminée à température élevée. C'est le cas de certains réfractaires, de produits carbonés, par exemple d'électrodes imprégnées, après une première cuisson, avec une substance carbonée pyrolysable et cokéfiante, et aussi de métaux en vue de leur transformation, et d'alliages métalliques, par exemple en vue de l'homogénéisation et de la mise en solution solide des éléments d'alliage.

- 10 Dans tout ce qui suit, nous désignerons par "traitement thermique" toute opération dans laquelle un des produits définis ci-dessus est porté à température élevée en vue de lui conférer des propriétés particulières.

Ces traitements thermiques sont souvent effectués dans des fours statiques, soit à chauffage électrique, soit à chauffage par flamme. C'est le cas, par exemple, des fours de réchauffage de billettes métalliques (aciers ou alliages d'aluminium entre autres) à contact direct avec les gaz de combustion ou des fours à chambre pour la cuisson des électrodes de carbone, à des températures de l'ordre de 800 à 1200° C.

- 20 Il s'agit là, d'opérations discontinues avec tous les inconvénients inhérents à ces procédés : difficulté de contrôler la température, ce qui conduit à des produits souvent hétérogènes, immobilisation prolongée des fours, due à la lenteur des opérations d'enfournement et de défournement, encombrement important des installations. En outre, dans certains cas, le contact direct des produits à traiter avec les gaz de combustion présente des inconvénients.

La présente invention permet de surmonter ces inconvénients. Elle a pour objet un four moufle chauffé à la flamme pour le traitement thermique en continu, par défilement, à une température qui peut atteindre 1100 à 1150° C environ, de produits tels que réfractaires, métaux et alliages, produits carbonés, sans contact direct entre la flamme ou les gaz de combustion et le produit à traiter.

0156745

Ce four comporte une zone d'entrée munie d'un moyen de préchauffage par circulation, dans une double enveloppe disposée autour du moufle, de gaz de combustion recyclés, une zone de chauffage disposée à l'intérieur d'une enceinte calorifugée, munie d'au moins un moyen de mise en circulation des gaz de combustion autour de la zone de chauffe du moufle et une zone de sortie munie d'au moins un moyen de contrôle de la vitesse de refroidissement des produits.

Ce four est particulièrement adapté au traitement thermique de produits réfractaires ou carbonés imprégnés d'une substance carbonée, telle que le brai, dont la pyrolyse donne des vapeurs combustibles. Dans ce but et selon l'invention, la zone de chauffe est divisée, au moyen d'une cloison supplémentaire en trois parties :

- une zone d'exsudation et de sortie des matières volatiles de la substance carbonée d'imprégnation, dans laquelle le moufle comporte une ouverture débouchant sur un couloir délimité par la cloison et la paroi externe, et dont la sortie est située à proximité de la flamme du brûleur,
- une zone de pyrolyse et de cokéfaction de la substance carbonée d'imprégnation,
- une zone de cuisson finale dans laquelle est atteinte la température maximale nécessitée par le traitement thermique, qui peut atteindre 1100 à 1150°C.

La figure 1 représente une réalisation d'un four moufle selon l'invention pour la cuisson de produits carbonés imprégnés de brai, comportant un dispositif de récupération des vapeurs de brai dont la combustion permet d'économiser jusqu'à 90 % du combustible fourni au brûleur.

Le four comporte une zone d'entrée, constituée par un tunnel (1) muni d'un capot amovible (2) dans lequel le produit à traiter thermiquement (3) est introduit par des moyens de manutention habituels non représentés, par exemple, par une table à rouleaux. Le four proprement dit est constitué par une enceinte réfractaire isolante (4) sensiblement

0156745

parallélépipédique qui forme la chambre de combustion (5).

L'entrée du four comporte une section de préchauffage (6) constituée par une double enveloppe (7) dans laquelle circulent des gaz chauds récupérés dans la zone de combustion, et mis en circulation par le ventilateur de recyclage (8).

Dans tout ce qui suit, nous désignerons par l'expression "gaz de combustion" aussi bien les gaz de combustion en provenance directe du brûleur, que les gaz mis en circulation dans les différents circuits du four, que ces gaz soient purs ou dilués par de l'air extérieur pour en abaisser la température.

Le moufle proprement dit est un tube cylindrique (10) disposé horizontalement dans la partie supérieure du four. Il est en acier réfractaire, de préférence à haute teneur en nickel, de façon à supporter des températures de service pouvant atteindre 1100 à 1150° C environ, sans que cette valeur constitue une limitation de l'invention.

La section intérieure du four est légèrement supérieure (de 5 à 20 % par exemple) au diamètre extérieur maximal des produits à traiter ou, le cas échéant, du conteneur rempli de produits à traiter. A l'intérieur du moufle (10), deux rails longitudinaux assurent le guidage des produits pendant le défilement, qui se fait de droite à gauche dans le cas représenté.

Le défilement des produits à traiter est généralement assuré par poussage, le mouvement d'avance pouvant être continu ou pas à pas selon les exigences du traitement effectué.

Le chauffage du four est assuré par un brûleur (11) à combustible gazeux, liquide ou solide pulvérisé, muni d'une arrivée d'air réglable avec un large excès éventuel, pour une raison qui sera précisée plus loin, et que l'on peut également alimenter en air préchauffé par un échangeur disposé dans le circuit des gaz de combustion ou de refroidissement de la zone de sortie.

0156745

La mise en circulation des gaz de combustion est assurée par le ventilateur (12) et la cloison (13). Les flèches indiquent, de façon approximative, le trajet des gaz de combustion.

5 La cloison (13) détermine, avec la paroi externe (14), un couloir (15) qui débouche sur le moufle, dans la zone de transition entre la zone de chauffe (16) et la zone de sortie. Les gaz de combustion circulent, autour du moufle, selon un trajet approximativement schématisé par les flèches, ce qui assure une homogénéité de température remarquable dans toute cette
10 partie du moufle.

Dans le circuit d'évacuation des fumées par la cheminée (17), on prévoit, selon les procédés habituels, un ou plusieurs dispositifs de recyclage des gaz de combustion, et d'introduction éventuelle d'air extérieur, grâce aux
15 volets (18), (19), (29), en vue d'alimenter la double enveloppe (7) de la zone de préchauffe (6) en gaz chaud, et, le cas échéant, le brûleur (11) en air préchauffé. La structure du circuit de recyclage est donnée à titre indicatif, et ne constitue pas une caractéristique limitative de l'invention.

20 Le four, objet de l'invention, est particulièrement adapté au cas particulier où les produits à traiter thermiquement sont des produits réfractaires carbonés imprégnés d'une substance carbonée, telle que le brai, dont la pyrolyse donne des vapeurs combustibles. On sait, en effet, que certains produits destinés à opérer dans des conditions mécaniques sévères doivent su-
25 bir une phase d'imprégnation par exemple avec du brai qui leur confère, après cuisson, une plus grande résistance mécanique, une meilleure étanchéité, et, dans le cas des produits carbonés, une conductivité électrique plus forte. C'est le cas notamment des électrodes de carbone ou de graphite destinées à l'électrometallurgie : après une première cuisson, les produits
30 sont refroidis, imprégnés de brai sous pression et à une température d'environ 200° C, puis soumis à une recuisson pour cokéfier le brai retenu lors de l'imprégnation. C'est également le cas de certaines briques de magnésie que l'on imprègne au brai puis que l'on soumet à une nouvelle cuisson.

35 Selon l'invention, la zone de chauffe est divisée, au moyen d'une cloison supplémentaire (21) en trois parties :

- une zone d'exsudation et de sortie des matières volatiles de la subs-

tance carbonée d'imprégnation (du brai) dans laquelle le moufle comporte une ouverture (22) débouchant sur un couloir (23) délimité par la cloison (21) et la paroi externe (24) et dont la sortie est située à proximité de la flamme du brûleur (11),

- 5 - une zone (25) de pyrolyse et de cokéfaction de la substance carbonée d'imprégnation
- une zone de cuisson finale (26) dans laquelle est atteinte la température maximale nécessitée par le traitement thermique, qui peut atteindre 1100° à 1150° C.

10

La possibilité de contrôler la température dans la zone de pyrolyse est une caractéristique particulièrement avantageuse de l'invention. On sait, en effet, que, pour obtenir le rendement maximal de cokéfaction du produit d'imprégnation, on doit déterminer avec précision la vitesse de montée en
15 température du produit imprégné et la durée de maintien à une température prédéterminée, ce qui est aisément réalisable dans le four à moufle, objet de l'invention.

Les matières volatiles qui se dégagent lors du début de pyrolyse de la substance carbonée d'imprégnation ainsi que le brai qui exsude des électrodes (3),
20 s'échappent par l'ouverture (22) et le couloir (23) et atteignent la flamme du brûleur (11) où ils sont brûlés grâce à l'apport d'un excès d'air (préchauffé ou non) dans le brûleur. Comme on le verra dans l'exemple de mise en oeuvre, on peut ainsi économiser jusqu'à 90 % du combustible four-
25 ni au brûleur lorsque le four est en régime thermique. Le recyclage des gaz de combustion et la récupération des calories qu'ils contiennent sont assurés.

La zone de préchauffage (7) est alimentée par les gaz de combustion, éventuellement dilués avec de l'air extérieur. La
30 zone (25) de pyrolyse et de cokéfaction comporte une double enveloppe (27) dans laquelle circulent les gaz de combustion provenant de la zone de cuisson finale, éventuellement dilués par de l'air extérieur et/ou des gaz de combustion provenant de la zone de préchauffage.

35 L'évacuation des gaz de combustion s'effectue par la cheminée (17). Les volets tels que (18) (19) permettent les réglages de débit nécessaires.

La zone de sortie comporte des moyens de refroidissement contrôlé, soit ralenti soit accéléré, selon les exigences du produit traité et du cycle de traitement thermique mis en oeuvre.

5 La partie du moufle (30) émergeant dans la zone de sortie peut être soit calorifugée, soit exposée à l'air libre sur tout ou partie de sa longueur, ou soumise à un refroidissement par ventilation forcée - et récupération éventuelle de l'air chaud pour alimenter le brûleur - ou par aspiration ou pulvérisation d'un fluide tel que l'eau.

10

Au-delà, et jusqu'à la sortie du moufle, on peut prévoir différentes dispositions de contrôle du refroidissement, telle qu'une double enveloppe (31) avec une circulation d'un fluide liquide ou gazeux, ou, au contraire, un calorifugeage statique, par exemple si l'on traite une
15 billette de métal destinée à alimenter une presse à filer à chaud ou encore une combinaison d'un calorifugeage à la sortie de la zone chaude, suivi d'une zone de refroidissement accéléré.

20

La sortie peut également comporter, symétriquement avec l'entrée, un tunnel de sortie (32) avec un capot amovible (33) pour extraire le produit traité.

25

Il est possible de créer, dans le moufle, une atmosphère contrôlée, par circulation d'un gaz inerte, tel qu'argon ou azote, en prévoyant, le cas échéant, des moyens d'étanchéité, même sommaires, à l'entrée et la sortie.

EXEMPLE DE MISE EN OEUVRE DE L'INVENTION

30

On a construit un four, conforme au dessin de la figure 1, destiné à la recuisson d'électrodes, de barres à nipples et de tubes pour l'industrie chimique, imprégnés au brai, ayant toutes 300 mm de diamètre externe. Le moufle a un diamètre interne de 350mm. La vitesse de défilement des produits est réglable entre 0,2 et 2 mètres par heure. Elle est ajustée en fonction de la température des différentes zones de façon à obtenir une
35 température à coeur du produit à traiter comprise entre :

200° et 300° C à la sortie de la zone de préchauffage

350° et 450° C à la sortie de la zone de pyrolyse

800° et 950° C à la sortie de la zone de cuisson finale

Lorsque le four est en régime, il fonctionne avec un apport de combustible extérieur correspondant environ à 200 thermies (836 MJ) par tonne de produit à cuire, alors que, dans les fours statiques actuels, cette consommation est de l'ordre de 1800 thermies/tonne environ (7524 MJ), - qui ne descend pas à moins de 600 thermies/tonne dans le meilleur cas, pour d'autres types de fours statiques -, soit une économie de combustible proche de 90 %. En outre, la vitesse de montée en température, pour des électrodes de 300 mm de diamètre, peut atteindre 150° C par heure, alors qu'on ne dépasse guère 12 à 15°/heure dans les fours statiques, et 40 à 50° C au plus dans des fours où les produits sont au contact direct de la flamme.

Le moufle se prolonge à l'extérieur de l'enceinte (4) du four sur quelques mètres. Dans une première zone, le moufle se refroidit spontanément à l'air ambiant. Dans la deuxième zone, le moufle est refroidi par une circulation d'eau froide dans la double enveloppe (31). En sortie, les produits sont à une température inférieure à 400° C.

Les produits obtenus dans ce procédé, après graphitisation dans les conditions habituelles, ont des caractéristiques tout à fait comparables et même un peu supérieures à celles obtenues dans les fours à chambres classiques, du type "Riedhammer" par exemple, ainsi que le montrent les tableaux suivants :

	Cuisson statique Four à chambres	Selon l'invention
<u>Barres à nipples</u>		
Densité apparente	1,79	1,78
Charge de rupture	7,25 MPa	8,06 MPa
<u>Tubes pour l'industrie chimique</u>		
Perméabilité	602 cm ³ .s ⁻¹	543 cm ³ .s ⁻¹
Dilatation .transversale, α	4,82.10 ⁻⁶	4,74.10 ⁻⁶
Flexion .longitudinale	22,3 MPa	26,9 MPa

En conclusion, l'invention s'applique au traitement de certains produits réfractaires, spéciaux tels que des briques ou pièces de forme en magnésie

0156745

imprégnées au brai, des produits carbonés crus, et de différents types de produits carbonés cylindriques, tels qu'électrodes, barres à nipples, produits tubulaires pour l'industrie chimique et aussi à des produits de plus petites dimensions, tels que les charbons pour piles électriques, que l'on
5 introduit à l'état cru, brut de filage, en paquets dans des conteneurs ouverts en acier réfractaire, ce qui permet d'opérer dans le même moufle cylindrique ; on peut aussi, à l'évidence, adapter la forme et les dimensions du moufle à celles des produits à traiter.

10 De même, le four permet la cuisson de tout produit, carboné ou réfractaire, imprégné par une substance pyrolysable fournissant, comme les brais, des vapeurs combustibles : c'est le cas notamment des résines à base de polymères organiques tels que les phénol-formol et les polymétraçrylates pour ne citer que les plus connus.

15 Dans ces divers cas, il permet de régler très précisément la pyrolyse et la cokéfaction du produit d'imprégnation, d'obtenir des produits réfractaires parfaitement homogènes, et d'économiser jusqu'à 90 % de l'énergie qui serait nécessaire dans la plupart des fours statiques de mêmes performances.
20

Mais il est également possible d'utiliser ce four pour le traitement de produits autres que des produits imprégnés de brai, tels que des barres et billettes en métaux et alliages (à base d'aluminium, de cuivre, ou de
25 fer pour ne citer que les plus courants).

Pour le traitement thermique des billettes ou plaques métalliques, la zone de chauffage assure sur toute la longueur de chaque billette, une température de traitement constante et homogène, qui permet d'effectuer dans
30 des conditions idéales, des traitements d'homogénéisation ou de mise en solution solide ou de revenu ou de chauffage avant filage, ou forgeage, ou matriçage, ou même laminage, avec une précision de température de l'ordre du degré.

35 Bien entendu, dans ce cas, on ne bénéficie pas de l'apport énergétique dû à la combustion des produits volatiles émis par les produits carbonés imprégnés de substances pyrolysables, mais l'homogénéité de température et son contrôle rigoureux, et l'absence de contact entre les produits

0156745

à cuire et des gaz de combustion sont des caractéristiques très attractives. A titre d'exemple, dans un four conforme au dessin de la figure 1, on a traité des billettes de 300 mm de diamètre, en alliage à base d'aluminium, du type 7075, ayant la composition suivante :

5	zinc.....	5,6 %
	magnésium.....	2,5 %
	cuivre.....	1,6 %
	chrome.....	0,30 %
	aluminium.....	solde

10

Les billettes, brutes de coulée continue, ont été homogénéisées par chauffage à 485°C, puis, en sortie du four, dont la zone de sortie était calorifugée, directement introduites dans le conteneur d'une presse à filer ; la température de la billette, dans le conteneur, était de 455°C.

15

De la même façon, on a pu réchauffer, à 850°C, des billettes de cuivre, avec circulation d'azote, en vue d'alimenter un laminoir-perceur destiné à la production d'ébauches pour la fabrication, par laminage et étirage ultérieurs, de tubes de cuivre.

20

Enfin, bien que le four ait été décrit dans le cas particulier où le moufle est cylindrique, il est évident que sa section peut être carrée ou rectangulaire si l'on prévoit de traiter exclusivement des profilés de section autre que circulaire.

25

REVENDEICATIONS

1°) Four moufle, pour traitements thermiques en continu, par défilement, de produits réfractaires ou carbonés , imprégnés d'une substance carbonée telle que le brai dont la pyrolyse donne des vapeurs combustibles, le cycle de fabrication de ces produits comportant un passage d'une
5 durée prédéterminée à une température pouvant atteindre 1100 à 1150 °C environ, ce four étant chauffé par un brûleur à flamme sans contact direct entre les gaz de combustion et les produits à traiter, et comportant :

- une zone d'entrée munie d'un moyen de chauffage par circulation,
10 dans une double enveloppe (7) disposée autour du moufle (10), de gaz de combustion recyclés ;

- une zone de chauffage, disposée à l'intérieur d'une enceinte calorifugée (4), munie d'au moins un moyen (12) de mise en circulation des gaz de combustion, autour de la zone de chauffe du moufle ;

15 - une zone de sortie munie d'au moins un moyen de contrôle de la vitesse de refroidissement des produits traités,
caractérisé en ce que la zone de chauffe est divisée, au moyen d'une cloison (21) en trois parties :

a) une zone d'exsudation et de sortie des matières volatiles et
20 de la substance carbonée d'imprégnation (du brai) dans laquelle le moufle comporte une ouverture (22) débouchant sur un couloir délimité par la cloison (21) et la paroi externe (24), et dont la sortie est située à proximité de la flamme du brûleur (11) ;

- b) une zone (25) de pyrolyse et de cokéfaction de la substance
25 carbonée d'imprégnation ;

c) une zone (26) de cuisson finale dans laquelle est atteinte la température maximale nécessitée par le traitement thermique, qui peut atteindre 1100 à 1150° C.

30 2°) Four moufle, selon revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de mise en circulation des gaz de combustion recyclés est constitué par un ventilateur (12) et une cloison de séparation (13) qui détermine, avec la paroi (14) du four, un couloir (15) qui débouche sur le moufle (10) dans une zone de transition entre la zone de chauffe et la zone
35 de sortie.

3°) Four, selon revendication 1, caractérisé en ce que la zone (25) de pyrolyse et de cokéfaction comporte une double enveloppe (27) dans laquelle circulent les gaz de combustion provenant de la zone de cuisson finale, éventuellement dilués par de l'air extérieur et/ou des gaz de combustion provenant de la zone de préchauffage.

4°) Four, selon revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit de préchauffage de l'air de combustion apporté au brûleur.

5°) Four, selon revendication 1, caractérisé en ce que le brûleur est muni d'un moyen d'alimentation d'air additionnel - préchauffé ou non - pour assurer la combustion des vapeurs et de la substance carbonée d'imprégnation.

6°) Four, selon revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de contrôle de la vitesse de refroidissement des produits est constitué par un calorifugeage disposé autour d'au moins une partie de la longueur de la zone de sortie.

7°) Four, selon revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de contrôle de la vitesse de refroidissement est une double enveloppe disposée autour d'au moins une partie de la longueur de la zone de sortie, et dans laquelle circule un fluide liquide, gazeux ou vaporisé.

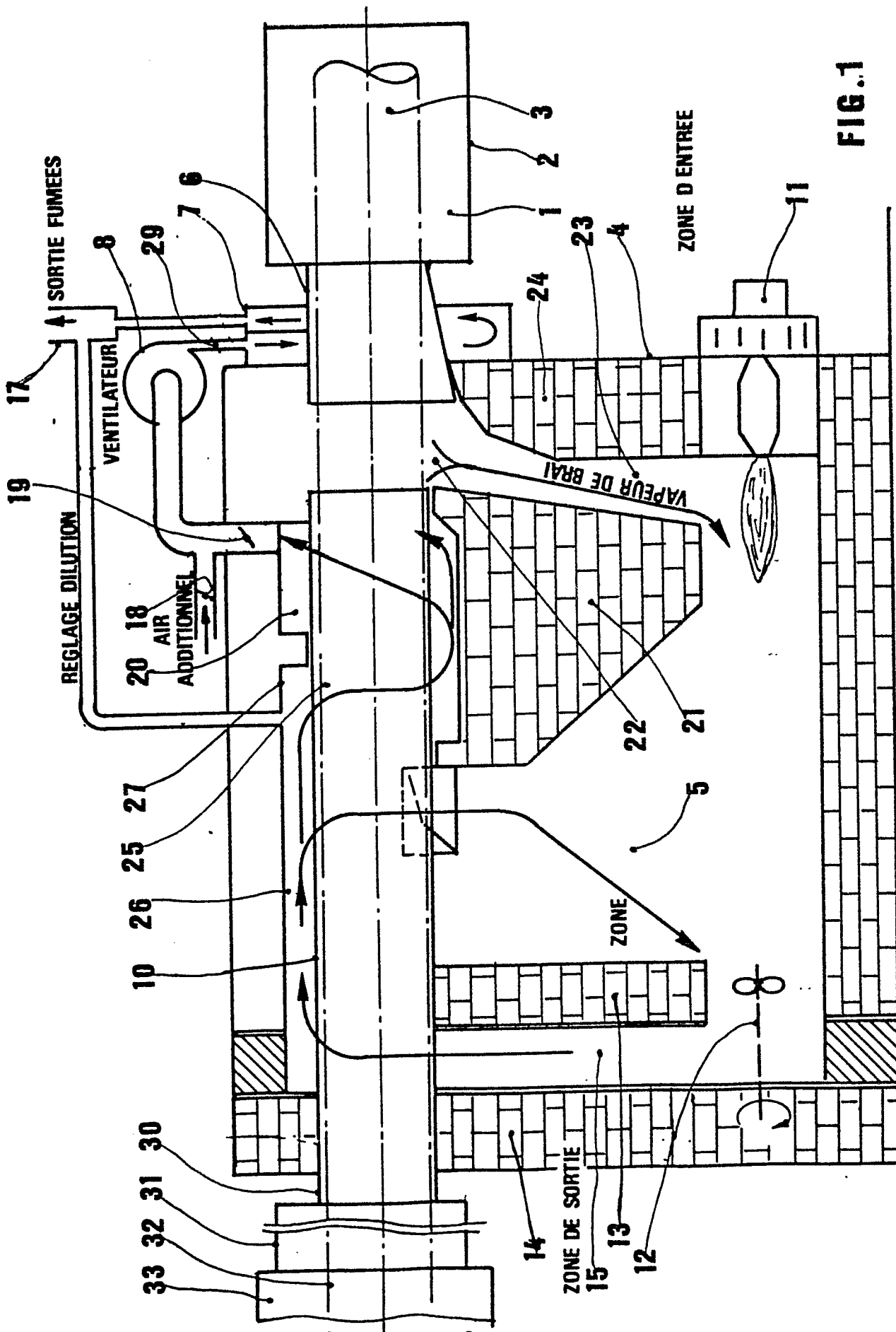
8°) Four, selon revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de contrôle de la vitesse de refroidissement est constitué par un dispositif d'aspersion ou de pulvérisation d'un fluide.

9°) Four, selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de poussage assurant l'avance des produits à traiter dans le moufle.

10°) four, selon revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de poussage agissent de façon continue sur les produits à traiter.

11°) Four, selon revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de poussage agissent pas à pas sur les produits à traiter.

12°) Four, selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les produits à traiter sont disposés dans des conteneurs ouverts.





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0156745

Numéro de la demande

EP 85 42 0045

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. 4)
A	FR-A-1 415 944 (WEST MIDLANDS GAS BOARD)		F 27 B 9/10 F 27 B 5/00 C 21 D 9/00
A	FR-A-1 103 003 (POURSIN)		
A	GB-A- 404 328 (HARROP CERAMIC SERVICES)		
A	DE-A-1 213 876 (SIEMENS)		
A	US-A-3 833 208 (POUL ANDERSEN)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			F 27 B C 21 D C 04 B
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 06-06-1985	Examineur COULOMB J.C.
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	