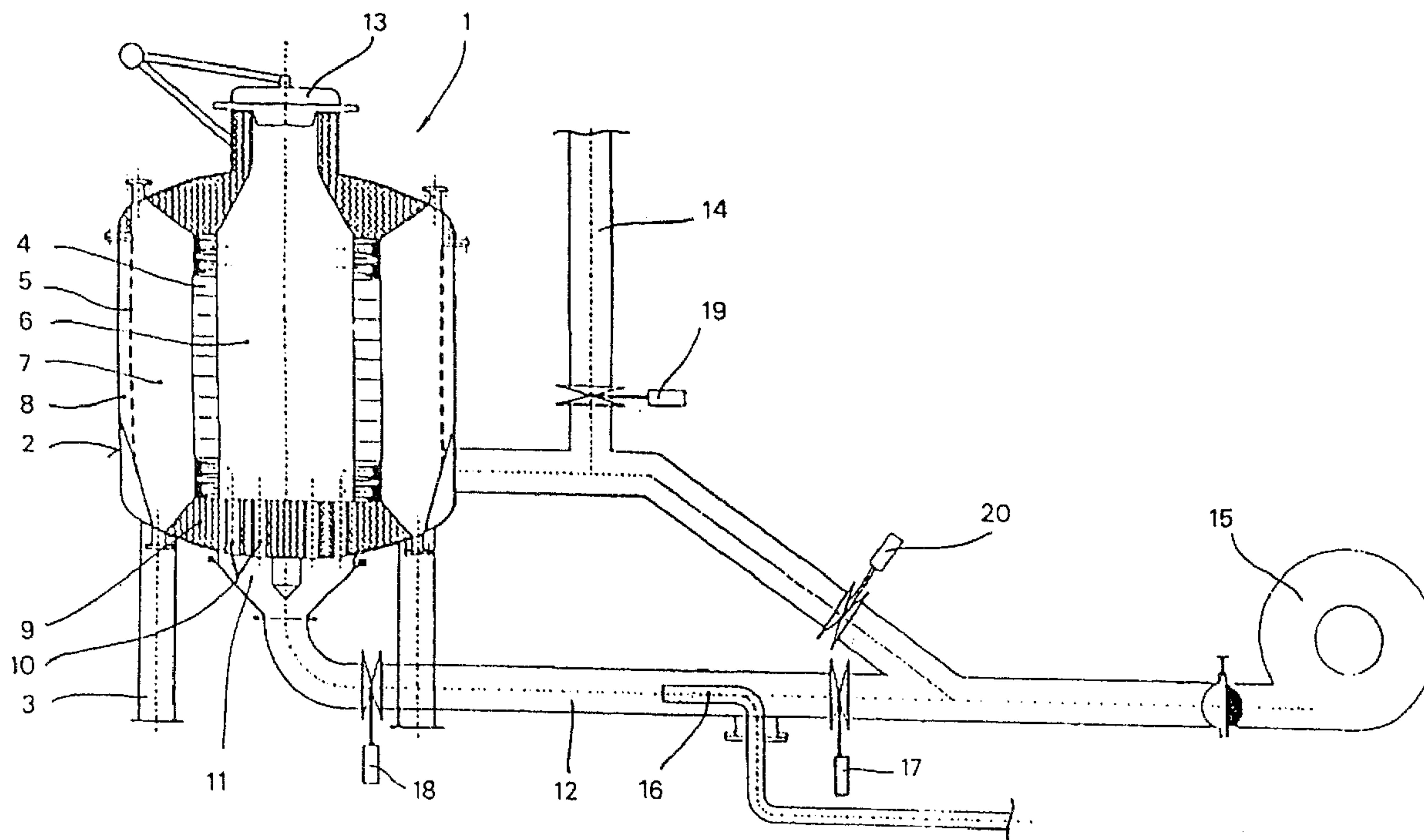




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 1993/10/19
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 1994/05/11
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2004/12/21
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 1994/06/28
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 1993/001025
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 1994/010519
 (30) Priorité/Priority: 1992/10/29 (P42 36 619.4) DE

(51) Cl.Int.⁵/Int.Cl.⁵ F28D 17/02
 (72) Inventeur/Inventor:
 FASSBINDER, HANS-GEORG, DE
 (73) Propriétaire/Owner:
 L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET
 CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET
 L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
 CLAUDE, FR
 (74) Agent: OGILVY RENAULT

(54) Titre : PROCÉDE ET REGENERATEUR POUR LE RECHAUFFAGE DE GAZ
 (54) Title: METHOD AND GENERATOR FOR REHEATING GASES



(57) Abrégé/Abstract:

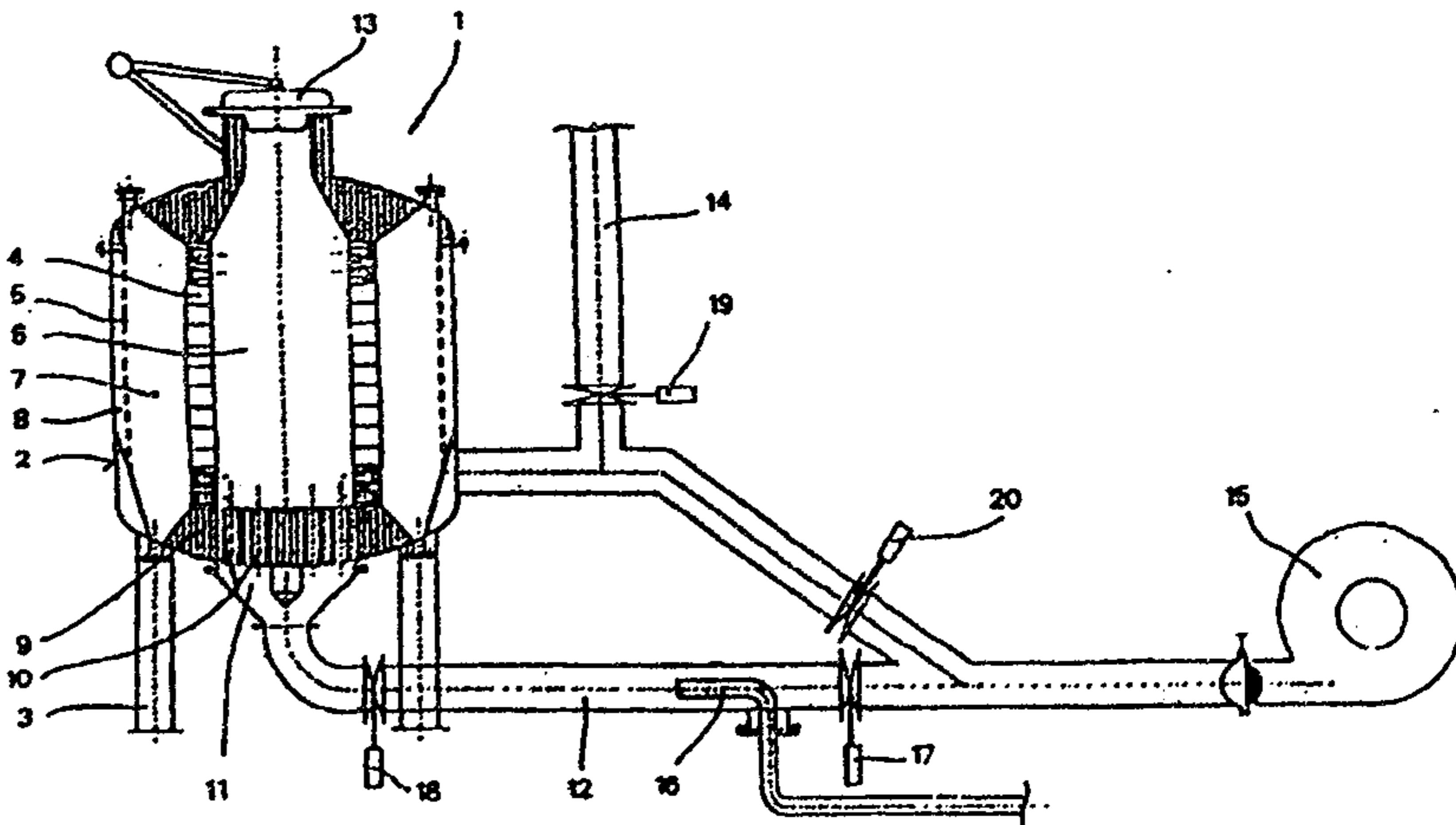
Il est proposé un procédé de réchauffage de gaz dans un régénérateur (1) avec une masse d'accumulation de chaleur constituée de matière en vrac disposée en anneau entre deux grilles cylindriques coaxiales (4, 5), une chambre de collecte chaude (6), entourée par la grille chaude interne (4), pour les gaz chauds et une chambre de collecte froide (8), enfermée entre la grille froide (5) externe d'une part et la partie du régénérateur (1) d'autre part, pour les gaz froids, dans lequel l'augmentation de la perte de charge pendant la phase de chauffage est au moins 5 fois aussi importante que le produit p.g.H, dans lequel H est la hauteur du régénérateur (1), p est la densité du gaz à la température de 20 °C et g est l'accélération de la pesanteur, et le débit du gaz vaut au moins 300 m³N/h.m² de surface de la grille chaude (4) à la pression normale.

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁵ : F28D 17/02	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 94/10519 (43) Date de publication internationale: 11 mai 1994 (11.05.94)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR93/01025 (22) Date de dépôt international: 19 octobre 1993 (19.10.93) (30) Données relatives à la priorité: P 42 36 619.4 29 octobre 1992 (29.10.92) DE (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE [FR/FR]; 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cédex 07 (FR). (72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement) : FASSBINDER, Hans-Georg [DE/DE]; Kropfersrichter Strasse 6-8, D-8458 Sulzbach-Rosenberg (DE).	<div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold; margin-bottom: 10px;">2126993</div> (74) Représentant commun: L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE; 75, quai d'Orsay F-75321 Paris Cédex 07 (FR). (81) Etats désignés: BR, CA, JP, KR, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>	

(54) Title: METHOD AND REGENERATOR FOR REHEATING GASES**(54) Titre:** PROCÉDE ET REGENERATEUR POUR LE RECHAUFFAGE DE GAZ**(57) Abstract**

A method for reheating gases in a regenerator (1) with a storage medium consisting of a loose material located in a ring-shaped space between two coaxial cylindrical screens (4, 5), a hot collection chamber (6), surrounded by an inner hot screen (4), for hot gases, and a cold collection chamber (8), enclosed between an outer cold screen (5) and the wall of the regenerator (1), for cold gases. The increase in head loss during the heating phase is at least 5 times greater than product $p \cdot g \cdot H$, where H is the height of the regenerator (1), p is the gas density at 20 °C, and g is the acceleration due to gravity, and the gas flow rate corresponds to 300 m³N per h.m² of the surface area of the hot screen (4) at normal pressure.

**(57) Abrégé**

Il est proposé un procédé de réchauffage de gaz dans un régénérateur (1) avec une masse d'accumulation de chaleur constituée de matière en vrac disposée en anneau entre deux grilles cylindriques coaxiales (4, 5), une chambre de collecte chaude (6), entourée par la grille chaude interne (4), pour les gaz chauds et une chambre de collecte froide (8), enfermée entre la grille froide (5) externe d'une part et la paroi du régénérateur (1) d'autre part, pour les gaz froids, dans lequel l'augmentation de la perte de charge pendant la phase de chauffage est au moins 5 fois aussi importante que le produit $p \cdot g \cdot H$, dans lequel H est la hauteur du régénérateur (1), p est la densité du gaz à la température de 20 °C et g est l'accélération de la pesanteur, et le débit du gaz vaut au moins 300 m³N/h.m² de surface de la grille chaude (4) à la pression normale.

2126993

1

Procédé et régénérateur pour le réchauffage de gaz

La présente invention concerne un procédé de réchauffage de gaz dans un régénérateur avec une masse d'accumulation de chaleur constituée de matière en vrac disposée en anneau entre deux grilles cylindriques coaxiales, une chambre de collecte chaude, entourée par la grille chaude interne, pour les gaz chauds et une chambre de collecte froide, enfermée entre la grille froide externe d'une part et la paroi extérieure du régénérateur d'autre part, pour les gaz froids, ainsi qu'un régénérateur de ce type.

Dans un tel régénérateur, les gaz chauds respectivement les gaz froids sont conduits en direction radiale à travers la masse d'accumulation de chaleur, au contraire des réchauffeurs d'air par ailleurs usuels, et en fait pendant la phase de réchauffage, depuis la chambre de collecte chaude à l'intérieur du régénérateur vers la chambre de collecte froide externe, et en sens contraire lors du soufflage froid du régénérateur. Les gaz à réchauffer peuvent également être des mélanges gazeux, qui contiennent aussi des parts de vapeurs, en particulier de vapeur d'eau.

Un régénérateur de ce type est décrit dans le brevet US-A-2.272.108. La réalisation quantitative, mais non présentée ici de l'exemple d'application qui y est donné, montre qu'un régénérateur conforme à la description de ce brevet des Etats-Unis ne fonctionnerait absolument pas dans la pratique. Une évaluation qualitative fait en outre apparaître que la vitesse de gaz choisie pour la traversée de la couche d'accumulation de chaleur a été choisie beaucoup trop faible et en outre que la taille précitée des grains de la matière en vrac de la masse d'accumulation de chaleur est trop grande. Ces valeurs conduisent ainsi à une perte de charge du gaz beaucoup trop faible dans le lit de matière. Ainsi la pression du gaz diminue avec la hauteur dans la chambre de collecte froide, tandis que cet effet, connu également sous le nom de "effet de cheminée", est négligeable dans la chambre de collecte chaude. Dans l'exemple d'application, la différence de pression provoquée par cet "effet de cheminée" est un multiple de la perte de charge dans le lit de matière, avec la conséquence qu'au chauffage du régénérateur, les gaz de

chauffage ne circuleraient que dans la région haute à travers le lit de matière, tandis que dans la région inférieure il faut même s'attendre à un reflux. En marche au vent chaud, donc pendant le soufflage froid, les conditions s'inversent, c'est-à-dire que seule la région inférieure du lit de matière serait
 5 exposée. Ces résultats conduisent forcément à la conclusion que le régénérateur décrit dans le brevet US-A-2.272.108 serait entièrement défaillant.

L'invention a de ce fait pour objet d'améliorer le procédé mentionné dans l'introduction ainsi que le régénérateur décrit plus haut, en évitant les inconvénients engendrés par l'effet de cheminée et en particulier en augmentant
 10 la puissance du régénérateur pour une hauteur de construction nettement moindre de celui-ci.

Tout particulièrement, l'invention concerne un procédé de réchauffage d'un gaz dans un régénérateur avec une masse d'accumulation de chaleur constituée de matière en vrac disposée en anneau entre deux grilles cylindriques coaxiales,
 15 une chambre de collecte chaude, entourée par une desdites grilles cylindriques coaxiales définies et une grille chaude interne, pour des gaz chauds et une chambre de collecte froide, enfermée entre l'autre desdites grilles cylindriques coaxiales définies et une grille froide externe d'une part et une paroi extérieure d'une enceinte du régénérateur d'autre part, pour des gaz froids, selon lequel :

20 a) durant une phase dite de chauffage, on fait circuler un gaz de chauffage de collecte chaude vers la chambre de collecte froide, au travers de la masse d'accumulation de chaleur afin de chauffer cette dernière,

b) durant une phase dite de soufflage froid, on fait circuler ledit gaz à réchauffer de la chambre de collecte froide vers la chambre de collecte chaude,
 25 au travers de la masse d'accumulation de chaleur, de manière à réchauffer le gaz,

caractérisé en ce que :

$$\Delta P_{\text{chaud}} - \Delta P_{\text{froid}} \geq 5 \rho \cdot g \cdot H$$

2a

où

- ΔP_{chaud} représente la perte de charge du générateur à la fin de ladite phase de chauffage;

5 - ΔP_{froid} représente la perte de charge du générateur en début de ladite phase de chauffage;

H est la hauteur du régénérateur, ρ est la densité du gaz à la température de 20°C et g est l'accélération de la pesanteur

en ce que le débit du gaz durant la phase chauffage est $\geq 300\text{m}^3\text{N/h.m}^2$ de la surface de la grille chaude à la pression normale ; et

10 en ce que la taille des grains de la matière en vrac est choisie inférieure à 15mm.

L'invention concerne également un générateur convenant pour la mise en œuvre du procédé précédemment défini, comprenant une masse d'accumulation de chaleur constituée de matière en vrac disposée en anneau entre deux grilles
15 cylindriques coaxiales (4, 5), comprenant une grille chaude interne (4) et une grille froide externe (5), une chambre de collecte chaude (6), entourée par la grille chaude interne (4), pour des gaz chauds et une chambre de collecte froide (8), enfermée entre la grille froide externe (5) d'une part et une paroi d'une enceinte (2) du générateur d'autre part, pour les gaz froids, caractérisé en ce
20 que le diamètre extérieur de la masse annulaire d'accumulation de chaleur est au maximum le double du diamètre intérieur, et en ce que la taille des grains de la matière en vrac est choisie inférieure à 15 mm.

La mise en œuvre de ce procédé conforme à l'invention a montré que, contrairement aux réchauffeurs d'air connus, il s'établit dans la matière en vrac
25 une distribution de température entièrement différente, car elle est essentiellement linéaire dans ceux-ci tandis que dans le procédé proposé elle est au contraire en forme de S. Cette distribution en S de la température, représentée dans la Fig. 1, comporte en premier lieu l'avantage que la chute de

température du vent chaud pendant le soufflage froid est très faible, et par ailleurs que la variation de la température moyenne de l'ensemble du lit de matière est au contraire très élevée avec environ 600°C. Dans les réchauffeurs d'air connus jusqu'ici, la variation de la température moyenne ne vaut au
5 contraire qu'environ 100°C, d'où il résulte que la distribution en S de la température emmagasine environ six fois plus d'énergie thermique que la distribution linéaire de la température. Ce résultat permet de réduire à environ un sixième la masse d'accumulation de chaleur.

2126993

3

Cette solution entraîne également que l'effet de cheminée décrit plus haut perd de l'importance et même qu'il peut être supprimé. Il est avantageux que la différence Δ^2p constituée de ΔP_{chaud} (chute de pression du régénérateur à la fin de la phase de chauffage) et ΔP_{froid} (chute de pression du régénérateur avant le début de la phase de chauffage) soit grande par rapport à p.g.H. Quantitativement, il conviendrait de chercher à atteindre

$$\frac{\Delta^2p}{\rho \cdot g \cdot H} = 10 \text{ à } 20.$$

10 Dans une autre mise en oeuvre avantageuse du procédé, la phase froide, c'est-à-dire le soufflage froid, est exécutée avec une surpression.

Dans cette forme de fonctionnement, nécessaire par exemple lors de l'application du procédé au réchauffage de vent de haut fourneau, le débit de gaz à réchauffer augmente dans le rapport P/P_0 , sans que le transfert de chaleur se dégrade. Si l'on produit par exemple un vent de haut fourneau sous une pression de 5 bar, le débit peut atteindre $5000 \text{ m}^3\text{N}/\text{h.m}^2$, respectivement $2500 \text{ kW}/\text{m}^2$. Avec un régénérateur ayant une surface de grille de 20 m^2 , on peut produire un débit de vent chaud de $100.000 \text{ m}^3\text{N}/\text{h}$.

20

Le chauffage de la masse d'accumulation de chaleur ne sera au contraire effectué qu'à la pression normale, pour des raisons économiques, et pour cette raison trois régénérateurs doivent être chauffés simultanément, tandis qu'un quatrième régénérateur se trouve en cours de soufflage froid.

25

Avantageusement, la taille des grains de la matière en vrac est choisie inférieure à 15 mm.

30 Dans une autre mise en oeuvre avantageuse du procédé, en marche à charge partielle, la phase de chauffage est conduite à pleine puissance, et des pauses sont observées après la phase de soufflage froid.

Cette mise en oeuvre du procédé permet de travailler avec la puissance étranglée désirée, et l'équilibre thermique des deux phases est alors établi par les pauses après le soufflage froid, et aussi d'utiliser pour

2126993

le chauffage du régénérateur un brûleur qui ne présente qu'une gamme de réglage très limitée, contrairement aux brûleurs utilisés jusqu'à présent dans les réchauffeurs de vent conventionnels.

- 5 L'autre objectif fixé à l'invention est, dans un régénérateur destiné à la mise en oeuvre du procédé, atteint par le fait que le diamètre extérieur de la masse annulaire d'accumulation de chaleur est au maximum le double du diamètre intérieur.

Cette réalisation de l'épaisseur de la couche d'accumulation de chaleur
10 influence la grandeur Δ^p déjà explicitée plus haut. Cette grandeur est en fait petite pour un rapport des diamètres plus grand que celui qui est cité. Des calculs et des essais ont montré que ce rapport ne devrait pas dépasser sensiblement la valeur de 2.

- 15 De manière avantageuse, le régénérateur est chauffé avec un brûleur à prémélange.

L'utilisation d'un tel brûleur garantit que la chambre de collecte chaude du régénérateur suffit entièrement comme chambre de combustion et que la combustion se déroule non seulement sans bruit mais aussi sans pulsations.

- 20 Par ailleurs, la taille du régénérateur n'est pas influencée de manière défavorable par l'utilisation d'un tel brûleur à prémélange.

Un exemple de réalisation du brûleur est représenté dans la Fig. 2 et sera expliqué en détail ci-dessous.

25

Le régénérateur 1 destiné à la mise en oeuvre du procédé de l'invention présente une enceinte 2 ayant la forme d'un cylindre dressé, qui peut par exemple être soutenu au moyen de piliers 3.

- 30 L'espace intérieur de l'enceinte 2 est essentiellement divisé par deux grilles 4 et 5 de forme cylindrique et disposées concentriquement à distance l'une de l'autre, en une chambre de collecte chaude 6 cylindrique interne, une chambre annulaire intermédiaire 7 contenant la masse d'accumulation de chaleur constituée de matière en vrac, et une chambre de
35 collecte annulaire externe froide 8 formée par la paroi de l'enceinte 2 avec la grille 5.

2126993

5

Dans la région de pied 9 maçonnée de l'enceinte 2, on a prévu des arrivées 10 pour les gaz de chauffage, qui sont produits par un brûleur à prémélange 11, qui à son tour est alimenté par un tube de mélange gaz - air 12.

5 La chambre de collecte interne chaude 6 se termine dans la région supérieure de l'enceinte 2 du régénérateur 1 par une sortie de vent chaud 13, la chambre de collecte externe 8 est raccordée à une cheminée 14 d'évacuation des gaz brûlés, de laquelle les gaz de chauffage peuvent s'échapper après qu'ils soient passés à travers l'agent d'accumulation de chaleur
10 dans la chambre intermédiaire 7.

Le tube de mélange gaz - air 12 est raccordé à un ventilateur 15, qui produit aussi bien l'air pour la phase de chauffage que pour la phase de soufflage froid. Dans la phase de chauffage, l'air est conduit par le tube
15 de mélange gaz - air 12 et mélangé avec du gaz de chauffage, qui a été introduit par l'injecteur de gaz 16 dans le tube de mélange gaz - air 12.

Après l'achèvement de la phase de chauffage, les vannes 17, 18 et 19 sont fermées, la vanne 20 ainsi que la sortie 13 sont au contraire ouvertes,
20 de sorte que la phase de soufflage froid peut alors commencer. Après l'achèvement de la phase de soufflage froid, les raccords ouverts sont à nouveau fermés et les vannes antérieurement fermées sont ouvertes, de sorte que la phase de chauffage peut recommencer.

25 La matière en vrac de la masse d'accumulation de chaleur se compose d'une charge de granules avec une taille de grains qui n'excède pas 15 mm, et le diamètre extérieur de la masse annulaire d'accumulation de chaleur n'est pas supérieur au double du diamètre intérieur.

30 Bien que la masse d'accumulation de chaleur de ce régénérateur soit réduite environ au sixième de la masse d'accumulation de chaleur des réchauffeurs d'air usuels et à circulation verticale utilisés jusqu'à présent, la même quantité d'énergie thermique est accumulée; ceci résulte de la distribution en S de la température suivant la Fig. 1. Cette distribution
35 de la température se distingue fondamentalement de celle des réchauffeurs d'air connus, où elle est essentiellement linéaire. La distribution en S de la température offre deux avantages décisifs par

2126993

rapport à la distribution linéaire, d'une part la chute de température du vent chaud pendant la phase de soufflage froid est très faible, et d'autre part la variation de la température moyenne de l'ensemble du lit de matière est très élevée, de l'ordre de 600°C. La distribution en S de la température dépend cependant aussi non seulement de la taille de grain prescrite de la charge de granules mais aussi d'un débit minimal déterminé de gaz. Ce débit minimal correspond à une puissance de 300 m³N/h.m². Celle-ci correspond, pour une température de vent de 1200°C, à une puissance spécifique de 150 kW/m², sous laquelle il ne faut pas descendre. Lorsque la puissance augmente, le profil en S de la température est de plus en plus clairement relevé. Un point de fonctionnement particulièrement avantageux est apparu pour une capacité de débit de 1000 m³N/h.m², une perte de charge de 1000 à 1600 Pascal. Un accroissement du débit jusqu'à 2000 m³N/h.m² est possible sans diminution du transfert de chaleur en tenant compte d'une perte de charge de 3000 à 5000 Pascal. Cette limite de puissance est applicable à une marche à la pression normale.

Le fonctionnement sous pression accrue a montré le résultat surprenant, que le débit peut encore être augmenté, en fait proportionnellement à la pression absolue, sans que les données du transfert de chaleur se dégradent. Si l'on produit par exemple un vent de haut fourneau à 5 bar, le débit peut atteindre 5000 m³N/h.m², respectivement 2500 kW/m². On peut ainsi produire un débit de vent chaud de 100.000 m³N/h avec un régénérateur ayant une surface de grille de 20 m².

Du fait que le chauffage du régénérateur est à vrai dire généralement conduit à la pression normale, trois générateurs doivent être chauffés simultanément, de sorte que quatre régénérateurs sont nécessaires au total pour assurer un fonctionnement continu en vue de la production de gaz chauds. Ces régénérateurs présentent seulement un diamètre de 4 m pour une hauteur de 5 m, alors que les réchauffeurs d'air de même puissance utilisés jusqu'à présent présentent un diamètre de 8 m et une hauteur de 30 m.

Une marche à charge partielle n'est à vrai dire réalisable qu'en effectuant la phase de chauffage à pleine puissance, mais il faut cependant éventuellement insérer des pauses après la phase de soufflage froid. Ceci

résulte du fait qu'en raison de la petite taille du régénérateur, l'utilisation d'un brûleur usuel pour le chauffage du régénérateur n'est pas possible, parce qu'un tel brûleur présente un volume de construction plus grand que le régénérateur lui-même. On utilise dès lors un brûleur
5 dit à prémélange, dans lequel le gaz de chauffage et l'air de combustion sont intimement mélangés l'un avec l'autre à froid, avant l'allumage, et ne sont enflammés qu'après leur mélange. Pour une marche sûre d'un tel brûleur à prémélange, il est nécessaire de ne pas descendre en dessous
10 d'une vitesse minimale des gaz, pour éviter ainsi sûrement un retour de flamme du mélange. Il en résulte qu'un tel brûleur à prémélange ne possède qu'une gamme de réglage très limitée.

Les pauses qui sont dès lors nécessaires dans une marche à charge partielle sont de préférence observées après le soufflage froid du
15 régénérateur.

Enfin, il est encore apparu lors du fonctionnement d'un tel régénérateur que la température du vent chaud ne se situait que 20°C en dessous de la température théorique de flamme et qu'elle restait largement constante
20 pendant toute la phase au vent. Cela signifie que, même dans le cas d'une chute de la température, on a atteint une amélioration par un facteur 10, exactement comme cela est le cas pour la taille. Le rendement thermique a été porté de 65 % pour les réchauffeurs d'air conventionnels à 95 % pour le régénérateur conforme à l'invention.

Les réalisations de l'invention, au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définies comme suit:

1. Procédé de réchauffage d'un gaz dans un régénérateur avec une masse d'accumulation de chaleur constituée de matière en vrac disposée en anneau entre deux grilles cylindriques coaxiales, une chambre de collecte chaude, entourée par une desdites grilles cylindriques coaxiales définissant une grille chaude interne, pour des gaz chauds et une chambre de collecte froide, enfermée entre l'autre desdites grilles cylindriques coaxiales définissant une grille froide externe d'une part et une paroi extérieure d'une enceinte du régénérateur d'autre part, pour des gaz froids, selon lequel :

a) durant une phase dite de chauffage, on fait circuler un gaz de chauffage de collecte chaude vers la chambre de collecte froide, au travers de la masse d'accumulation de chaleur afin de chauffer cette dernière,

b) durant une phase dite de soufflage froid, on fait circuler ledit gaz à réchauffer de la chambre de collecte froide vers la chambre de collecte chaude, au travers de la masse d'accumulation de chaleur, de manière à réchauffer le gaz,

caractérisé en ce que :

$$\Delta P_{\text{chaud}} - \Delta P_{\text{froid}} \geq 5 \rho \cdot g \cdot H$$

où

- ΔP_{chaud} représente la perte de charge du générateur à la fin de ladite phase de chauffage;

- ΔP_{froid} représente la perte de charge du générateur en début de ladite phase de chauffage;

H est la hauteur du régénérateur, ρ est la densité du gaz à la température de 20°C et g est l'accélération de la pesanteur

en ce que le débit du gaz durant la phase chauffage est $\geq 300 \text{m}^3 \text{N/h.m}^2$ de la surface de la grille chaude à la pression normale ; et

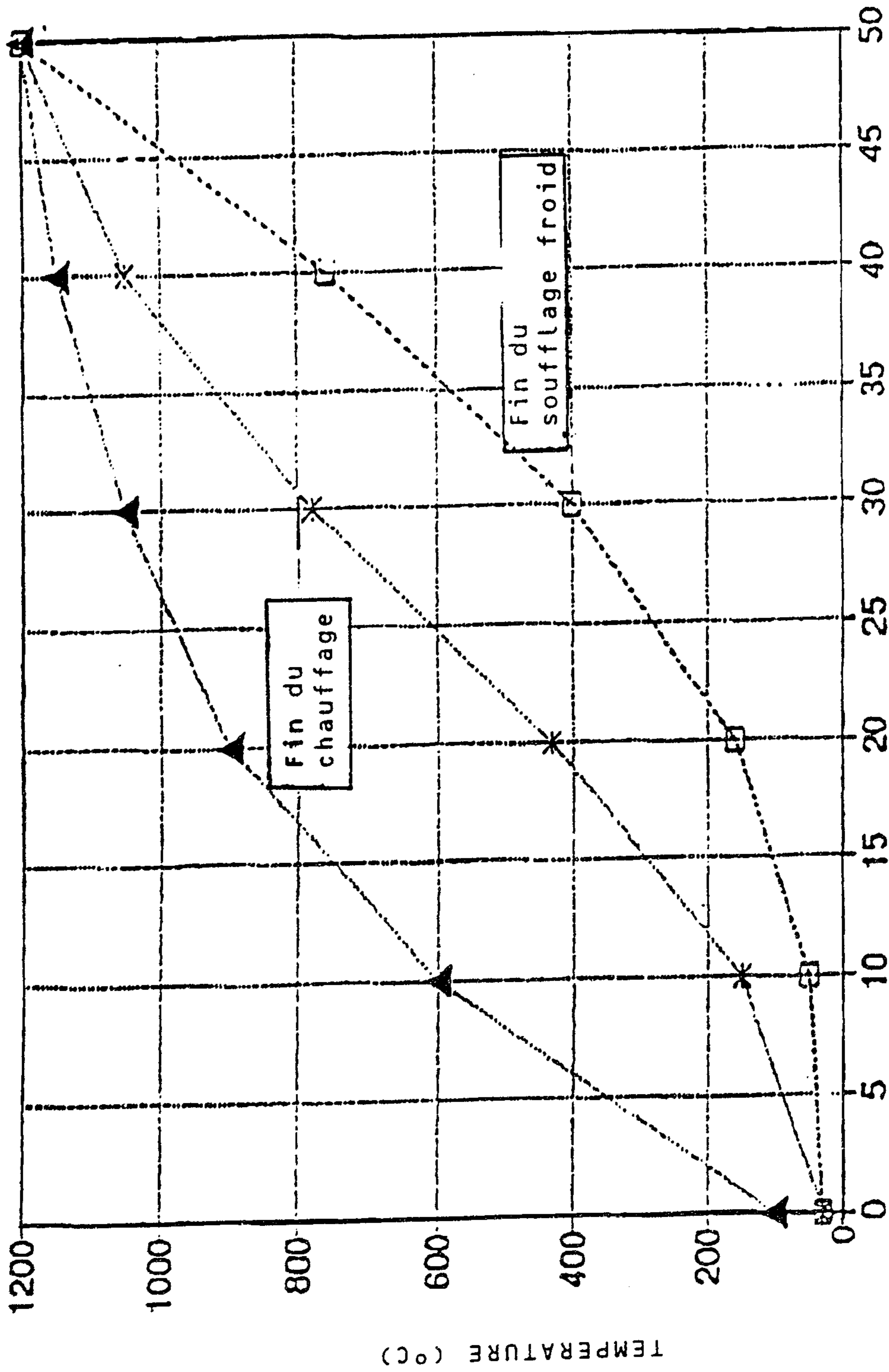
en ce que la taille des grains de la matière en vrac est choisie inférieure à 15mm.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la phase de soufflage froid est effectuée avec une surpression.

3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le procédé est mis en œuvre selon une marche dite à charge partielle, où la phase de chauffage est effectuée à pleine puissance et où des pauses sont observées après la phase de soufflage froid.

4. Régénérateur convenant pour la mise en œuvre du procédé de réchauffage d'un gaz selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant une masse d'accumulation de chaleur constituée de matière en vrac disposée en anneau entre deux grilles cylindriques coaxiales (4, 5), comprenant une grille chaude interne (4) et une grille froide externe (5), une chambre de collecte chaude (6), entourée par la grille chaude interne (4), pour des gaz chauds et une chambre de collecte froide (8), enfermée entre la grille froide externe (5) d'une part et une paroi d'une enceinte (2) du générateur d'autre part, pour des gaz froids, caractérisé en ce que le diamètre extérieur de la masse annulaire d'accumulation de chaleur est au maximum le double du diamètre intérieur, et en ce que la taille des grains de la matière en vrac est choisie inférieure à 15 mm.

5. Régénérateur suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend un brûleur (11) à prémélange pour produire ledit gaz de chauffage.



EPAISSEUR DU LIT DE MATIERE (CM)

FIG.1

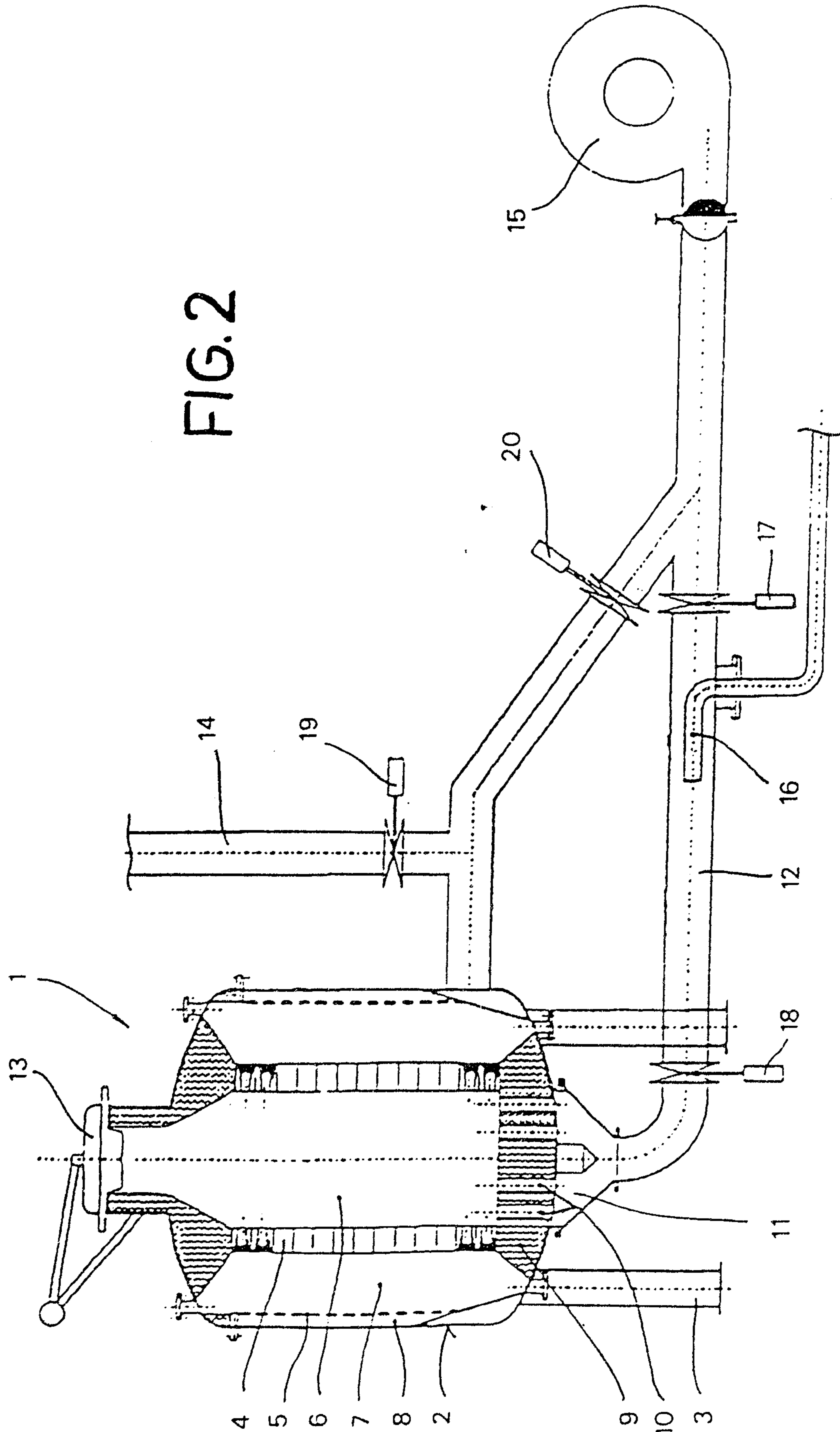


FIG. 2

FEUILLE DE REMPLACEMENT

