

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication : **2 562 083**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : **84 05202**

51 Int Cl⁴ : C 10 B 53/02.

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

22 Date de dépôt : 30 mars 1984.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 40 du 4 octobre 1985.

60 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

71 Demandeur(s) : *SCHWOB Yvan Alfred.* — FR.

72 Inventeur(s) : Yvan Alfred Schwob.

73 Titulaire(s) :

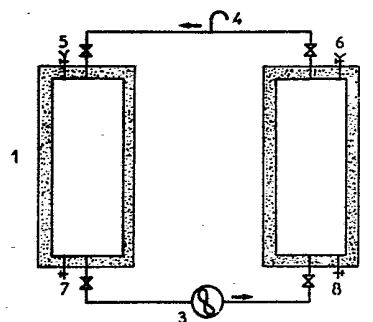
74 Mandataire(s) :

54 Procédé pour la fabrication de produits pyrolysés stabilisés à partir des matières lignocellulosiques.

57 Procédé de fabrication de pyrolysats des matières lignocellulosiques particulièrement insensibles aux dangers d'inflammation spontanée, caractérisé par un échange gazeux réalisé en fin de pyrolyse entre deux enceintes 1 et 2 contenant, l'une le produit pyrolysé chaud et l'autre une charge équivalente de matière première fraîche.

La circulation gazeuse est obtenue par un ventilateur 3 relié auxdites enceintes par des conduits dont l'un porte un évent 4 pour l'évacuation à l'atmosphère du trop-plein gazeux. Les enceintes sont munies d'orifices de remplissage 5 et 6 et de vidange 7 et 8.

La circulation gazeuse en fin de pyrolyse entre le produit réactionnel et la matière première provoque un préséchage de cette dernière ainsi que le refroidissement du produit fini qui absorbe, en se stabilisant, une fraction des gaz neutres issus du préséchage.



FR 2 562 083 - A1

2562083

Le procédé objet de l'invention concerne essentiellement un moyen permettant de fabriquer économiquement des produits pyrolysés à partir de bois ou d'autres matières lignocellulosiques présentant une résistance améliorée aux dangers d'inflammation.

5 Les procédés connus de pyrolyse du bois, tels que les carbonisations en meules ou les dispositifs continus ou semi-continus de pyrolyse, présentent tous l'inconvénient de récupérer avec une efficacité faible ou nulle, la chaleur sensible des pyrolysats. C'est ainsi que les procédés discontinus en meules conduisent à une perte totale de l'énergie sensible contenue dans le
10 produit fini à température élevée, ce qui entraîne une consommation importante de bois frais en pure perte puisqu'aucune récupération thermique n'est réalisable. Dans les procédés continus en fours droits, la situation est meilleure dans la mesure où les thermies sensibles du produit fini peuvent être ramenées dans la zone réactionnelle de pyrolyse mais cette
15 dernière étant réputée exothermique, cela n'a pas grand sens et ne présente l'intérêt que d'économiser en fin de compte une faible fraction de l'énergie nécessaire pour le préchauffage des charges. De plus, dans ce dernier cas, un refroidissement artificiel est indispensable, entraînant des dépenses frigorifiques. Dans tous les cas connus, un danger d'incendie spontané des
20 produits sortants existe du fait qu'aucune mesure n'est prise dans le procédé pour stabiliser lesdits produits.

Le procédé objet de l'invention, consiste essentiellement à échanger la chaleur sensible du pyrolysat avec une quantité équivalente de bois frais avant l'introduction de celui-ci dans un four pour une nouvelle opération de
25 pyrolyse. On obtient ainsi le double résultat suivant. Le produit pyrolysé se trouve amené à basse température et les thermies récupérées sont utilisées pour obtenir un abaissement de l'humidité du bois, matière première, ce qui entraîne une économie d'énergie du système. D'autre part, le pyrolysat accuse une reprise de poids lui conférant, d'une manière surprenante, une stabilisation accrue eu égard aux dangers d'inflammation spontanée à l'air.

Le demandeur a en effet trouvé que cette reprise de poids correspond à une absorption de gaz neutres dégagés par le bois frais en cours de préséchage. Le transfert du pyrolysat chaud vers le bois frais est réalisé par une circulation de gaz et vapeur entre deux enceintes, l'une contenant le bois
5 pyrolysé fraîchement préparé, l'autre une nouvelle charge de bois humide, un ventilateur permettant, grâce à des conduits aménagés en conséquence, de réaliser la circulation gazeuse au débit souhaité.

La figure 1 reproduit, en même temps que le principe, un mode de réalisation selon l'invention. Deux enceintes similaires 1 et 2, contiennent, l'une le
10 bois pyrolysé chaud, l'autre une charge correspondante de bois frais. Un ventilateur 3 assure une circulation de gaz et vapeurs entre les deux enceintes, permettant ainsi le transfert de thermies sensibles du produit fini vers une nouvelle charge de matière première. Un évent 4 permet l'évacuation du trop plein gazeux. Avec un produit chaud dont la température
15 est comprise entre 200 et 600°, un bois frais avec une humidité initiale comprise entre 30 et 40 %, un débit de ventilation conduisant à une vitesse fictive des gaz dans les enceintes comprise entre 0,2 et 2 m/sec. et une durée de fonctionnement compris entre 2 et 12 heures, la diminution du taux d'humidité du bois frais est de 2 à 8 % et la température finale des deux
20 matières comprise entre 30 et 50°, la reprise de poids du pyrolysat comprise entre 1 et 3 %.

L'amélioration du bilan énergétique de la pyrolyse se chiffre à 70 à 200 thermies par kilogramme de produit fini.

La dimension des enceintes ne joue un rôle que par sa capacité thermique propre exprimée dans le langage technique par sa valeur en eau. L'homme de
25 l'art comprend que celle-ci influe sur le niveau des échanges réalisés, sans obérer le rendement énergétique du système selon l'invention. Dans la pratique, plus les enceintes sont de faible taille, plus leur valeur en eau relative au contenu est élevée, et plus le niveau du transfert revendiqué est élevé.

Bien que nous décrivions le procédé comme applicable au bois, l'homme de l'art comprend aussi que toute matière lignocellulosique dans un état de fractionnement convenable, peut être traitée de la même façon. C'est ainsi, qu'à titre d'exemples non limitatifs, nous citons les croquettes de pailles, les noyaux de fruits, les coques de noix, les agglomérés de sciures de bois ou de balles de riz, les fragments de cannes ou de bagasses sèches. Nous décrivons maintenant des exemples de réalisation selon l'invention.

Exemple 1

La pyrolyse discontinue est réalisée dans deux enceintes jumelées 1 et 2 comme schématisé sur la figure 1. Chaque enceinte a une forme cylindrique d'un volume de 4 m³ pouvant contenir environ 1 tonne de bois fragmenté par tous moyens connus. Les enceintes sont calorifugées pour éviter les déperditions thermiques. Elles sont reliées entre elles comme indiqué grâce à un jeu de conduits. L'un des conduits est équipé d'un ventilateur 3 pour la circulation gazeuse à un débit correspondant à 0,5 m/sec. dans les enceintes, l'autre est muni d'un évent 4 pour évacuation dans l'atmosphère des gaz et vapeurs en excès. Des orifices de remplissage 5 et 6 et des orifices de vidange 7 et 8 permettent le remplissage et la vidange des enceintes. Un vanage est prévu sur les conduits de manière à permettre d'isoler chaque enceinte pour la mettre isolément en pyrolyse et en chargement ou conjointement en refroidissement.

On suppose l'enceinte 1 en fin d'opération de pyrolyse à une température de 500°, l'enceinte 2 étant chargée de bois frais à 30 % d'humidité. La connexion des deux enceintes est alors réalisée comme indiqué figure 1 et le ventilateur mis en route. Après environ 4 heures de fonctionnement avec du bois de dimensions moyennes de l'ordre de 15x5x2 cm., le pyrolysat est amené à 40° avec une reprise de poids de 1,5 %, le bois frais à la même température avec une humidité ramenée à 22 %.

On opérera ensuite par cycles successifs, chaque enceinte étant alternativement destinée à la pyrolyse puis au séchage du bois frais.

La pyrolyse est conduite par la méthode connue des meules. L'économie de bois frais sur la même opération réalisée sans le procédé amélioré décrit, ressort dans les conditions de l'exemple 1 à 1 kg de bois par kg de charbon de bois, ramenant la consommation de 5 kg environ de bois frais à 4 kg de bois frais par Kg de charbon produit. La stabilité du produit aux agents d'inflammation spontanée est accrue, conséquence inattendue d'une absorption des gaz neutres issus du préséchage du bois.

Exemple 2

Le procédé peut être adapté à une pyrolyse continue de la manière suivante. Une installation mettant en oeuvre un four vertical continu en lit fixe est complétée à sa base d'un équipement comprenant deux enceintes du même type que celles représentées figure 1. Le produit chaud est admis par un sas approprié dans une enceinte de refroidissement, alimentée en continu et méthodiquement par un courant gazeux circulant dans une deuxième enceinte chargée de bois frais. Un deuxième sas à la base de l'enceinte contenant le bois pyrolysé permet son extraction. Le circuit du bois est réalisé en continu à travers l'enceinte correspondante par tous moyens connus. Le raccordement du ventilateur aux deux enceintes est alors réalisé de manière à obtenir un courant ascensionnel des gaz dans les deux enceintes, le haut de l'une étant relié au bas de l'autre.

Une méthode avantageuse pour procéder selon l'invention consiste à opérer comme indiqué sur les figures 2, 3 et 4. Ces figures représentent suivant trois plans orthogonaux, un dispositif comprenant deux enceintes 1 et 2, deux caissons 3 et 4, un ventilateur 5.

Les deux enceintes 1 et 2 de capacités identiques, sont constituées de telle façon qu'elles comportent deux faces operculées et deux faces opposées munies de claires-voies empêchant le passage d'une marchandise solide tout en permettant le passage d'un courant gazeux. Une des capacités est destinée au produit chaud, l'autre au bois frais.

Des écluses ou tout autre dispositif à sas permettant l'alimentation et le

2562083

déchargement des enceintes en continu, en discontinu ou en semi-continu. Deux caissons 3 et 4 relient comme indiqué notamment en coupe les deux enceintes, de manière à permettre une circulation gazeuse de 1 vers 2 par les parois à claires-voies. Un ventilateur 5 assure cette circulation gazeuse à travers les deux enceintes et réalise l'échange entre le bois pyrolysé chaud et le bois frais.

Le débit du ventilateur est tel que la vitesse fictive des gaz à travers les enceintes s'établit entre 0,2 et 2 m/sec.

Un évent 6 Fig. 3, pratiqué sur un des caissons 3 ou 4 permet l'évacuation de l'excès de gaz ou vapeurs, notamment de la vapeur d'eau issue du séchage partiel du bois frais.

La condensation partielle des gaz s'échappant sur 6 peut permettre une récupération supplémentaire de thermies, malheureusement à un assez bas niveau. Une pompe à chaleur peut alors remédier à ce défaut. Une amélioration des échanges peut aussi être obtenue par limitation des cloisons à claires-voies de manière à réaliser dans chacune des enceintes un courant gazeux préférentiellement ascensionnel.

Exemple 3

La figure 5 présente sur trois plans orthogonaux un autre mode de réalisation selon l'invention. Le bois frais fragmenté est stocké dans des paniers conteneurs à parois grillagées. Il peut d'ailleurs être conditionné ainsi après fragmentation en forêt et maintenu dans les conteneurs pour séchage préalable et/ou stockage. Ces paniers peuvent avoir une contenance de quelques mètres cubes et sont de forme parallélépipédiques ou cubiques. Ils peuvent être gerbables. Le dispositif comprend deux compartiments 1 et 2 susceptibles de recevoir chacun un panier conteneur avec le jeu minimum nécessaire pour leur mise en place. Une porte ou tout autre dispositif 3 et 4 permet l'ouverture ou la fermeture de chaque compartiment vers l'extérieur. Un caisson 5 relie les deux compartiments comme indiqué. Il comprend un ventilateur 7 dont le rotor est encastré comme indiqué, de manière à pouvoir

réaliser une circulation interne des gaz. Un caisson 6, identique au précédent, comporte un échangeur de chauffage 8. Ce dernier peut être réalisé par tous moyens connus. Il comporte un évent 9.

Nous décrivons maintenant un cycle de fabrication utilisant ce dispositif. Nous supposons une opération précédente arrivée à son terme, c'est à dire, qu'un panier conteneur se trouve dans le compartiment 1 dans sa phase ultime de traitement et à température finale maximum, par exemple de 250° pour une opération limitée au bois roux ou de 500° pour une opération de carbonisation.

Les phases suivantes caractérisent alors le procédé :

- on ouvre la porte 4 et introduit dans le caisson 2 un panier rempli de bois frais à traiter.

- on actionne le ventilateur 7 pendant une durée comprise entre 1 et 4 heures, ce qui égalise les températures des deux conteneurs, provoquant l'évaporation partielle de l'humidité du bois frais grâce aux thermies sensibles contenues dans le bois traité. C'est là que réside l'économie énergétique du dispositif proposé. De plus, le produit fabriqué absorbe une faible quantité de gaz neutres, ce qui lui confère une bonne stabilité vis à vis des dangers d'ignition spontanée.

Une fois cette opération terminée et l'équilibre thermique atteint on retire le bois traité du compartiment 1. Le traitement de ce produit est terminé. Ce compartiment restant vide, on met en route le dispositif de chauffage 8 tout en maintenant la rotation du ventilateur 7. Cette phase est alors poursuivie jusqu'à la température désirée.

Une fois celle-ci obtenue, on procède comme précédemment, c'est à dire que l'on introduit après arrêt du ventilateur de chauffage un conteneur de bois frais et humide par la porte 3.

Suivant la capacité de chauffage, une opération peut durer de 4 à 24 heures. Le ventilateur est conçu de manière telle que la vitesse fictive de gaz à travers les caissons est comprise entre 0,2 et 2 m³/sec.

Une isolation thermique de l'ensemble est réalisé de manière à réduire autant que faire se peut les pertes thermiques. Des points de mesure de températures sont prévus. Leur enregistrement et/ou leur régulation sont réalisés par tous moyens connus.

5 On remarquera que la chaleur sensible de l'appareillage - caissons - paniers, est récupérée dans la phase de refroidissement/séchage et que le seul inconvénient est de conférer au système une certaine inertie thermique dont on doit tenir compte pour l'établissement des cycles.

10 A titre d'exemple, des paniers de 1 m³ contiennent environ 300 kg de bois plaqué à 30 % d'humidité, et nécessitent 12 Kwh pendant 6 heures pour une opération de fabrication de 200kg de bois roux. On peut, dans cet exemple, utiliser avantageusement le tarif électrique d'heure creuse et programmer en conséquence les cycles de production.

15 Les gaz et vapeurs excédentaires dégagés par l'évent 9 peuvent être condensés ou valorisés pour leur contenance énergétique. Une condensation fractionnée permet une récupération d'acide acétique pouvant, à un certain stade atteindre 30 %.

20 On remarquera que les gaz en circulation restent neutres de bout en bout du fait du dégagement de gaz carbonique au stade premier du traitement thermique du bois. Le demandeur attribue à ce fait la stabilité améliorée du produit fini vis à vis des dangers d'inflammation spontanée. On reste d'ailleurs conforme à l'invention en introduisant un volume supplémentaire de gaz neutres dans la circulation, par exemple par addition, en continu, de gaz carbonique, d'azote ou de gaz de combustions neutres dans une proportion au plus égale à celle du volume de vapeur d'eau dégagée.

25 Dans tous les dispositifs décrits, le matériau à utiliser en contact avec le bois devra tenir compte des effets corrosifs bien connus des gaz pyroligneux. L'homme de l'art déterminera, suivant la longévité souhaitée des équipements, le degré de résistance anti-corrosion à prévoir pour les métaux utilisés.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de fabrication de produits pyrolysés insensibles à l'inflammation spontanée, caractérisé en ce que l'on réalise à la fin d'une pyrolyse de bois fragmenté un échange gazeux entre le produit pyrolysé chaud et une charge équivalente de bois frais par une circulation gazeuse entre deux enceintes contenant l'une le dit produit pyrolysé et l'autre le bois frais, la vitesse de la dite circulation dans les enceintes étant comprise entre 0,2 et 2 m/sec., et la durée de la circulation comprise entre 2 et 12 heures, caractérisant le pyrolysat refroidi par une augmentation de son poids comprise entre 1 et 3 %, par absorption de gaz neutres issus du bois frais.
2. Procédé selon 1. dans lequel les deux enceintes sont munies de dispositifs d'introduction et de vidange à sas pour leur adaptation aux fours continus de pyrolyse.
3. Procédé selon 1. dans lequel on utilise pour la manutention des charges, des paniers conteneurs grillagés adaptés à deux enceintes juxtaposées, utilisées alternativement pour la pyrolyse et le refroidissement des charges.
4. Procédé selon 1, 2 et 3 dans lequel on remplace le bois fragmenté par d'autres matières lignocellulosiques telles que les croquettes de pailles, les noyaux de fruits, les coques de noix, ou les agglomérés de sciures ou de balles de riz.
5. Produits pyrolysés stabilisés obtenus par un des procédés ci-dessus et caractérisés par une absorption comprise entre 1 et 3 % en poids de matières gazeuses neutres issues des charges fraîches préséchées.

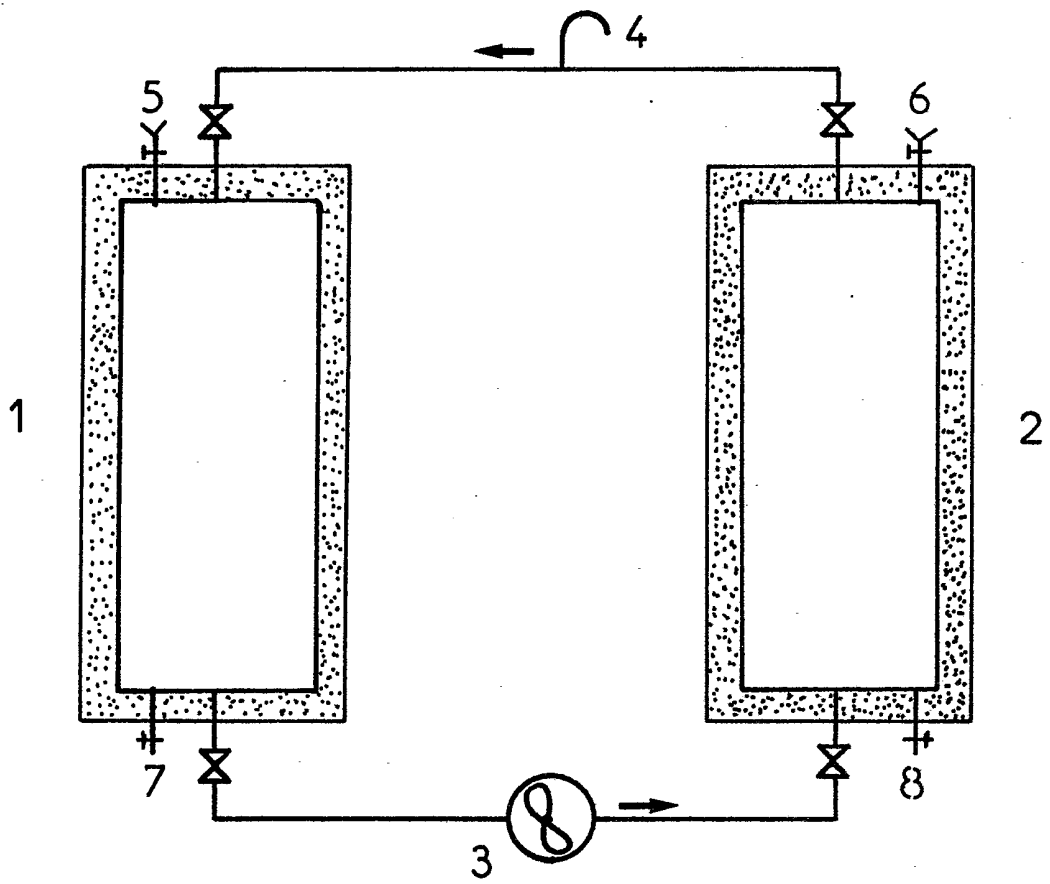


Figure 1.

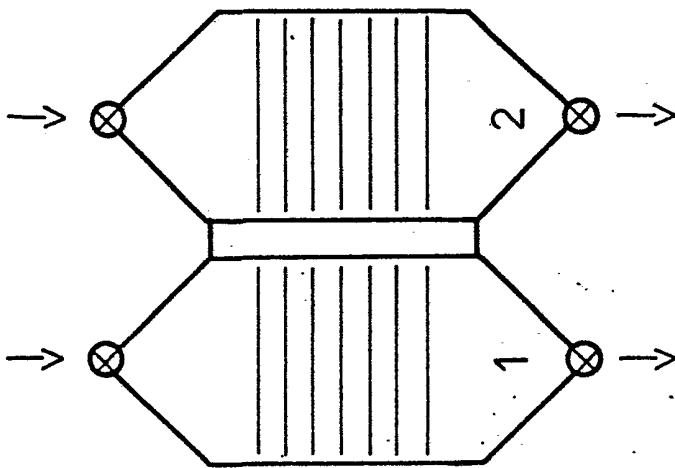


Figure 2

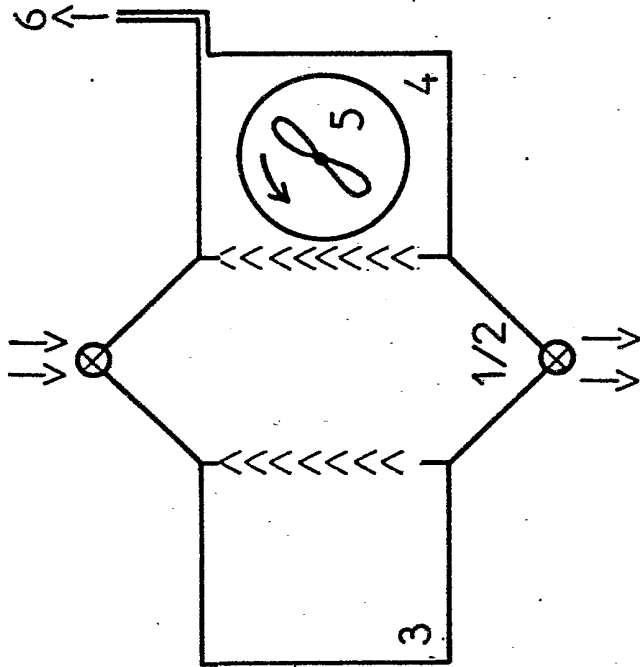


Figure 3

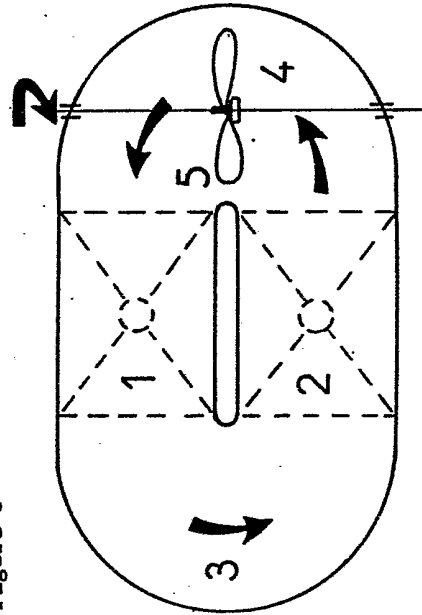


Figure 4

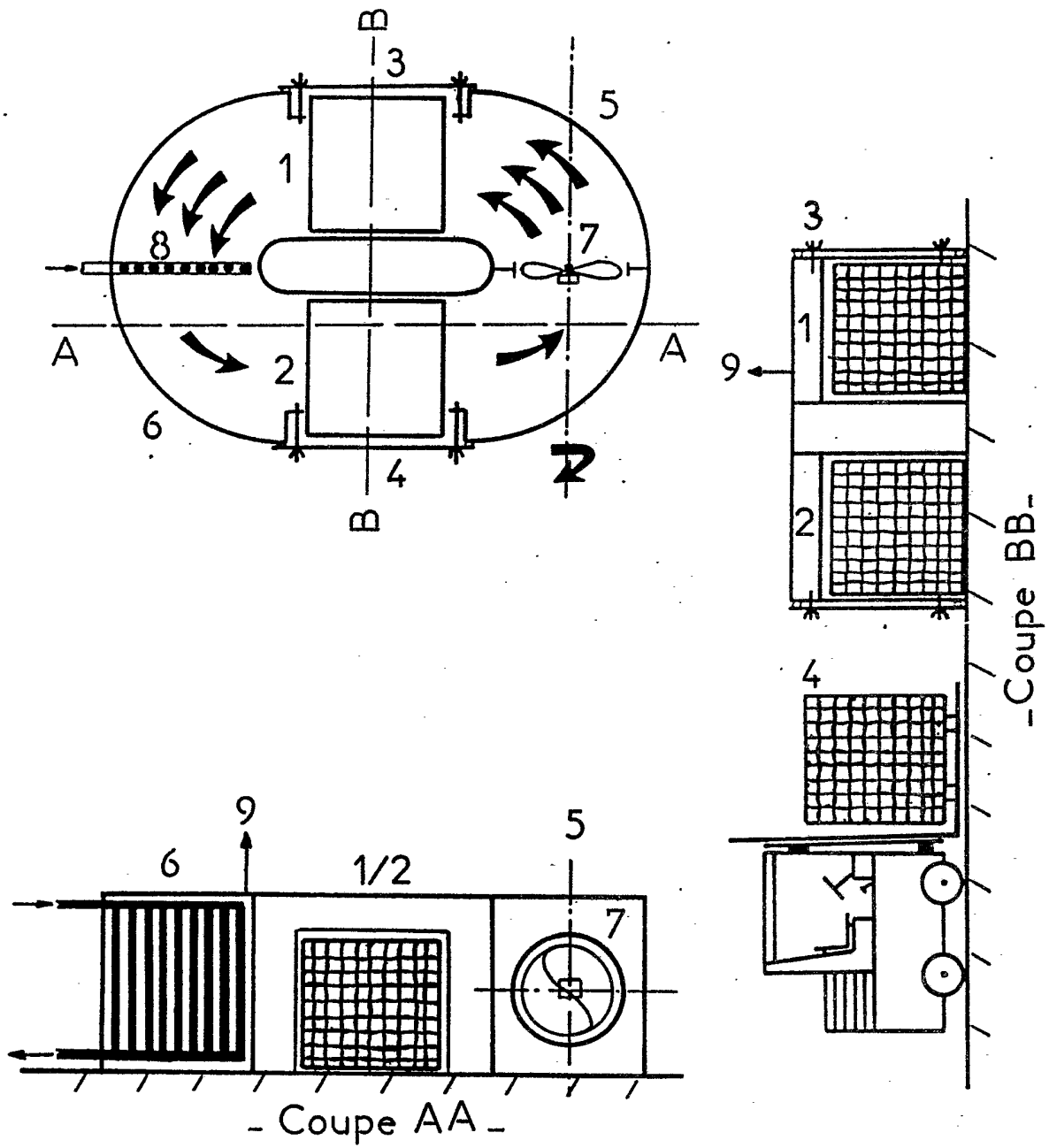


Figure 5