

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 11 février 1988.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 33 du 18 août 1989.

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

71 Demandeur(s) : GERBAUD Pierre. — FR.

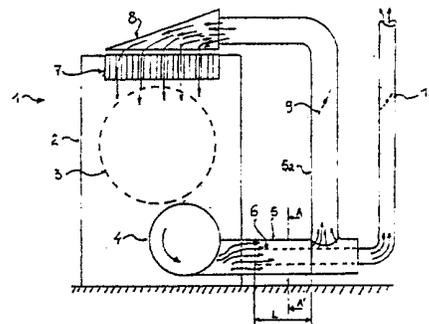
72 Inventeur(s) : Pierre Gerbaud.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : Cabinet Laurent et Guerre.

54 Procédé permettant de réduire au minimum les pertes d'énergie thermique sur l'air rejeté par les installations de séchage et d'accroître la productivité de ces installations et installations mettant en œuvre ce procédé.

57 Procédé permettant de réduire au minimum les pertes d'énergie thermique sur l'air rejeté par les installations de séchage et d'accroître la productivité de ces installations, qui consiste à recycler en permanence sur la batterie de chauffe 7 de l'appareil 1 au moins une partie de l'air chaud extrait, caractérisé en ce que, à la sortie du ventilateur d'extraction 4, le flux d'air chaud rejeté en régime turbulent est subdivisé en deux flux élémentaires linéaires présentant le minimum de turbulence, l'un, le plus important, étant recyclé directement sur la batterie de chauffe 7, l'autre, très minoritaire, ayant un débit réglé au minimum nécessaire à l'évacuation des vapeurs de séchage, des moyens de réglage du débit étant prévus sur les deux conduits de circulation des deux flux.



PROCEDE PERMETTANT DE REDUIRE AU MINIMUM LES PERTES  
D'ENERGIE THERMIQUE SUR L'AIR REJETE PAR LES  
INSTALLATIONS DE SECHAGE ET D'ACCROITRE LA PRODUCTIVITE  
DE CES INSTALLATIONS ET INSTALLATIONS METTANT EN OEUVRE

5 CE PROCEDE.

La présente invention concerne un procédé, ainsi que les installations le mettant en oeuvre, permettant de réduire au minimum les pertes d'énergie thermique sur  
10 l'air rejeté par les installations de séchage et le recyclage permanent sur ces appareils, en circuit partiellement ouvert, de l'air qu'ils utilisent comme fluide thermique et/ou pour l'évacuation de la vapeur de séchage qu'ils produisent.

15

Dans la suite de la description, l'invention sera plus particulièrement décrite dans le cas d'installations utilisées pour le séchage d'articles textiles, (par exemple une installation comprenant un séchoir  
20 rotatif à tambour), et qui rejettent des quantités importantes d'air chaud et présentent, de ce fait, de très mauvaises performances thermiques. Il est évident que l'invention n'est pas limitée à cette application particulière, mais qu'elle pourrait être mise en oeuvre  
25 dans d'autres domaines techniques où se posent des problèmes similaires.

Dans le domaine du blanchissage d'articles textiles, les opérations de séchage mettent en oeuvre d'im-  
30 portantes quantités d'air qui, après élévation à des températures élevées nécessaires, sont rejetées à l'extérieur à des températures à peine moins élevées. Dans ces conditions, en plus de l'énergie thermique absorbée par le changement d'état d'eau en vapeur, de telles  
35 installations consomment en pure perte l'énergie thermi-

que contenue par l'air rejeté. Cette énergie thermique perdue sur l'air nécessaire est souvent deux à quatre fois plus grande que celle utile au seul changement d'état d'eau en vapeur. C'est plus particulièrement le cas, sans que cette observation soit limitative dans l'application de la présente invention, lorsque du linge est séché en utilisant des séchoirs rotatifs à tambour, appareils à travers lesquels l'air ambiant est aspiré et passe successivement sur une batterie de chauffage puis à travers la masse de linge, en mouvement dans un tambour tournant, lui abandonnant par convection une très faible partie de la chaleur fournie dans la batterie de chauffe, chaleur qui permet le séchage. L'air est rejeté par un ventilateur d'extraction vers l'extérieur des installations avec la totalité (hors pertes par rayonnement) de la chaleur fournie par la batterie de chauffe, à une température élevée (90°C en moyenne), soit 75 % environ de cette chaleur sur l'air, d'où une importante perte d'énergie, et 25 % environ contenu par la chaleur d'évaporation de l'eau du linge séché (chaleur sensible + chaleur latente).

Afin de limiter ces pertes importantes d'énergie thermique, il a été proposé de préchauffer l'air frais nécessaire en le faisant circuler, à contre-courant, à travers un échangeur (tubulaire ou à plaques ou à roues) chauffé par l'air d'extraction, mais un tel dispositif est encombrant et présente un faible rendement.

On a aussi proposé de récupérer la chaleur (sensible et latente) rejetée par de tels appareils en traitant l'air et la vapeur qu'ils rejettent dans des échangeurs de divers types réchauffant de l'eau froide. Cependant, compte-tenu des volumes d'air importants mis en oeuvre et nécessaire à la convection, de tels échangeurs

ont des puissances importantes, les pertes sur l'air rejeté restant élevées. Leur encombrement et leur coût sont également élevés et si de tels échangeurs permettent d'utiliser la chaleur rejetée pour produire de 5 l'eau chaude (par exemple), ils ne permettent pas de réduire les importants besoins d'énergie thermiques de ces appareils, besoins entraînés à 75 % environ par les pertes sur l'air chaud rejeté. L'emploi de tels échangeurs n'entraînent donc pas de réduction des besoins 10 unitaires de chaleur de ces appareils.

Enfin, on a proposé de recycler en permanence sur la batterie de chauffe de ces appareils une partie de l'air chaud extrait et ne rejeter que l'autre partie, 15 afin de réduire l'énergie perdue sur l'air. Cette solution séduisante par sa simplicité présente cependant un inconvénient majeur par le fait que les dispositifs proposés jusqu'à ce jour ne permettent pas de régler de manière précise les volumes recyclés et rejetés, ce qui 20 entraîne encore d'importants volumes d'air chaud rejeté et des performances encore faibles au niveau des besoins d'énergie thermique de ces appareils et de leurs temps de séchage.

25 La présente invention concerne un perfectionnement apporté à ce dernier procédé qui permet de résoudre ces problèmes.

D'une manière générale, le procédé selon l'invention 30 consiste à recycler en permanence sur la batterie de chauffe de l'appareil au moins une partie majoritaire de l'air chaud extrait et il se caractérise en ce que, à la sortie du ventilateur d'extraction, le flux d'air chaud rejeté en régime turbulent est subdivisé en deux 35 flux élémentaires linéaires présentant le minimum de

turbulencé, l'un, le plus important, étant recyclé directement sur la batterie de chauffe, l'autre, très minoritaire, ayant un débit réglé au minimum nécessaire à l'évacuation des vapeurs de séchage, des moyens de réglage du débit étant prévus sur les deux conduits de circulation des deux flux.

Si la partie minoritaire d'air peut être rejetée à l'extérieur avec la vapeur produite par le séchage, éventuellement il peut être envisagé de recycler cette partie d'air également sur l'ensemble de chauffe de l'installation, après condensation de la vapeur de séchage contenue par cette partie minoritaire à travers un échangeur.

15

Un tel procédé permet d'avoir un réglage rigoureux des deux débits d'air et de réduire au minimum la quantité d'air rejeté, sans perte du débit traversant l'appareil et nécessaire à la transmission de chaleur par convection de l'air au produit (linge) à sécher.

Un tel procédé permet la réduction de plus de 90 % du volume d'air rejeté par rapport à celui nécessaire au séchage par convection et de ce fait une économie d'énergie thermique de 90 % sur l'énergie perdue par rapport à la chaleur sensible totale nécessaire à l'air utilisé. Il devient ainsi possible d'utiliser des ventilateurs d'extraction plus puissants et d'augmenter ainsi les vitesses d'air, donc les puissances d'échange par convection et de réduire les temps de séchage et de consommation d'énergie.

L'air recyclé pénétrant à travers la batterie de chauffe sans perte de température appréciable, l'économie d'énergie sur l'air est encore augmentée et il en

35

résulte, 90 % au moins de la même masse d'air par rapport à l'air total utilisé se trouvant recyclé en permanence, une très importante augmentation de la température de l'air en sortie de la batterie de chauffage et un temps de séchage plus court du fait de l'augmentation correspondante du différentiel de température ainsi entraînée entre l'air et l'eau à évaporer contenu par le linge d'où une économie non négligeable du taux unitaire de pertes par rayonnement de l'appareil, ces pertes étant proportionnelles à la durée de l'opération ou tout simplement au temps unitaire de séchage.

Cette augmentation de température de l'air sortant de la batterie de chauffage entraîne une augmentation de température en tous les points de l'installation et, de ce fait, ces températures sont supérieures à celles de condensation de la vapeur de séchage produite. La vapeur de séchage est évacuée en permanence proportionnellement au rapport entre le volume gazeux (air + vapeur) évacué et celui recyclé sur l'appareil.

Accessoirement, en réduisant dans de fortes proportions les volumes d'air rejetés par les appareils de séchage à l'extérieur des locaux, les besoins d'air frais du local sont également réduits d'où des économies de chauffage en saison froide et une meilleure maîtrise de la climatisation en été.

L'invention concerne également les installations permettant de mettre en oeuvre un tel procédé, procédé qui permet, comme dit précédemment, de réduire au minimum le volume d'air chaud rejeté à l'extérieur par des appareils de séchage, déduction faite du volume de vapeur de séchage mélangé à cet air, qui consiste à recycler en permanence, pendant l'opération de séchage, la

plus grande quantité possible du volume d'air expulsé de l'appareil par son ventilateur d'extraction sur sa batterie de chauffage. Les installations ainsi conçues se caractérisent en ce qu'elles comportent, en aval du ventilateur d'extraction, des moyens permettant de diviser en deux flux élémentaires de régime linéaire, le flux d'air chaud rejeté en régime turbulent, l'un, le plus important, étant recyclé directement sur la batterie de chauffe, l'autre, minoritaire, ayant un débit réduit au minimum nécessaire à l'évacuation de la vapeur de séchage, ces moyens étant constitués essentiellement de deux gaines de section différente, disposées en aval du ventilateur d'extraction de l'installation, ces deux gaines étant disposées parallèlement et l'une à l'intérieur de l'autre sur une partie de leur longueur, au moins l'une des gaines étant reliée à un caisson de répartition associé à l'ensemble de chauffe et permettant de véhiculer une partie majoritaire de l'air extrait, l'autre, par l'intermédiaire de laquelle est évacuée la partie restante de l'air et la vapeur extraits, étant associée à la précédente de telle sorte que l'écoulement d'air à l'intérieur de ces gaines soit réalisé en régime linéaire, des moyens de réglage (volets) manuels ou automatiques étant prévus à l'intérieur de chacun des circuits.

Avantageusement et en pratique, selon l'invention :

- l'une des deux gaines en sortie de l'extracteur présente une section inférieure à l'autre et est positionnée à l'intérieur de la gaine de plus grande section ;

- les deux gaines sont, en sortie de l'extracteur, droites et parallèles entre elles suivant une longueur suffisante pour établir dans cette zone un régime linéaire de passage de l'air ;

- l'une des deux gaines traverse l'autre après la zone décrite ci-avant, lorsque l'une de ces gaines est positionnée à l'intérieur de l'autre ;

- la gaine utilisée pour le recyclage direct de 5 l'air chaud d'extraction débouche dans un caisson de répartition et de diffusion d'air chaud recyclé sur la batterie de chauffe ;

- les deux gaines débouchent à l'intérieur d'un caisson de répartition et de diffusion de l'air chaud 10 sur la batterie de chauffe, ce caisson comprenant des compartiments de telle sorte que l'air et la vapeur rejetés par la seconde gaine soient traités par un échangeur condenseur permettant un abaissement de température et une désydratation suffisante de l'air rejeté ; 15 dans ce cas, l'air chaud recyclé directement sans passer par l'échangeur est recyclé sur la batterie de chauffe par le compartiment du caisson présentant la plus grande section et l'air sortant de l'échangeur par l'autre compartiment de section faible ;

20 - le caisson de diffusion et de répartition de l'air recyclé sur la batterie de chauffe de l'appareil n'est pas monté de façon étanche avec celle-ci ; au contraire, un léger espace est réservé entre la surface chauffante externe dudit caisson et la surface d'aspiration de la 25 batterie afin de permettre, si nécessaire, le nettoyage de cette dernière surface mais également et surtout, en périphérie de cette surface, les apports d'air ambiant frais éventuellement nécessaires.

30 L'invention et les avantages qu'elle apporte seront cependant mieux compris grâce aux exemples de réalisation donnés ci-après à titre indicatif mais non limitatif et qui sont illustrés par les schémas annexés dans lesquels :

- les figures 1 et 1a, 2 et 2a illustrent deux modes de réalisation d'une installation permettant la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention et dans laquelle une partie majoritaire de l'air est recyclée sur la batterie de chauffe, l'autre partie étant, quant à elle, évacuée à l'extérieur ;

- la figure 3 illustre une variante dans laquelle les deux circuits d'air sont recyclés sur la batterie de chauffe.

10

Si l'on se reporte aux schémas annexés et plus particulièrement aux figures 1 et 2, le procédé selon l'invention est donc mis en oeuvre sur une installation de séchage, désignée par la référence générale (1) et qui comporte, une enceinte (2) à l'intérieur de laquelle est disposée la matière à sécher (par exemple disposée à l'intérieur d'un tambour (3)). A cette enceinte (2), est associé un ventilateur d'extraction (4), désigné également dans la présente description par l'expression "extracteur", qui met l'appareil en dépression et assure la circulation d'air chaud à travers la matière à sécher. L'air extrait par le ventilateur (4) est évacué par un conduit.

25 Conformément au procédé selon l'invention, à la sortie de l'installation, en aval du ventilateur (4), le flux d'air chaud rejeté en régime turbulent est subdivisé en deux flux élémentaires linéaires présentant le minimum de turbulence dont l'un, le plus important, est recyclé directement sur la batterie de chauffe (7) de l'installation. Cela est obtenu, conformément à l'invention, en prévoyant en aval de l'extracteur (4) (ventilateur) un ensemble comportant deux gaines (5,6), parallèles et de section différente. Ces deux gaines (5,6) sont imbriquées l'une dans l'autre sur une longueur (L)

suffisante pour établir dans cette zone un régime linéaire de passage de l'air. L'une des gaines permet le recyclage direct de l'air chaud d'extraction et débouche à l'intérieur d'un caisson de répartition (8) et de 5 diffusion d'air chaud recyclé sur la batterie de chauffe (7). L'autre gaine permet, soit de rejeter la partie minoritaire d'air avec la vapeur produite par le séchage à l'extérieur de l'installation, soit éventuellement, de 10 recycler cette partie d'air également sur l'ensemble de chauffe de l'installation après condensation de la vapeur de séchage contenue dans cette partie minoritaire par passage à travers un échangeur (voir figure 3).

Dans la forme de réalisation illustrée par les figures 1 et 1a, le conduit d'évacuation (6) de faible dimension, disposé concentriquement à l'intérieur du conduit (5), permet l'évacuation de la partie minoritaire de l'air. Le recyclage de l'air chaud vers la batterie de chauffe (7) est obtenu par un conduit (5a), 20 qui débouche à l'intérieur du conduit (5) en aval de la zone L. Ce conduit (5a) débouche à l'intérieur d'un caisson de répartition (8) permettant de recycler l'air extrait sur la batterie de chauffe (7).

25 Dans le second exemple de réalisation illustré par les figures 2 et 2a, le circuit de recyclage est obtenu par le conduit (6) qui traverse le conduit (5) en aval de la zone L et débouche également à l'intérieur du caisson de répartition (8). La partie minoritaire de 30 l'air extrait est évacuée par un conduit (5b) disposé dans le prolongement du conduit (5) et qui est de section plus réduite.

Dans ces deux exemples de réalisation, des volets 35 réglables (9,10) sont prévus à l'intérieur de chacun des

circuits pour régler les débits d'air et avoir un régime linéaire.

Eventuellement, ainsi que cela ressort du schéma 5 illustré à la figure 3, les deux conduits permettant la circulation des deux flux peuvent déboucher à l'intérieur du caisson de répartition (8). Ce dernier est alors réalisé en deux parties de telle sorte que l'air et la vapeur rejetés par le circuit véhiculant le flux 10 minoritaire soient traités préalablement dans un échangeur condenseur (11) permettant un abaissement de température et une désydratation suffisante de l'air rejeté. Le flux d'air principal est recyclé directement par le compartiment (12) du caisson (8) présentant la plus 15 grande section, alors que l'air sortant de l'échangeur (11) est recyclé par l'autre compartiment (13) de section plus faible.

Dans tous les modes de réalisation, il est préférable 20 que le caisson (8) de diffusion et de répartition de l'air recyclé sur la batterie de chauffe (7) de l'appareil ne soit pas monté de façon étanche avec celle-ci. Cela peut être obtenu, comme illustré sur les schémas, en prévoyant un léger espace entre la surface 25 chauffante externe du caisson (8) et la surface aspirante de la batterie (7). Cela permet, non seulement de nettoyer la batterie mais également et surtout, d'assurer les apports d'air ambiant frais éventuellement nécessaires.

30

Par rapport aux solutions antérieures, le procédé conforme à l'invention, ainsi que les installations permettant sa mise en oeuvre, présente de nombreux avantages. En effet, la plus grande partie de l'air nécessaire 35 saire à l'appareil de séchage étant l'air chaud d'ex-

traction recyclé en permanence sur la batterie de chauffage, cette masse d'air est pratiquement la même et sa température s'élève rapidement en tous les points de l'installation, particulièrement dans l'appareil de séchage, ce qui entraîne une forte augmentation des différences de température entre le liquide à évaporer et l'air chaud de séchage sans nécessiter une température plus élevée pour la batterie de chauffe. Cette élévation de température entraîne un échange plus rapide de chaleur entre l'air chaud et le liquide à évaporer, donc un séchage plus rapide.

Par ailleurs, cette haute température d'air de séchage, rapidement voisine de celle de la batterie de chauffe, devient supérieure à celle de condensation de la vapeur de séchage recyclée jusqu'en fin de séchage ; ainsi, aucune condensation ne résulte du recyclage avec l'air chaud d'une partie de la vapeur de séchage.

Par ailleurs, le volume d'air rejeté sur l'appareil et non recyclé directement sur la batterie de chauffe est réduit au minimum et est réglable à volonté ; l'énergie unitaire consommée est donc la plus réduite puisque égale à celle nécessaire à la chaleur totale d'évaporation plus la chaleur sensible sur l'air non recyclé plus les pertes unitaires par rayonnement de l'installation qui sont réduites du fait d'un temps de séchage plus court.

Enfin, dans d'autres applications que le séchage d'articles textiles, par exemple dans le cas du séchage du bois, le procédé selon l'invention présente également des avantages additionnels. En effet, dans un tel cas, la part de vapeur de séchage recyclée sur l'appareil de séchage avec l'air chaud accroît la vitesse de l'échange

thermique nécessaire au séchage et favorise en outre les phénomènes d'osmose qui accroissent également cette vitesse et évitent la désiccation en surface des fibres perméables et, par suite, leur éclatement ultérieur en 5 cours d'opération sous l'effet de tension de vapeur interne.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits précédemment mais elle 10 en couvre toutes les variantes réalisées dans le même esprit. Ainsi, si dans les exemples qui précèdent, les deux conduits (5,6) sont disposés de manière concentrique, cela n'est pas impératif et une autre disposition pourrait être adoptée dans la mesure où elle permet 15 d'obtenir un écoulement linéaire des flux. Ainsi, on pourrait prévoir un décalage des conduits l'un par rapport à l'autre, voire même les faire tangenter ou avoir à la limite un cloisonnement. De même, la section des conduits n'est pas impérativement circulaire. Par ail- 20 leurs, les deux conduits (5,6) peuvent être montés de telle sorte que la distance  $L$  d'interpénétration soit réglable.

REVENDEICATIONS

1/ Procédé permettant de réduire au minimum les pertes d'énergie thermique sur l'air rejeté par les installations de séchage et d'accroître la productivité de ces installations, qui consiste à recycler en permanence sur la batterie de chauffe (7) de l'appareil (1) au moins une partie de l'air chaud extrait, caractérisé en ce que, à la sortie du ventilateur d'extraction (4), le flux d'air chaud rejeté en régime turbulent est subdivisé en deux flux élémentaires linéaires présentant le minimum de turbulence, l'un, le plus important, étant recyclé directement sur la batterie de chauffe (7), l'autre, très minoritaire, ayant un débit réglé au minimum nécessaire à l'évacuation des vapeurs de séchage, des moyens de réglage du débit étant prévus sur les deux conduits de circulation des deux flux.

2/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie minoritaire d'air est rejetée à l'extérieur avec la vapeur produite par le séchage.

3/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux flux d'air sont recyclés sur l'ensemble de chauffe (7) de l'installation.

4/ Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comporte, en aval du ventilateur d'extraction (4) des moyens permettant de diviser en deux flux élémentaires de régime linéaire, le flux d'air chaud rejeté en régime turbulent, l'un, le plus important, étant recyclé directement sur la batterie de chauffe (7), l'autre, minoritaire, ayant un débit réduit au minimum nécessaire à l'évacuation de la vapeur de séchage, ces

moyens étant constitués essentiellement de deux gaines (5,6) de section différente, disposées en aval du ventilateur d'extraction (4) de l'installation (1), ces deux gaines (5,6) étant disposées parallèlement et l'une 5 à l'intérieur de l'autre sur une partie (L) de leur longueur, au moins l'une des gaines étant reliée à un caisson de répartition (8) associé à l'ensemble de chauffe (7) et permettant de véhiculer une partie majoritaire de l'air extrait, l'autre, par l'intermédiaire 10 de laquelle est évacuée la partie restante de l'air et la vapeur extraits, étant associée à la précédente de telle sorte que l'écoulement d'air à l'intérieur de ces gaines soit réalisé en régime linéaire, des moyens de réglage (9,10) (volets) manuels ou automatiques, étant 15 prévus à l'intérieur de chacun des circuits.

5/ Installation selon la revendication 4, caractérisée en ce que les deux circuits véhiculant les deux flux élémentaires débouchent à l'intérieur d'un caisson 20 (8) de répartition et de diffusion de l'air chaud sur la batterie de chauffe (7).

6/ Installation selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisée en ce que le caisson (8) de diffusion et 25 de répartition de l'air recyclé sur la batterie de chauffe (7) de l'installation est monté de façon non étanche avec celle-ci.

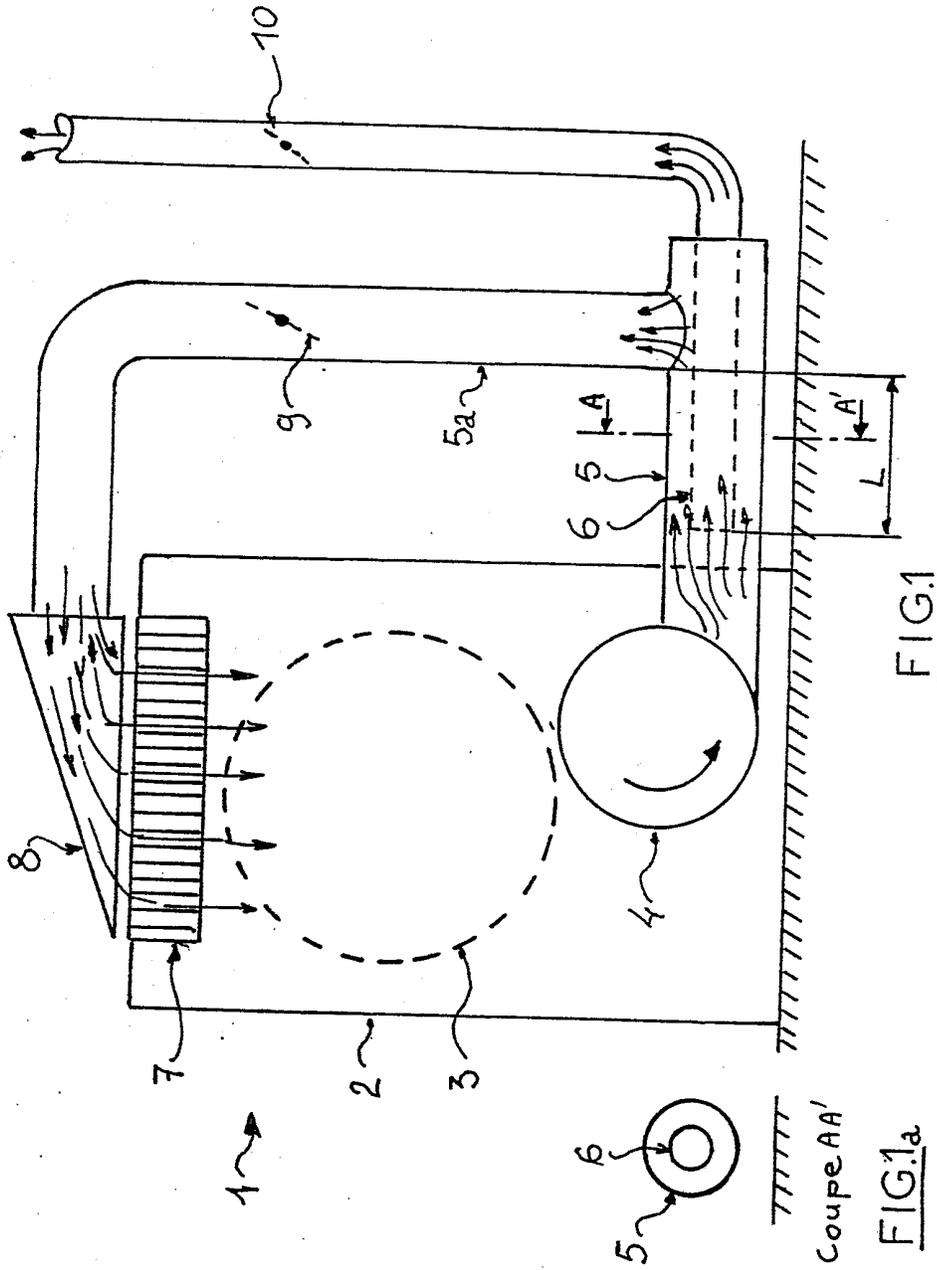


FIG. 1

FIG. 1.a

Coupe AA'



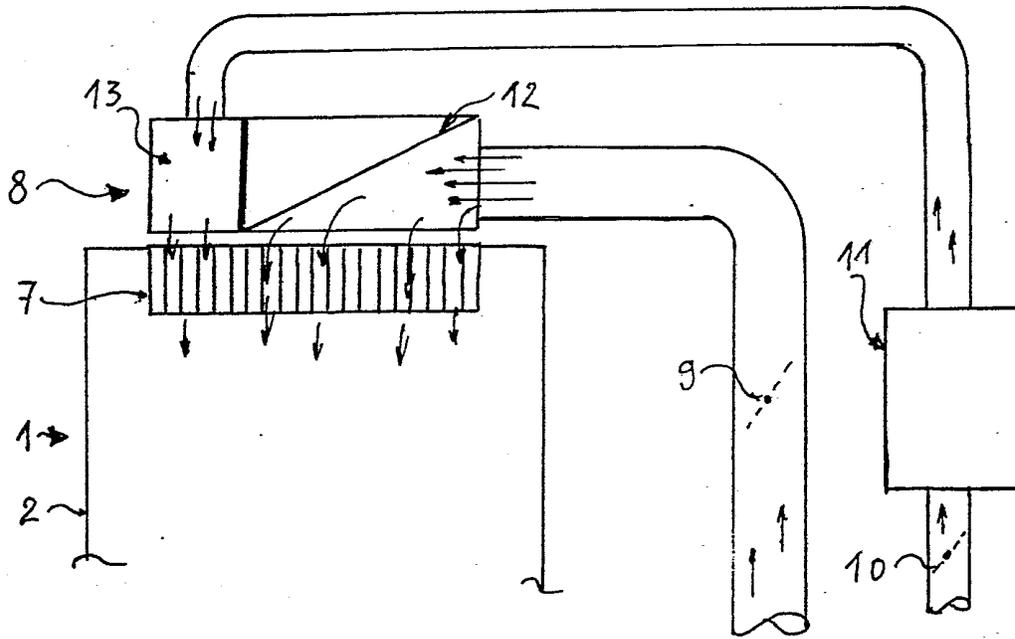


FIG.3