

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 642 668**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **89 01468**

⑤1 Int Cl⁸ : B 01 J 20/34; B 01 D 53/26, 53/04.

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 6 février 1989.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 32 du 10 août 1990.

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

⑦1 Demandeur(s) : *Pierre TREPAUD.* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : *Pierre Trepaud.*

⑦3 Titulaire(s) :

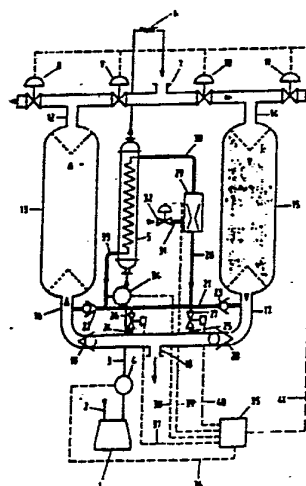
⑦4 Mandataire(s) : *Cabinet Flechner.*

⑤4 Procédé de régénération d'un adsorbeur d'une installation de dessiccation d'un gaz et installation permettant de le
mettre en œuvre.

⑤7 a) Installation de dessiccation d'un gaz.

b) Elle comprend un adsorbeur 13, un éjecteur 29 ayant un
ajutage d'aspiration 31 muni d'une vanne d'arrêt 32 et une
sonde de température 34 détectant la température à la sortie
d'un échangeur de chaleur 35 et commandant la fermeture de
la vanne 32 en fonction de cette température.

c) Dessiccation de l'air comprimé.



Procédé de régénération d'un adsorbeur d'une installation de dessiccation d'un gaz et installation permettant de le mettre en oeuvre.

La présente invention se rapporte aux procédés
5 de régénération des adsorbeurs d'une installation de dessiccation d'un gaz, notamment de l'air comprimé, ainsi qu'aux installations permettant de le mettre en oeuvre.

Pour régénérer un adsorbeur d'une installation de dessiccation d'un gaz, il est connu d'y faire passer
10 du gaz humide et chaud, par exemple à une température de 130°C, jusqu'à désorption, puis de refroidir l'adsorbeur par du gaz sec et froid, par exemple à une température de 30°C. Ce procédé en un stade de chauffage prolongé, suivi d'un stade de refroidissement prolongé, est relativement
15 long. Il ne s'accommode pas d'une variation temporaire de la puissance calorifique du dispositif de chauffage du gaz chaud provoquant le refroidissement de celui-ci. Il ne permet pas non plus d'harmoniser la durée de régénération d'un premier adsorbeur avec la durée de
20 fonctionnement en dessiccation d'un second adsorbeur monté en parallèle avec le premier, puisque la durée du stade de chauffage lors de la régénération est déterminée en fonction de la température du gaz chaud sans possibilité de variation, alors que la production de gaz
25 sec et donc la durée de fonctionnement de l'adsorbeur en dessiccation peuvent être variables.

Le procédé suivant l'invention de régénération d'un adsorbeur consiste à y faire passer du gaz humide et chaud, puis du gaz sec et froid, mais à entrecouper l'opération de passage du gaz humide et chaud d'un
5 passage de gaz sec, notamment de gaz sec et moins chaud, par exemple même de gaz sec et froid.

On aurait pu penser que ce passage intermédiaire de gaz sec et froid ou moins chaud allait refroidir l'adsorbeur que l'on cherche à réchauffer et
10 annihiler au moins en partie l'apport calorifique antérieur à l'adsorbeur. Mais en fait, il n'en est rien, car la teneur en humidité de l'adsorbant contenu dans l'adsorbeur varie en fonction du niveau, de sorte qu'il est avantageux de déplacer les calories qui s'accumulent
15 à l'extrémité de sortie, par laquelle les gaz sont amenés, vers l'extrémité d'entrée où le taux d'humidité est bien plus élevé. Le courant d'air froid ou moins chaud se réchauffe sur l'adsorbant chauffé à l'extrémité de sortie et transporte par convection la chaleur qui y
20 est accumulée vers l'extrémité d'entrée où elle est le plus nécessaire. Cette convection est d'autant plus utile que l'adsorbant est mauvais conducteur de la chaleur. Le refroidissement intermédiaire par le passage d'un courant de gaz sec et froid se traduit simplement par une
25 augmentation de la durée totale du cycle de régénération. Entrecouper de passages de gaz sec et froid ou moins chauds les passages de gaz humide et chaud permet d'utiliser une source de chaleur à puissance calorifique variable pour chauffer le gaz humide, puis que, si cette
30 source vient à céder une puissance calorifique insuffisante, on en profite pour intercaler un passage de gaz sec et froid. Il est alors possible d'utiliser comme source de puissance calorifique variable les gaz chauds sortant du compresseur de l'installation et
35 destinés à alimenter l'adsorbeur fonctionnant en

dessiccation, ce qui crée une relation entre la durée du cycle de régénération dans l'un des adsorbeurs et celle du cycle de dessiccation dans l'autre adsorbeur, avec la possibilité de les harmoniser même si elles varient.

5 L'invention vise également une installation de dessiccation d'un gaz, notamment d'air comprimé, qui comprend un adsorbeur ayant une entrée et une sortie, un éjecteur comportant, outre un conduit d'admission
10 communiquant avec une source de gaz sec, de préférence avec la sortie d'un second adsorbeur monté en parallèle avec le premier et fonctionnant en adsorption alors que le premier adsorbeur est régénéré, et un ajutage d'aspiration communiquant avec une source d'air humide, de préférence avec l'atmosphère, un conduit de
15 refoulement communiquant, en passant par le circuit pour du fluide secondaire d'un échangeur de chaleur disposé en dehors de l'adsorbeur avec la sortie de l'adsorbeur. Suivant l'invention, une source calorifique de puissance variable alimente le circuit du fluide primaire de
20 l'échangeur de chaleur, cette source étant notamment un compresseur de gaz alimentant l'installation et communiquant notamment avec l'entrée du second adsorbeur. L'installation comprend un dispositif de détermination de la puissance calorifique reçue par le fluide secondaire
25 dans l'échangeur de chaleur et des moyens destinés à fermer une vanne d'arrêt montée sur l'ajutage d'aspiration lorsque la puissance calorifique reçue par le fluide secondaire dans l'échangeur de chaleur devient inférieur à un seuil donné.

30 Le passage du stade de chauffage du cycle de régénération à un stade intermédiaire de passage de gaz sec s'effectue automatiquement et simplement par la fermeture de la vanne d'arrêt lorsque le seuil donné est franchi. L'adsorbeur ne reçoit plus un mélange du gaz sec
35 et du gaz humide provenant de l'ajutage d'aspiration,

mais simplement le gaz sec en un débit moindre qu'auparavant, mais encore suffisant pour régénérer l'adsorbeur, tant en raison de la température du gaz qui reste assez élevé que de sa faible teneur en humidité.

5 Le dispositif de détermination de la puissance calorifique peut être une sonde de repérage de la température du fluide secondaire monté en aval de l'échangeur de chaleur. Ce peut être aussi un débitmètre monté sur le circuit pour le fluide primaire de
10 l'échangeur de chaleur.

Suivant une variante, permettant tout particulièrement la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention, il est prévu une minuterie définissant la période de chauffe et des moyens modifiant le réglage de
15 cette minuterie pendant la durée où la puissance calorifique reçue par le fluide secondaire est inférieure au seuil fixé, de façon à accroître la durée de la période de chauffe, pour tenir compte de ce transfert réduit de chaleur. On obtient ainsi l'effet de convection
20 mentionné précédemment dans l'absorbeur en régénération et grâce à la minuterie, la durée de la période de régénération est harmonisée avec le fonctionnement du compresseur.

Suivant une variante, le dispositif de
25 détermination de la puissance calorifique comporte un premier élément déterminant un premier seuil de la puissance calorifique reçue par le fluide secondaire, par exemple un débitmètre monté comme indiqué ci-dessus et un second élément déterminant un second seuil inférieur au
30 premier seuil de la puissance calorifique reçue par le fluide secondaire, par exemple une sonde de température telle qu'indiquée ci-dessus. Une vanne d'admission est montée sur le conduit d'admission et une minuterie définit la durée d'ouverture de la vanne d'admission, des
35 moyens étant prévus en vue de modifier le réglage de la

minuterie en fonction de la durée pendant laquelle la puissance calorifique reçue par le fluide secondaire est inférieure au second seuil, mais est supérieure au premier seuil.

- 5 De préférence, les moyens modifiant le réglage de la minuterie la règlent différemment suivant que le premier ou le second seuil a été franchi.

Il est prévu un système comprenant deux électrovannes sur l'admission d'air sec permettant de
10 court-circuiter l'échangeur de chaleur de façon à n'admettre dans l'adsorbeur en régénération que de l'air sec et froid, après fermeture de la vanne d'aspiration quand la période de chauffe, définie par la minuterie, est terminée. Ce balayage d'air sec et froid assure le
15 refroidissement de l'absorbeur, en transférant la chaleur contenue dans la zone de sortie vers la zone d'entrée humide.

Aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple :

- 20 La figure 1 est un schéma d'une installation suivant l'invention, et

La Figure 2 est un graphique illustrant le procédé suivant l'invention.

L'installation suivant l'invention comprend un
25 compresseur 1 alimenté par un conduit 2 et communiquant par un conduit 3, sur lequel est monté un débitmètre 4, avec l'entrée du circuit primaire d'un échangeur de chaleur 5. Le conduit de sortie du circuit primaire de l'échangeur 5 débouche, en passant par un dispositif de
30 refroidissement 6 où le gaz est ramené à une température de 30°C environ dans un collecteur d'entrée 7 de l'installation sur lequel sont montées quatres vannes 8, 9, 10 et 11. Le collecteur d'entrée 7 débouche, lorsque la vanne 9 est ouverte et lorsque la vanne 8 est fermée,
35 dans l'entrée 12 d'un premier adsorbeur 13 garni de

produit adsorbant l'humidité. Le collecteur 7 débouche dans l'entrée 14 d'un second adsorbeur 15, quand la vanne 10 est ouverte et quand la vanne 11 est fermée. La vanne 9 est fermée quand la vanne 10 est ouverte et
5 inversement. Les sorties 16 et 17 des adsorbeurs 13 et 15 communiquant toutes deux avec un collecteur de sortie 18 commun, avec interposition de clapets anti-retour 19 et 20 autorisant le passage d'un gaz dans le sens des adsorbeurs 13, 15 vers le collecteur de sortie 18, mais
10 interdisant le passage en sens opposé. Entre les sorties 16 et 17 des deux adsorbeurs 13, 15 s'étend en outre un conduit 21 muni de deux clapets anti-retour 22, 23. Le clapet anti-retour 22 interdit le passage du gaz dans le sens allant de la sortie 16 à la sortie 17. Le clapet
15 anti-retour 23 interdit le passage du gaz dans le sens allant de la sortie 17 à la sortie 16.

Sur le collecteur de sortie 18 sont branchées deux dérivation 24, 25 munies de vannes d'admission 26, 27. La dérivation 24 débouche dans le conduit 21 entre
20 les deux clapets anti-retour 22, 23. La dérivation 25 se poursuit en un conduit d'admission 28 d'un injecteur 29 muni d'un conduit de refoulement 30 et d'un ajutage d'aspiration 31 débouchant à l'extérieur avec interposition d'une vanne d'arrêt 32. Le conduit de
25 refoulement 30 débouche à l'entrée du circuit pour le fluide secondaire de l'échangeur de chaleur 5. Ce circuit secondaire sort de l'échangeur de chaleur 5 par un conduit 33 qui débouche dans le conduit 21 entre le clapet anti-retour 22 et le point où débouche la
30 dérivation 24. Sur le conduit 33 est montée une sonde 34 de repérage de la température.

Un automate 35 à minuterie est relié par un conducteur 36 au débitmètre 4, par un conducteur 37 à la vanne 26, par un conducteur 38 à la sonde de température
35 34, par un conducteur 39 à la vanne d'arrêt 32, par un

conducteur 40 à la vanne 27 et par un conducteur 41, qui se subdivise en quatre branches aux vannes 8, 9, 10 et 11.

L'installation fonctionne de la manière
5 suivante :

A la figure 1 l'adsorbeur 13 est en régénération et l'adsorbeur 15 fonctionne en dessiccation. Les vannes 9 et 11 sont fermées. Les vannes 8 et 10 sont ouvertes. La vanne 32 est ouverte. La vanne
10 27 est ouverte. La vanne 26 est fermée. Du gaz comprimé provenant du compresseur 1 parvient par le conduit 3 dans le circuit primaire de l'échangeur de chaleur 5 et y cède la chaleur au fluide du circuit secondaire. Après avoir été refroidi dans le dispositif de refroidissement 6, le
15 gaz pénètre dans le collecteur d'entrée 7 et traverse l'adsorbeur 15. Il ressort par la sortie 17 en étant desséché et en ayant une température de 40°C environ. Il ressort de l'installation par le collecteur de sortie 18, une fraction du gaz sec, par exemple de 2 à 5 %, étant dérivée par le conduit 25 et passant dans
20 l'éjecteur 29 où elle entraîne une certaine quantité d'air humide amené par l'ajutage d'aspiration 31. Le mélange de gaz sec et d'air humide sensiblement à la température ambiante pénètre dans l'échangeur de chaleur
25 5 par le conduit et y est portée à une température plus élevée, par exemple de 130°C. Ce mélange réchauffé sort par le conduit 33 et passe par le conduit 21 en traversant le clapet anti-retour 22. Il arrive ainsi à la sortie 16 de l'adsorbeur 13 et chauffe l'adsorbant se
30 trouvant dans cet adsorbeur. Le gaz ressort par la l'entrée 12 et s'échappe à l'extérieur en passant par la vanne 8 qui est ouverte.

Lorsque le débit de gaz chaud fourni par le compresseur 1 devient inférieur à un seuil donné, comme
35 le constate le débitmètre 4, celui-ci donne l'ordre par

ligne 36 à l'automate 35, d'une part par la ligne 39 de fermer la vanne 32 et d'autre part d'augmenter la durée du cycle de chauffage de l'adsorbeur 13, c'est-à-dire d'augmenter la durée d'ouverture de la vanne 27 de la
5 dérivation 25. En cet état, du gaz sec continue à passer dans l'éjecteur 29, mais il n'est pas mélangé à de l'air ambiant provenant de l'ajutage d'aspiration 31. Ce gaz en une quantité sensiblement inférieure à celle du mélange de gaz et d'air qui passait auparavant dans le
10 conduit 30, est réchauffé suffisamment dans l'échangeur de chaleur 5, bien que le débit de gaz de chauffage provenant du compresseur soit moindre, pour continuer à sortir par le conduit 33 à une température de 130°C environ et à être envoyé à cette température dans
15 l'adsorbeur 13 pour le régénérer tant par sa température que par le fait qu'il contient peu d'humidité. Comme la quantité de chaleur apportée par une unité de temps est cependant bien moindre qu'auparavant, le chauffage et donc la régénération exigeront plus de temps et c'est
20 pourquoi l'automate 35 est programmé de manière à augmenter la durée du cycle de chauffage, c'est-à-dire la durée d'ouverture de la vanne 27. On constate que cette augmentation de durée du cycle de régénération coïncide avec une augmentation de la durée de fonctionnement en
25 dessiccation de l'adsorbeur 15, puisqu'il y passe un débit de gaz à dessécher qui est moindre qu'auparavant.

Si le débit de gaz provenant du compresseur 1 diminue encore davantage, au point que la température du gaz passant dans le conduit 33, et qui est repérée par
30 la sonde 34, diminue au-delà de ce qui est admissible, par exemple devient inférieur à 120°C, la ligne 38 transmet cette information à l'automate 35 qui augmente en conséquence la durée du cycle de régénération. En cet état, du gaz relativement froid sort par le conduit 33 de
35 l'échangeur de chaleur 5 et pénètre dans l'adsorbeur 13.

La quantité de chaleur apportée précédemment à l'adsorbeur 13 et qui s'était accumulée dans la partie inférieure, c'est-à-dire près de la sortie 16 de l'adsorbeur, est transportée par convection par ce courant
5 de gaz froid vers une partie supérieure de l'adsorbeur 13, qui justement est plus humide que la partie proche de la sortie 16. Ce transport de chaleur par convection rend la régénération de l'adsorbeur 13 plus rapide. La durée du cycle peut être diminuée. A la figure 2 on a
10 apporté en abscisses à droite les températures en °C et en abscisses à gauche le pourcentage d'humidité dans l'adsorbant. On a porté en ordonnées les niveaux dans l'adsorbant 13. La courbe 0 correspond à l'humidité dans l'adsorbant juste avant que ne commence le cycle de
15 régénération. La courbe 1 donne la température régnant dans l'adsorbeur 13 au début de la régénération, alors qu'il a reçu déjà depuis un certain un mélange à 150°C et qu'il a été chauffé en conséquence. La courbe 2 correspond au transport de cette quantité de chaleur vers
20 le haut de l'adsorbeur dû à un passage ultérieur de gaz sec et moins chaud. La chaleur a été transportée par convection vers le haut de l'adsorbeur. Le déplacement se continue suivant la courbe 3 au fur et à mesure que le temps s'écoule pour se terminer par la courbe 4. On
25 constate que l'apport d'une moindre quantité de chaleur, faisant suite à l'apport d'une grande quantité de chaleur conformément à la courbe 1, se traduit cependant par une diminution nette de l'humidité dans l'adsorbant.

Si la température repérée par la sonde 34
30 s'élève à nouveau et passe le seuil prescrit, l'automate 35 modifie le réglage de la minuterie en conséquence. Si le débit de gaz détecté par le débitmètre 4 augmente à nouveau, l'automate 35 commande en conséquence la minuterie et donc la durée d'ouverture de la vanne 27 et
35 ouvre à nouveau la vanne 32.

En fin de cycle de chauffage, avec intercalation de passages de gaz sec et moins chaud comme décrit ci-dessus, l'automate 35 commande la fermeture de la vanne 27 et l'ouverture de la vanne 26.

5 Du gaz froid et sec provenant de la sortie 17 de l'adsorbeur 15 passe dans la dérivation 24 dans le conduit 21 et atteint en traversant le clapet anti-retour 22 la sortie 16 de l'adsorbeur 13 pour venir refroidir cet adsorbeur 13.

REVENDICATIONS

1. Procédé de régénération d'un adsorbeur qui consiste à y faire passer du gaz humide et chaud, puis du gaz sec et moins chaud, caractérisé en ce qu'il
5 consiste à entrecouper l'opération de passage du gaz humide et chaud d'un passage de gaz sec

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à entrecouper l'opération de passage du gaz humide et chaud d'un
10 passage de gaz sec et moins chaud.

3. Installation de dessiccation d'un gaz, comprenant un adsorbeur (13) ayant une entrée (12) et une sortie (16), un éjecteur (29) comportant, outre un conduit d'admission (28) communiquant avec une source de
15 gaz sec, de préférence avec la sortie (17) d'un second adsorbeur (15) monté en parallèle avec le premier et fonctionnant en adsorption alors que le premier adsorbeur est régénéré, et un ajutage d'aspiration (31) communiquant avec une source d'air humide, de préférence
20 avec l'atmosphère, un conduit de refoulement (30) communiquant, en passant par le circuit pour du fluide secondaire d'un échangeur de chaleur (5) disposé en dehors de l'adsorbeur (13), avec la sortie (16) de l'adsorbeur (13), caractérisée en ce qu'elle comprend :

25 - une source calorifique (1), de puissance variable, alimentant le circuit du fluide primaire de l'échangeur de chaleur (5),

- un dispositif (4,34) de détermination de la puissance calorifique reçue par le fluide secondaire dans l'échangeur de chaleur (5), et

5 - des moyens (35,39) destinés à fermer une vanne d'arrêt (32) montée sur l'ajutage d'aspiration (31), lorsque la puissance calorifique reçue par le fluide secondaire dans l'échangeur de chaleur (5) devient inférieure à un seuil donné.

10 4. Installation suivant la revendication 3, caractérisée en ce que la source calorifique (1) de puissance variable est un compresseur de gaz alimentant le second adsorbeur (15).

15 5. Installation suivant la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que le dispositif de détermination de la puissance calorifique est une sonde (34) de repérage de la température du fluide secondaire, montée en aval de l'échangeur de chaleur (5).

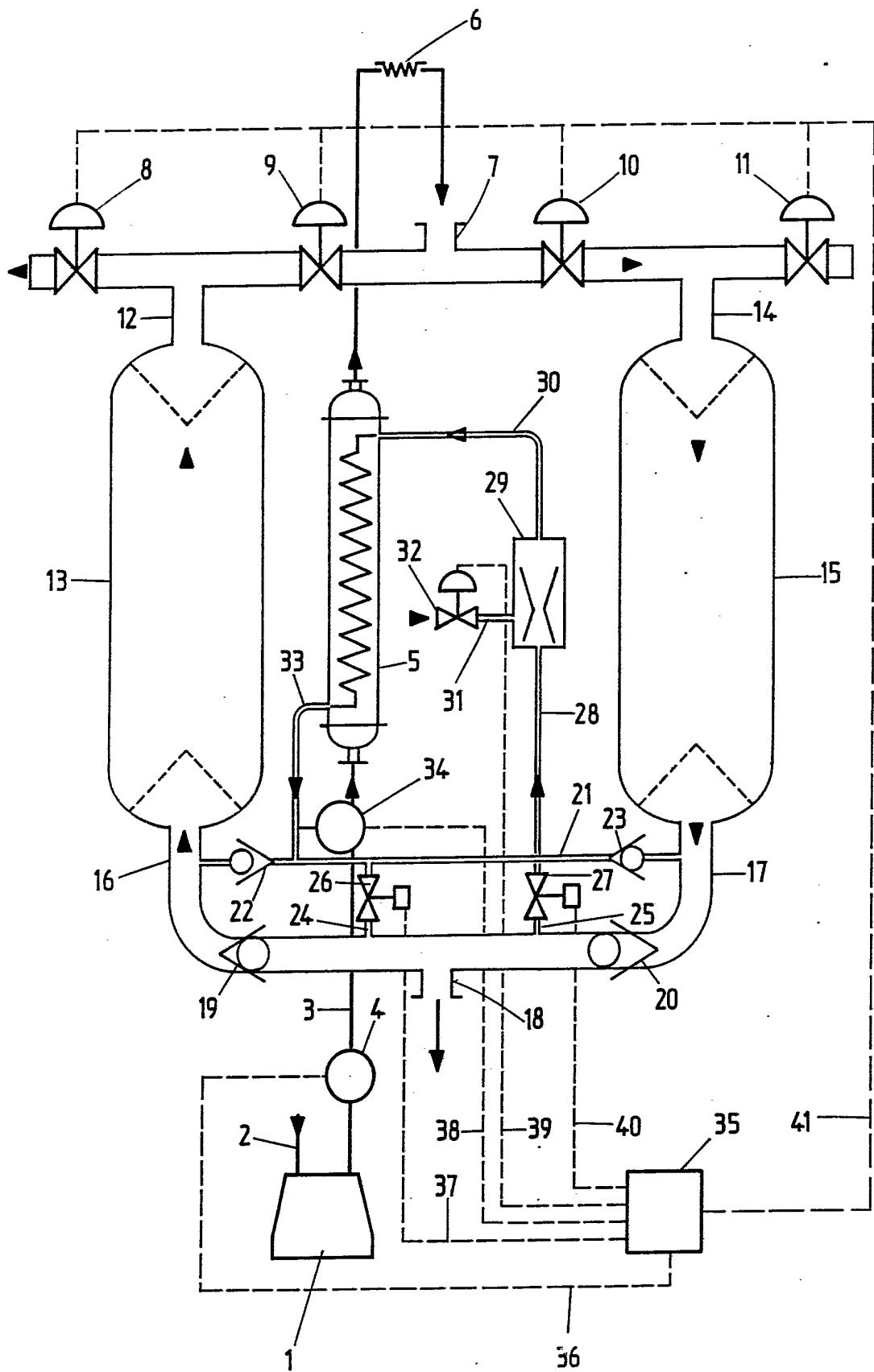
20 6. Installation suivant l'une des revendications 3 ou 4, caractérisée en ce que ce dispositif de détermination de la puissance calorifique est un débitmètre (4) monté sur le circuit pour le fluide primaire de l'échangeur de chaleur (5).

25 7. Installation suivant l'une des revendications 3 à 6, caractérisée en ce qu'elle comprend une minuterie définissant la durée d'ouverture d'une vanne d'admission (27) montée sur le conduit d'admission (28) et des moyens modifiant le réglage de la minuterie (35) en fonction de la durée pendant laquelle la
30 puissance calorifique reçue par le fluide secondaire est inférieure au seuil donné.

8. Installation suivant la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que le dispositif de détermination de la puissance calorifique comporte un premier élément
35 (4) déterminant un premier seuil de la puissance

calorifique reçue par le fluide secondaire et un second élément (34) déterminant un second seuil, inférieur au premier seuil, de la puissance calorifique reçue par le fluide secondaire.

- 5 9. Installation suivant la revendication 8, caractérisée par une minuterie définissant la durée d'ouverture d'une vanne d'admission (27) montée sur le conduit d'admission (28) et des moyens modifiant différemment le réglage de la minuterie en
- 10 fonction de la durée pendant laquelle la puissance calorifique reçue par le fluide, suivant que le premier ou le second seuil a été franchi.



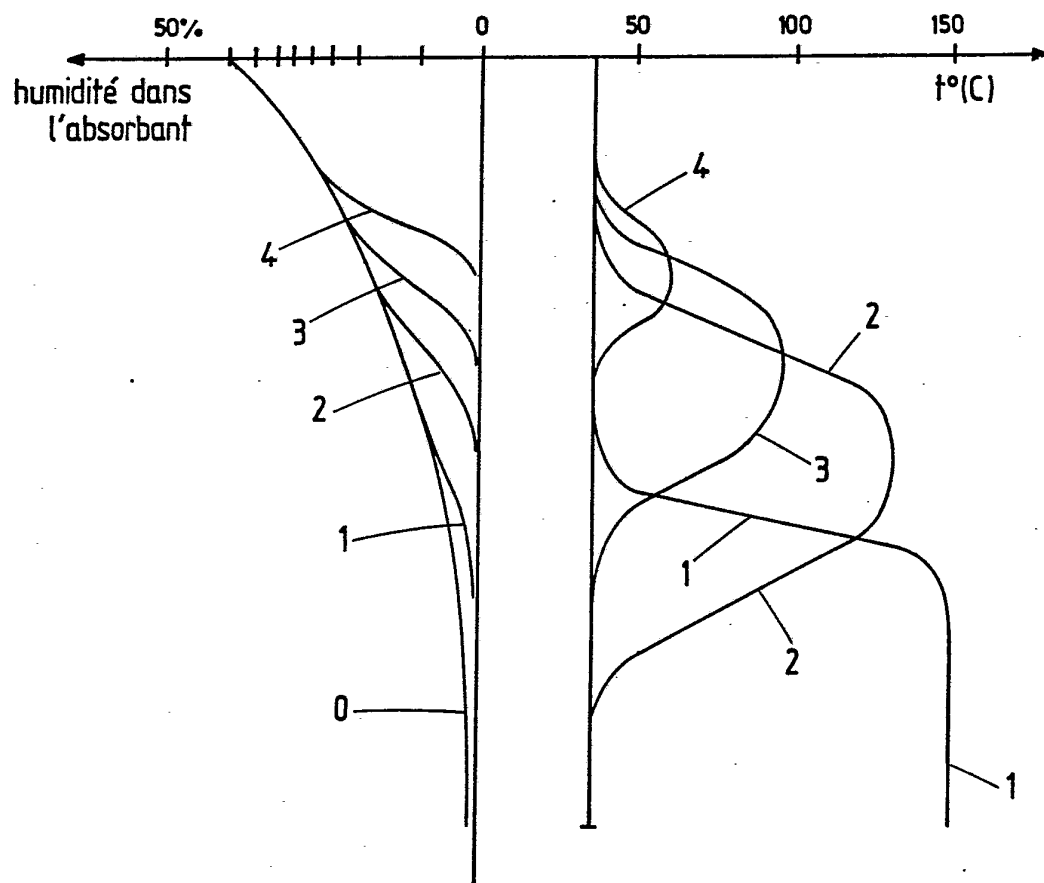


FIG-2