

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 493 298

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 23326

(54)

Procédé de déminéralisation de l'eau.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. ³). C 02 F 1/04.

(22)

Date de dépôt..... 31 octobre 1980.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 7-5-1982.

(71)

Déposant : ODESSKY INZHENERNO-STROITELNY INSTITUT, résidant en URSS.

(72)

Invention de : Valery Stepanovich Maisotsenko, Alexandr Bentsionovich Tsimerman et Mikhail Gershovich Zexer.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Marc-Roger Hirsch, conseil en brevets,
34, rue de Bassano, 75008 Paris.

PROCEDE DE DEMINERALISATION DE L'EAU.

La présente invention se rapporte au domaine du traitement de l'eau, et plus précisément, à la déminéralisation de l'eau, par exemple de l'eau de mer ou des eaux salées continentales. L'eau déminéralisée obtenue peut être utilisée aussi bien pour des besoins domestiques que pour des besoins industriels.

5 On connaît un procédé de déminéralisation de l'eau salée consistant à évaporer l'eau de solutions aqueuses salines par mise en contact de la solution avec l'air et à condenser la vapeur dans de l'air (V.N. Slessarenko, "Les méthodes modernes de déminéralisation des eaux de mer et salées", 1973, Editions "Energia", Moscou, p. 47-48).

10 Cependant, dans le procédé connu de déminéralisation des eaux salines, l'évaporation de l'eau de la solution saline au contact de cette solution avec l'air est réalisée par apport d'une quantité notable d'énergie thermique à haut potentiel, ce qui est fort onéreux (~ 600 kcal/kg à la pression atmosphérique, ce qui correspond à 695 W/kg d'eau déminéralisée).

15 Le but de la présente invention est de remédier à l'inconvénient précité.

Le présent procédé de déminéralisation des eaux salées comprenant l'évaporation de l'eau dans la solution aqueuse saline par mise en contact de la solution avec l'air et la condensation de la vapeur d'eau dans l'air a pour but de modifier les conditions d'évaporation et de condensation de manière
20 à exclure les dépenses énergétiques requises pour l'évaporation de l'eau.

L'invention concerne un procédé de déminéralisation des eaux salées dans lequel l'évaporation de l'eau de la solution aqueuse saline est effectuée par mise en contact de la solution et de l'air sous forme de courants primaire et secondaire, le courant primaire étant amené dans la zone de
25 refroidissement tandis que le courant secondaire et la solution aqueuse saline sont amenés dans une zone d'évaporation dans laquelle le courant secondaire est humidifié par l'eau en voie de vaporisation de la solution aqueuse saline, grâce à la différence psychrométrique des températures, jusqu'à une augmentation de la teneur en humidité du courant secondaire
30 par rapport à la teneur initiale de 3,5 à 116 g/kg, tandis qu'en s'humidifiant,

le courant d'air secondaire refroidit le courant d'air primaire se trouvant dans la zone de refroidissement et le courant d'air secondaire obtenu en prélevant de 20 à 90% en volume du courant d'air primaire après son passage par la zone de refroidissement, la condensation de la vapeur d'eau étant
5 réalisée par amenée dans la zone de condensation du courant d'air secondaire ayant traversé la zone d'évaporation et contenant la vapeur d'eau et des 80 à 10% en volume restants du courant d'air primaire ayant traversé la zone de refroidissement.

Etant donné que l'évaporation de l'eau de la solution aqueuse saline
10 au contact de la solution avec l'air et la condensation de la vapeur d'eau de l'air sont réalisées exactement comme décrit ci-dessus, il devient possible de vaporiser l'eau de la solution aqueuse saline non par amenée d'énergie de l'extérieur comme dans le procédé connu, mais grâce à la différence psychrométrique des températures. Dans le procédé selon l'invention,
15 en humidifiant le courant d'air secondaire par les vapeurs d'eau dans la zone d'évaporation, on prélève la chaleur latente de vaporisation du courant secondaire. Grâce à l'échange de chaleur entre le courant d'air secondaire et le courant primaire, ce courant primaire se refroidit dans la zone de refroidissement, tandis que le courant secondaire se réchauffe de façon
20 correspondante dans la zone d'évaporation. Par conséquent, on réalise simultanément deux processus conjugués, indispensables à la déminéralisation de l'eau, à savoir:

- 1 — l'humidification du courant d'air secondaire par la vapeur d'eau, et
- 2 — le refroidissement du courant d'air primaire.

25 Les processus précités se déroulent sans apport d'énergie externe.

Comme le courant d'air secondaire est créé par prélèvement d'une partie (de 20 à 90% en volume) du courant primaire refroidi, il est ainsi possible d'atteindre l'abaissement maximum de la température du courant d'air primaire après son passage dans la zone de refroidissement, c'est-à-dire d'atteindre
30 une température proche de celle du point de rosée. De cette façon, le courant d'air primaire, à la sortie de la zone de refroidissement, présente toujours la température basse requise pour assurer la condensation des vapeurs d'eau du courant d'air secondaire ayant traversé la zone d'évaporation.

On peut conclure de ce qui précède qu'il est possible sans amenée
35 d'énergie de l'extérieur, d'obtenir de l'air humidifié par la vapeur d'eau et de l'air froid sec. L'échange de chaleur entre ces courants d'air provoque la condensation de la vapeur d'eau, c'est-à-dire que l'on obtient de l'eau déminéralisée.

Ainsi, le procédé selon l'invention permet d'obtenir de l'eau déminéralisée à partir de solutions aqueuses de sels sans apport d'énergie de l'extérieur, ce qui simplifie et rend moins cher le procédé tout entier. Seule est dépensée une quantité insignifiante d'énergie électrique pour
5 entraîner un ventilateur, nécessaire au transport ou transfert des courants d'air. Des dépenses d'énergie analogues sont aussi prévues pour le déplacement des courants d'air dans le procédé connu de déminéralisation de l'eau décrit ci-dessus. Le procédé selon l'invention permet d'obtenir de l'eau déminéralisée à partir de l'eau de mer et des eaux salées continentales à
10 des teneurs variées en sels.

Comme il a été indiqué ci-dessus, le courant d'air secondaire est humidifié dans la zone d'évaporation par l'eau se vaporisant de la solution aqueuse saline jusqu'à ce que la teneur en eau du courant secondaire augmente de 3,5 à 116 g/kg par rapport à sa teneur initiale. Une augmentation de la
15 teneur en eau du courant d'air secondaire inférieure à 3,5 g/kg n'est possible que dans le cas où tout (ou presque tout) le courant d'air primaire, après son passage par la zone de refroidissement, est prélevé et dirigé dans la zone d'évaporation comme courant secondaire. Dans ce cas, il manque (ou il n'existe qu'une faible quantité de) la partie indispensable du courant
20 primaire qui, après le passage de la totalité du courant par la zone de refroidissement, doit être dirigée vers la condensation. Ainsi, il est impossible d'obtenir de l'eau déminéralisée par condensation de la vapeur d'eau du courant d'air secondaire passé par la zone d'évaporation. L'augmentation de la teneur en eau du courant d'air secondaire dans la zone
25 d'évaporation au-dessus de 116 g/kg est impossible parce que, dans ce cas, la température initiale du courant d'air primaire serait supérieure à 100°C, ce qui est impossible dans les conditions naturelles du climat de la Terre. Le chauffage artificiel du courant d'air primaire jusqu'à des températures supérieures à 100°C pour la réalisation du procédé n'est pas rationnel vu
30 qu'à ces températures les solutions aqueuses salines sont au-dessus de leur point d'ébullition et que, dans ce cas, il est préférable de réaliser le procédé de déminéralisation de l'eau salée par une autre méthode (connue).

Conformément au procédé selon l'invention, on obtient le courant d'air secondaire par prélèvement de 20 à 90% en volume du courant d'air primaire
35 après son passage dans la zone de refroidissement. En cas de prélèvement, d'un volume inférieur à 20%, du courant d'air primaire pour obtenir le courant d'air secondaire, la baisse de la température du courant d'air primaire, après son passage dans la zone de refroidissement sera insignifiante.

Ceci, à son tour, ne permet pas de réaliser la condensation des vapeurs d'eau du courant secondaire par une partie de courant primaire admise à la condensation étant donné que la température du courant primaire est au-dessus du point de rosée du courant d'air secondaire humidifié. Dans le cas du prélèvement d'un volume supérieur à 90% en volume du courant d'air primaire pour obtenir le courant d'air secondaire, la quantité d'air refroidie, amenée à la condensation sous forme de la partie restante (moins de 10% en volume) du courant d'air primaire, est insuffisante, ce qui aboutit à une réduction de la quantité de condensat obtenu, c'est-à-dire d'eau déminéralisée.

10 Afin d'augmenter l'efficacité de l'évaporation de l'eau, il est recommandé de chauffer le courant d'air primaire avant son arrivée dans la zone de refroidissement à une température de l'ordre de 40 à 100°C. Le courant d'air primaire arrive alors dans la zone de refroidissement à une température plus élevée que celle de l'air ambiant. Comme entre le courant d'air primaire, 15 passant par la zone de refroidissement, et le courant d'air secondaire, passant par la zone d'évaporation, s'effectue un échange de chaleur, le courant d'air secondaire, à la sortie de la zone d'évaporation, présente une température proche de celle du courant d'air primaire chauffé arrivant à la zone de refroidissement. Autrement dit, le courant d'air secondaire se 20 réchauffe également et présente une température plus élevée dans la zone d'évaporation. Étant donné que dans la zone d'évaporation le courant d'air secondaire s'humidifie en continu par l'eau se vaporisant de la solution aqueuse saline, dans le courant secondaire, dont la température est plus élevée, s'évapore une plus grande quantité d'eau de la solution et, par 25 conséquent, le courant d'air secondaire présente, à la sortie de la zone d'évaporation, une teneur en eau beaucoup plus élevée. En définitive, on obtient un rendement plus élevé en eau déminéralisée lors de la condensation de la vapeur d'eau du courant d'air secondaire.

Le chauffage du courant d'air primaire, avant son arrivée dans la 30 zone de refroidissement, au-dessous de 40°C, n'est pas avantageux attendu que la température de l'air ambiant en été est proche de la température de chauffage indiquée. Le chauffage du courant d'air primaire, avant son arrivée dans la zone de refroidissement, au-dessus de 100°C est techniquement injustifiable parce que à cette température de chauffage les solutions 35 aqueuses salines sont à leur point d'ébullition et, dans ce cas, il est rationnel de déminéraliser l'eau, par exemple, par un procédé de distillation connu au lieu du procédé selon l'invention.

Pour rendre plus efficace la condensation de la vapeur d'eau contenue dans le courant d'air secondaire, il est recommandé de réaliser la condensation en arrosant le courant d'air primaire avec la solution aqueuse saline. L'eau de la solution aqueuse saline indiquée s'évapore alors dans le courant d'air primaire précité, c'est-à-dire dans la partie (80 à 10% en volume) du courant primaire qui est admise dans la zone de condensation.

Lors de l'évaporation, on dépense la chaleur latente de vaporisation prélevée dans la zone de condensation du courant d'air secondaire. Donc, la chaleur de condensation du courant d'air secondaire est prélevée dans la zone de condensation non seulement pour le chauffage du courant d'air primaire refroidi, mais aussi, en plus, pour le compte de la chaleur latente de vaporisation, dépensée lors de l'évaporation de l'eau de la solution aqueuse saline dans la partie du courant d'air primaire qui est amenée dans la zone de condensation. Tout ceci permet d'augmenter le rendement en eau déminéralisée, c'est-à-dire de rendre plus efficace la condensation.

Le procédé de déminéralisation de l'eau selon l'invention est réalisé de la manière suivante:

Le courant d'air primaire (air ambiant) est envoyé dans la zone de refroidissement où il est mis en contact avec la surface sèche d'échange de chaleur, et se refroidit à une température inférieure à celle du thermomètre mouillé. La température minimale de refroidissement est proche de celle du point de rosée.

Après le passage de la zone de refroidissement, on prélève de 20 à 90% en volume du courant d'air primaire que l'on envoie à titre de courant d'air secondaire dans la zone d'évaporation. Dans la zone d'évaporation, le courant d'air secondaire est mis en contact avec la surface échangeuse de chaleur humidifiée par la solution aqueuse saline. L'humidification de la surface d'échange de chaleur dans la zone d'évaporation s'effectue, soit naturellement, par exemple par mouillage naturel par les pores et les capillaires, soit par mouillage forcé, par exemple par pulvérisation de la solution aqueuse de sels ou par son arrosage.

Par contact du courant d'air secondaire dans la zone d'évaporation, il se produit un échange de chaleur et de masse, le courant précité est alors humidifié par l'eau s'évaporant de la solution aqueuse saline par suite de la différence psychrométrique de températures, jusqu'à une augmentation de la teneur en eau du courant secondaire, de 3,5 à 116 g/kg par rapport à la teneur en eau initiale. On dépense dans cette opération la chaleur latente d'évaporation prélevée sur le courant d'air secondaire passant par la zone d'évaporation, provoquant ainsi son refroidissement.

Grâce à l'échange de chaleur entre les courants d'air secondaire et primaire, le courant d'air primaire se refroidit et le courant d'air secondaire, en s'humidifiant dans la zone d'évaporation se réchauffe et on l'envoie dans cet
5 état à la condensation.

De cette façon, la chaleur du courant d'air primaire, passant par la zone de refroidissement, est prélevée et est transmise par la surface échangeuse de chaleur au courant d'air secondaire, passant dans la zone d'évaporation, grâce à l'évaporation de l'eau de la solution aqueuse saline dans
10 le courant d'air secondaire. Du point de vue thermodynamique, le plus avantageux est d'humidifier aux maximum le courant d'air secondaire dans la zone d'évaporation ce qui, à son tour, entraîne l'abaissement maximal de la température du courant d'air primaire dans la zone de refroidissement. Le refroidissement limite du courant d'air primaire, après son passage
15 dans la zone de refroidissement, correspond à une température proche de celle du point de rosée de l'air ambiant qui, comme on le sait, est inférieure à la température du thermomètre mouillé de l'air ambiant.

Si on amène dans la zone d'évaporation l'air ambiant (à la place du courant d'air secondaire comme dans le procédé selon l'invention) qui serait
20 humidifié par l'eau s'évaporant de la solution aqueuse saline grâce à la différence psychrométrique des températures, la limite de refroidissement de l'air ambiant, et par conséquent du courant d'air primaire, serait alors la température du thermomètre mouillé de l'air ambiant.

Comme dans le procédé de déminéralisation de l'eau selon l'invention, on
25 amène dans la zone d'évaporation le courant d'air secondaire dont la température est inférieure à celle de l'air ambiant, après son humidification par l'eau s'évaporant de la solution aqueuse saline, grâce à la différence psychrométrique des températures, la limite de baisse de la température du courant d'air secondaire est égale à la température du thermomètre mouillé
30 non par de l'air ambiant, mais du courant d'air secondaire arrivant dans la zone d'évaporation, température qui est inférieure à celle du thermomètre mouillé de l'air ambiant. A son tour, dans la zone de refroidissement, la température du courant d'air primaire, à cause de l'échange de chaleur des courants, baisse également jusqu'à la même température. Donc, le courant
35 d'air secondaire qui est prélevé sur ce courant primaire présente une température plus basse à l'entrée de la zone d'évaporation que lors du prélèvement précédent. Dans la zone d'évaporation, la température du courant d'air secondaire plus froid après humidification par l'eau, s'évapore de la solution aqueuse saline, baisse encore jusqu'à la température du thermomètre mouillé qui est inférieure à la température précédente du thermomètre
40 mouillé etc. On recommence plusieurs fois ce cycle.

La limite du refroidissement du courant secondaire arrivant dans la zone d'évaporation correspond à une température proche de celle du point de rosée de l'air ambiant. Comme entre le courant d'air secondaire passant dans la zone d'évaporation et le courant d'air primaire passant dans la zone de refroidissement s'effectue un échange de chaleur, le courant d'air primaire se refroidit jusqu'à une température proche de celle du point de rosée, tandis que le courant d'air secondaire se réchauffe de façon correspondante.

Ainsi, dans les zones de refroidissement et d'évaporation grâce à l'humidification du courant d'air secondaire par l'eau et à l'échange de chaleur entre les courants d'air primaire et secondaire, s'effectuent deux processus interdépendants, indispensables à la déminéralisation de l'eau, à savoir:

- 1 — humidification par les vapeurs d'eau du courant d'air secondaire,
- 2 — refroidissement du courant d'air primaire.

Le courant d'air secondaire humidifié par la vapeur d'eau, et la partie restante, après le prélèvement (80 à 10% en volume) du courant d'air primaire, sont dirigés vers la zone de condensation. A la suite de l'échange de chaleur entre ces deux courants (la température du courant d'air primaire refroidi est inférieure à celle du point de rosée du courant d'air secondaire humidifié par la vapeur d'eau), la vapeur d'eau du courant d'air primaire se condense, c'est-à-dire que l'on obtient l'eau déminéralisée.

Le procédé selon l'invention prévoit la possibilité d'un chauffage préalable du courant d'air primaire jusqu'à 40 à 100°C avant son arrivée dans la zone de refroidissement. Ceci permet de rendre plus efficace l'évaporation de l'eau de la solution aqueuse saline.

Le chauffage préalable du courant d'air primaire avant son admission dans la zone de refroidissement est réalisé, de préférence, à l'aide d'une énergie thermique de faible potentiel accessible, par exemple d'énergie solaire ou d'énergie provenant de divers procédés technologiques. L'énergie thermique de faible potentiel ne peut pas être utilisée pour les besoins d'une production, fondée sur la consommation d'énergie thermique à haut potentiel onéreuse, par exemple pour la déminéralisation de l'eau par le procédé connu d'évaporation de l'eau de la solution aqueuse saline.

En outre, le procédé selon l'invention permet de réaliser la condensation de la vapeur d'eau contenue dans le courant d'air secondaire, par arrosage simultané du courant d'air primaire (soit 80 à 10% en volume du courant indiqué, restant après le prélèvement de 20 à 90% en volume à titre de courant secondaire) avec la solution aqueuse saline pendant la

condensation. Ce fait permet d'intensifier notablement la condensation des vapeurs d'eau.

Il est préférable de réunir le préchauffage du courant d'air primaire avant son amenée dans la zone de refroidissement et l'arrosage du courant d'air primaire (c'est-à-dire de la proportion indiquée ci-dessus) lors de la condensation.

D'autres buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante et des figures jointes, données à titre illustratif mais non limitatif.

10 La Figure 1 représente une variante d'une installation de déminéralisation de l'eau par le procédé selon l'invention (vue de dessus).

La Figure 2 est une autre variante de l'installation de déminéralisation de l'eau par le procédé suivant l'invention (vue latérale).

L'installation de la Figure 1 pour la déminéralisation de l'eau comprend une capacité 1 et un condenseur 2. La capacité 1 est divisée en deux zones par une plaque 3: une zone de refroidissement 4 et une zone d'évaporation 5. La plaque 3 se compose de deux couches: une couche 6 étanche à l'humidité et une couche 7 à pores capillaires; la couche 6 étanche à l'humidité de la plaque 3 se trouve dans la zone de refroidissement 4, tandis que la couche 7 à pores capillaires est dans la zone d'évaporation 5.

20 Le condenseur 2 est pourvu d'une cloison 8 qui le partage en deux zones: une zone de refroidissement 9 et une zone de condensation 10. La cloison 8 peut être formée en un matériau thermoconducteur, par exemple en feuille d'aluminium.

25 Comme matériau étanche à l'humidité pour la couche 6 de la plaque 3, on peut utiliser divers matériaux étanches à l'humidité, tels que pellicule de polyéthylène, feuille d'aluminium, vernis, peintures imperméables, etc.

30 On fixe entre elles la couche étanche à l'humidité 6 et la couche à pores capillaires 7 de la plaque 3, soit par collage, soit par fusion par exemple d'un métal sur une matière plastique, soit encore en utilisant les forces de cohésion moléculaire, ou bien par application de vernis et de peintures sur la surface des matériaux à pores capillaires.

35 La plaque 3 peut être aussi fabriquée en un seul matériau, par exemple en feuille d'aluminium imperméable dont l'un des côtés comporte une surface à pores capillaires, ou en matière plastique à pores capillaires dont l'une des surfaces est soumise à un traitement thermique à la suite duquel les pores du matériau fritté sont éliminés. Ce traitement rend la surface de la matière plastique à pores capillaires étanche à l'humidité.

Pour réaliser la déminéralisation de l'eau selon l'invention dans l'installation représentée sur la Figure 1, on amène dans la zone de refroidissement 4 de la capacité 1 le courant d'air primaire 11 (air ambiant) qui est mis en contact avec la couche 6 étanche à l'humidité de la plaque 3.

- 5 Le courant d'air primaire 11 est ainsi refroidi. A la sortie de la zone de refroidissement 4, une partie (20 à 80% en volume) du courant d'air primaire 11 est prélevée et, sous la forme d'un courant d'air secondaire 12, est dirigée vers la zone d'évaporation 5 de la capacité 1. La partie du courant d'air primaire 11 qui reste après ce prélèvement (80 à 10% en volume) est
10 envoyée dans la zone de refroidissement 9.

- Dans la zone d'évaporation 5 de la capacité 1 se produit entre le courant d'air secondaire 12 et la couche 7 poreuse à capillaires un échange de chaleur et de masse par contact. L'humidification de la couche 7 à pores capillaires se réalise, soit spontanément, par exemple par humectage poreux
15 capillaire, soit de manière forcée, par exemple par pulvérisation de la solution aqueuse saline ou par son arrosage. On alimente en solution aqueuse saline la zone d'évaporation 5 de la capacité 1 (Figure 1) par une conduite 13.

- Dans la zone d'évaporation 5 de la capacité 1, le courant d'air secondaire 12 est humidifié par l'eau s'évaporant de la solution aqueuse saline grâce à la différence psychrométrique des températures jusqu'à une augmentation de la teneur en eau du courant secondaire 12, par rapport à sa teneur initiale, de 3,5 à 116 g/kg. En outre, dans la zone d'évaporation 5, le
20 courant d'air secondaire 13 est aussi réchauffé par prélèvement de la chaleur du courant d'air primaire 11 passant dans la zone de refroidissement 4.
25

- Après son passage dans la zone d'évaporation 5 (c'est-à-dire après humidification et chauffage), le courant d'air secondaire 12 est envoyé dans la zone de condensation 10 du condenseur 2. Dans cette zone, la vapeur
30 d'eau du courant d'air secondaire 12 se condense grâce à l'échange de chaleur avec une partie (80 à 10% en volume) du courant d'air primaire passant par la zone d'évaporation 9 du condenseur 2, c'est-à-dire que l'on obtient de l'eau déminéralisée 14. Cette eau est évacuée de la zone de condensation 10 par une conduite 15 et envoyée vers la distribution au consommateur.

- 35 Après leur passage dans les zones de refroidissement 9 et de condensation 10 du condenseur 2, les courants d'air primaire 11 et secondaire 12 sont rejetés dans l'atmosphère.

Pour intensifier le processus de déminéralisation de l'eau, il est avantageux de placer dans la capacité 1 plusieurs plaques 3 qui divisent la capacité 1 en plusieurs zones de refroidissement 4 et zones d'évaporation 5. Les zones de refroidissement 4 sont limitées par les couches 6 étanches à l'humidité des plaques 3, et les zones d'évaporation 5, par les couches 7 à pores capillaires des plaques 3.

L'avantage de l'installation technologique de déminéralisation de l'eau, représentée sur la Figure 1, est la simplicité de sa construction ainsi que la simplicité de la mise en oeuvre des opérations de déminéralisation de l'eau dans cette installation.

Selon la Figure 2, l'installation technologie de déminéralisation de l'eau est constituée par une capacité 16 et un condenseur 2. La capacité 16 comporte une partie médiane 18 et une cloison 17 qui la partage en deux zones: une zone de refroidissement 19 et une zone d'évaporation 20. La partie médiane 18 est limitée en bas et en haut par des grilles distributrices d'air 21 et 22 montées horizontalement et passant dans les zones de refroidissement 19 et d'évaporation 20. Sur la grille distributrice d'air 21, tant dans la zone de refroidissement 19 que dans la zone d'évaporation 20, se trouve une couche de particules en vrac 23. Ces particules peuvent être formées de matériaux très divers et notamment de matières hydrofuges dispersées possédant une capacité thermique élevée. Ainsi, elles peuvent par exemple être formées de billes de verre ou d'acier, de gros grains de sable, de gravier, de gravillons, etc.

Pour mettre en oeuvre le procédé de déminéralisation de l'eau selon l'invention dans l'installation représentée sur la Figure 2, le courant d'air primaire 11 (air ambiant) est amené dans une zone 19 de la capacité 16. Après passage de la grille distributrice d'air 21, le courant d'air primaire 11 est mis en contact avec la couche de particules en vrac 23 se trouvant dans la zone de refroidissement 19. La couche de particules en vrac 23 devient alors un lit fluidisé dont le volume de déplacement est limité selon la verticale par les grilles distributrices d'air 21 et 22. Le courant d'air primaire 11 est refroidi dans la zone de refroidissement 19 grâce au contact avec le lit fluidisé.

Après passage au travers de la grille distributrice d'air 22, à la sortie de la zone de refroidissement 19, on prélève 20 à 90% en volume du courant d'air primaire 11 et sous la forme de courant d'air secondaire 12, on le dirige vers la grille distributrice 21 et la zone d'évaporation 20, pendant que le reste du courant d'air primaire 11 (80 à 10% en volume) est amené dans la zone de refroidissement 9 du condenseur 2.

Au contact du courant d'air secondaire 12 dans la zone d'évaporation 20 de la capacité 16, la couche de particules en vrac 23 se transforme en lit fluidisé. Ce lit fluidisé est arrosé par la solution aqueuse saline admise par une conduite 24. Il se produit alors dans la zone d'évaporation 20 un
5 échange de masse et de chaleur par contact du courant d'air secondaire 12 avec les particules 23 du lit fluidisé arrosées par la solution aqueuse saline. Grâce à la différence psychrométrique des températures, l'eau de la solution aqueuse de sels, arrosant les particules, s'évapore dans le courant d'air secondaire en l'humidifiant. Les particules 23 du lit fluidisé sont alors
10 refroidies jusqu'à la température du courant d'air mouillé secondaire 12 arrivant dans la zone d'évaporation 20.

Les particules 23 refroidies du lit fluidisé sont déplacées, par exemple, à l'aide d'un des différents moyens de transfert connus (non représenté sur le dessin) depuis la zone d'évaporation 20 jusqu'à la zone de re-
15 froidissement 19 (le déplacement des particules est conventionnellement désigné par la flèche A). Grâce à l'échange de chaleur par contact des particules 23 du lit fluidisé, dans la zone de refroidissement 19, et du courant d'air primaire 11, celui-ci se refroidit et on en prélève ensuite une partie (20 à 90% en volume) à titre de courant d'air secondaire 12,
20 tandis que le reste (80 à 10% en volume) est dirigé vers la zone de refroidissement 9 du condenseur 2.

Les particules 23 du lit fluidisé réchauffées jusqu'à la température du courant d'air primaire 11 arrivant dans la zone de refroidissement 19 sont déplacées, par exemple à l'aide d'un des divers moyens de transfert
25 connus (non représenté sur le dessin), de la zone de refroidissement 19 vers la zone d'évaporation 20 (le déplacement des particules est conventionnellement désigné par la flèche B). Dans la zone d'évaporation 20, le courant d'air auxiliaire 12 se réchauffe par contact avec les particules réchauffées 23 du lit fluidisé et il est humidifié par l'arrosage des
30 particules 23 du lit fluidisé avec la solution aqueuse saline et en cet état, il est dirigé vers la zone de condensation 10 du condenseur 2.

L'interaction des courants d'air (secondaire et d'une partie du courant d'air primaire) dans le condenseur 2 ainsi que l'évacuation de l'eau distillée obtenue dans le condenseur vers la distribution au con-
35 sommateur sont analogues à ce qui est décrit ci-dessus en relation avec l'installation représentée sur la Figure 1.

Le rapport entre les quantités du courant d'air secondaire 12 et la solution aqueuse de sels avec laquelle on arrose les particules 23 du lit fluidisé dans la zone d'évaporation 20, est choisi de manière à ce que la solution aqueuse saline, dans la zone d'évaporation 20, s'évapore
5 entièrement dans le courant d'air secondaire 12. Il en résulte que les particules 23 du lit fluidisé passent de la zone d'évaporation 20 à la zone de refroidissement 19 refroidies et sèches. Ceci, en effet, est indispensable pour que le refroidissement du courant d'air primaire 11 (dans la limite d'une température proche de celle du point de rosée) dans
10 la zone de refroidissement 19 s'effectue d'une manière efficace et, par conséquent, pour que le procédé proposé de déminéralisation de l'eau se réalise également d'une manière efficace.

Signalons que l'échange de chaleur et de masse dans l'installation représentée sur la Figure 2 se déroule d'une façon très intense, ce qui
15 permet de réaliser avec une haute productivité le procédé selon l'invention dans cette installation. En outre, la surface totale échangeuse de chaleur, formée par les particules 23 du lit fluidisé, représente une valeur notable, ce qui permet de réduire sensiblement les cotes d'encombrement de l'installation technologique en comparaison avec celle représentée sur la Figure 1.

20 La présente invention sera d'ailleurs mieux comprise à la lecture des exemples qui vont suivre, donnés à titre illustratif mais nullement limitatif. Dans tous ces exemples, on indique la consommation en énergie électrique sous forme de dépense spécifique (W/kg d'eau déminéralisée) requise pour l'entraînement électrique du ventilateur indispensable pour
25 la formation des courants d'air, et dans certains de ces exemples, on indique également les dépenses en énergie thermique à bas potentiel (W/kg d'eau déminéralisée) nécessaires pour le préchauffage du courant d'air primaire avant son amène dans la zone de refroidissement. L'évaporation de l'eau des solutions aqueuses salines dans la zone
30 d'évaporation n'exige pas d'énergie. La consommation de l'énergie électrique pour l'entraînement de la pompe, requise pour alimenter en solution aqueuse saline la zone de refroidissement 9 du condenseur 2 pour effectuer l'arrosage d'une partie du courant d'air primaire, n'est pas prise en compte à cause de son insignifiance. Pour ce qui concerne la déminéralisation de l'eau
35 par le procédé connu décrit ci-dessus, la consommation en énergie électrique requise pour l'entraînement du ventilateur est analogue à celle du procédé selon l'invention, et la dépense en énergie thermique à haut potentiel pour vaporiser l'eau dans des solutions aqueuses salines est à la pression atmosphérique de 600 kcal/kg , ce qui correspond à environ 695 W/kg d'eau
40 déminéralisée.

EXEMPLE 1

On effectue la déminéralisation de l'eau dans l'installation représentée sur la Figure 1. La couche étanche à l'humidité 6 de la plaque 3 est en feuille d'aluminium imperméable, et la couche à pores capillaires 7 de la plaque 3
 5 est une feuille de vinyle à pores capillaires (obtenue à partir du chlorure de polyvinyle non-plastifié).

Dans la zone de refroidissement 4 du récipient 1, on amène le courant d'air primaire 11 (air ambiant) présentant une température de +40°C et une teneur en eau de 5 g/kg.

10 Après passage dans la zone de refroidissement 4, on prélève du courant d'air primaire 11, qui se trouve à la température de +8°C, une partie de ce courant (55% en volume) qui, à titre de courant d'air secondaire 12, est dirigée vers la zone d'évaporation 5 de la capacité 1. Dans la même zone, on admet par la conduite 13 la solution aqueuse de sels à la concentration de
 15 17,5 g/kg. Cette solution humidifie la couche à pores capillaires 7 de la plaque 3. A la suite du contact du courant d'air secondaire 12 et de la couche humidifiée à pores capillaires 7, il se produit une vaporisation de l'eau de la solution aqueuse saline, du fait de la différence psychrométrique des températures, et le courant d'air secondaire 12 s'humidifie. A la sortie de
 20 la zone d'évaporation 5, la teneur en eau du courant d'air secondaire 12 augmente de 14,7 g/kg par rapport à sa teneur initiale.

Après passage de la zone d'évaporation 5, le courant d'air secondaire 12 est dirigé dans la zone de condensation 10 du condenseur 2. On amène dans ce même condenseur de la zone de refroidissement 9 le reste (45% en volume)
 25 du courant d'air primaire 11. Dans la zone de condensation 10 se produit la condensation des vapeurs d'eau du courant d'air secondaire 12, c'est-à-dire que l'on obtient l'eau distillée 14 qui est envoyée vers la distribution au consommateur par une conduite 15.

Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de
 30 déminéralisation de l'eau sont les suivantes:

• Débit spécifique du courant d'air primaire	
(11 m ³ /kg d'eau déminéralisée)	390
• Consommation spécifique d'énergie électrique	
pour l'entraînement du ventilateur	
35 (W/kg d'eau déminéralisée)	11,7
• Surface spécifique totale échangeuse de chaleur,	
formée par la plaque 3 de la capacité 1 et	
la cloison 8 du condenseur 2	
(m ² /kg d'eau déminéralisée)	10,7

EXEMPLE 2

La déminéralisation de l'eau s'effectue d'une manière analogue à celle de l'Exemple 1, à cette différence près qu'avant l'alimentation de la zone de refroidissement 4 de la capacité 1, le courant d'air primaire 11 est
 5 chauffé jusqu'à 100°C à l'aide d'une énergie thermique à bas potentiel. La température du courant d'air primaire 11 à la sortie de la zone de refroidissement 4 est de +13,5°C. L'augmentation de la teneur en eau du courant d'air secondaire 12 par rapport à la teneur initiale après le passage de ce courant par la zone d'évaporation 5 de la capacité 1 est égale à 46 g/kg.

10 Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de distillation d'eau salée sont les suivantes:

- Débit spécifique du courant d'air primaire
 (11 m³/kg d'eau déminéralisée) 176
- Consommation spécifique d'énergie électrique
 15 pour l'entraînement du ventilateur
 (W/kg d'eau déminéralisée) 3,5
- Consommation spécifique d'énergie thermique
 à bas potentiel pour le chauffage du
 courant d'air primaire
 20 (11 W/kg d'eau déminéralisée) 3000
- Surface spécifique totale échangeuse de chaleur,
 formée par la plaque 1 de la capacité et
 la cloison 8 du condenseur 2
 (m²/kg d'eau déminéralisée) 3,1

25 EXEMPLE 3

La déminéralisation de l'eau s'effectue selon la méthode décrite dans l'Exemple 2, à cette différence près que la partie (45% en volume) du courant d'air primaire 11 dirigée vers la zone de refroidissement 9 du condenseur 2
 30 est arrosée par la solution aqueuse saline à une concentration de 17,5 g/kg.

Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de déminéralisation de l'eau sont les suivantes:

- Débit spécifique du courant d'air primaire (m³/kg) 97
- Consommation spécifique d'énergie électrique
 35 pour l'entraînement du ventilateur — (W/kg) 1,9
- Consommation spécifique d'énergie thermique
 à bas potentiel pour le chauffage du
 courant d'air primaire 11 — (W/kg) 1700
- Surface spécifique totale échangeuse de
 chaleur, formée par la plaque 3 de la
 40 capacité 1 et la cloison 8 du condenseur 2 (m²/kg) 1,4

EXEMPLE 4

On réalise la déminéralisation de l'eau selon la méthode décrite dans l'Exemple 1, à cette différence près qu'on utilise le courant d'air primaire 11 à une teneur en eau de 25 g/kg. La température du courant d'air primaire 11, à la sortie de la zone de refroidissement 4 est de +30,8°C. Le volume du courant d'air secondaire 12 dirigé dans la zone d'évaporation 5 est de 22% en volume du courant d'air primaire 11 passant par la zone de refroidissement 4. 78% en volume du courant d'air primaire 11 alimentent la zone de refroidissement 9 du condenseur 2. L'augmentation de la teneur en eau du courant d'air secondaire 12 par rapport à la teneur initiale après passage de ce courant dans la zone d'évaporation 5 est égale à 14,7 g/kg.

Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de déminéralisation de l'eau sont les suivantes:

	• Débit spécifique du courant d'air primaire 11 (m^3/kg)	540
15	• Consommation spécifique d'énergie électrique pour l'entraînement du ventilateur (W/kg)	14,1
	• Surface spécifique totale échangeuse de chaleur, formée par la plaque 3 de la capacité 1 et la cloison 8 du	
20	condensateur 2 (m^2/kg)	12,8

EXEMPLE 5

La déminéralisation de l'eau est réalisée d'une manière analogue à celle décrite dans l'Exemple 1, à cette exception près qu'on utilise une plaque 3 en feuille d'aluminium imperméable dont l'une des surfaces est rendue poreuse lors de la fabrication de la plaque. La surface étanche à l'humidité de la plaque 3 est placée dans la zone de refroidissement 3 de la capacité 1, et l'autre surface de cette plaque, c'est-à-dire la surface à pores capillaires se trouve dans la zone d'évaporation 5.

La concentration de la solution aqueuse de sels est égale à 35 g/kg.

On alimente la zone de refroidissement 4 de la capacité 1 en courant d'air primaire 11 à la température de +40°C et présentant une teneur en eau de 20 g/kg. la température du courant d'air primaire 11 à la sortie de la zone de refroidissement est de +33,33°C. Le volume du courant d'air secondaire 12 dirigé dans la zone d'évaporation 5 est de 20% en volume du courant d'air primaire 11 traversant la zone de refroidissement 4. L'augmentation de la teneur en eau du courant d'air secondaire 12 par rapport à la teneur initiale, après son passage par la zone d'évaporation 5, est égale à 12 g/kg.

Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de déminéralisation de l'eau sont les suivantes:

- Débit spécifique du courant d'air primaire 11 (m^3/kg) 590
- Consommation spécifique d'énergie électrique
- 5 pour l'entraînement du ventilateur — (W/kg) 16,9
- Surface spécifique totale d'échangeuse de chaleur formée par la plaque 3 de la capacité 1 et la cloison 8 du condenseur 2 — (m^2/kg) 14,6

EXEMPLE 6

10

On réalise la déminéralisation de l'eau selon la méthode décrite dans l'Exemple 5, si ce n'est qu'avant d'alimenter la zone de refroidissement 4 de la capacité 1 en courant d'air primaire 11, le courant est chauffé jusqu'à +70°C à l'aide d'une énergie thermique à bas potentiel. La teneur en eau du courant d'air primaire 11 est de 25 g/kg, sa température à la sortie de la zone de refroidissement 4 est égale à +32°C. L'augmentation de la teneur en eau du courant d'air secondaire 12 par rapport à la teneur initiale, après son passage dans la zone d'évaporation 5, est égale à 54 g/kg.

Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de distillation d'eau salée sont les suivantes:

- 20 • Débit spécifique du courant d'air primaire 11 (m^3/kg) 220
- Consommation spécifique d'énergie électrique
- pour l'entraînement du ventilateur — (W/kg) 5,3
- Consommation spécifique d'énergie thermique
- à bas potentiel pour chauffer le courant
- 25 d'air primaire — (W/kg) 2000
- Surface spécifique totale échangeuse de chaleur, formée par la plaque 3 de la capacité 1 et la cloison 8 du condenseur 2 — (m^2/kg) 4,8

30

EXEMPLE 7

La déminéralisation de l'eau est réalisée selon la méthode décrite dans l'Exemple 5, si ce n'est qu'avant l'alimentation de la zone de refroidissement 4 de la capacité 1, le courant d'air primaire 11 est chauffé jusqu'à +100°C à l'aide d'une énergie thermique à bas potentiel. A la sortie de la zone de refroidissement 4, la température du courant d'air primaire 11 est de +38°C. L'augmentation de la teneur en eau du courant d'air secondaire 12 par rapport à la teneur initiale après son passage par la zone d'évaporation 5 est égale à 116 g/kg.

Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de déminéralisation de l'eau sont les suivantes:

	• Débit spécifique du courant d'air primaire 11 (m^3/kg})	.....	132
	• Consommation spécifique d'énergie électrique		
5	pour l'entraînement du ventilateur — (W/kg})	.....	3,1
	• Consommation d'énergie thermique à bas potentiel pour chauffer le courant d'air primaire 11 — (W/kg})	.....	2400
10	• Surface spécifique totale échangeuse de chaleur formée par la plaque 3 de la capacité 1 et la cloison 8 du condenseur 2 (m^2/kg})	.....	2,8

EXEMPLE 8

On effectue la déminéralisation de l'eau selon la méthode décrite dans l'Exemple 1, à cette différence près qu'on utilise une plaque 3 dont la couche étanche à l'humidité 6 est formée d'un vernis imperméable (jaune naphtol), tandis que la couche à pores à capillaires 7 est en vinylplaste à pores capillaires.

La température du courant d'air primaire 11 à la sortie de la zone de refroidissement 4 est de $+8^\circ\text{C}$. La partie (45% en volume) du courant d'air primaire 11, dirigée dans la zone de refroidissement 9 du condenseur 2, est arrosée avec la solution aqueuse saline à la concentration de 17,5 g/kg. L'augmentation de la teneur en eau du courant d'air secondaire 12 par rapport à la teneur initiale est égale à 14,5 g/kg après son passage par la zone d'évaporation 5 de la capacité 1.

Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de distillation d'eau salée sont les suivantes:

	• Débit spécifique du courant d'air primaire 11 (m^3/kg})	.....	173
	• Consommation spécifique d'énergie électrique		
30	pour l'entraînement du ventilateur — (W/kg})	.....	9,8
	• Surface spécifique totale échangeuse de chaleur, formée par la plaque 3 de la capacité 1 et la cloison 8 du condenseur 1 (m^2/kg})	.....	4,9

EXEMPLE 9

La déminéralisation de l'eau est réalisée dans l'installation représentée sur la Figure 2. A titre de particules en vrac 23, on utilise des billes de verre de 6 mm de diamètre.

La zone de refroidissement 19 de la capacité 16 est alimentée en courant d'air primaire 11 (air ambiant) à la température de $+20^{\circ}\text{C}$ et présentant une teneur en eau de 5 g/kg. Après passage par la zone de refroidissement 19, on prélève sur le courant d'air primaire 11 dont la température est égale à

- 5 $+4,3^{\circ}\text{C}$, une partie (90% en volume) qui est, à titre de courant d'air secondaire 12, dirigée vers la zone d'évaporation 20 de la capacité 16.
- Par une conduite 24, cette zone est alimentée en solution aqueuse saline à la concentration de 35 g/kg pour arroser le lit fluidisé de billes de verre 23 (au contact de l'air, la couche de particules se fluidise).
- 10 Dans la zone d'évaporation 20 se produit un échange de chaleur et de masse par contact entre le courant d'air secondaire 12 et les billes de verre 23 du lit fluidisé. Par différence psychrométrique des températures, l'eau de la solution aqueuse saline employés à l'arrosage des billes de verre 23 se vaporise dans le courant d'air secondaire 12 en l'humidifiant.
- 15 A la sortie de la zone d'évaporation 20, la teneur en eau du courant d'air secondaire 12 augmente de 3,5 g/kg par rapport à la teneur initiale.

Après passage de la zone d'évaporation 20, le courant d'air secondaire 12 est envoyé dans la zone de condensation 10 du condenseur 2. On amène dans ce même condenseur, dans la zone de refroidissement 9, le courant d'air primaire (10% en volume) qui reste après le prélèvement. Dans la zone de condensation 10, il y a condensation des vapeurs d'eau du courant d'air secondaire 12, c'est-à-dire que l'on obtient l'eau déminéralisée 14 qui est envoyée au consommateur par la conduite 15.

Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de

25 distillation d'eau salée sont les suivantes:

- Débit spécifique du courant d'air primaire 11 (m^3/kg) 4500
- Consommation spécifique d'énergie électrique
pour l'entraînement du ventilateur — (W/kg) 87
- Surface spécifique totale échangeuse de
30 chaleur, formée par les billes de verre
23 et la cloison 8 du condenseur 2 — (m^2/kg) 77

EXEMPLE 10

La déminéralisation de l'eau est effectuée d'une manière analogue à

35 celle de l'Exemple 9, si ce n'est que le courant d'air primaire 11 (air ambiant) a une température de $+40^{\circ}\text{C}$. La teneur en eau du courant d'air primaire 11 est égale à 5 g/kg.

La température du courant d'air primaire 11 à la sortie de la zone de refroidissement 19 est de +12°C. Une partie (40% en volume) du courant d'air primaire 11, ayant traversé la zone de refroidissement 19 est, à titre de courant d'air secondaire 12, dirigée vers la zone d'évaporation 20 dans laquelle est aussi amenée la solution aqueuse saline à la concentration de 35 g/kg. L'augmentation de la teneur en eau du courant d'air secondaire 12 par rapport à la teneur initiale, après son passage dans la zone d'évaporation 20 de la capacité 16, est de 18 g/kg.

Dans la zone de refroidissement 9 du condenseur 2, on amène 60% en volume du courant d'air primaire 11 ayant passé la zone de refroidissement 19 de la capacité 16.

Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de déminéralisation de l'eau sont les suivantes:

• Débit spécifique du courant d'air primaire 11 (m ³ /kg)	.....	320
• Consommation spécifique d'énergie électrique pour l'entraînement du ventilateur — (W/kg)	.....	19,6
• Surface spécifique totale échangeuse de chaleur, formée par les billes de verre 23 et la cloison 8 du condenseur 2 — (m ² /kg)	.....	3,6

EXEMPLE 11

La déminéralisation de l'eau est réalisée selon la méthode décrite dans l'Exemple 9, si ce n'est que le courant d'air primaire 11, avant son admission dans la zone de refroidissement 19, est chauffé jusqu'à +70°C à l'aide d'une énergie thermique à bas potentiel. A la sortie de la zone de refroidissement 19, la température du courant d'air primaire est alors égale à +15,5°C. Le volume du courant d'air secondaire 12, dirigé dans la zone d'évaporation 20, est de 30% en volume du courant d'air primaire 11 ayant passé la zone de refroidissement 19. 70% en volume du courant d'air primaire 11 qui restent sont amenés dans la zone de refroidissement 9 du condenseur 2. L'augmentation de la teneur en eau du courant d'air secondaire 12 par rapport à la teneur initiale après son passage dans la zone d'évaporation 20 est égale à 36 g/kg.

Les principales caractéristiques technico-économiques de ce procédé de distillation d'eau salée sont les suivantes:

→

- Débit spécifique du courant d'air primaire 11 (m^3/kg) 155
 - Consommation spécifique d'énergie électrique
pour l'entraînement du ventilateur — (W/kg) 3,5
 - Consommation spécifique d'énergie thermique
5 à bas potentiel pour le chauffage du
courant d'air primaire 11 — (W/kg) 2500
 - Surface spécifique totale échangeuse de
chaleur, formée par les billes de verre 23
et la cloison 8 du condenseur 2 — (m^2/kg) 2
- 10 Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux exemples et modes de mise en oeuvre mentionnés ci-dessus; elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art, suivant les applications envisagées et sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'invention.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé de déminéralisation de l'eau comprenant la vaporisation de l'eau dans la solution aqueuse de sels par mise en contact de la solution et de l'air et condensation des vapeurs d'eau de l'air, caractérisé en ce que l'évaporation de l'eau de la solution aqueuse saline est effectuée par contact de la solution et de l'air sous forme de courants primaire et secondaire, le courant d'air primaire étant amené dans une zone de refroidissement, tandis que le courant d'air secondaire et la solution aqueuse saline sont amenés dans une zone d'évaporation dans laquelle le courant secondaire est humidifié par l'eau en voie de vaporisation de la solution aqueuse saline grâce à la différence psychrométrique des températures, jusqu'à une augmentation de la teneur en humidité du courant secondaire par rapport à la teneur initiale de 3,5 à 116 kg/kg, tandis qu'en s'humidifiant, le courant d'air secondaire refroidit le courant d'air primaire se trouvant dans la zone de refroidissement et le courant d'air secondaire obtenu en prélevant 20 à 90% en volume du courant d'air primaire après son passage par la zone de refroidissement, la condensation de la vapeur d'eau de l'air étant réalisée par amenée dans la zone de condensation du courant d'air secondaire ayant traversé la zone d'évaporation et contenant la vapeur d'eau et des 80 à 10% en volume restants du courant d'air primaire ayant traversé la zone de refroidissement.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on chauffe le courant d'air primaire avant son admission dans la zone de refroidissement jusqu'à une température de l'ordre de 40 à 100°C.

3.- Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la condensation de la vapeur d'eau contenue dans le courant d'air secondaire est réalisée par arrosage simultané du courant d'air primaire par la solution aqueuse saline lors de la condensation.

PLANCHE UNIQUE

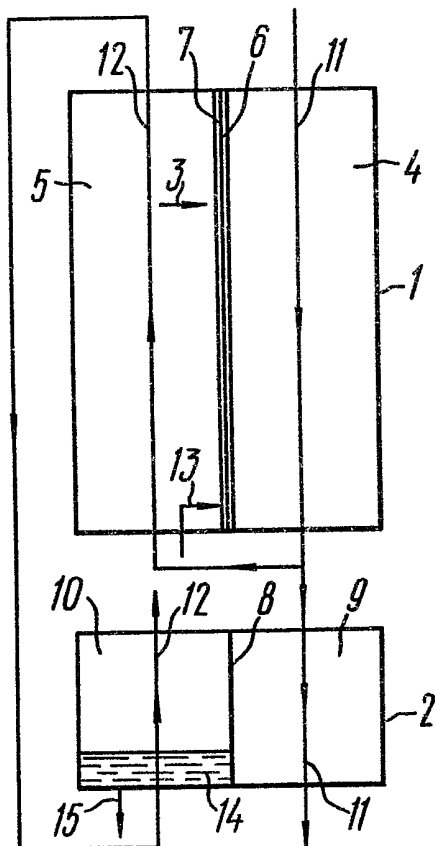


FIG. 1

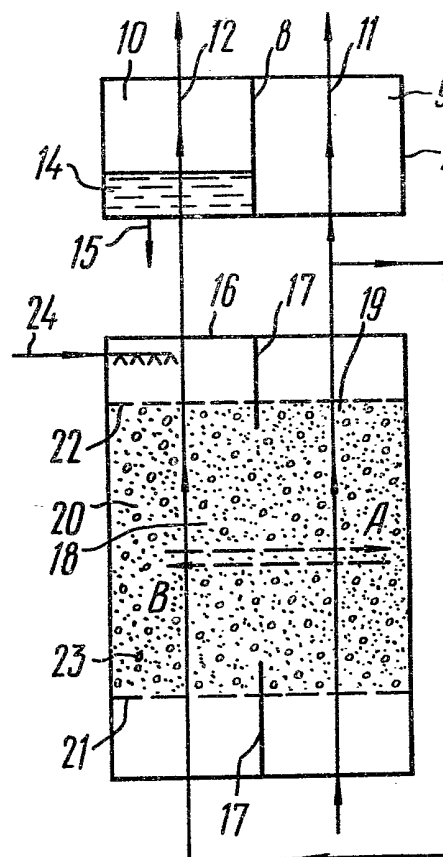


FIG. 2