

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 31092

(54) Procédé et installation de refroidissement, notamment d'une cellule, à partir d'énergie calorifique de régulation.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). F 25 B 27/02.

(22) Date de dépôt..... 19 décembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 26-6-81.

(71) Déposant : Société MESSIER SA, résidant en France.

(72) Invention de : Edmond Girard et Claude Dubois.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bernard Flavenot, société SEDIC,
40, rue Victor-Bach, 92120 Montrouge.

PROCEDE ET INSTALLATION DE REFROIDISSEMENT, NOTAMMENT D'UNE
CELLULE, A PARTIR D'ENERGIE CALORIFIQUE DE RECUPERATION

L'invention concerne un procédé et une installation utilisant
au minimum trois, mais de préférence quatre, sources thermi-
5 ques distinctes, pour assurer le refroidissement, notamment
d'une cellule, à partir d'énergie calorifique de récupération,
et a plus particulièrement pour objet de tels procédé et ins-
tallation susceptibles de recevoir application au refroidis-
sement de locaux, industriels ou d'habitation, en tirant par-
10 ti d'une énergie calorifique fournie par une première source,
qui peut être constituée par des gaz de combustion chauds ou
des fumées chaudes de cuisson de fours industriels ou domes-
tiques, par de l'air chaud provenant d'une salle dans laquelle
sont disposés des équipements électriques, électroniques et/
15 ou informatiques, dont le fonctionnement s'accompagne d'une
importante dissipation d'énergie calorifique dans le milieu
ambiant, par un fluide réchauffé à partir d'énergie solaire
ou géothermique, ou servant à refroidir toute espèce d'ins-
tallation industrielle ou domestique en récupérant les effluent
20 thermiques, de cette dernière. Le procédé et l'installation
selon l'invention sont également susceptibles de recevoir
application au refroidissement de cabines de véhicules, no-
tamment de véhicules automobiles ou de navires, en tirant
parti d'une énergie calorifique récupérée dans les gaz d'é-
25 chappement des moteurs à combustion interne équipant ces véhi-
cules, ou dans les circuits d'huile de refroidissement et de
lubrification de ces moteurs, ceci à des fins de climatisa-
tion des cabines de ces véhicules, ou de leurs cales, lorsque
ces derniers sont des navires devant assurer le transport de
30 denrées maintenues à des températures particulières, comme
cela est le cas des bananiers.

On connaît déjà des installations de refroidissement dites
"à absorption", qui sont susceptibles de fournir du froid si
elles sont alimentées en énergie calorifique, laquelle peut
35 fort bien être de l'énergie calorifique de récupération. Mais
ces installations doivent simultanément être alimentées en
énergie mécanique, ce qui les rend coûteuses sur le plan de

la mise en oeuvre et de la réalisation.

De plus, ces installations ne fonctionnent pas avec un bon rendement si la première source, ou source chaude, est à une température inférieure à 110°C.

- 5 Par ailleurs, il est déjà connu, notamment des brevets français n° 930 352, 942 342, 987 427, 1 077 020, 1 237 275, 1 580 420, 2 201 660 et 2 324 477, du brevet belge n° 755 145, du brevet allemand 2 311 901, ainsi que du brevet US n° 2 763 998, des procédés et installations de refroidissement
- 10 ou de climatisation de locaux ou de véhicules, tirant leur énergie motrice d'une énergie calorifique, éventuellement de récupération, dans lesquels un circuit bouclé de fluide frigorigène comprend un bouilleur, recevant l'énergie calorifique de récupération, pour réchauffer et pressuriser le fluide
- 15 frigorigène, qui est conduit à la buse d'éjection d'un éjecteur, disposé sur le circuit bouclé, et également relié à un évaporateur au contact d'une seconde source, laquelle est également une source chaude, constituée par l'air ambiant dans la cellule à refroidir ou par un fluide réchauffé dans
- 20 cette dernière, l'aspiration résultant de l'éjection du fluide frigorigène pressurisé assurant une dépression dans l'évaporateur, pour favoriser l'évaporation du fluide frigorigène qui s'y trouve, et donc provoquer le refroidissement de la cellule, l'évaporateur et le bouilleur étant tous deux réa-
- 25 limentés en fluide frigorigène à partir d'un condenseur, au contact d'une troisième source, qui est froide, et qui peut être l'air extérieur entourant les locaux ou dans lequel se déplace le véhicule, ou, si ce dernier est un navire, l'eau sur laquelle il flotte, ou, dans le cas de locaux, de l'eau
- 30 provenant du sous-sol, ou du réseau de distribution, et qui sera ainsi préchauffée.

Par les brevets français n° 987 427 et 1 237 275, déjà cités, il est de plus connu que de telles installations comprennent une colonne de charge de fluide frigorigène liquide, disposée

35 dans le circuit bouclé à la sortie du condenseur, pour assurer la continuité de l'alimentation, à une pression suffisante, du bouilleur, le condenseur étant, comme cela est également connu des brevets français n° 930 352 et 1 077 020 déjà !

- cités, monté en série avec l'éjecteur, et derrière ce dernier dans le sens de circulation du fluide frigorigène. Par contre, dans les brevets français n° 942 342, allemand n° 2 311 901 et US n° 2 763 998 déjà cités, la réalimentation
- 5 du bouilleur n'est pas assurée par une colonne de charge mais par un second éjecteur, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un réservoir que le second éjecteur pressurise. Mais l'exploitation des installations connues n'a pas rencontré le succès escompté du fait du niveau de température assez
- 10 élevé auquel doivent se trouver les deux sources chaudes à utiliser, ainsi que du fait, soit d'une trop faible vitesse d'écoulement du fluide frigorigène en sortie de l'unique éjecteur lorsque la réalimentation du bouilleur est assurée par une colonne de charge, soit d'un trop faible débit de la
- 15 buse d'éjection du premier éjecteur, pour assurer une dépression suffisante dans l'évaporateur, lorsque la réalimentation du bouilleur est assurée par un second éjecteur, dont la buse doit être alimentée par une partie de la vapeur issue du bouilleur et dérivée à cet effet.
- 20 Par la présente invention, on se propose de remédier à ces inconvénients, au moyen d'un procédé susceptible d'être mis en oeuvre par une installation ne comportant que des moyens statiques, et dont la durée de vie sera, par conséquent, pratiquement infinie.
- 25 A cet effet, le procédé selon l'invention, pour assurer le refroidissement d'une cellule, à partir d'énergie calorifique de récupération, fournie par une première source, et transmise à un fluide frigorigène conduit, à l'état de vapeur sous pression, à la buse d'éjection d'un éjecteur, également relié
- 30 à un évaporateur de fluide frigorigène, de façon à assurer, par l'aspiration résultant de l'éjection de la vapeur de fluide frigorigène, une dépression dans l'évaporateur, abaissant la température d'ébullition du fluide frigorigène qui se trouve dans ce dernier, en prélevant d'une seconde source une énergie
- 35 calorifique tirée de la cellule à refroidir, la réalimentation de l'évaporateur étant assurée par une première colonne de charge de fluide frigorigène liquide, dans laquelle le fluide frigorigène est conduit après condensation, se caractérise en ce qu'il consiste, de plus, à assurer une condensa-

tion au contact d'une troisième source d'une partie de la vapeur de fluide frigorigène sous pression, en parallèle à celle qui est menée à l'éjecteur, puis à conduire le fluide frigorigène ainsi condensé dans une seconde colonne de charge, de la base de laquelle le fluide frigorigène liquide sous pression s'écoule dans la première colonne de charge, en entraînant avec lui la vapeur de fluide frigorigène sortant de l'éjecteur, à laquelle il se mélange et qui est ainsi comprimée.

De préférence, le procédé selon l'invention consiste encore à moduler la quantité de vapeur de fluide frigorigène condensée en parallèle à celle menée à l'éjecteur en fonction de la dépression régnant dans l'évaporateur. Avantageusement, il consiste, enfin, à assurer une condensation, au contact d'une quatrième source, du mélange de fluide frigorigène liquide et vapeur à l'entrée de la première colonne de charge.

Ayant en commun avec les installations de refroidissement connues des brevets français n° 987 427 et 1 237 275 déjà cités d'être constituée d'un circuit bouclé de fluide frigorigène, comprenant un bouilleur, recevant l'énergie calorifique de récupération fournie par une première source, pour vaporiser et pressuriser le fluide frigorigène conduit, à l'état de vapeur sous pression, à la buse d'éjection d'un éjecteur, également relié à un évaporateur au contact d'une seconde source, l'aspiration résultant de l'éjection de la vapeur de fluide sous pression assurant une dépression dans l'évaporateur pour abaisser la température d'ébullition du fluide frigorigène, qui se trouve dans ce dernier, en prélevant de la seconde source de l'énergie, calorifique tirée de la cellule à refroidir, l'évaporateur et le bouilleur étant tous deux réalimentés en fluide frigorigène par une première colonne de charge, à laquelle le fluide frigorigène est conduit, à partir d'un premier ensemble condenseur, au contact d'une troisième source, l'installation de refroidissement selon la présente invention, se caractérise en ce que le premier ensemble condenseur est alimenté en parallèle avec l'éjecteur, en vapeur de fluide frigorigène sous pression, la sortie du premier ensemble condenseur étant reliée à la partie supé-

rieure d'une seconde colonne de charge, par la base de laquelle le fluide frigorigène condensé s'écoule dans la première colonne au travers d'un échangeur sans paroi, également relié à la sortie de l'éjecteur, et faisant ainsi
5 simultanément office de vanne trois-voies et de compresseur pour le fluide frigorigène à l'état de vapeur, sortant de l'éjecteur, et entraîné par le fluide frigorigène condensé, vers la première colonne de charge.

Dans un mode de réalisation dont la structure est particulièrement simple, l'échangeur sans paroi est constitué par
10 un second éjecteur dont la buse d'éjection est alimentée en fluide frigorigène condensé sortant de la seconde colonne de charge.

De préférence, une sonde de pression, disposée dans l'évaporateur, pilote une vanne disposée à l'entrée du premier ensemble condenseur, pour assurer une modulation convenable de la fraction de vapeur sous pression qui sera dérivée vers le premier ensemble condenseur par rapport à la fraction de cette vapeur qui sera conduite à la buse de l'éjecteur.

Avantageusement, l'installation selon l'invention comprend également un second ensemble condenseur, au contact d'une quatrième source, et dont l'entrée est reliée à la sortie de l'échangeur sans paroi, ce second ensemble condenseur étant, dans un mode préféré de réalisation, constitué d'une
20 pluralité de condenseurs montés en série parallèle le long de la première colonne de charge.

Enfin, la réalimentation de l'évaporateur à partir de cette première colonne de charge s'effectue au travers d'un détenteur à diaphragme fixe. De la sorte, l'installation selon
30 l'invention, qui ne comprend aucun élément mobile, peut présenter une durée de vie pratiquement illimitée.

La présente invention sera mieux comprise à l'aide de l'exemple particulier de réalisation, qui sera décrit ci-après, à titre non limitatif, en référence à la figure unique en
35 annexe, sur laquelle on a représenté de façon schématique une installation de refroidissement d'une cellule.

En référence à cette figure, l'installation comprend un circuit bouclé d'un fluide frigorigène, sur lequel on retrouve

un bouilleur 1, dans lequel est disposé un échangeur 2, traversé par un fluide chaud, transportant de l'énergie calorifique de récupération, et constituant une première source. Ce fluide chaud peut, par exemple, être l'huile d'un circuit de lubrification et de refroidissement d'un moteur à combustion interne, on bien l'eau d'un circuit de refroidissement d'un tel moteur, ou encore des gaz d'échappement d'un tel moteur ou des fumées de combustion de fours industriels ou domestiques.

Une fraction du fluide frigorigène vaporisé et pressurisé dans le bouilleur 1 est conduite par les canalisations 3 et 4 à la buse d'éjection d'un éjecteur 5, de type connu, relié par la canalisation 6 à un évaporateur 7, contenant du fluide frigorigène liquide, et renfermant un échangeur 8 parcouru par un autre fluide chaud, constituant une seconde source, et transportant de l'énergie calorifique tirée de la cellule que l'on souhaite refroidir. Cet autre fluide chaud peut être de l'air ambiant provenant de la cellule, si cette dernière est par exemple une salle informatique, un central téléphonique, voire une cale d'un navire, ou tout autre fluide circulant dans un circuit de refroidissement de la cellule. L'éjection de la vapeur sous pression dans l'éjecteur 5 provoque une aspiration des vapeurs de fluide frigorigène dans l'évaporateur 7 et la canalisation 6. L'évaporateur 7 est ainsi en dépression, ce qui abaisse la température d'ébullition du fluide frigorigène qui s'y trouve, et donc le refroidissement du fluide circulant dans l'échangeur 8, ainsi que celui de la cellule. Une sonde de pression 9, disposée dans l'évaporateur 7, pilote l'ouverture d'une vanne 10 modulant la fraction de vapeur sous pression provenant du bouilleur 1 et admise par la canalisation 11 dans un condenseur 12, monté en parallèle sur l'éjecteur 5, et renfermant un échangeur 13 traversé par un fluide froid constituant une troisième source. Ce fluide froid sera, par exemple, de l'air frais, ou de l'eau du sous-sol, ou du réseau de distribution, qui sera préchauffée en vue d'une utilisation particulière, ou encore de l'eau de mer si l'installation est montée sur un navire. A la sortie du condenseur 12, le fluide frigorigène est conduit dans ;

une colonne de charge 14, par la base de laquelle le fluide frigorigène à l'état liquide s'écoule sous pression vers la buse d'éjection d'un second éjecteur 15, également relié par la canalisation 16 à la sortie de l'éjecteur 5, et dont la

5 sortie est elle-même reliée en parallèle à une colonne de charge 17, et à un ensemble condenseur 18, constitué par une pluralité de condenseurs 19 montés en série parallèle le long de la colonne de charge 17. L'éjection du fluide frigorigène à l'état de liquide sous pression dans l'éjecteur 15 assure

10 l'entraînement de la vapeur sortant de l'éjecteur 5 par la canalisation 16 vers la colonne de charge 17 ainsi que vers les condenseurs 19. L'éjecteur 15 fait ainsi simultanément fonction de vanne trois-voies, d'échangeur sans paroi et de compresseur pour la vapeur de fluide frigorigène entraînée.

15 Les condenseurs 19 sont au contact d'une quatrième source, qui peut, par exemple, être de l'air ambiant, et la colonne de charge 17 assure une réalimentation, sous une pression suffisante, du bouilleur 1, par la canalisation 20, ainsi que celle de l'évaporateur 7 par la canalisation 21, sur laquelle

20 est disposé un détendeur à diaphragme fixe 22. On remarque que l'ensemble condenseur 18 ainsi constitué assure une autorégulation de l'installation en adaptant la surface de condensation efficace, c'est-à-dire celle située au-dessus du niveau de liquide, qui est le même dans les

25 condenseurs 19 et dans la colonne de charge 17, à la puissance calorifique à évacuer du mélange de fluide frigorigène liquide et vapeur sortant de l'éjecteur 15, c'est-à-dire aussi à la puissance calorifique à évacuer de la cellule par l'évaporateur 7, ainsi qu'à la température de la quatrième source

30 baignant les condenseurs 19. L'installation de refroidissement qui vient d'être décrite ne comporte qu'un seul bouilleur. Mais il est bien évident que l'on pourrait multiplier le nombre des bouilleurs, les installer en série pour qu'ils constituent respectivement un

35 préchauffeur, un bouilleur et un surchauffeur, selon les températures des sources chaudes utilisées, sans sortir du cadre de l'invention.

Le procédé et l'installation autonome proposés par la présente invention peuvent être mis avantageusement en oeuvre chaque

fois que l'on se propose de produire du froid à partir d'énergie calorifique de récupération.

En plus des applications qui sont envisagées ci-dessus, le procédé et l'installation selon l'invention apparaissent

5 également d'une mise en oeuvre intéressante pour assurer la climatisation des galeries, conduites, enceintes ou salles souterraines, comme il s'en trouve dans les mines, des salles de spectacles, ainsi que pour assurer le refroidissement d'entrepôts de stockage de produits alimentaires, ou de ré-
10 frigérants d'installations de distillation de produits chimiques.

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

1/ Procédé de refroidissement d'une cellule à partir d'énergie calorifique de récupération fournie par une première source, consistant à transmettre cette énergie calorifique de récupération à un fluide frigorigène ainsi vaporisé et ⁵ pressurisé à conduire la vapeur de fluide frigorigène sous pression à la buse d'éjection d'un éjecteur, également relié à un évaporateur de fluide frigorigène pour assurer, par l'aspiration résultant de l'éjection de vapeur de fluide frigorigène, une ¹⁰ dépression dans l'évaporateur abaissant la température d'ébullition du fluide frigorigène qui s'y trouve, en prélevant d'une seconde source une énergie calorifique tirée de la cellule à refroidir, la réalimentation de l'évaporateur étant assurée par une première colonne de charge de fluide frigorigène liquide, ¹⁵ dans laquelle le fluide frigorigène est conduit après condensation, caractérisé en ce qu'il consiste, de plus, à assurer une condensation au contact d'une troisième source d'une partie de la vapeur de fluide frigorigène sous pression, en parallèle à celle qui est menée à l'éjecteur, puis à conduire ²⁰ le fluide frigorigène ainsi condensé dans une seconde colonne de charge, de la base de laquelle le fluide frigorigène liquide sous pression s'écoule dans la première colonne de charge, en entraînant avec lui la vapeur de fluide frigorigène sortant de l'éjecteur, à laquelle il se mélange et qui est ²⁵ ainsi comprimée.

2/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à moduler la quantité de vapeur de fluide frigorigène condensée en parallèle à celle menée à l'éjecteur en fonction de la dépression régnant dans l'évaporateur.

3/ Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il consiste à assurer une condensation, ³⁰ au contact d'une quatrième source, du mélange de fluide frigorigène liquide et vapeur à l'entrée de la première colonne de charge.

4/ Installation de refroidissement d'une cellule, ³⁵ tirant son énergie motrice d'une énergie calorifique de récupération fournie par une première source, constituée d'un circuit bouclé de fluide frigorigène comprenant un bouilleur,

recevant l'énergie calorifique de récupération, pour vaporiser et pressuriser le fluide frigorigène conduit, à l'état de vapeur sous pression, à la buse d'éjection d'un éjecteur, également relié à un évaporateur au contact d'une seconde source, l'aspiration résultant de l'éjection de la vapeur de fluide sous pression assurant une dépression dans l'évaporateur pour abaisser la température d'ébullition du fluide frigorigène qui se trouve dans ce dernier, en prélevant de la seconde source de l'énergie calorifique tirée de la cellule à refroidir, l'évaporateur et le bouilleur étant tous deux réalimentés en fluide frigorigène par une première colonne de charge, à laquelle le fluide frigorigène est conduit à partir d'un premier ensemble condenseur, au contact d'une troisième source, caractérisée en ce que le premier ensemble condenseur est alimenté en parallèle avec l'éjecteur, en vapeur de fluide frigorigène sous pression, la sortie du premier ensemble condenseur étant reliée à la partie supérieure d'une seconde colonne de charge, et par la base de laquelle le fluide frigorigène condensé s'écoule dans la première colonne au travers d'un échangeur sans paroi, également relié à la sortie de l'éjecteur, et faisant ainsi simultanément office de vanne trois-voies et de compresseur pour le fluide frigorigène à l'état de vapeur, sortant de l'éjecteur, et entraîné par le fluide frigorigène condensé, vers la première colonne de charge.

5/ Installation selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'échangeur sans paroi est constitué par un second éjecteur dont la buse d'éjection est alimentée en fluide frigorigène condensé sortant de la seconde colonne de charge.

6/ Installation selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisée en ce qu'une sonde de pression disposée dans l'évaporateur pilote une vanne disposée à l'entrée du premier ensemble condenseur.

7/ Installation selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisée en ce qu'elle comprend un second ensemble condenseur, au contact d'une quatrième source, et dont l'entrée est reliée à la sortie de l'échangeur sans paroi.

8/ Installation selon la revendication 7, caractérisée

sée en ce que le second ensemble condenseur est constitué d'une pluralité de condenseurs montés en série parallèle le long de la première colonne de charge.

- 5 9/ Installation selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisée en ce que l'évaporateur est réalimenté à partir de la première colonne de charge au travers d'un détendeur à diaphragme fixe.

