

ROYAUME DU MAROC  
-----  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
-----



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :  
**MA 40373 B1**

(51) Cl. internationale :  
**F25B 49/04; F25B 30/04**

(43) Date de publication :  
**30.04.2018**

---

(21) N° Dépôt :  
**40373**

(22) Date de Dépôt :  
**06.11.2015**

(30) Données de Priorité :  
**25.11.2014 FR 1461412**

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:  
**PCT/EP2015/075920 06.11.2015**

(71) Demandeur(s) :  
**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES, 25  
rue Leblanc Bâtiment "Le Ponant D" F-75015 Paris (FR)**

(72) Inventeur(s) :  
**BONNOT, Sylvain**

(74) Mandataire :  
**SABA & CO**

---

(54) Titre : **MACHINE A ABSORPTION A COEFFICIENT DE PERFORMANCE OPTIMISE**

(57) Abrégé : Un système comprend une machine à absorption (10) et un circuit de commande (40) couplé à la machine à absorption (10) pour réguler la puissance utile

ABREGEMACHINE A ABSORPTION A COEFFICIENT DE PERFORMANCE OPTIMISE

- 5 Un système comprend une machine à absorption (10) et un circuit de commande (40) couplé à la machine à absorption (10) pour réguler la puissance utile  $Q_u$  de celle-ci sur une puissance utile demandée  $Q_u^d$  prédéterminée. Le circuit de commande (40) comporte :
- un capteur (28) délivrant une mesure  $T_e^m$  de la température de l'évaporateur (12) et un capteur (30) délivrant une mesure  $T_{ac}^m$  de la température de l'ensemble absorbeur/condenseur (14, 22) ;
  - 10 - une unité (46) calculant une consigne  $T_g^c$  pour la température du générateur (18) et une consigne  $N_{pompe}^c$  pour la vitesse de la pompe à solution (16) en fonction de la puissance  $Q_u^d$ , et des mesures de  $T_e^m$  et  $T_{ac}^m$  pour satisfaire :

$$(COP_{th}^{max}, Q_u^d) = f_{abso}(T_e^m, T_{ac}^m, T_g^c, N_{pompe}^c)$$

15

où  $COP_{th}^{max}$  est une valeur souhaitée d'un coefficient de performance  $COP_{th}$  de la machine, et  $f_{abso}$  est un modèle prédéterminé de la machine ;

- et un circuit de contrôle (48) appliquant la consigne  $N_{pompe}^c$  à la pompe (16) et la consigne  $T_g^c$  au générateur (18).

20

Figure 2

MACHINE A ABSORPTION A COEFFICIENT DE PERFORMANCE OPTIMISE

**DOMAINE DE L'INVENTION**

- 5 La présente invention concerne le domaine des machines à absorption, et plus particulièrement la commande de celles-ci.

**ETAT DE LA TECHNIQUE**

- 10 Une pompe à chaleur est un dispositif thermodynamique permettant de transférer de la chaleur depuis un milieu à basse température, vers un milieu à une température supérieure. La pompe peut fonctionner en tant que machine frigorifique si l'objectif est de refroidir le milieu à basse température, par exemple un réfrigérateur ou une unité de climatisation, ou en tant que système de chauffage si l'objectif est de réchauffer le milieu
- 15 à plus haute température, par exemple une pompe à chaleur pour le chauffage domestique. Le principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur repose sur le changement d'état à différentes pressions (évaporation et condensation) d'un fluide frigorigène circulant entre le milieu le plus froid et le milieu plus chaud. Ce fluide frigorigène est mis en mouvement et comprimé à l'état de vapeur par un compresseur.

- 20 Une machine à absorption est une pompe à chaleur où la fonction du compresseur est réalisée par un cycle thermodynamique moteur utilisant une source de chaleur à plus haute température, par exemple issue de capteurs solaires thermiques, ou d'un brûleur à gaz. Ce cycle moteur utilise une pompe (système aspirant et refoulant à plus haute
- 25 pression un liquide) pour réaliser la compression et la mise en mouvement du fluide. La compression à l'état liquide par une pompe consomme beaucoup moins d'énergie que la compression à l'état vapeur. On parlera de source froide pour le milieu à basse température qui se refroidit, de source intermédiaire pour le milieu à température moyenne qui se réchauffe, et de source chaude pour l'énergie à haute température utilisée
- 30 pour la fonction de compression.

- L'intérêt de la machine à absorption est d'avoir une consommation d'électricité beaucoup plus faible qu'une pompe à chaleur à compression de vapeur. En effet, la machine à absorption consomme, à la place d'une puissance électrique alimentant le compresseur,
- 35 une puissance électrique faible pour la pompe ainsi qu'une puissance thermique fournie par une source de chaleur à haute température (55-200°C) qui peut être issue d'énergies

renouvelables, ou de chaleur fatale issue de procédés industriels. Cette source de chaleur peut ainsi être de l'énergie solaire, de la cogénération, de la biomasse, de la géothermie...

5 Un des enjeux concernant les machines à absorption est de parvenir à des performances similaires à celles des pompes à chaleur à compression électrique en termes de performance énergétique et de régulation de la puissance utile qu'elles délivrent. Notamment, l'ajout d'une source chaude complexifie grandement le cycle thermodynamique du fluide frigorigène et multiplie les paramètres influençant ces performances.

10

Ainsi, les machines à absorption usuellement commercialisées ne disposent pas de système de régulation de leur puissance utile. Tout au plus, la commande de la puissance utile d'une machine à absorption se fait par une technique du « tout ou rien », c'est-à-dire en alternant les cycles de fonctionnement et d'arrêt de la machine. En raison des temps de démarrage et de stabilisation longs, une telle commande consomme beaucoup d'énergie, ce qui induit une faible performance énergétique. En outre, une telle commande ne permet pas d'ajuster correctement la puissance de la machine sur la puissance demandée par l'utilisateur. Par exemple pour une machine fonctionnant en tant que chauffage domestique, la température d'une pièce chauffée par la machine varie fortement autour de la température demandée par l'utilisateur. Pour pallier ces problèmes, différentes commandes pour une machine à absorption ont été étudiées.

15

Par exemple, le document de J. Fernandez Seara et al. (« *Study and control of the optimal generation temperature in NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O absorption refrigeration systems* », Applied Thermal Engineering 21, p343-357, 2001) décrit une commande de la température du générateur de la machine à absorption pour ajuster le coefficient  $COP_{th}$  de performance thermique de la machine. Toutefois, cette commande ne permet pas de contrôler de manière correcte la puissance utile fournie par la machine. Le document de J. Labus et al. (« *Inverse neural network based control strategy for absorption chillers* ». Renewable Energy », n° 39, p471-482, 2012) décrit quant à lui une commande de la puissance frigorifique d'une machine à absorption par variation de la température au générateur et/ou du débit et de la température à l'évaporateur. Toutefois, cette commande induit une performance énergétique dégradée.

25

30

35

De manière générale, les différentes commandes de l'état de la technique permettent soit de commander le coefficient de performance thermique, mais sans pouvoir commander la puissance utile fournie, soit de commander la puissance utile, mais avec une machine à absorption qui fonctionne avec une performance énergétique dégradée.

5

#### EXPOSE DE L'INVENTION

Le but de la présente invention est de résoudre le problème susmentionné en proposant une machine à absorption commandée, dont la commande permet de contrôler la performance de la machine et permet de fournir la puissance utile demandée par l'utilisateur.

A cet effet l'invention a pour objet un système comprenant une machine à absorption et un circuit de commande couplé à la machine à absorption pour réguler la puissance utile  $Q_u$  de celle-ci sur une puissance utile demandée  $Q_u^d$  prédéterminée, la machine à absorption comportant :

- un évaporateur, de température  $T_e$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_e$  avec son environnement ;
- un ensemble absorbeur/condenseur formé d'un absorbeur et d'un condenseur, de température  $T_{ac}$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_{ac}$  avec son environnement ;
- un générateur, de température  $T_g$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_g$ , la puissance thermique  $Q_g$  étant pilotable par la température  $T_g$ ; et
- une pompe rotative à solution, disposée entre l'absorbeur et le générateur et dont la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  est pilotable;

Selon l'invention, le circuit de commande comporte :

- un capteur apte à produire une mesure  $T_e^m$  de la température  $T_e$  de l'évaporateur et un capteur apte à produire une mesure  $T_{ac}^m$  de la température  $T_{ac}$  de l'ensemble absorbeur/condenseur ;
- une unité de calcul apte à calculer une consigne  $T_g^c$  pour la température  $T_g$  du générateur et une consigne  $N_{pompe}^c$  pour la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  de la pompe rotative à solution en fonction de puissance utile demandée  $Q_u^d$ , et des mesures de température  $T_e^m$  et  $T_{ac}^m$  de manière à satisfaire la relation :

35

$$(COP_{th}^{max}, Q_u^d) = f_{abso}(T_e^m, T_{ac}^m, T_g^c, N_{pompe}^c)$$

expression dans laquelle  $COP_{th}^{max}$  est une valeur souhaitée d'un coefficient de performance  $COP_{th}$  de la machine à absorption, et  $f_{abso}$  est un modèle de la machine à absorption prédisant le coefficient  $COP_{th}$  et la puissance utile  $Q_u$  en fonction des températures  $T_e$ ,  $T_{ac}$  et  $T_g$  et de la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  ;

- 5 - et un circuit de contrôle pour appliquer la consigne de vitesse  $N_{pompe}^c$  à la pompe rotative à solution et pour appliquer la consigne de température  $T_g^c$  au générateur.

En d'autres termes, en commandant conjointement la vitesse de la pompe rotative à solution et la température du générateur, et uniquement ces deux grandeurs, il est possible de contrôler, notamment d'optimiser, les performances énergétiques de la machine à absorption tout en commandant correctement la puissance utile que celle-ci délivre. Notamment, le coefficient est le coefficient de performance thermique dont il est possible de commander la valeur grâce à l'invention, par exemple maximiser celle-ci. Par ailleurs, la température de l'évaporateur, et la température de l'ensemble absorbeur/condenseur, qui sont usuellement des paramètres fixés par l'environnement de la machine, sont également directement pris en compte. En mettant à jour les consignes sur la vitesse de rotation de la pompe et sur la température du générateur, il est possible de rejeter les perturbations induites par une variation de ces températures depuis le dernier calcul des consignes.

20

Selon un mode de réalisation, l'unité de calcul comporte :

- une mémoire mémorisant le modèle  $f_{abso}$  selon la relation :

$$(COP_{th}, Q_u) = f_{abso}(T_e, T_{ac}, T_g, N_{pompe})$$

- 25 - et un circuit de calcul apte à rechercher les consignes de valeurs  $T_g^c$  et  $N_{pompe}^c$  en posant dans le modèle  $T_e = T_e^m$  et  $T_{ac} = T_{ac}^m$  et en faisant varier les variables du modèle  $T_g$  et  $N_{pompe}$  jusqu'à obtenir le couple de sorties du modèle  $(COP_{th}, Q_u) = (COP_{th}^{max}, Q_u^d)$ .

- 30 En d'autres termes, le circuit de commande embarque un modèle et utilise directement ce dernier pour le calcul des consignes, ce qui permet une commande plus précise.

Selon un mode de réalisation, l'unité de calcul comporte :

- 35 - une mémoire mémorisant des couples  $\begin{pmatrix} T_g^c \\ N_{pompe}^c \end{pmatrix}$  de consignes  $T_g^c$  de température pour le générateur et de consigne  $N_{pompe}^c$  de vitesse de rotation pour la pompe

1

rotative à solution en fonction de triplets  $\begin{pmatrix} T_e \\ T_{ac} \\ Q_u \end{pmatrix}$  de température de l'évaporateur  $T_e$ , de température de l'ensemble absorbeur/condenseur  $T_{ac}$  et de puissance utile  $Q_u$ ; et

- un circuit de calcul apte à sélectionner un couple de consigne  $\begin{pmatrix} T_g^c \\ N_{pompe}^c \end{pmatrix}$  parmi les couples de consignes mémorisés en fonction du triplet  $\begin{pmatrix} T_e^m \\ T_{ac}^m \\ Q_u^d \end{pmatrix}$ .

5

En d'autres termes, le circuit de commande embarque des cartographies, tables ou abaques se fondant sur le modèle de prédiction, ce qui permet un calcul plus rapide des consignes.

10 Selon un mode de réalisation, le circuit de commande comporte un capteur apte à produire une mesure  $T_g^m$  de la température  $T_g$  du générateur, et le circuit de contrôle comporte un régulateur apte à commander la température  $T_g$  du générateur de manière à réguler la mesure de température  $T_g^m$  sur la consigne de température  $T_g^c$ .

15 En d'autres termes, une régulation de la température du générateur est mise en œuvre. Ceci permet de rejeter les perturbations sur la machine, notamment sur la température de l'évaporateur et la température de l'ensemble absorbeur/condenseur, entre deux instants de calcul des consignes sur la vitesse de rotation de la pompe et la température du générateur.

20

L'invention a également pour objet un système comprenant une machine à absorption et un circuit de commande couplé à la machine à absorption pour réguler la puissance utile  $Q_u$  de celle-ci sur une puissance utile demandée  $Q_u^d$  prédéterminée, la machine à absorption comportant :

- 25
- un évaporateur, de température  $T_e$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_e$  avec son environnement ;
  - un ensemble absorbeur/condenseur formé d'un absorbeur et d'un condenseur, de température  $T_{ac}$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_{ac}$  avec son environnement ;
- 30
- un générateur, de température  $T_g$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_g$ , la puissance thermique  $Q_g$  étant pilotable par la température  $T_g$ ; et
  - une pompe rotative à solution, disposée entre l'absorbeur et le générateur et dont la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  est pilotable.

Selon l'invention, le circuit de commande comporte :

- un capteur apte à produire une mesure  $T_e^m$  de la température  $T_e$  de l'évaporateur et un capteur apte à produire une mesure  $T_{ac}^m$  de la température  $T_{ac}$  de l'ensemble absorbeur/condenseur ;
- 5 - une unité de calcul apte à calculer une consigne  $T_g^c$  pour la température  $T_g$  du générateur et une consigne  $N_{pompe}^c$  pour la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  de la pompe rotative à solution en fonction de puissance utile demandée  $Q_u^d$ , et des mesures de température  $T_e^m$  et  $T_{ac}^m$  ;
- et un circuit de contrôle pour appliquer la consigne de vitesse  $N_{pompe}^c$  à la pompe rotative à solution et pour appliquer la consigne de température  $T_g^c$  au générateur.

En outre, le calcul mis en œuvre par l'unité de calcul (46) est sélectionné de manière à ce que :

- l'application des consignes  $N_{pompe}^c$  et  $T_g^c$  pour une température  $T_e = T_e^m$  et une température  $T_{ac} = T_{ac}^m$  conduit, en régime permanent, à une puissance utile  $Q_u$  de la machine à absorption égale à la puissance utile demandée  $Q_u^d$  et à une valeur  $COP_{th}^{max}$  du coefficient de performance thermique  $COP_{th}$  de la machine à absorption ;
- 15 et

- à partir du régime permanent établi pour une valeur  $\begin{pmatrix} T_e^m \\ T_{ac}^m \\ T_g^c \\ N_{pompe}^c \end{pmatrix}$  du vecteur  $P_F =$

- 20  $\begin{pmatrix} T_e \\ T_{ac} \\ T_g \\ N_{pompe} \end{pmatrix}$ , une variation vecteur  $P_F$  entraîne, une fois un régime permanent atteint et pour une puissance utile  $Q_u$  gardée constante et égale à  $Q_u^d$ , une valeur du coefficient de performance thermique  $COP_{th}$  de la machine à absorption inférieur ou égal à la valeur  $COP_{th}^{max}$ .

25

#### BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en relation avec les dessins annexés dans lesquels :

- 30 - la figure 1 est une schématique d'une machine à absorption selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique d'un circuit de commande selon l'invention de la machine à absorption ;



- la figure 3 est une vue illustrant un algorithme de calcul selon l'invention de consignes de température de générateur et de vitesse de rotation de pompe rotative à solution ; et
- les figures 4A et 4B sont des tracés de puissance utile et de coefficient de performance thermique en fonction de la température du générateur et de la vitesse de rotation de la pompe rotative à solution de la machine à absorption.

#### DESCRIPTION DETAILLÉE DE L'INVENTION

- 10 La figure 1 représente de manière schématique un exemple de machine à absorption 10, dont les éléments décrits ci-après sont disposés en fonction du cycle thermodynamique du fluide frigorigène. En pratique, l'absorbeur et le condenseur échangent avec le même fluide de manière parallèle ou en série, et ont la même température en régime permanent.
- 15 La machine à absorption 10 comporte :
- a. un évaporateur 12. L'évaporateur 12 reçoit un fluide frigorigène liquide à basse pression, par exemple de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), et évapore celui-ci en prélevant une puissance thermique  $Q_e$  à son environnement (usuellement appelé « source froide ») qui présente une température  $T_e$ . L'évaporateur 12 produit ainsi une vapeur de fluide frigorigène à basse pression.
  - 20 b. un absorbeur 14. L'absorbeur 14, qui reçoit la vapeur de fluide frigorigène produite par l'évaporateur 12, contient une solution comportant un absorbant du fluide frigorigène, par exemple de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) pour l'ammoniac. La vapeur de fluide frigorigène est alors absorbée par cette solution en rejetant une puissance  $Q_{ac}^1$  vers son environnement (usuellement appelé « source intermédiaire ») qui présente une température  $T_{ac} > T_e$ . L'absorbeur 14 produit ainsi une solution d'absorbant enrichie en fluide frigorigène à basse pression;
  - 25 c. une pompe électrique 16, appelée « pompe à solution » 16, qui pompe la solution enrichie de l'absorbeur 14 tout en la compressant à haute pression;
  - 30 d. un générateur 18, disposé en sortie de la pompe 16. Le générateur 18 reçoit la solution enrichie à haute pression et chauffe cette dernière à une température  $T_g > T_{ac}$  en prélevant une puissance thermique  $Q_g$  à son environnement (usuellement appelée « source chaude »), ce qui a pour effet d'évaporer le fluide frigorigène contenu dans la solution enrichie. Le générateur 18 génère ainsi une solution d'absorbant appauvrie en fluide frigorigène et une vapeur de fluide
  - 35

- e. un détendeur 20. Le détendeur 20 reçoit de l'absorbeur 18 la solution appauvrie à haute pression, détend celle-ci pour l'amener à la pression de la solution contenue dans l'absorbeur 14 et fournit la solution détendue à ce dernier ;
- f. un condenseur 22. Le condenseur 22 reçoit de l'absorbeur 18 la vapeur de fluide frigorigène à haute pression et la condense en rejetant une puissance thermique  $Q_{ac}^2$ , à la source intermédiaire. Le condenseur 22 génère ainsi un fluide frigorigène liquide à haute pression; et
- g. un détendeur 24. Le détendeur 24 reçoit le fluide frigorigène liquide du condenseur 22 et le détend jusqu'à la pression de l'évaporateur 12 auquel il fournit le fluide détendu.

Les éléments décrits ci-dessus sont classiques et ne seront pas détaillés plus en détail par la suite. Ils forment ensemble les éléments minimaux constitutifs d'une machine à absorption, des éléments supplémentaires pouvant être ajoutés (rectifieur, économiseur, sous refroidisseur...) pour améliorer le fonctionnement de la machine.

Comme cela est connu en soit, l'évaporateur 12, le condenseur 22 et le détendeur 24 mettent conjointement en œuvre le cycle dit « frigorigène ». Par le changement d'état que subit le fluide frigorigène, le cycle frigorigène prélève de la chaleur au moyen de l'évaporateur et fournit de la chaleur au moyen du condenseur et de l'absorbeur. Lorsque la machine à absorption est utilisée en tant qu'unité de réfrigération, l'évaporateur est alors disposé dans la pièce que l'on souhaite refroidir. La puissance utile  $Q_u$  de la machine est alors la puissance thermique  $Q_e$  de l'évaporateur. Lorsque la machine à absorption est utilisée en tant que chauffage, le condenseur et l'absorbeur sont alors disposés dans la pièce que l'on souhaite chauffer. La puissance utile  $Q_u$  de la machine est alors la puissance thermique  $Q_{ac} = Q_{ac}^1 + Q_{ac}^2$  de l'ensemble absorbeur/condenseur.

L'absorbeur 14, la pompe 16, le générateur 18 et le détendeur 20 mettent en œuvre conjointement un cycle dit « moteur », qui modifie le fluide frigorigène afin de la placer dans son état nécessaire au cycle frigorigène. La puissance consommée  $Q_{conso}$  pour le cycle moteur est donc le total de la puissance électrique  $W$  consommée par la pompe 16 et la puissance thermique  $Q_g$  consommée par le générateur 18. Les machines à absorption étant par nature conçues pour que  $W \ll Q_g$ , la puissance consommée est donc sensiblement égale à  $Q_g$ . Le coefficient  $COP_{th} = \frac{Q_{conso}}{Q_u}$  de performance thermique de la machine à absorption est ainsi sensiblement égal à  $\frac{Q_g}{Q_u}$ .

Selon l'invention, la température  $T_g$  du générateur 18 et la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  de la pompe 16, et donc la pression de la solution en sortie de la pompe 16, sont pilotables. La commande de la température  $T_g$  est classique. Par exemple, le générateur 18 est parcouru par une canalisation en serpentin dans laquelle circule de l'eau chaude, cette canalisation appartenant à un circuit secondaire 26 couplé par exemple à une énergie renouvelable (solaire, biomasse, géothermie...) pour chauffer l'eau. Ce circuit secondaire 26, qui fait partie de la machine à absorption, comporte une vanne trois voies de recirculation qui permet de réinjecter une partie de l'eau sortant du générateur vers l'entrée, permettant ainsi d'en abaisser la température. Cette vanne est par exemple pilotable en fonction d'une température demandée  $T_g^d$  pour le générateur 18. Bien entendu tout type de dispositif piloté réglant la température du générateur 18 convient.

La pompe à solution 16 est entraînée par un moteur électrique alimenté par un variateur de fréquence, ce qui permet de piloter sa vitesse de rotation  $N_{pompe}^d$ . Ce type de pompe est classique et ne sera donc pas décrit plus en détail.

Toujours selon l'invention, trois capteurs de température 28, 30, 32, par exemple des thermocouples, sont prévus pour mesurer respectivement la température  $T_e$  de la source froide, c'est à dire du fluide entrant dans l'évaporateur 12, la température  $T_{ac}$  de la source intermédiaire, c'est à dire du fluide entrant dans l'absorbeur 14 et le condenseur 22, et la température  $T_g$  de la source chaude, c'est à dire du fluide entrant dans le générateur 18. Les thermocouples sont par exemple insérés dans les tuyaux respectifs de l'évaporateur, du condenseur ou du générateur, ou en variante collés sur la paroi de ces tuyaux. En variante, ces thermocouples sont localisés dans le flux d'air, si la machine fonctionne en air.

En se référant à la figure 2, un circuit de commande 40 de la machine à absorption venant d'être décrite est à présent détaillé. Sur cette figure, la machine à absorption est représentée par le bloc 42 qui regroupe les éléments 12 à 26 décrits précédemment. Le circuit de commande 40 comporte les capteurs 28, 30, 32 délivrant les mesures  $T_e^m$ ,  $T_{ac}^m$  et  $T_g^m$  des températures  $T_e$ ,  $T_{ac}$  et  $T_g$  respectivement et un contrôleur 44.

Le contrôleur 44 reçoit les mesures  $T_e^m$ ,  $T_{ac}^m$  et  $T_g^m$ , ainsi qu'une demande de puissance utile  $Q_u^d$  de la part de l'utilisateur de la machine à absorption et, le cas échéant, numérise ces entrées au moyen d'un convertisseur analogique/numérique (CAN) si celles-ci sont sous forme analogique. Le contrôleur 44 calcule alors les signaux de commande  $T_g^d$  et  $N_{pompe}^d$  du générateur 18 et de la pompe rotative 16 en fonction des entrées reçues et

délivre ces signaux, le cas échéant après leur conversion sous forme analogique au moyen d'un convertisseur numérique/analogique (CNA), au générateur 18 et à la pompe 16.

Plus particulièrement, le contrôleur 44 comporte une unité de calcul 46 qui :

- 5 - mémorise un modèle  $f_{abs}$  de la machine à absorption prédisant le coefficient  $COP_{th}$  et la puissance utile  $Q_u$  en fonction des températures  $T_e$ ,  $T_{ac}$  et  $T_g$  et de la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  lorsque la machine à absorption est en régime permanent, à savoir un modèle selon la relation

$$(COP_{th}, Q_u) = f_{abs}(T_e, T_{ac}, T_g, N_{pompe})$$

10

- met en œuvre un algorithme de recherche, sur la base du modèle  $f_{abs}$  mémorisé, d'une consigne de température  $T_g^c$  pour la température  $T_g$  du générateur 18 et d'une consigne de vitesse  $N_{pompe}^c$  pour la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  qui satisfassent  $Q_u = Q_u^d$  avec un coefficient  $COP_{th}$  maximal.

15

Le contrôleur 44 comporte également un circuit de contrôle 48 appliquant les valeurs calculées  $T_g^c$  et  $N_{pompe}^c$  en tant que consignes pour la machine à absorption. Notamment, lorsque la pompe rotative 16 est auto-régulée, la consigne  $N_{pompe}^c$  est directement appliquée en tant que signal de commande  $N_{pompe}^d$ . Dans une variante, le circuit de contrôle 48 comporte un régulateur 50, 52 qui régule la température du générateur  $T_g$  sur sa valeur de consigne  $T_g^c$ . Par exemple, le régulateur 50, 52 comporte un soustracteur 52 formant la différence  $T_g^c - T_g^m$  entre la consigne de température  $T_g^c$  et la mesure de température  $T_g^m$  et un correcteur 52, par exemple un PID, qui produit le signal de commande  $T_g^d$  de manière à annuler la différence  $T_g^c - T_g^m$ . La régulation mis en œuvre par le régulateur 50, 52 est analogique ou numérique, la fréquence du régulateur dans la variante numérique étant supérieure à la fréquence de mise à jour des consignes  $T_g^c$  et  $N_{pompe}^c$ . La détermination et la mise en œuvre d'une telle loi de régulation est classique et ne sera donc pas détaillée plus en détails.

30

Ainsi, en régime permanent, établi pour les paramètres  $\begin{pmatrix} T_e^m \\ T_{ac}^m \\ T_g^c \\ N_{pompe}^c \end{pmatrix}$  définissant le point de

fonctionnement  $P_F$  de la machine à absorption, la puissance utile de cette dernière s'établit, aux éventuelles erreurs de modélisation près, sur la puissance demandée  $Q_u^d$  tout en garantissant un coefficient  $COP_{th}$  optimal. Notamment, une variation du point de

fonctionnement  $P_F$  implique, pour une puissance utile constante, une dégradation du coefficient  $COP_{th}$ :

En se référant à la figure 3, l'algorithme de recherche mis en œuvre par l'unité de calcul  
 5 44 fonctionne par exemple de la manière suivante. Les températures de la source froide  $T_e$  et de la source intermédiaire  $T_{ac}$  étant imposées par l'environnement de la machine à absorption, elles sont donc posées respectivement égales aux mesures  $T_e^m$  et  $T_{ac}^m$ . L'algorithme de recherche parcourt alors un intervalle prédéfini  $I_g = [T_g^{min}, T_g^{max}]$  de températures pour le générateur 18, avec un pas d'échantillonnage  $\Delta T_g$ , et parcourt un  
 10 intervalle prédéfini  $I_{pompe} = [N_{pompe}^{min}, N_{pompe}^{max}]$  de vitesse de rotation de la pompe rotative 16, avec un pas d'échantillonnage  $\Delta N_{pompe}$ . Notamment, la vitesse de la pompe 16 est limitée à une vitesse maximale et la vitesse de rotation de la pompe 16 est exprimée en pourcentage de cette vitesse. L'intervalle  $I_{pompe}$  est par exemple égal à  $[0, 100\%]$  et le pas  $\Delta N_{pompe}$  est par exemple égal à 1% de la vitesse maximale. L'intervalle  
 15  $I_g$  est quant à lui imposé par les caractéristiques de la machine à absorption et/ou est déterminé en fonction de la température mesurée de la source intermédiaire  $T_{ac}^m$ . On sait en effet que la température  $T_g$  du générateur 18 doit être supérieure à la température  $T_{ac}$  de la source intermédiaire pour que la machine à absorption puisse fonctionner. Ainsi l'intervalle de recherche peut être calculé  $I_g$  par l'unité de calcul 46 tel que  $T_g^{min} > T_{ac}^m$ ,  
 20 le pas  $\Delta T_g$  étant par exemple égal à 1°C.

Ayant parcouru l'espace de recherche  $I_g \times I_{pompe}$ , l'unité de calcul 44 retient alors le couple  $(T_g^c, N_{pompe}^c)$  impliquant une puissance utile prédite par le modèle la plus proche, et de préférence égale, à la puissance utile demandée  $Q_u^d$ , et impliquant la plus grande  
 25 valeur  $COP_{th}^{max}$  prédite pour le coefficient  $COP_{th}$ , à savoir le couple vérifiant :

$$(COP_{th}^{max}, Q_u^d) = f_{abso}(T_e^m, T_{ac}^m, T_g^c, N_{pompe}^c)$$

En se référant aux figures 4A et 4B, qui sont respectivement des tracées de puissance utile  $Q_u$  mesurée et de coefficient de performance thermique  $COP_{th}$  mesuré en fonction  
 30 de la température du générateur  $T_g$  et de la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  de la pompe d'une machine à absorption de test, on note la dépendance des grandeurs  $Q_u$  et  $COP_{th}$  en fonction des grandeurs  $T_g$  et  $N_{pompe}$ , et notamment le comportement sensiblement régulier, voire même monotone, de la puissance  $Q_u$  et du coefficient et du coefficient  $COP_{th}$ . Ce type de comportement, et donc le modèle  $f_{abso}$ , est aisément modélisable par  
 35 des techniques usuelles du domaine de la simulation numérique, par exemple par un réseau de neurones.

Le mode de réalisation venant d'être décrit embarque un algorithme de recherche du couple de consignes  $(T_g^c, N_{pompe}^c)$  optimal en termes de puissance utile et de coefficient de performance thermique. Afin d'accélérer la détermination de ce couple, en variante l'unité de calcul 44 mémorise en ensemble de triplets  $\begin{pmatrix} \hat{T}_e^m \\ \hat{T}_{ac}^m \\ Q_u^d \end{pmatrix}$ , chacun associé à un couple  $\begin{pmatrix} T_g^c \\ N_{pompe}^c \end{pmatrix}$ , tels que la relation  $(COP_{th}^{max}, Q_u^d) = f_{abso}(\hat{T}_e^m, \hat{T}_{ac}^m, T_g^c, N_{pompe}^c)$  est vérifiée pour une valeur de coefficient  $COP_{th}$  maximale. Ces triplets et couples sont déterminés par exemple en usine et l'unité de calcul 44 choisit parmi les couples mémorisés  $\begin{pmatrix} T_g^c \\ N_{pompe}^c \end{pmatrix}$  celui qui correspond au triplet  $\begin{pmatrix} \hat{T}_e^m \\ \hat{T}_{ac}^m \\ Q_u^d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} T_e^m \\ T_{ac}^m \\ Q_u^d \end{pmatrix}$ . Ceci permet notamment d'utiliser des modèles de prédiction plus élaboré. Par contre, cela nécessite une unité de commande pourvue d'une grande mémoire informatique pour mémoriser suffisamment de couples et de triplets afin d'obtenir un maillage suffisamment précis de la température du générateur et de la vitesse de rotation de la pompe.

Dans une première variante, l'unité 44 calcule le couple de consigne  $(T_g^c, N_{pompe}^c)$  à chaque démarrage de la machine à absorption et à chaque modification de la puissance utile demandée. Selon une seconde variante, l'unité 44 de calcul met également en œuvre un test de mise à jour du couple de consignes  $(T_g^c, N_{pompe}^c)$ . Notamment, l'unité 44 mémorise les valeurs des mesures  $T_e^m, T_{ac}^m$  et de la puissance  $Q_u^d$  ayant servi au dernier calcul du couple de consignes  $(T_g^c, N_{pompe}^c)$ , notées  $T_e^m(k), T_{ac}^m(k)$  et  $Q_u^d(k)$ , et surveille les mesures de températures  $T_e^m, T_{ac}^m$  et de la puissance utile demandée  $Q_u^d$  reçues en entrée. L'unité 44 teste notamment si le triplet d'entrée  $\begin{pmatrix} T_e^m \\ T_{ac}^m \\ Q_u^d \end{pmatrix}$  s'écarte, au sens d'un critère prédéterminé, par exemple la distance euclidienne, du triplet mémorisé  $\begin{pmatrix} T_e^m(k) \\ T_{ac}^m(k) \\ Q_u^d(k) \end{pmatrix}$ , et si tel est le cas met en œuvre un nouveau calcul des consignes  $(T_g^c, N_{pompe}^c)$ . Selon une troisième variante, l'unité 44 met à jour régulièrement ces consignes, par exemple toutes les 10 minutes.

Le contrôleur 44 comporte, outre d'éventuels CAN et CNA pour la conversion des entrées et des sorties, peut prendre n'importe quelle forme matérielle dès lors qu'il comporte des moyens de calcul (e.g. microprocesseur, microcontrôleur, etc) et de mémorisation (RAM, ROM, etc) adaptés pour la mise en œuvre d'un calcul informatique.

Le contrôleur 44 peut également comporter une portion numérique, par exemple l'unité de calcul 46 et une portion analogique, par exemple le régulateur 50, 52.

5 Il a été décrit un mode de réalisation dans lequel la valeur maximale du coefficient de performance thermique est recherchée. En variante, l'utilisateur peut choisir une valeur inférieure à celle-ci s'il le désire. La procédure décrite ci-dessus reste alors valable.

De même, il a été décrit une modélisation en régime permanent. Bien entendu, l'invention s'applique également en régime transitoire, la fonction  $f_{abs}$  ou les  
10 cartographies étant choisies dans ce sens.

De même il a été décrit le contrôle du coefficient de performance thermique  $COP_{th}$ . En variante, un autre critère de performance énergétique peut être choisi, par exemple l'inverse du coefficient  $COP_{th}$ , un coefficient composé du  $COP_{th}$  et d'une autre  
15 puissance, le rendement énergétique, le rapport  $COP_{th} / COP_{carnot}$ , etc

De même, il a été décrit le contrôle de la puissance utile  $Q_u^d$  de la machine à absorption. Au sens de l'invention, le contrôle directe de la puissance utile tel que décrit précédemment est équivalent au contrôle d'une grandeur liée à la puissance utile et  
20 permettant le contrôle indirecte de la puissance utile. Par exemple, la puissance utile se modélise selon la relation :

$$Q_u = m \times C_p \times (T_u^s - T_u^e)$$

expression dans laquelle  $m$  est le débit dans l'échangeur considéré (évaporateur si la  
25 machine fonctionne en tant qu'unité de réfrigération, ensemble absorbeur/condenseur si la machine fonctionne en tant que chauffage),  $C_p$  est la capacité calorifique du fluide,  $T_u^s$  et  $T_u^e$  sont respectivement les températures du fluide en sortie et en entrée de l'échangeur considéré. La température  $T_u^e$  étant par exemple imposée par l'environnement, le contrôle de la température de sortie  $T_u^s$  permet donc le contrôle de la puissance utile  $Q_u$ .

30

REVENDICATIONS

1. Système comprenant une machine à absorption (10) et un circuit de commande (40) couplé à la machine à absorption (10) pour réguler la puissance utile  $Q_u$  de celle-ci sur une puissance utile demandée  $Q_u^d$  prédéterminée, la machine à absorption (10) comportant :
- un évaporateur (12), de température  $T_e$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_e$  avec son environnement ;
  - un ensemble absorbeur/condenseur (14, 22) formé d'un absorbeur (14) et d'un condenseur (22), de température  $T_{ac}$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_{ac}$  avec son environnement ;
  - un générateur (18), de température  $T_g$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_g$ , la puissance thermique  $Q_g$  étant pilotable par la température  $T_g$  ; et
  - une pompe rotative à solution (16), disposée entre l'absorbeur (14) et le générateur (18) et dont la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  est pilotable ;
- caractérisé* en ce que le circuit de commande (40) comporte :
- un capteur (28) apte à produire une mesure  $T_e^m$  de la température  $T_e$  de l'évaporateur (12) et un capteur (30) apte à produire une mesure  $T_{ac}^m$  de la température  $T_{ac}$  de l'ensemble absorbeur/condenseur (14, 22) ;
  - une unité de calcul (46) configurée pour calculer une consigne  $T_g^c$  pour la température  $T_g$  du générateur (18) et une consigne  $N_{pompe}^c$  pour la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  de la pompe rotative à solution (16) en fonction de puissance utile demandée  $Q_u^d$ , et des mesures de température  $T_e^m$  et  $T_{ac}^m$  de manière à satisfaire la relation :

$$(COP_{th}^{max}, Q_u^d) = f_{abso}(T_e^m, T_{ac}^m, T_g^c, N_{pompe}^c)$$

- expression dans laquelle  $COP_{th}^{max}$  est une valeur souhaitée d'un coefficient de performance  $COP_{th}$  de la machine à absorption, et  $f_{abso}$  est un modèle de la machine à absorption prédisant le coefficient  $COP_{th}$  et la puissance utile  $Q_u$  en fonction des températures  $T_e$ ,  $T_{ac}$  et  $T_g$  et de la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  ;
- et un circuit de contrôle (48) configuré pour appliquer la consigne de vitesse  $N_{pompe}^c$  à la pompe rotative à solution (16) et configuré pour appliquer la consigne de température  $T_g^c$  au générateur (18).



2. Système selon la revendication 1, *caractérisé* en ce que l'unité de calcul (46) comporte :

- une mémoire mémorisant le modèle  $f_{abso}$  selon la relation :

$$(COP_{th}, Q_u) = f_{abso}(T_e, T_{ac}, T_g, N_{pompe})$$

5

- et un circuit de calcul configuré pour rechercher les consignes de valeurs  $T_g^c$  et  $N_{pompe}^c$  en posant dans le modèle  $T_e = T_e^m$  et  $T_{ac} = T_{ac}^m$  et en faisant varier les variables du modèle  $T_g$  et  $N_{pompe}$  jusqu'à obtenir le couple de sorties du modèle  $(COP_{th}, Q_u) = (COP_{th}^{max}, Q_u^d)$ .

10

3. Système selon la revendication 1, *caractérisé* en ce que l'unité de calcul (46) comporte :

- une mémoire mémorisant des couples  $\begin{pmatrix} T_g^c \\ N_{pompe}^c \end{pmatrix}$  de consignes  $T_g^c$  de température pour le générateur et de consigne  $N_{pompe}^c$  de vitesse de rotation pour la pompe rotative à solution en fonction de triplets  $\begin{pmatrix} T_e \\ T_{ac} \\ Q_u \end{pmatrix}$  de température de l'évaporateur  $T_e$ , de température de l'ensemble absorbeur/condenseur  $T_{ac}$  et de puissance utile  $Q_u$ ; et

15

- un circuit de calcul configuré pour sélectionner un couple de consigne  $\begin{pmatrix} T_g^c \\ N_{pompe}^c \end{pmatrix}$  parmi les couples de consignes mémorisés en fonction du triplet  $\begin{pmatrix} T_e^m \\ T_{ac}^m \\ Q_u^d \end{pmatrix}$ .

20

4. Système selon la revendication 1, 2 ou 3, *caractérisé* en ce que le circuit de commande (40) comporte un capteur (32) apte à produire une mesure  $T_g^m$  de la température  $T_g$  du générateur (18), et en ce que le circuit de contrôle (48) comporte un régulateur (50, 52) configuré pour commander la température  $T_g$  du générateur (18) de manière à réguler la mesure de température  $T_g^m$  sur la consigne de température  $T_g^c$ .

25

5. Système comprenant une machine à absorption (10) et un circuit de commande (40) couplé à la machine à absorption pour réguler la puissance utile  $Q_u$  de celle-ci sur une puissance utile demandée  $Q_u^d$  prédéterminée, la machine à absorption (10) comportant :

30

- un évaporateur (12), de température  $T_e$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_e$  avec son environnement ;
- un ensemble absorbeur/condenseur (14, 22) formé d'un absorbeur (14) et d'un condenseur (22), de température  $T_{ac}$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_{ac}$  avec son environnement ;
- un générateur (18), de température  $T_g$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_g$ , la puissance thermique  $Q_g$  étant pilotable par la température  $T_g$  ;
- et
- une pompe rotative à solution (16), disposée entre l'absorbeur et le générateur et dont la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  est pilotable ;

**caractérisé** en ce que le circuit de commande (40) comporte :

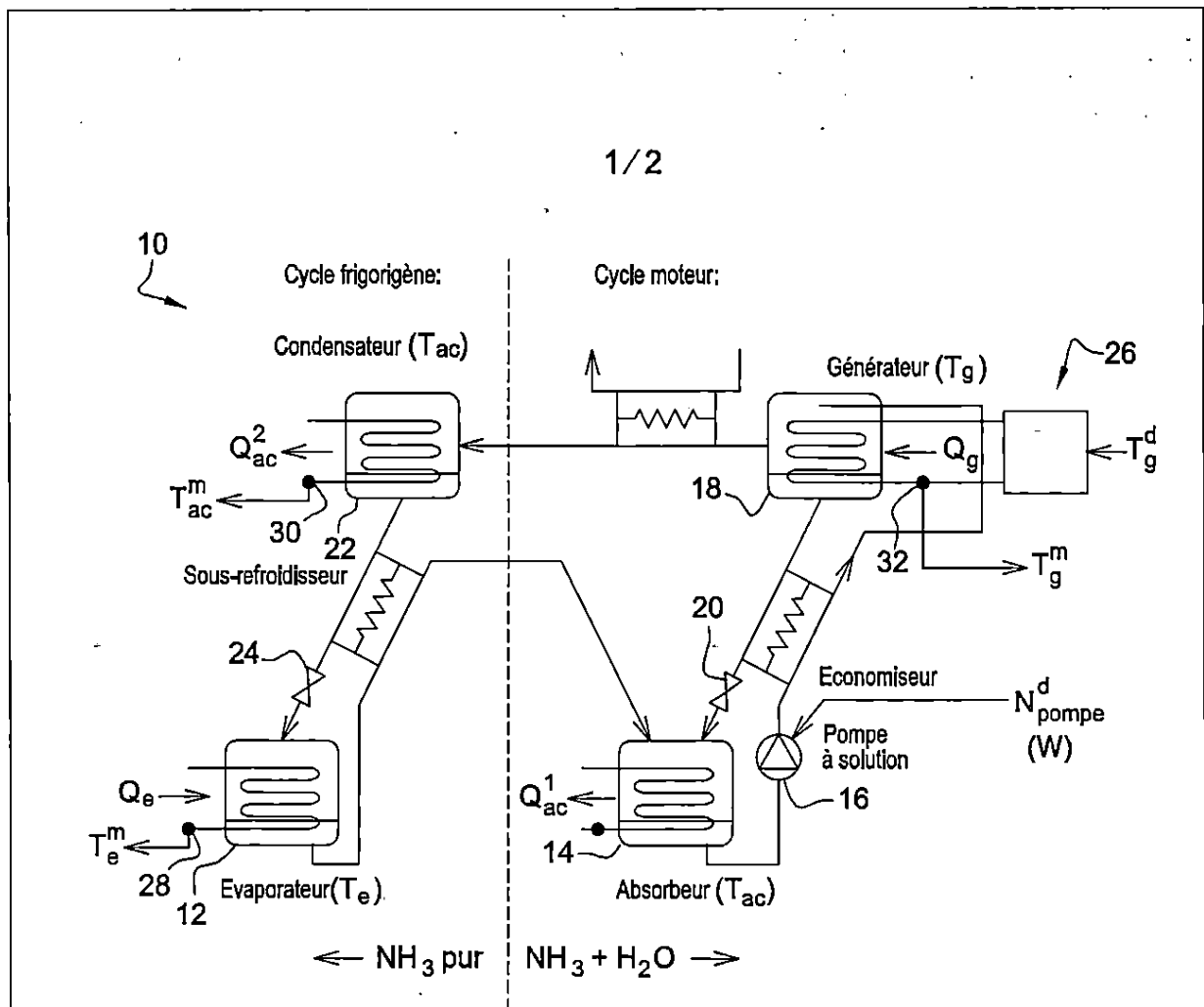
- un capteur (28) apte à produire une mesure  $T_e^m$  de la température  $T_e$  de l'évaporateur et un capteur (30) apte à produire une mesure  $T_{ac}^m$  de la température  $T_{ac}$  de l'ensemble absorbeur/condenseur ;
- une unité de calcul (46) configurée pour calculer une consigne  $T_g^c$  pour la température  $T_g$  du générateur (18) et une consigne  $N_{pompe}^c$  pour la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  de la pompe rotative à solution (16) en fonction de puissance utile demandée  $Q_u^d$ , et des mesures de température  $T_e^m$  et  $T_{ac}^m$  ;
- et un circuit de contrôle (48) configuré pour appliquer la consigne de vitesse  $N_{pompe}^c$  à la pompe rotative à solution et configuré pour appliquer la consigne de température  $T_g^c$  au générateur,

**et ce que** le calcul mis en œuvre par l'unité de calcul (46) est sélectionné de manière à ce que :

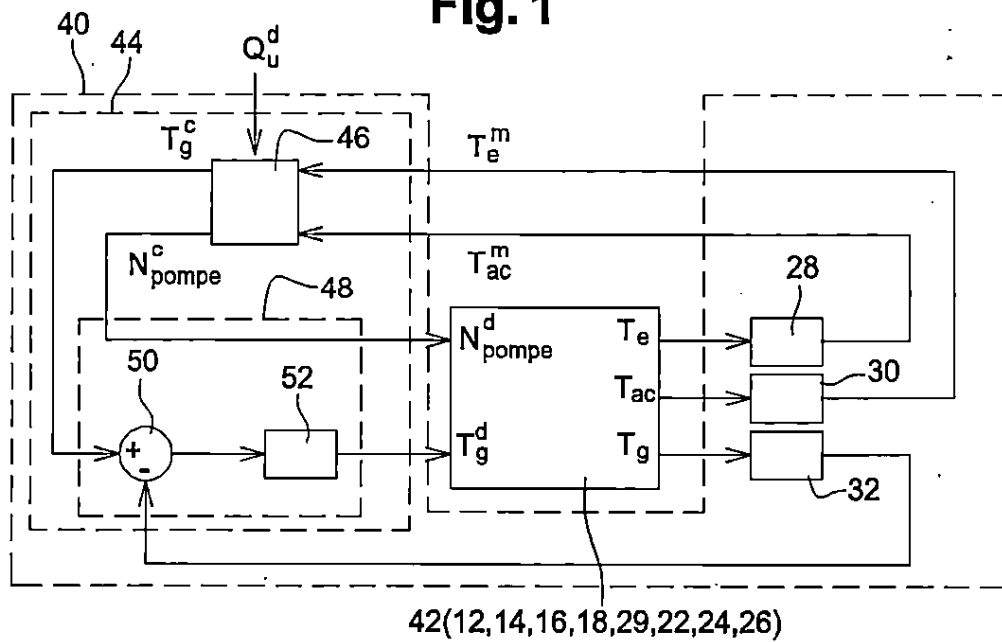
- l'application des consignes  $N_{pompe}^c$  et  $T_g^c$  pour une température  $T_e = T_e^m$  et une température  $T_{ac} = T_{ac}^m$  conduit, en régime permanent, à une puissance utile  $Q_u$  de la machine à absorption égale à la puissance utile demandée  $Q_u^d$  et à une valeur  $COP_{th}^{max}$  du coefficient de performance thermique  $COP_{th}$  de la machine à absorption ; et
- à partir du régime permanent établi pour une valeur  $\begin{pmatrix} T_e^m \\ T_{ac}^m \\ T_g^c \\ N_{pompe}^c \end{pmatrix}$  du vecteur

30  $P_F = \begin{pmatrix} T_e \\ T_{ac} \\ T_g \\ N_{pompe} \end{pmatrix}$ , une variation vecteur  $P_F$  entraîne, une fois un régime

permanent atteint et pour une puissance utile  $Q_u$  gardée constante et égale à  $Q_u^d$ , une valeur du coefficient de performance thermique  $COP_{th}$  de la machine à absorption inférieur ou égal à la valeur  $COP_{th}^{max}$ .



**Fig. 1**



**Fig. 2**

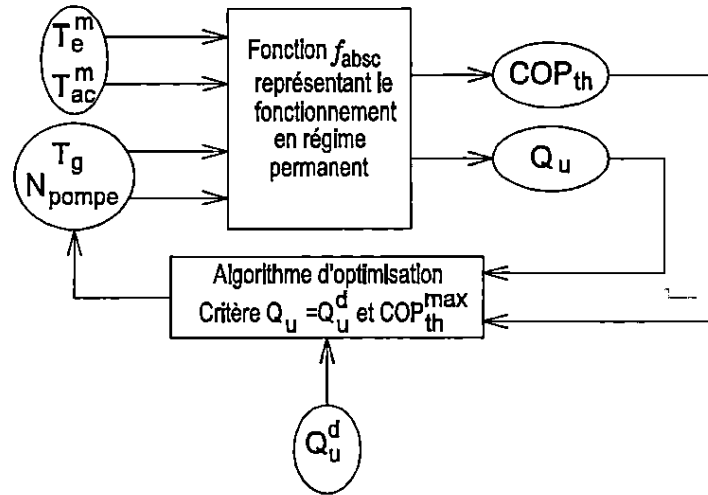


Fig. 3

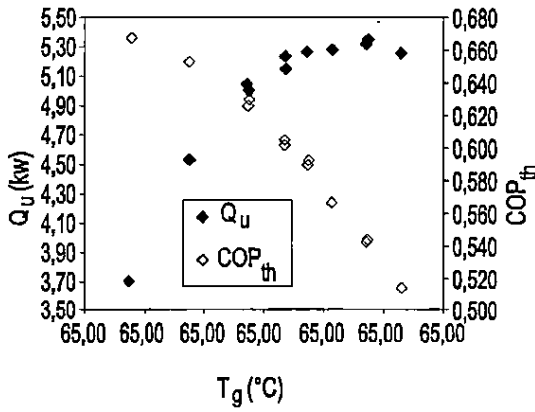


Fig. 4A

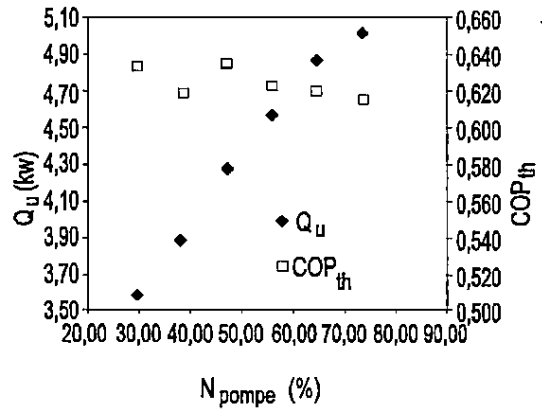


Fig. 4B



**RAPPORT DE RECHERCHE  
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**  
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la  
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et  
complétée par la loi 23-13)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 40373	Date de dépôt : 06/11/2015
Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES	Date d'entrée en phase nationale : 25/05/2017 Date de priorité: 25/11/2014
Intitulé de l'invention : MACHINE A ABSORPTION A COEFFICIENT DE PERFORMANCE OPTIMISE	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée	
<input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: M. EL KINANI	Date d'établissement du rapport : 13/09/2017
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



<b>Partie 1 : Considérations générales</b>		
<i>Cadre 1 : base du présent rapport</i>		
Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Description</u> 13 Pages</li> <li>• <u>Revendications</u> 5</li> <li>• <u>Planches de dessin</u> 2 Pages</li> </ul>		
<b>Partie 2 : Rapport de recherche</b>		
<b>Classement de l'objet de la demande :</b>		
CIB : F25B49/04, F25B30/04		
Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :		
EPOQUE, Orbit		
<b>Catégorie*</b>	<b>Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents</b>	<b>N° des revendications visées</b>
A	WO8203265 ; VAILLANT JOH GMBH & CO [DE]; 30/09/1982	1-5
A	US4164128; BORG WARNER [US]; 14/08/1979	1-5
<b>*Catégories spéciales de documents cités :</b>		
<p>-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs</p> <p>-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté</p>		

**Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité***Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle*

Nouveauté (N)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : WO8203265

**1. Nouveauté (N) :**

Aucun document de l'état de la technique considéré ne divulgue un système comprenant une machine à absorption (figure 1) et un circuit de commande (12) couplé à la machine à absorption pour réguler la puissance utile  $Q_u$  de celle-ci sur une puissance utile demandée  $Q_u^d$  u prédéterminée tel que décrit par les revendications 1 et 5 de la présente demande.

D'où l'objet des revendications indépendantes 1 et 5 est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Par conséquent, l'objet des revendications dépendantes 2-4 est également nouveau.

**2. Activité inventive (AI) :**

Le document D1 considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue (les références entre parenthèses s'appliquent au présent document) un système comprenant une machine à absorption (figure 1) et un circuit de commande (12) couplé à la machine à absorption pour réguler la puissance utile  $Q_u$  de celle-ci sur une puissance utile demandée  $Q_u^d$  u prédéterminée, la machine à absorption comportant:

- un évaporateur (17), de température  $T_e$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_e$  avec son environnement (18);
- un ensemble absorbeur/condenseur (20, 13) formé d'un absorbeur (20) et d'un condenseur (13), de température  $T_{ac}$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_{ac}$  avec son environnement (22, 24);
- un générateur (1), de température  $T_g$  et apte à échanger une puissance thermique  $Q_g$ , la puissance thermique  $Q_g$  étant pilotable par la température  $T_g$ ; et
- une pompe rotative à solution (23), disposée entre l'absorbeur (20) et le générateur (1) et dont la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  est pilotable (34, 35);

le circuit de commande (12) comportant:

- un capteur (dernier paragraphe de la description pour le cas de changement de la température ambiante) apte à produire une mesure  $T_e^m$  de la température  $T_e$  de l'évaporateur et un capteur (10) apte à produire une mesure  $T_{ac}^m$  de la température  $T_{ac}$  de l'ensemble absorbeur/condenseur (20, 13);
- une unité de calcul (12) configurée pour calculer une consigne  $T_g^c$  pour la température  $T_g$  du générateur (2) et une consigne  $N_{pompe}^c$  pour la vitesse de rotation  $N_{pompe}$  de la pompe rotative à solution (23) en fonction de puissance utile demandée  $Q_u^d$ , et des mesures de température  $T_e^m$  et  $T_{ac}^m$ ; et
- un circuit de contrôle (12) configurée pour appliquer la consigne de vitesse  $N_{pompe}^c$  à la pompe rotative à solution (23) et pour appliquer la consigne de température  $T_g^c$  au générateur (1).

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de ce système connu en ce que l'unité de calcul (12) est configurée pour calculer de manière à satisfaire la relation :

$(COP_{th}^{max}, Q_u^d) = f_{abso}(T_e^m, T_{ac}^m, T_g^c, N_{pompe}^c)$ , expression dans laquelle  $COP_{th}^{max}$  est une valeur souhaitée d'un coefficient de performance  $COP_{th}$  de la machine à absorption, et  $f_{abso}$  est un modèle de la machine à absorption prédisant le coefficient  $COP_{th}$  et la puissance utile  $Q_u$  en fonction des températures  $T_e$ ,  $T_{ac}$  et  $T_g$  et de la vitesse de rotation  $N_{pompe}$ .

Le problème technique objectif que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme un contrôle qui permet de réduire la consommation énergétique du système.

La solution à ce problème, proposée dans la revendication 1 de la présente demande, est considérée comme impliquant une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, pour les raisons suivantes :

La considération du coefficient de performance d'une machine à absorption a pour effet d'essayer d'atteindre le coefficient de performance maximum afin de réduire la consommation énergétique du système. Pour délivrer la puissance utile demandée il faut considérer le coefficient de performance maximum faisable. De manière générale, les différentes commandes de l'état de la technique permettent soit de commander le coefficient de performance thermique, soit de commander la puissance thermique utile. La mesure de la température de l'évaporateur mentionnée dans le dernier paragraphe de la description du document D1 pour le cas de changement de la température ambiante n'est pas considérée pour le calcul du coefficient de performance thermique. En plus aucune relation  $f_{abso}$  entre le coefficient de performance thermique et les paramètres  $Q_u$ ,  $T_e$ ,  $T_{ac}$  et  $T_g$  et  $N_{pompe}$  n'est mentionnée. Départant du contenu du document D1, l'homme du métier n'arriverait pas à l'objet de la revendication 1 sans faire preuve d'activité inventive.

Les revendications 2-4 dépendent de la revendication 1 et satisfont donc également, en tant que telles, aux exigences de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 en matière d'activité inventive.



**3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :**

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.