



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1013535A3

NUMERO DE DEPOT : 2000/0343

Classif. Internat. : F25B F02B B60H

Date de délivrance le : 05 Mars 2002

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 23 Mai 2000 à 10H00 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : WOW COMPANY s.a.
rue de coquelet 18, B-5000 NAMUR(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : J. Demarteau, Rue de Coquelet 18, B-5000 Namur

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT COMBINANT L'UTILISATION D'UNE BOUCLE DIPHASIQUE ET D'UN SYSTEME DE REFRIGERATION A ABSORPTION, NOTAMMENT APPLICABLE POUR LE REFFROIDISSEMENT DE L'AIR D'ADMISSION D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

INVENTEUR(S) : Demarteau Joseph, rue de Coquelet 18, B-5000 Namur (BE); Bar Frédéric, chaussée de Nivelles 344, B-5020 Temploux (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 05 Mars 2002
PAR DELEGATION SPECIALE :

L. WUYTS
CONSEILLER

Dispositif de refroidissement combinant l'utilisation d'une boucle diphasique et d'un système de réfrigération à absorption, notamment applicable pour le refroidissement de l'air d'admission d'un moteur à combustion interne.

- 5 La présente invention consiste à utiliser une boucle diphasique pour concentrer l'énergie calorifique dissipée par une source de chaleur et amener cette énergie en un endroit propice pour faire fonctionner un système de réfrigération à absorption.

10 Cette invention sera décrite en détails pour son application dans le cas du moteur à combustion interne, dont les calories dissipées (à travers le liquide de refroidissement, les gaz d'échappement, l'huile de lubrification, etc.) peuvent être ainsi utilisées pour réfrigérer l'air d'admission et optimiser les performances du moteur ou encore pour refroidir l'air de l'habitacle du véhicule et améliorer le confort des passagers.

- 15 L'homme de l'art n'aura aucune difficulté à extrapoler la description fournie à d'autres cas d'applications que celui du moteur à combustion interne.

20 On connaît l'amélioration de performances d'un moteur à combustion interne quand on refroidit et comprime l'air avant l'entrée dans le moteur. La compression de l'air se fait à partir d'un système turbo récupérant une partie de l'énergie des gaz d'échappement. Le refroidissement se fait à partir de l'air ambiant (au travers du dispositif "intercooler") ou, dans le cas de compétitions de courte durée, par vaporisation d'eau sur les parois externes du dispositif "intercooler" et/ou dans les
25 conduits d'admission d'air. La compression de l'air induit une augmentation considérable de sa température et la taille de l'échangeur air/air ou air/eau devient vite critique lorsque l'on connaît le peu de volume disponible dans le compartiment moteur et, surtout, la surface d'échange à l'avant du véhicule, pour évacuer les calories de l'air par échange thermique avec l'air ambiant.

Dans certains cas le refroidissement de l'air est également effectué par un groupe de froid basé sur le cycle frigorifique à compression (comme dans les climatisations automobiles). Ces systèmes fonctionnent bien mais optimisent insuffisamment les caractéristiques d'entrée d'air et sont limités dans les puissances frigorifiques disponibles. Le gain de puissance au niveau du moteur est en grande partie utilisé pour entraîner le compresseur frigorifique et le gain de puissance net à l'arbre moteur se réduit.

Par ailleurs, les systèmes permettant de faire du froid à partir d'une source de chaleur, connus sous le nom de systèmes à absorption, existent depuis de très nombreuses années et sont du domaine public. Pour bien fonctionner ils ont besoin d'une source de chaleur relativement concentrée, comme, par exemple, une flamme, une résistance électrique, etc.. Ces systèmes n'ont pas un très bon rendement, mais ils présentent l'énorme avantage de pouvoir fonctionner à partir de sources chaudes multiples, avec un apport d'énergie mécanique très faible (voire nul), ne dépassant pas 5 à 10% de la puissance mécanique absorbée par un cycle frigorifique à compression, pour une même capacité frigorifique.

Comme dans le cas des machines frigorifiques à compression mécanique, les installations frigorifiques à absorption présentent un côté basse pression, celui de l'évaporateur, et un côté haute pression, celui du condenseur. L'aspiration et la compression des vapeurs de fluide frigorigène ont donc lieu à partir d'un phénomène de compression par énergie thermique, grâce au système absorbeur, pompe à solution et bouilleur ou générateur (ou concentrateur pour les machines eau-LiBr). La condensation, la détente et l'évaporation du fluide frigorigène se font respectivement à travers le condenseur, détendeur et évaporateur. Il faut donc distinguer dans toute machine frigorifique à absorption deux circuits : le circuit de fluide frigorigène entre bouilleur, condenseur, évaporateur et absorbeur et le circuit du mélange binaire solvant et fluide frigorigène entre l'absorbeur et le bouilleur; ces deux circuits ayant une branche commune entre l'absorbeur et le bouilleur. Pour qu'il y ait production

d'une différence de pression entre les côtés haute et basse pression, l'absorbeur doit être refroidi et le bouilleur chauffé.

5 Une boucle diphasique est un dispositif permettant la réalisation d'un transfert de chaleur, constitué d'un circuit fermé dans lequel un fluide se trouve successivement à l'état de liquide et de vapeur. Le choix du fluide utilisé et de sa pression dans la boucle diphasique, permet de déterminer les conditions précises des échanges de chaleur.

10 La boucle diphasique peut être soit activée extérieurement par une pompe placée dans la phase liquide ou éventuellement dans la phase gazeuse, soit être de type autonome, c'est-à-dire sans apport d'énergie autre que l'énergie calorifique, et fonctionnant avec un système de pompe statique capillaire (profilés spéciaux ou matériaux poreux, par exemple). Dans ce dernier cas, on parlera de "caloduc" si la
15 boucle se présente sous la forme intégrée d'un conduit homogène qui permet l'évaporation ou la condensation du fluide à n'importe quel endroit, de sorte que l'amorçage de la boucle peut se faire dès que les conditions de températures aux différents points de la boucle sont remplies.

20 La présente invention consiste en un système de réfrigération à absorption dans lequel l'apport d'énergie calorifique est réalisé par l'intermédiaire d'une boucle diphasique. En d'autres termes, l'originalité de l'invention consiste à utiliser une boucle diphasique pour concentrer l'énergie calorifique libérée ou dissipée par une source de chaleur et amener cette énergie en un endroit propice pour faire fonctionner
25 un système de réfrigération à absorption. L'évaporation du liquide de la boucle diphasique se fait grâce à l'énergie fournie par la source de chaleur et la condensation de la vapeur se fait dans le système d'absorption.

La description qui va suivre détaille l'application de cette invention dans le cas du
30 moteur à combustion interne, dont les calories dissipées (à travers le liquide de refroidissement, les gaz d'échappement, l'huile de lubrification, etc.) peuvent être

ainsi utilisées, par exemple pour réfrigérer l'air d'admission et optimiser les performances du moteur, ou encore pour refroidir l'air de l'habitacle du véhicule et améliorer le confort des passagers.

- 5 La figure en annexe illustre un exemple de réalisation de l'invention, qui va être décrit en détails.

Dans l'absorbeur (A), une solution de bromure de lithium moyennement pauvre en eau, arrivant par le conduit (C4), est pulvérisée sur un faisceau de tubes refroidis par
10 l'air ambiant et absorbe les vapeurs de fluide frigorigène (l'eau) formées dans l'évaporateur (E) et acheminées via le conduit (C1). Le fluide frigorigène se vaporise à l'évaporateur (E) en absorbant la chaleur contenue dans l'air de suralimentation. Il refroidit ainsi typiquement l'air de suralimentation qui provient de l'intercooler air/air ou air/eau (I), à une température comprise entre 60 et 80 °C, suivant les
15 conditions climatiques et de charge du moteur, jusqu'à une température de environ 10°C. Cet air réfrigéré est ensuite amené aux soupapes d'admission (SA) du moteur (M) à travers une conduite la plus courte possible et, après combustion, les gaz seront évacués par les soupapes d'échappement (SE). Typiquement, l'air d'admission subit les étapes suivantes : compression à travers le (turbo)-compresseur (T) du moteur,
20 pré-refroidissement à travers l'intercooler air/air ou air/eau (I) et réfrigération jusqu'à 10°C à travers l'évaporateur (E) avant son entrée dans le moteur. En variante, le même principe est applicable au moteur atmosphérique, en supprimant le turbo (T); de même, l'intercooler (I) n'est pas indispensable, mais son usage est judicieux dans le contexte de l'application décrite ici.

25

A partir de l'absorbeur (A), la solution moyennement riche en eau (obtenue par absorption par la solution moyennement pauvre des vapeurs d'eau en provenance de l'évaporateur) est envoyée au moyen d'une pompe (G) vers le bouilleur (B), via le conduit (C2), après passage éventuel dans un échangeur de chaleur (ECH1),
30 optionnel, mais qui permet d'améliorer le rendement du cycle à absorption. L'apport de chaleur au niveau du bouilleur (B) a pour effet d'extraire la vapeur d'eau de la

solution. Cet apport de chaleur est réalisé par une boucle diphasique. Sous une pression et avec le fluide adéquat, la chaleur puisée dans les gaz d'échappement est absorbée en vaporisant le dit fluide au niveau de l'échangeur (ECH3); la vapeur est ensuite acheminée via (BDV) jusqu'à l'échangeur (ECH2) intégré au bouilleur, où elle transfère la chaleur à la solution riche en repassant à l'état liquide. Le dit fluide à l'état liquide est ensuite ramené via (BDL) à l'échangeur (ECH3) et la boucle diphasique est ainsi bouclée. Pour assurer la circulation du fluide dans la boucle diphasique et optimiser les échanges de chaleur aux échangeurs (ECH2) et (ECH3), une pompe (H) de circulation est intégrée sur la conduite de liquide (BDL). Cette pompe (H) est électromécanique, mécanique, ou de type capillaire (caloduc); dans le cas d'une pompe capillaire, celle-ci sera en fait située dans l'échangeur (ECH3).

C'est une solution régénérée et moyennement pauvre en eau qui va être amenée à l'échangeur de chaleur optionnel (ECH1) via le conduit (C3) et détendue à travers la valve d'expansion (V2), pour revenir à l'absorbeur (A) via le conduit (C4). La solution dans l'absorbeur est refroidie par échange thermique avec l'air ambiant grâce à une circulation interne du fluide à travers une batterie de refroidissement intégrée à l'absorbeur (A). La circulation de la solution est assurée par la pompe de circulation (F); le cycle peut alors recommencer. Quant aux vapeurs de frigorigène (eau) qui s'étaient séparées dans le bouilleur, elles sont acheminées via le conduit (C5) dans le condenseur (C), où elles se liquéfient en cédant leur chaleur à l'air ambiant, pour rejoindre le conduit (C6); le liquide frigorigène est alors détendu à travers la valve d'expansion (V1) et revient à l'évaporateur via le conduit (C7). Dans l'ensemble bouilleur/condenseur, la pression régnante est par exemple d'environ 93 mbar pour une température proche de 45°C, alors que dans l'ensemble absorbeur/évaporateur, la pression est de l'ordre de 8 mbar pour une température voisine de 4°C.

A titre d'illustration, le tableau ci-dessous décrit, pour un exemple de réalisation, les valeurs typiques de concentration en eau, débit, pression et température dans les différents conduits. Ces valeurs correspondent à des taux de transfert de chaleur de:

- 27,2 kW à l'absorbeur,
- 12 kW à l'échangeur ECH1,
- 27,93 kW au bouilleur,
- 25 kW au condenseur,
- 5 - 25 kW à l'évaporateur.

<u>Conduit</u>	<u>Concentration</u>	<u>Débit</u>	<u>Pression</u>	<u>Température</u>
	<u>en eau (%)</u>	<u>(kg/s)</u>	<u>(mbar)</u>	<u>(°C)</u>
C1	100	0,01	8,9	4,4
C2	40,4	0,146	102	39
amont de ECH1				
C2	40,4	0,146	102	82
aval de ECH1				
C3	36	0,136	102	100
C4	36	0,136	8,9	54
C5	100	0,01	102	100
C6	100	0,01	102	45
C7	100	0,01	8,9	4,4

- Le principal avantage de l'utilisation de la présente invention dans l'exemple décrit est de permettre d'augmenter la puissance spécifique (kW/litre de cylindres moteur)
- 10 des moteurs à combustion interne grâce à une température d'admission d'air plus faible qu'avec les systèmes actuels. Cela permet non seulement d'introduire plus d'air dans le moteur mais offre aussi l'avantage d'augmenter la pression de suralimentation sans être pénalisé par les phénomènes de cognement ou de cliquetis.
- 15 La température d'admission de l'air n'est pas limitée par la température ambiante puisque le système permet de réfrigérer l'air et d'atteindre une température d'admission de l'ordre de 10°C, même lorsque les conditions climatiques correspondent à une température ambiante plus élevée.

La puissance mécanique nécessaire pour le bon fonctionnement du cycle de refroidissement par absorption est dérisoire comparée au gain de puissance moteur obtenu et ce dispositif surclasse donc le cycle de refroidissement par compression.

- 5 Le système présenté permet d'avoir des coefficients d'échange de chaleur entre l'air de suralimentation et le fluide réfrigérant au niveau de l'évaporateur du cycle à absorption beaucoup plus élevés que dans les systèmes air/air ou air/eau car on utilise l'enthalpie de vaporisation de l'eau. Ceci amène des surfaces d'échange très faibles et présente en outre l'énorme avantage de pouvoir utiliser d'autres types d'échangeurs
- 10 que les batteries de refroidissement couramment employées. L'emploi d'échangeurs à plaque, par exemple, permet de réduire les pertes de charge au niveau de l'air de suralimentation et donc améliore l'efficacité de la suralimentation.

- 15 L'évaporateur peut être disposé librement dans le compartiment moteur et idéalement aussi près que possible de l'admission d'air du moteur. Ceci permet de réduire au maximum le réchauffement de l'air d'admission avant son entrée dans le moteur.

- 20 L'apport de chaleur au niveau du bouilleur par une boucle diphasique permet de réduire la surface d'échange et donc la taille du bouilleur, grâce à un coefficient de transfert de chaleur élevé.

- 25 La diminution considérable de la température d'admission au niveau du moteur joue un rôle prépondérant dans la réduction de la formation de composés NOx durant la phase de combustion du moteur, grâce à des températures de combustion plus basses.

- 30 La puissance mécanique absorbée à l'arbre moteur pour entraîner les pompes (F), (G) et, éventuellement, (H) est inférieure à 1 % de la puissance frigorifique utile, alors que cette valeur monte typiquement à 30% pour un cycle de refroidissement par compression de même puissance frigorifique. Ceci permet d'améliorer sensiblement le rendement énergétique global du moteur. Les pertes pariétales entre les chambres de combustion du moteur et le liquide de refroidissement moteur diminuent grâce à

une température de la charge gazeuse plus faible tout au long du cycle thermodynamique du moteur à combustion interne. Le gain obtenu sur les pertes pariétales étant plus important que la puissance absorbée par la pompe du cycle à absorption, le rendement global du moteur s'en trouve amélioré.

5

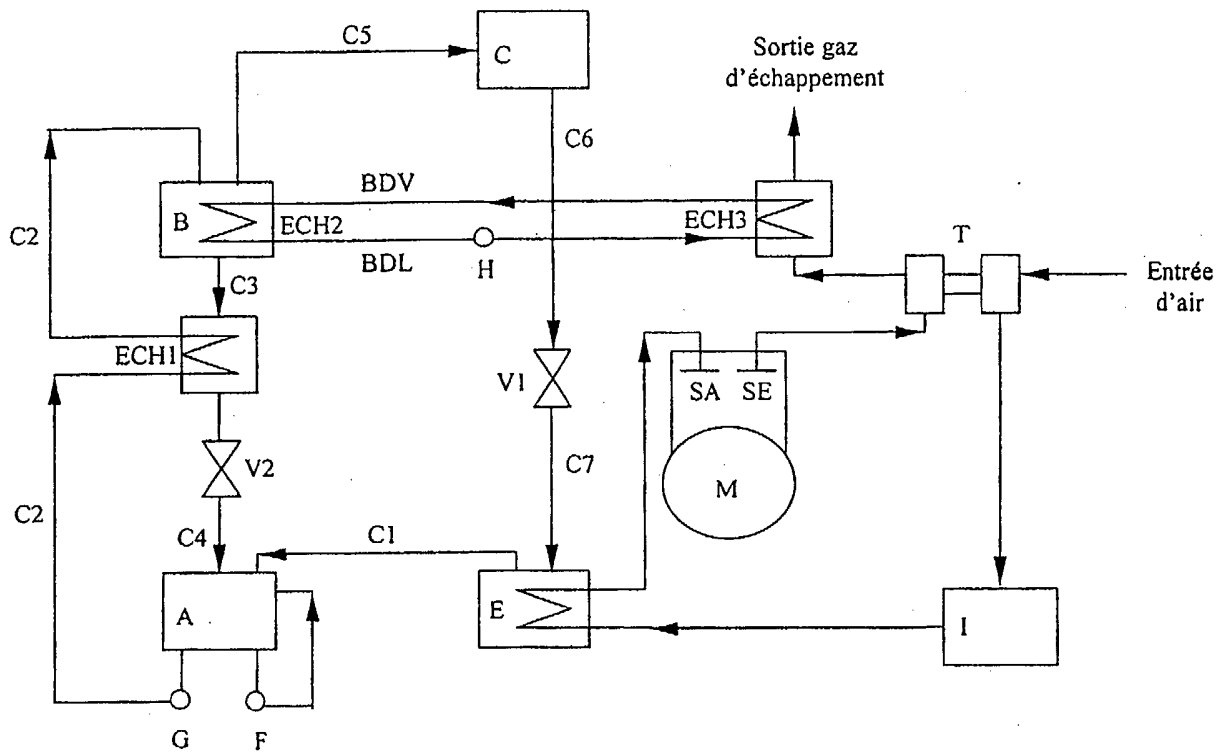
La présente description s'est limitée à l'application de l'invention à la réfrigération de l'air d'admission d'un moteur à combustion interne, mais il est évident que, sans sortir du cadre de cette invention, l'homme de l'art peut concevoir de nombreuses variantes équivalentes et d'autres applications de dispositifs conformes à l'invention.

10

D'une manière générale, on peut utiliser l'invention pour toute application de refroidissement d'un élément généralement quelconque, grâce à la récupération des calories dissipées par une source de chaleur, généralement quelconque elle aussi.

Revendications

- 1) Dispositif de refroidissement comprenant un système de réfrigération par absorption, caractérisé en ce que l'apport d'énergie calorifique au dit système de réfrigération par absorption est réalisé par l'intermédiaire d'une boucle diphasique
5 qui concentre l'énergie calorifique libérée ou dissipée par une source de chaleur et amène cette énergie en un endroit propice pour faire fonctionner le système de réfrigération à absorption.
- 10 2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la boucle diphasique se présente sous la forme intégrée d'un conduit homogène, généralement appelé "caloduc".
- 15 3) Application des dispositifs selon les revendications 1 ou 2 au refroidissement de l'air d'admission d'un moteur à combustion interne.
- 4) Application des dispositifs selon les revendications 1 ou 2 au refroidissement de l'air de l'habitacle d'un véhicule (climatisation).
- 20 5) Application des dispositifs selon les revendications 1 ou 2 au refroidissement d'un élément généralement quelconque, grâce à la récupération des calories dissipées par une source de chaleur, généralement quelconque elle aussi.
- 25 6) Moteur à combustion interne comprenant un dispositif selon les revendications 1 ou 2.
- 7) Système de climatisation associé à un dispositif de refroidissement selon les revendications 1 ou 2.



Abrégé

5 Dispositif de refroidissement combinant l'utilisation d'une boucle diphasique et d'un système de réfrigération à absorption, notamment applicable pour le refroidissement de l'air d'admission d'un moteur à combustion interne.

Dispositif de refroidissement utilisant une boucle diphasique pour concentrer l'énergie calorifique dissipée par une source de chaleur et amener cette énergie en un endroit propice pour faire fonctionner un système de réfrigération à absorption.

10

Cette invention est applicable au refroidissement de l'air d'admission d'un moteur à combustion interne, au refroidissement de l'air de l'habitacle d'un véhicule (climatisation) et, de manière plus générale, au refroidissement d'un élément généralement quelconque, grâce à la récupération des calories dissipées par une
15 source de chaleur, généralement quelconque elle aussi.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 7870
BE 20000343

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 2 269 099 A (GRUBB GUNNAR) 6 janvier 1942 (1942-01-06)	1,2,5-7	F25B27/02 F02B29/04 B60H1/32
Y	* page 1, colonne de droite, ligne 33 - page 7, colonne de droite, ligne 40; figures 1-5 *	3,4	
Y	FR 2 498 996 A (LINCRUSTA) 6 août 1982 (1982-08-06)	3,4	
A	* page 2, ligne 5 - page 3, ligne 22; figures 1,2 *	1,5-7	
X	US 5 383 341 A (ZUR AVIGDOR ET AL) 24 janvier 1995 (1995-01-24)	1,2,4-7	
Y	* colonne 6, ligne 25 - colonne 9, ligne 12; figures 1-6 *	3	
Y	FR 2 718 189 A (KHEIRI ABDELHAMID) 6 octobre 1995 (1995-10-06)	3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) F25B
A	* page 2, ligne 1 - page 3, ligne 22; figure 1 *	1,5,6	
X	DE 43 07 363 A (HOCHHAUS KARL HEINZ DR ING) 15 septembre 1994 (1994-09-15)	1,5-7	
Y	* colonne 1, ligne 61 - colonne 3, ligne 7; figures 1,2 *	3	
Y	US 4 270 365 A (SAMPIETRO ACHILLES C) 2 juin 1981 (1981-06-02)	3	
A	* colonne 1, ligne 47 - colonne 4, ligne 57; figures 1-3 *	1,5,6	
A	FR 1 399 607 A (SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES MATÉRIELS HISPANO-SUIZA) 20 septembre 1965 (1965-09-20) * page 2, colonne de droite, dernier alinéa - page 4, colonne de gauche, alinéa 4; figures 2,3 *	1,3,5,6	
-/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 février 2001		Boets, A	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C48)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 7870
BE 20000343

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 177 (M-233), 5 août 1983 (1983-08-05) & JP 58 079618 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 13 mai 1983 (1983-05-13) * abrégé *	1,3,5,6	
A	DE 15 30 559 A (DAIMLER-BENZ AG) 8 janvier 1970 (1970-01-08) * page 2, dernier alinéa - page 4, dernier alinéa; figures 1,2 *	1,4,5,7	
A	FR 2 616 523 A (CONSIGNY DENIS) 16 décembre 1988 (1988-12-16) * page 7, ligne 3 - page 13, ligne 31; figures 1-4 *	1,4,5,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 février 2001		Boets, A	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C48)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 7870
BE 20000343

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-02-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2269099 A	06-01-1942	AUCUN	
FR 2498996 A	06-08-1982	AUCUN	
US 5383341 A	24-01-1995	IL 98938 A EP 0704042 A WO 9429654 A WO 9302328 A ZA 9205541 A	31-10-1995 03-04-1996 22-12-1994 04-02-1993 22-06-1993
FR 2718189 A	06-10-1995	AUCUN	
DE 4307363 A	15-09-1994	AUCUN	
US 4270365 A	02-06-1981	AUCUN	
FR 1399607 A	20-09-1965	AUCUN	
JP 58079618 A	13-05-1983	AUCUN	
DE 1530559 A	08-01-1970	AUCUN	
FR 2616523 A	16-12-1988	AUCUN	