

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 998 359

21 N° d'enregistrement national : 12 03095

51 Int Cl<sup>8</sup> : F 28 D 15/02 (2013.01)

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 19.11.12.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 23.05.14 Bulletin 14/21.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : COCKERILL MAINTENANCE &  
INGENIERIE SA — BE.

72 Inventeur(s) : FERRAND LUDOVIC, ZOGHAIB  
MARIA et DURAND MATTHIEU.

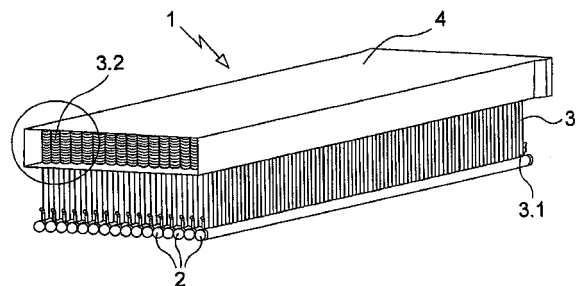
73 Titulaire(s) : COCKERILL MAINTENANCE & INGE-  
NIERIE SA.

74 Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER Société ano-  
nyme.

54 DISPOSITIF DE RECUPERATION DE CHALEUR ET INSTALLATION DE STOCKAGE DE PRODUITS CHAUDS.

57 La présente invention concerne un dispositif récupérateur de chaleur, comprenant au moins un circuit inférieur fermé de captage de chaleur par rayonnement thermique, des thermosiphons tubulaire ayant une portion d'extrémité ouverte raccordée au circuit inférieur et une portion d'extrémité supérieure close, et une conduite de fluide en circulation libre qui s'étend transversalement aux thermosiphons et qui reçoit les portions d'extrémité supérieures des thermosiphons, le circuit inférieur et les thermosiphons formant un circuit sous vide contenant un fluide caloporteur de travail susceptible de s'évaporer sous l'effet du rayonnement et de monter dans les thermosiphons pour se condenser dans la portion d'extrémité supérieure après transfert de chaleur par convection au fluide présent dans la conduite supérieure.

L'invention concerne également une installation de stockage comportant au moins un tel dispositif.



FR 2 998 359 - A1



La présente invention concerne la récupération de chaleur en milieu industriel et, notamment, la récupération de chaleur dégagée par des produits chauds par exemple lors de leur stockage. La chaleur récupérée est par exemple utilisée pour chauffer un fluide et diminuer la consommation énergétique d'une installation.

De nombreuses installations industrielles, et notamment les installations de traitement thermique, nécessitent, pour fonctionner, de consommer une quantité relativement importante d'énergie. Cette énergie résulte principalement de la combustion de matières fossiles comme le charbon, les hydrocarbures ou le gaz, ou peut être d'origine nucléaire lorsqu'elle est consommée sous forme d'électricité. Pour un industriel, l'énergie représente, en terme d'achat, un coût important qui ne cesse d'augmenter et tant sa production que sa consommation engendrent des pollutions qu'il est nécessaire de traiter, augmentant encore les dépenses liées à l'énergie. Il en résulte une volonté croissante de diminuer la consommation énergétique des installations industrielles.

Parmi les axes de recherche les plus couramment explorés à cette fin, on trouve l'optimisation des consommations énergétiques et la diminution des pertes énergétiques, le recours à des énergies renouvelables...

En prenant comme exemple un procédé de traitement thermique mis en œuvre au moyen d'un four fonctionnant par combustion de gaz naturel, il a été envisagé de :

- diminuer la consommation de gaz naturel en améliorant le rendement des brûleurs, le transfert de chaleur vers les produits à chauffer et l'isolation thermique du four,

- récupérer la chaleur au voisinage des brûleurs, on parle alors de brûleurs régénératifs, ou dans les fumées émanant du four,

- utiliser la chaleur récupérée par exemple pour préchauffer l'air dans le four.

Ce type de mesure permet de réaliser des économies substantielles mais engendrent d'autres coûts  
5 liés en particulier à l'achat et à la maintenance des dispositifs de récupération de chaleur. En effet, ces dispositifs de récupération de chaleur sont généralement formés d'un échangeur de chaleur à fluide caloporteur circulant dans un circuit relié à une pompe de  
10 circulation commandée par une unité de régulation.

Un but de l'invention est de proposer une solution permettant d'améliorer la récupération de chaleur dans les installations industrielles en particulier lorsque des produits chauffés sont laissés à  
15 l'air libre pour refroidir.

A cet effet, on prévoit, selon l'invention, un dispositif récupérateur de chaleur, comprenant au moins un circuit inférieur fermé de captage de chaleur par rayonnement thermique, des thermosiphons tubulaires ayant  
20 une portion d'extrémité ouverte raccordée au circuit inférieur et une portion d'extrémité supérieure close, et une conduite de fluide en circulation libre qui s'étend transversalement aux thermosiphons et qui reçoit les portions d'extrémité supérieures des thermosiphons, le  
25 circuit inférieur et les thermosiphons formant un circuit sous vide contenant un fluide caloporteur de travail susceptible de s'évaporer sous l'effet du rayonnement et de monter dans les thermosiphons pour se condenser dans la portion d'extrémité supérieure après transfert de  
30 chaleur par convection au fluide présent dans la conduite supérieure.

Ce dispositif présente de nombreux avantages. En particulier, son fonctionnement ne nécessite pas de pompe pour assurer la circulation des fluides : aucun organe  
35 mobile ni de source d'énergie externe ne sont

obligatoires et aucune régulation n'est nécessaire. Il en résulte une grande fiabilité et une maintenance réduite. Ce dispositif nécessite en outre un faible investissement tant à l'achat qu'à l'entretien. De plus, comme le  
5 dispositif exploite la chaleur latente liée au changement d'état du fluide caloporteur de travail, les transferts de chaleur pour un écart de température donné sont relativement importants.

L'invention a également pour objet une  
10 installation de stockage de produits chauds comprenant une enceinte délimitant une zone de réception des produits chauds et au moins un dispositif de récupération de chaleur du type ci-dessus monté au-dessus de la zone de réception.

15 Le rayonnement thermique émanant des produits chauds va venir chauffer le fluide de travail caloporteur dans le circuit inférieur. Le fluide de travail va s'évaporer avant de se recondenser dans la portion d'extrémité supérieure des thermosiphons en cédant sa  
20 chaleur par convection au fluide présent dans la conduite supérieure. On comprend que la récupération de chaleur est d'autant plus efficace que le circuit inférieur est proche des produits chauffés.

D'autres caractéristiques et avantages de  
25 l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation particuliers non limitatifs de l'invention.

Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi  
lesquels :

- 30 - la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un dispositif récupérateur conforme à l'invention,  
- la figure 2 est une vue agrandie de la zone II de la figure 1  
35 - la figure 3 est une vue schématique d'une

installation de stockage conforme à l'invention, montée en aval d'une installation de traitement thermique.

5 En référence aux figures, le dispositif de récupération de chaleur conforme à l'invention est ici utilisé dans une installation 100 de stockage de produits chauds. L'installation de stockage 100 comporte une enceinte 101 qui délimite une zone de réception 102 de produits chauds. Des dispositifs de récupération de  
10 chaleur généralement désignés en 1 sont montés dans l'enceinte 101 au-dessus de la zone de réception 102. L'installation de stockage 100 est disposée en aval d'une installation 200 de traitement thermique de produits métalliques tels que des brames, des poutrelles, des  
15 tôles.. L'installation de traitement thermique 200 est connue en elle-même et comprend par exemple un four pourvu de brûleurs alimentés en air via un circuit d'alimentation 201.

20 Chaque dispositif de récupération 1 comprend au moins un circuit inférieur 2, fermé, de captage de chaleur par rayonnement thermique, des thermosiphons 3 tubulaires ayant une portion d'extrémité inférieure 3.1 ouverte raccordée au circuit inférieur 2 et une portion d'extrémité supérieure 3.2 close, et une conduite  
25 supérieure 4 qui s'étend transversalement aux thermosiphons 3 et qui reçoit les portions d'extrémité supérieures 3.2 des thermosiphons.

30 La conduite supérieure 4 a une section transversale rectangulaire et comporte une paroi inférieure plane et horizontale qui est traversée par les thermosiphons 3. La conduite supérieure 4 a ses extrémités pourvues respectivement de moyens de sa liaison a une prise d'air extérieur et de moyens de sa  
35 liaison au circuit d'alimentation 201 pour transporter l'air prélevé à l'extérieur et chauffé dans la conduite

supérieure 4 jusqu'aux brûleurs du four de traitement thermique. Il est ainsi réalisé un préchauffage de l'air qui sera mêlé au gaz pour constituer le mélange qui sera brûlé dans le four de traitement thermique. On notera que  
5 les portions d'extrémité supérieure 3.2 des thermosiphons 3 s'étendent sur toute la hauteur de la conduite supérieure 4 de telle manière que l'air présent dans la conduite 4 soit forcément amené au contact desdites portions d'extrémité supérieures 3.2.

10 Le dispositif comporte ici plusieurs circuits inférieurs 2 sous forme chacun d'une canalisation horizontale le long de laquelle sont piqués les thermosiphons 3. Les thermosiphons 3 sont fixés aux canalisations du circuit inférieur 2 de manière à assurer  
15 une étanchéité entre les thermosiphons 3 et chaque canalisation dans laquelle ils sont piqués. Les thermosiphons 3 s'étendent verticalement et les canalisations des circuits inférieurs 3 s'étendent parallèlement à la conduite supérieure 4.

20 Les portions d'extrémité supérieures 3.2 des thermosiphons 3 sont pourvues extérieurement d'ailettes 3.3. Ces ailettes 3.3 permettent d'augmenter les possibilités d'échange thermique par convection entre les portions d'extrémité supérieures 3.2 des thermosiphons 3  
25 et l'air circulant dans la conduite supérieure 4. Pour faciliter le montage des thermosiphons sur la conduite supérieure 4, les portions d'extrémité supérieures 3.2 peuvent être rapportées sur les portions d'extrémité inférieures 3.1. Les ailettes peuvent aussi être  
30 rapportées sur les portions d'extrémité supérieures 3.2 après que celles-ci ont été mises en place au travers de la paroi inférieure plane de la conduite supérieure 4 et avant que ladite paroi inférieure plane ne soit recouverte des autres parois constituant la conduite  
35 supérieure 4.

Chaque circuit inférieur 2 et les thermosiphons 3 y associés formant un circuit sous vide contenant un fluide caloporteur de travail susceptible de s'évaporer sous l'effet du rayonnement et de monter dans les thermosiphons 3 pour se condenser dans la portion d'extrémité supérieure 3.2 après transfert de chaleur par convection à l'air présent dans la conduite supérieure 4. Dans une gamme d'utilisation du fluide caloporteur de 20°C à 350°C, l'eau assure les meilleures propriétés de transfert thermique en ébullition et condensation et ce pour un faible coût de mise en œuvre. L'utilisation d'autres fluides caloporteurs comme les huiles thermiques est également possible mais limitée par leur température de dégradation thermique, directement liée à la quantité de chaleur reçue par rayonnement. Le choix du fluide caloporteur approprié dépendra de sa température d'utilisation et donc de l'intensité du rayonnement thermique entre le système et les produit chauds. L'utilisation de l'eau permet d'abaisser le coût global de fabrication du système et est ici conseillée. Le cas de référence utilisé pour le dimensionnement du système utilise de l'eau à 25bar et à une température de 226°C. La portion des thermosiphons 3 s'étendant entre la conduite supérieure 4 et le circuit inférieur 2 est calorifugée pour que le fluide caloporteur de travail puisse subir une transformation adiabatique. Les circuits inférieurs 2 comprennent des piquages non représentés permettant le remplissage des circuits inférieurs 2 par le fluide caloporteur de travail et la mise sous vide des circuits inférieurs 2.

La pression de travail dans les circuits inférieurs 2 et les thermosiphons 3 peut s'élever à 20 ou 25 bars ou plus selon le rayonnement thermique auquel les circuits inférieurs 2 sont soumis. Les moyens assurant l'étanchéité des circuits doivent pouvoir supporter une

telle pression.

Les circuits inférieurs 2, les thermosiphons 3 et la conduite supérieure 4 sont de préférence rectilignes pour diminuer le coût de fabrication du dispositif.

5 Il est prévu des soupapes de sécurité pour éviter les surpressions dans les circuits inférieurs 2, dans les thermosiphons 3.

10 La conduite supérieure 4 est avantageusement prévue avec un conduit de décharge de telle manière qu'en cas d'arrêt du four un écoulement d'air soit maintenu dans la conduite supérieure 4.

15 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

En particulier, le dispositif récupérateur de chaleur peut avoir une géométrie différente de celle représentée aux figures. Le dispositif peut par exemple être réalisé au moyen de tubes courbes.

20 Les thermosiphons peuvent être dépourvus d'ailettes.

25 Bien que l'invention ait été plus particulièrement décrite en application au domaine sidérurgique, l'invention est utilisable dans tout milieu industriel.



REVENDEICATIONS

1. Dispositif récupérateur de chaleur, comprenant au moins un circuit inférieur fermé de captage de chaleur par rayonnement thermique, des thermosiphons tubulaire ayant une portion d'extrémité ouverte raccordée au circuit inférieur et une portion d'extrémité supérieure close, et une conduite de fluide en circulation libre qui s'étend transversalement aux thermosiphons et qui reçoit les portions d'extrémité supérieures des thermosiphons, le circuit inférieur et les thermosiphons formant un circuit sous vide contenant un fluide caloporteur de travail susceptible de s'évaporer sous l'effet du rayonnement et de monter dans les thermosiphons pour se condenser dans la portion d'extrémité supérieure après transfert de chaleur par convection au fluide présent dans la conduite supérieure.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les portions d'extrémité supérieures des thermosiphons sont pourvues extérieurement d'ailettes.

3. Dispositif selon la revendication 1, comportant plusieurs circuits inférieurs sous forme chacun d'une canalisation horizontale le long de laquelle sont piqués les thermosiphons.

4. Dispositif selon la revendication 3, dans laquelle les canalisations des circuits inférieurs s'étendent parallèlement à la conduite supérieure.

5. Dispositif selon la revendication 1, dans laquelle la conduite supérieure a une section transversale rectangulaire.

6. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le circuit inférieur, les thermosiphons et la conduite supérieure sont rectilignes.

7. Installation de stockage de produits chauds comprenant une enceinte délimitant une zone de réception

des produits chauds et dans laquelle est monté au moins un dispositif, selon l'une quelconque des revendications précédentes, s'étendant au-dessus de la zone de réception.

1/2

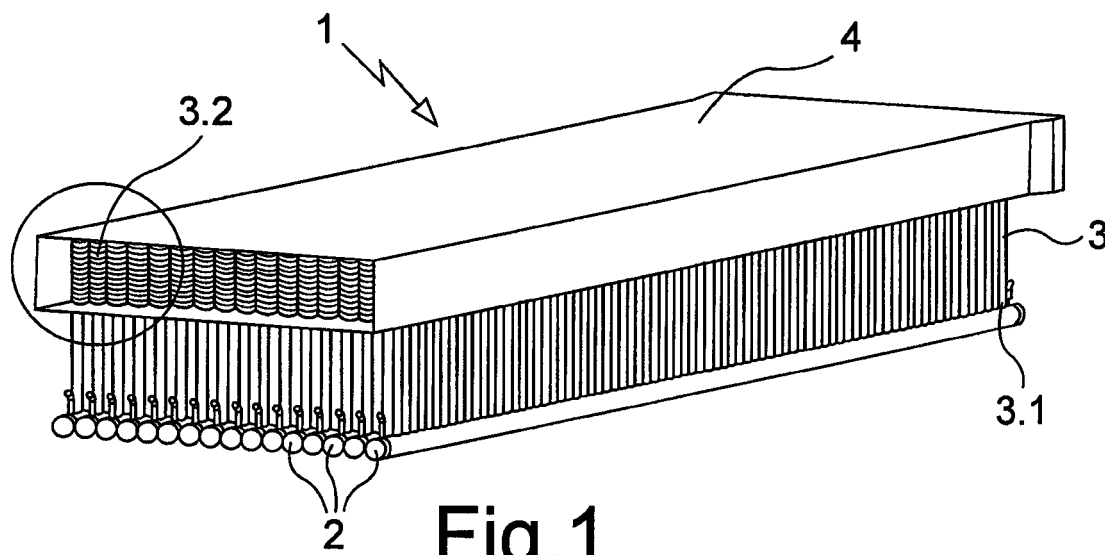


Fig. 1

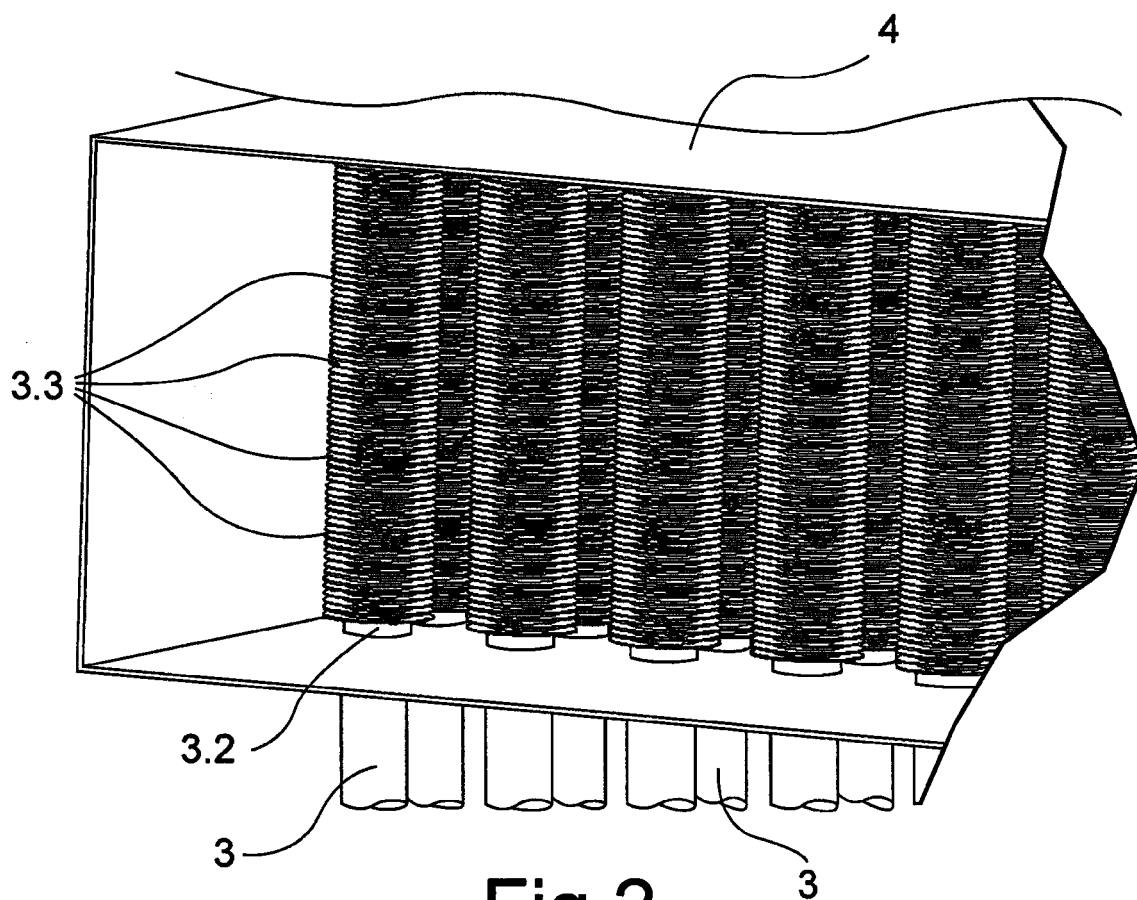


Fig. 2

2/2

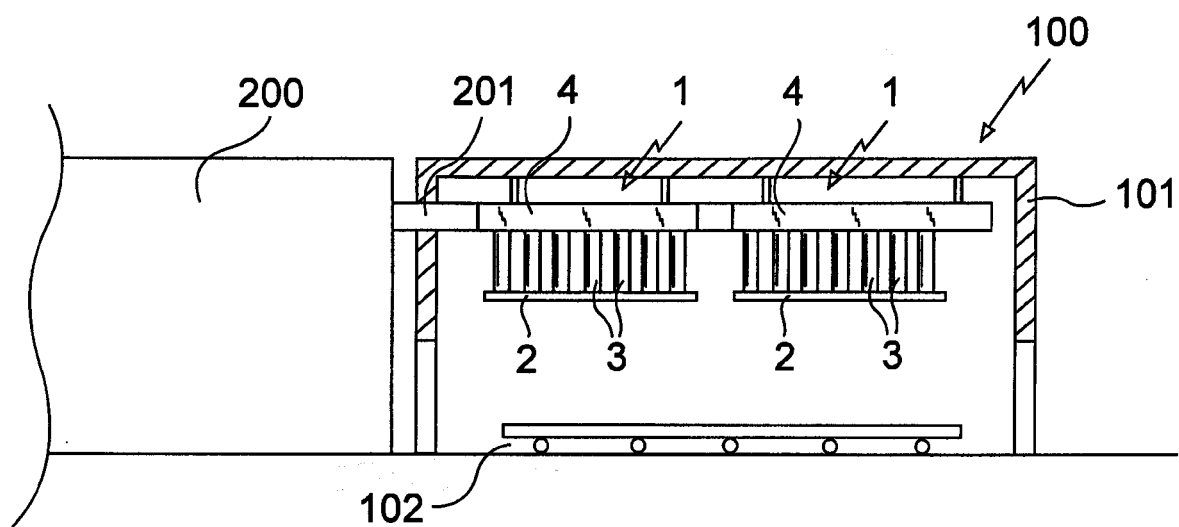


Fig.3



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 772697  
FR 1203095

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 0 952 612 A1 (FERRAZ DATE IND [FR]) 27 octobre 1999 (1999-10-27) * figures 1-3 *	1-7	F28D15/02
X	US 5 806 583 A (SUZUKI MASAHIKO [JP] ET AL) 15 septembre 1998 (1998-09-15) * figure 6 *	1,2,5-7	
X	US 2004/105235 A1 (LAI YAW-HUEY [TW]) 3 juin 2004 (2004-06-03) * figure 3 *	1,2,5-7	
X	JP 2006 313056 A (DENSO CORP) 16 novembre 2006 (2006-11-16) * figures 1,2 *	1,2,5-7	
X	EP 1 387 139 A2 (MITSUBISHI ALUMINIUM [JP]; MA FABTEC CO LTD [JP]) 4 février 2004 (2004-02-04) * figures 1-2 *	1-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F28D F28F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 juillet 2013		Vassoille, Bruno	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1203095 FA 772697**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **04-07-2013**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0952612	A1	27-10-1999	CA 2269016 A1	23-10-1999
			EP 0952612 A1	27-10-1999
			FR 2777986 A1	29-10-1999
			JP H11325774 A	26-11-1999
-----				
US 5806583	A	15-09-1998	JP H08340189 A	24-12-1996
			US 5806583 A	15-09-1998
-----				
US 2004105235	A1	03-06-2004	TW 553371 U	11-09-2003
			US 2004105235 A1	03-06-2004
-----				
JP 2006313056	A	16-11-2006	AUCUN	
-----				
EP 1387139	A2	04-02-2004	CN 1489204 A	14-04-2004
			EP 1387139 A2	04-02-2004
			JP 2004125381 A	22-04-2004
			KR 20040012593 A	11-02-2004
			US 2004069461 A1	15-04-2004
-----				