



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
16.04.2008 Bulletin 2008/16

(51) Int Cl.:
E03B 3/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06301050.8**

(22) Date de dépôt: **13.10.2006**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK RS

(71) Demandeurs:
• **Fontaine, Joel**
06250 Mougins (FR)
• **Fontaine, Pat**
13520 Maussane les Alpilles (FR)

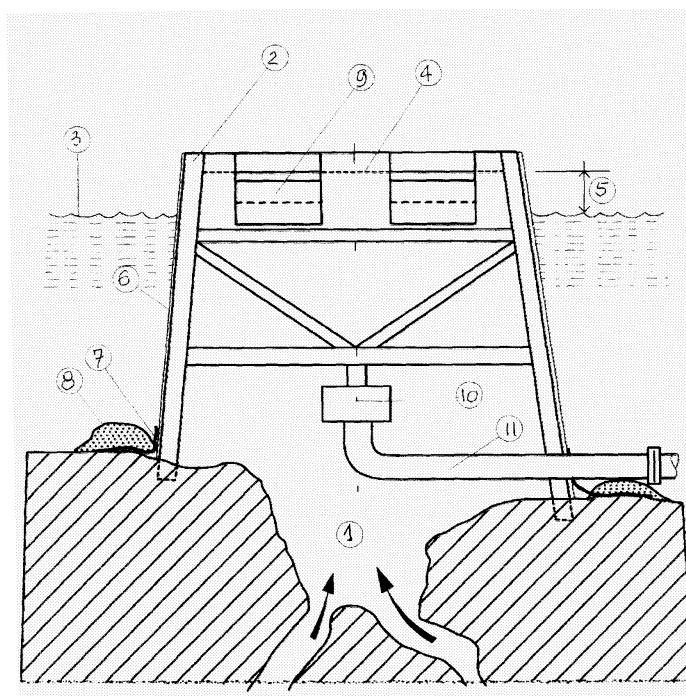
(72) Inventeurs:
• **Fontaine, Joel**
06250 Mougins (FR)
• **Fontaine, Pat**
13520 Maussane les Alpilles (FR)

(74) Mandataire: **Brykman, Georges et al**
Osha Liang
121, Avenue des Champs Élysées
75008 Paris (FR)

(54) **Système de captage de sources sous-marines**

(57) Système de captage de sources sous-marines d'eau douce (1) au niveau d'un fond marin comprenant une enceinte de captage (2) reposant sur le fond marin. L'enceinte de captage comprend une structure rigide entourant la source captée et un ou plusieurs panneaux étanches (6) enveloppant la structure rigide. L'enceinte de captage dépasse au-dessus du niveau de la mer (3) d'une hauteur supérieure à une hauteur de débordement (5), l'enceinte permettant le débordement en continu

d'une fraction du débit de la source captée. Le système de captage comprend des moyens mécaniques de réglage de la hauteur de débordement en fonction de conditions d'exploitation de la source, une ou plusieurs crépines (10) d'aspiration pour prélever l'eau douce de la source captée dans l'enceinte de captage et un ou plusieurs tuyaux (11) posés sur le fond marin reliant l'une ou plusieurs crépines d'aspiration jusqu'à une installation de pompage comprenant une ou plusieurs pompes.



Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine du captage d'eau douce provenant de sources sous-marines en zone côtière.

Art antérieur

[0002] De nombreuses sources sous-marines d'eau douce, résurgences de structures géologiques Karstiques, nommées aquifères Karstiques dans la suite, ont des débits suffisamment importants pour justifier leur exploitation commerciale. Un débit moyen de l'ordre de 20.000 mètres cube/jour est généralement suffisant pour que l'installation d'un système de captage, selon la présente invention, soit économiquement viable.

[0003] Le Karst consiste en roches calcaires comportant des cavités et des canaux souterrains interconnectés, résultant de la dissolution de la roche par l'acide carbonique selon un processus chimique transformant le gaz carbonique dissout dans les eaux de pluie. Les aquifères Karstiques sont donc complexes et leur configuration difficile à établir. Une caractéristique de ces résurgences est qu'elles jaillissent le plus souvent au fond d'un cône dû à l'érosion provoquée par le courant de la source.

[0004] Des tentatives de captage de sources d'eau douce ont été menées, mais généralement sans grand succès, car elles modifiaient l'équilibre hydraulique de la source et introduisaient de l'eau de mer dans le réseau de canaux par effet de chasse ou par effet Venturi. Une difficulté à ne capter que l'eau douce de ces sources provient en effet de la complexité des aquifères Karstiques et de l'existence de multiples canaux communicant avec le milieu marin.

[0005] Un recensement partiel des sources sous-marines provenant d'aquifères Karstiques, ainsi que des installations existantes dans le bassin Méditerranéen, a été fait, entre autres, par le BRGM (France). De la Turquie à l'Espagne une seule installation de grande capacité existe à ce jour; situé en Argolide (Grèce), le barrage d'Anavalos/Kiveri peut théoriquement pomper plus de 20.000 mètres cube/heure. Il consiste en un barrage de construction conventionnelle en béton de forme semi-elliptique isolant de la mer des sources très proches de la côte. L'évacuation du débit des sources non pompé se fait sous le niveau de la mer ce qui a pour conséquence le développement d'une abondante végétation à la surface du réservoir.

[0006] Plusieurs tentatives de captage ont échoué ou ont été abandonnées, par exemple en Baie de Tarente (Italie) ou à La Mortola (Italie). De petites installations pompant quelques mètres cube/heure existent, ne captant que très partiellement la source et consistant en un tube ou une cloche placé au point de résurgence de la source (exemples : Etang de Thau ou Ville d'Yport, Fran-

ce). La plupart des tentatives d'exploitation datent des années 1960-1980 et aucune installation importante n'a été mise en place récemment le long des côtes européennes.

[0007] La tentative de captage la plus récente date de 2003-2004 à La Mortola où une 'Tulipe' a été installée à environ 30 mètres de profondeur afin d'étudier la source dans un but d'exploitation. L'installation n'a pas donné les résultats escomptés et la 'Tulipe' a été retirée.

[0008] La plupart des installations mises en place tentaient de réguler le débit pompé au débit mesuré de la source; or ce débit est variable et difficile à mesurer avec précision étant donné l'irrégularité des conduits Karstiques (diamètre, rugosité) et l'écoulement turbulent de la source.

Résumé de l'invention

[0009] L'invention propose un système de captage de sources sous-marines d'eau douce au niveau d'un fond marin comprenant une enceinte de captage reposant sur le fond marin tel que décrit dans la revendication 1. Des revendications dépendantes définissent des modes avantageux de réalisation. L'enceinte de captage comprend une structure rigide entourant au moins partiellement la source captée et un ou plusieurs panneaux étanches enveloppant la structure rigide afin d'isoler la source captée du milieu marin environnant. L'enceinte de captage a une hauteur dépassant à l'air libre au-dessus du niveau de la mer d'une hauteur supérieure à une hauteur de débordement, l'enceinte de captage comporte des moyens permettant le débordement en continu et à l'air libre d'une fraction du débit de la source captée. Le système de captage comprend en outre des moyens, par exemple mécaniques de réglage de la hauteur de débordement en fonction de conditions d'exploitation de la source, une ou plusieurs crépines d'aspiration pour prélever l'eau douce de la source captée dans l'enceinte de captage, et un ou plusieurs tuyaux posés sur le fond marin reliant l'une, ou la pluralité, des crépines d'aspiration à une installation de pompage comprenant une ou plusieurs pompes. Le réglage de la hauteur de débordement a pour but de ne pas modifier un équilibre hydraulique naturel de la source avant captage. Le réglage peut être fait et calé de façon définitive lors de l'installation de l'enceinte. Il peut aussi rester réglable en permanence pour ajuster la hauteur de débordement aux variations de la source par exemple en fonction des saisons.

[0010] Dans un premier mode de réalisation préféré de l'invention, les moyens de réglage comprennent une ou plusieurs parois mobiles pouvant coulisser pour permettre l'ajustement de la hauteur de débordement. L'eau douce non prélevée dans l'enceinte de captage déborde par-dessus la ou les parois mobiles vers l'extérieur de l'enceinte à un niveau inférieur à celui des panneaux étanches 6 mais tel que la hauteur de débordement soit au moins supérieure à la différence de densité entre l'eau de mer et l'eau douce multiplié par la profondeur de la

source captée mesurée à marée haute.

[0011] Dans un deuxième mode de réalisation préféré de l'invention, le système de captage de sources sous-marines comprend en outre une ou plusieurs sondes de niveau de l'eau douce dans l'enceinte de captage. Le niveau mesuré est utilisé pour une régulation d'un débit de pompage de l'eau douce contenue dans l'enceinte de captage de façon à toujours assurer un débit de débordement. Une sortie de la sonde de niveau portant le signal de la sonde en continu est couplée à des moyens d'asservissement du débit des pompes de la station de pompage. Dans un troisième mode de réalisation préféré de l'invention, le système de captage de sources sous-marines comprend en outre une jupe souple en matériau synthétique flexible permettant de réaliser l'étanchéité entre l'enceinte de captage et le fond marin. La jupe souple est fixée aux panneaux étanches de l'enceinte de captage et déployée sur le pourtour de l'enceinte de captage en reposant sur le fond marin où elle est maintenue en place par une masse de matériau, par exemple pondéreux, déversé sur la jupe souple.

Figures

[0012] L'invention sera décrite plus en détail à partir d'exemples de réalisations de l'invention en se référant à la Figure 1 qui illustre une enceinte de captage selon un exemple de mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

[0013] Le principe de fonctionnement de la présente invention est de maintenir l'équilibre naturel des charges hydrauliques de la source afin d'éviter les entrées d'eau de mer dans l'aquifère Karstique ou au niveau du cône de la résurgence ainsi qu'il a été observé, particulièrement en période d'étiage.

[0014] De plus le débit prélevé doit toujours être sensiblement inférieur au débit de la source. La source captée ne débite que si:

$$H_k > 1,025 * H_s$$

avec :

- H_k : hauteur de l'aquifère Karstique au-dessus du niveau de la source sous-marine (mesurée au fond du cône de la résurgence), tenant compte des pertes de charge dans le réseau de canaux de la source ;
- 1,025 : densité moyenne de l'eau de mer ; et
- H_s : hauteur de la colonne d'eau de mer au-dessus de la source, autrement dit la profondeur mesurée au fond du cône de la résurgence à marée haute.

[0015] Faisant référence à la Fig. 1, pour assurer une charge hydraulique quasi constante de la source, un système de captage comprend une enceinte de captage 2 posée autour d'une source sous-marine captée 1. L'enceinte de captage 2 est équipée de moyens permettant un débordement à l'air libre et de façon continue d'une fraction du débit de la source captée 1. Les moyens de débordement de l'enceinte de captage 2 permettent de régler une hauteur de débordement (H_d) indiquée par une double flèche 5 dans la Fig. 1. Le réglage de la hauteur de débordement a pour effet de régler la pression créée par une colonne d'eau douce, dont le niveau est indiqué par la référence 4 dans la Fig. 1, contenue dans l'enceinte de captage 2 et s'exerçant sur la source captée 1. La hauteur de débordement 5 au-dessus du niveau 3 de la mer prend en compte une différence de densité entre eau douce et eau de mer ainsi que la hauteur de la colonne d'eau de mer H_s .

[0016] Afin d'assurer le débordement à l'air libre d'une partie du débit de la source captée 1, une hauteur (H) dans l'enceinte du niveau 4 d'eau douce doit être comprise entre la hauteur de l'aquifère Karstique et le niveau de la mer à marée haute, soit:

$$H_k > H > 1,025 * H_s$$

[0017] La hauteur de débordement (H_d) 5 est définie comme une différence de niveau entre le niveau d'eau douce à l'intérieur de l'enceinte de captage 4 et le niveau 3 de la mer à marée haute, soit : $H_d = H - H_s$

[0018] La hauteur de débordement 5 est en particulier déterminée par la hauteur H de la colonne d'eau douce. La hauteur de débordement 5 dépend donc de la profondeur à laquelle jaillit la source sous-marine captée 1. Par exemple, pour une source jaillissant en fond de cône à 20 mètres sous le niveau 3 de la mer, la hauteur de débordement 5 nécessaire pour compenser la seule différence de densité entre eau douce et eau salée est 0,50 mètre, selon : $H_d = (1,025 - 1,00) * H_s$.

[0019] L'invention repose de plus sur le principe selon lequel le système de captage ne comporte aucune partie fixe ou mobile susceptible de modifier les conditions initiales d'écoulement de la source dans l'enceinte de captage 2 ou d'ouvrir l'enceinte de captage 2 au milieu marin. Une régulation d'un débit de pompage de l'eau douce contenue dans l'enceinte de captage 2 vers une sortie d'eau douce, assure que le débit de pompage de l'eau douce est toujours inférieur au débit de la source captée 1. La régulation se fait par un simple asservissement du débit de pompage de l'eau douce au niveau 4 de l'eau douce dans l'enceinte de captage 2 au moyen d'une ou plusieurs sondes de niveau envoyant automatiquement et en continu un signal de niveau à des moyens d'asservissement du débit de pompage des pompes de la station de pompage. Le réglage du débit peut être assuré par la mise en route ou l'arrêt d'une ou plusieurs pompe et/ou

par le réglage du débit individuel d'une ou de plusieurs pompes. Lorsque le niveau 4 d'eau douce baisse dans l'enceinte de captage 2 le débit de pompage de l'eau douce est réduit ou même interrompu lorsque le débit de débordement devient nul.

[0020] Dans un exemple de réalisation préféré de l'invention, la hauteur de débordement 5 est de plus réglable. En augmentant la hauteur de débordement (Hd) 5, une surcharge hydraulique peut être créée, augmentant l'élévation du niveau de l'aquifère Karstique, soit afin de prévenir les entrées d'eau de mer dans celui-ci, soit afin de réduire le débit de la source captée et donc d'augmenter le volume d'eau douce en réserve dans l'aquifère Karstique. Dans l'exemple de réalisation de la Fig. 1, le réglage de la hauteur de débordement (Hd) 5 se fait au moyen de parois mobiles 9 pouvant coulisser verticalement, l'eau douce non prélevée dans l'enceinte de captage débordant par-dessus les parois mobiles.

[0021] L'enceinte de captage 2 consiste en une structure rigide entourant la source captée 1 et ancrée ou reposant sur le fond marin. L'isolement de l'eau douce de la source captée 1 du milieu marin environnant est assuré par des panneaux étanches 6 enveloppant la structure rigide. La structure rigide et les panneaux étanches dépassent au dessus du niveau de la mer 3 d'une hauteur supérieure à la hauteur de débordement (Hd) 5 requise au site de captage et suffisante pour éviter qu'à marée haute les plus hautes vagues enregistrées au site de captage ne se déversent dans l'enceinte de captage 2. L'enceinte de captage est d'une rigidité et d'une masse suffisantes pour résister aux courants et aux plus fortes houles enregistrés au site de captage.

[0022] Dans l'exemple de réalisation de la Fig. 1, l'étanchéité avec le fond marin est assurée par des jupes souples 7 en matériau synthétique flexible fixées de façon étanche aux panneaux étanches 6 de la structure et reposant sur le fond marin tout en se conformant au profil de celui-ci. Les jupes souples 7 déployées sur le pourtour de l'enceinte de captage 2 sont maintenues en place et plaquées sur le fond marin par une masse de matériau pondéreux 8, déversé sur celles-ci depuis la surface par une barge équipée pour ce travail (non représentée dans la Fig. 1).

[0023] L'enceinte de captage 2 peut consister en une enceinte fermée si le site se situe à l'écart de la côte (non représentée dans la Fig. 1), ou, si la situation géographique le permet, en un rideau joignant deux points de la côte fermant une crique par exemple. La configuration de l'enceinte de captage 2 est adaptée dans chaque cas à la topographie du site exploité.

[0024] Le volume d'eau retenu dans l'enceinte de captage 2 doit être suffisant pour ne pas créer de pertes de charge qui modifieraient l'équilibre hydraulique du système et pour temporiser les variations de niveau dans l'enceinte de captage dues aux variations de débit de la source captée. Une crépine d'aspiration 10 est placée dans l'enceinte de captage 2. La crépine 10 est profilée pour favoriser un écoulement laminaire à l'aspiration et

éviter ainsi tout risque de cavitation des pompes d'aspiration. Il est possible de placer plus d'une crépine d'aspiration 10 dans l'enceinte de captage 2 en fonction du nombre de pompes installées.

[0025] La ou les crépines d'aspiration sont reliées à une installation de pompage (non représentée dans la Fig. 1) comportant notamment les pompes et les moyens de régulation du débit, par un ou plusieurs tuyaux 11 posés sur le fond marin.

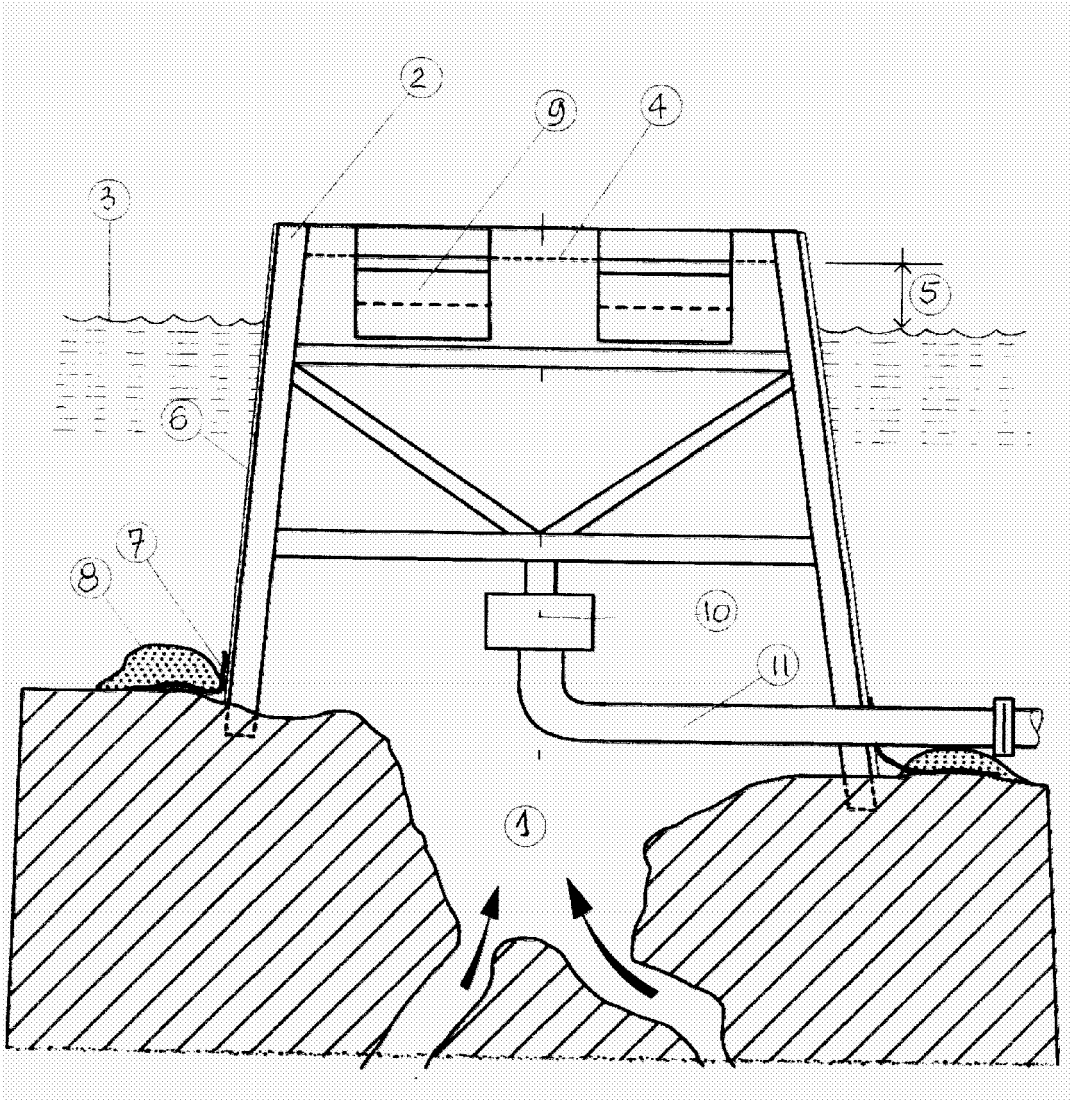
Revendications

1. Système de captage de sources sous-marines d'eau douce (1) au niveau d'un fond marin comprenant
 - une enceinte de captage (2) reposant sur le fond marin, l'enceinte de captage comprenant
 - une structure rigide entourant au moins partiellement la source captée (1) et
 - un ou plusieurs panneaux étanches (6) enveloppant la structure rigide afin d'isoler la source captée du milieu marin environnant, l'enceinte de captage ayant une hauteur dépassant à l'air libre au-dessus du niveau (3) de la mer d'une hauteur supérieure à une hauteur de débordement (5), l'enceinte de captage (2) comportant des moyens permettant le débordement en continu et à l'air libre d'une fraction du débit de la source captée,
 - des moyens de réglage de la hauteur de débordement (5) en fonction de conditions d'exploitation de la source, ,
 - une ou plusieurs crépines d'aspiration (10) pour prélever l'eau douce de la source captée dans l'enceinte de captage
 - un ou plusieurs tuyaux (11) posés sur le fond marin reliant l'une ou plusieurs des crépines d'aspiration jusqu'à une installation de pompage comprenant une ou plusieurs pompes.
2. Système de captage de sources sous-marines d'eau douce selon la revendication 1 dans lequel les moyens de réglage comprennent une ou plusieurs parois mobiles (9) pouvant coulisser pour permettre l'ajustement de hauteur de débordement, l'eau douce non prélevée dans l'enceinte de captage (2) débordant par-dessus la ou les parois mobiles à un niveau inférieur à celui des panneaux étanches (6) mais tel que la hauteur de débordement (5) soit au moins supérieure à la différence de densité entre l'eau de mer et l'eau douce multiplié par la profondeur de la source captée mesurée à marée haute.
3. Système de captage de sources sous-marines d'eau douce selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, comprenant en outre une ou plusieurs sondes de niveau délivrant en continu un signal de niveau

à des moyens d'asservissement du débit de pompage des pompes de la station de pompage de l'eau douce contenue dans l'enceinte de captage (2).

La régulation se fait par un simple asservissement du débit de pompage de l'eau douce au niveau 4 de l'eau douce dans l'enceinte de captage 2 au moyen d'une ou plusieurs sondes de niveau envoyant automatiquement et en continu un signal de niveau à des moyens d'asservissement du débit de pompage des pompes de la station de pompage. Lorsque le niveau 4 d'eau douce baisse dans l'enceinte de captage 2 le débit de pompage de l'eau douce est réduit ou même interrompu lorsque le débit de débordement devient nul.

4. Système de captage de sources sous-marine d'eau douce selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 comprenant en outre une jupe souple (7) en matériau synthétique flexible permettant de réaliser l'étanchéité entre l'enceinte de captage (2) et le fond marin, la jupe souple étant fixée aux panneaux étanches (6) de l'enceinte de captage et déployée sur le pourtour de l'enceinte de captage en reposant sur le fond marin où elle est maintenue en place par une masse de matériau (8) déversé sur la jupe souple.





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	FR 2 857 389 A1 (NYMPHEA WATER [FR]) 14 janvier 2005 (2005-01-14) * page 4, ligne 17-24 * * page 15, ligne 7 - page 16, ligne 7 * * figure 1 *	1	INV. E03B3/06
A	FR 2 291 903 A1 (BOYCE 2 WILLIAM [FR]) 18 juin 1976 (1976-06-18) * page 4, ligne 12 - page 5, ligne 31 * * figures 1,3 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E03B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 28 février 2007	Examineur Urbahn, Stephanie
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

2

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

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

EP 06 30 1050

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne 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.

28-02-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2857389	A1	14-01-2005	EP 1644589 A1	12-04-2006
			WO 2005014941 A1	17-02-2005

FR 2291903	A1	18-06-1976	AUCUN	

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82