

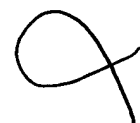


## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 32097 B1**
- (43) Date de publication : **01.02.2011**
- (51) Cl. internationale : **C07D 417/14; C07D 487/04;  
C07D 487/14; C07D 498/10;  
C07D 513/14; A61P 35/00;  
A61K 31/519; E03B 3/06**
- 
- (21) N° Dépôt : **33109**
- (22) Date de Dépôt : **23.08.2010**
- (30) Données de Priorité : **23.01.2008 FR 0800358 ; 23.01.2008 FR 0800359**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/FR2009/000076 23.01.2009**
- (71) Demandeur(s) : **PERIL, MICHEL, COLLINE BELLEVUE, 340 CORNICHE DES SANTOLINES F-06210 MANDELIEU (FR)**
- (72) Inventeur(s) : **PERIL, Michel**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- 
- (54) Titre : **PROCEDE ET DISPOSITIF DE CAPTATION D'EAU DOUCE SOUS-MARINE**
- (57) Abrégé : Le dispositif de captation d'eau d'au moins une source d'eau douce sous-marine comporte : - une enveloppe (110) entourée d'eau salée isolant une quantité d'eau au dessus d'au moins une source d'eau douce, - un capteur (150, 152, 155) de la profondeur d'une interface (170) entre de l'eau douce et de l'eau salée, à l'intérieur de ladite enveloppe et - un moyen (145) d'asservissement de cette profondeur adapté à commander le débit d'au moins une pompe (125) adaptée à pomper de l'eau douce au dessus de ladite interface, en fonction de ladite profondeur, ledit moyen d'asservissement étant adapté à maintenir la profondeur de ladite interface en dessous de l'embouchure d'au moins une dite source d'eau douce.

RESUME

Le dispositif de captation d'eau d'au moins une source d'eau douce sous-marine comporte : - une enveloppe (110) entourée d'eau salée isolant une quantité d'eau au dessus d'au moins une source d'eau douce, - un capteur (150, 152, 155) de la profondeur d'une interface (170) entre de l'eau douce et de l'eau salée, à l'intérieur de ladite enveloppe et - un moyen (145) d'asservissement de cette profondeur adapté à commander le débit d'au moins une pompe (125) adaptée à pomper de l'eau douce au dessus de ladite interface, en fonction de ladite profondeur, ledit moyen d'asservissement étant adapté à maintenir la profondeur de ladite interface en dessous de l'embouchure d'au moins une dite source d'eau douce.



01 FEV 2011

## PROCEDE ET DISPOSITIF DE CAPTATION D'EAU DOUCE SOUS-MARINE

5 La présente invention concerne un procédé et un dispositif de captation d'eau douce sous-marine. Elle concerne, en particulier, la captation d'eau douce provenant de résurgences sous-marines d'eau douce de source de réseaux karstiques.

Le karst est un domaine de roches calcaires comportant de nombreuses cavités communiquant entre elles, créées par la dissolution du calcaire par l'acide carbonique  
10 provenant des eaux de précipitations, chargées en gaz carbonique (CO<sub>2</sub>). L'ensemble de ces cavités constitue un réseau karstique, dont la partie inférieure constitue des réservoirs importants d'eau douce.

Pour des raisons ayant trait à l'évolution géologique, les karsts, notamment ceux du pourtour méditerranéen, ont été abaissés souvent de plusieurs dizaines voire centaines de  
15 mètres selon les lieux, de sorte que leur niveau de base peut se trouver, maintenant, au-dessous du niveau de la mer. Il est connu que des sources d'eau douce provenant de domaines karstiques s'écoulent sous la mer. L'eau douce, de densité plus faible que l'eau salée remonte vers la surface de la mer.

Des tentatives ont été faites pour capter l'eau douce des résurgences karstiques  
20 sous-marines, basées sur l'utilisation d'un barrage rigide.

Le brevet français no. FR 2 701 974 décrit une construction immergée, comportant une partie concave dirigée vers le bas et recouvrant la source, l'eau douce restant piégée dans la partie haute de la dite cavité grâce à sa densité qui est inférieure à celle de l'eau de mer. Cette construction reste ouverte dans sa partie inférieure de façon à laisser échapper le  
25 trop plein et en particulier l'eau de mer, laissant en même temps le système karstique libre et prélevant l'eau douce à la partie supérieure de la construction par l'intermédiaire d'un système de pompage à débit variable. Le dispositif de pompage est asservi à des capteurs qui permettent de conserver à temps réel un débit légèrement inférieur au débit de la source. Ce dispositif permet le prélèvement de l'eau douce sans que l'équilibre existant soit dérangé  
30 et sans induire des perturbations dans le fonctionnement du système karstique, facilitant l'écoulement laminaire ce qui évite le mélange avec l'eau de mer.

Le document FR 2 785 001 décrit un dispositif ayant comme objet une amélioration qui permet une simplification importante du système de captage en mettant en œuvre une surface imperméable, de préférence souple, qui isole la résurgence, ancrée au fond de la  
35 mer et atteignant la surface où elle est tenue par un barrage flottant, permettant la mise à l'air libre du dispositif de captage. Le dispositif comporte aussi un système de vannes à la

X

partie inférieure de la membrane permettant à l'eau salée de s'échapper ; l'eau douce est prélevée par des pompes installées sur un dispositif flottant à la surface interne du barrage.

Le document WO 2007/017703 propose d'ajouter, au dispositif du document FR 2 785 001, un courantomètre pour chaque source afin d'asservir les pompes et de maintenir  
5 ainsi un équilibre du système. Cependant, du fait de l'existence d'un grand nombre de sources aléatoires et d'infiltrations, les courantomètres ne donnent qu'une mesure imprécise des débits disponibles et le rendement de ce système est limité.

Le document FR 2 795 109 propose une enveloppe souple formant une cloche au dessus d'une source d'eau douce sous-marine. Un capteur de salinité est prévu pour que  
10 l'embouchure de la pompe aspire de l'eau douce. Cependant, la source d'eau douce, plus légère, se trouvant en dessous de l'eau salée, plus lourde, ces deux types d'eau se mélangent. L'eau ainsi pompée nécessite donc un traitement de désalinisation pratiquement aussi complexe et onéreux que celui de l'eau de mer.

La présente invention vise à répondre à ces inconvénients.

15 A cet effet, selon un premier aspect, la présente invention vise un dispositif de captation d'eau d'au moins une source d'eau douce sous-marine, caractérisé en ce qu'il comporte :

- une enveloppe entourée d'eau salée isolant une quantité d'eau au dessus d'au moins une source d'eau douce,

20 - un capteur de l'état d'une interface entre de l'eau douce et de l'eau salée, à l'intérieur de ladite enveloppe et

- un moyen d'asservissement adapté à commander le débit d'au moins une pompe adaptée à pomper de l'eau douce au dessus de ladite interface, en fonction dudit état de ladite interface, ledit moyen d'asservissement étant adapté à maintenir la profondeur de  
25 ladite interface en dessous de l'embouchure d'au moins une dite source d'eau douce.

Grâce à ces dispositions, en fonction de l'état de l'interface, par exemple sa profondeur ou les turbulences qui y causent un mélange d'eau douce et d'eau salée, on pompe plus ou moins d'eau. Par exemple, plus l'interface est l'objet de turbulences, plus on augmente la profondeur de l'interface afin que l'eau douce apporté par les sources ne risque  
30 pas d'être mélangé à de l'eau salée du fait de ces turbulences. De plus, en dehors des phases transitoires au cours desquelles on commande le déplacement de l'interface, quels que soient le nombre, le débit, la configuration des sources et/ou des infiltrations, la quantité d'eau pompée représente la quantité d'eau douce apportée par ces sources.

De plus, l'eau douce provenant de chacune des embouchures de sources d'eau  
35 douce se trouvant au dessus de l'interface risque peu d'être mélangée à de l'eau salée.

Selon des caractéristiques particulières, le capteur d'état de ladite interface comporte un capteur de profondeur adapté à déterminer la profondeur de ladite interface et le moyen

d'asservissement est adapté à asservir la profondeur de ladite interface en commandant le débit d'au moins une pompe en fonction de ladite profondeur.

5 Selon des caractéristiques particulières, le capteur d'état de ladite interface comporte un moyen de détermination de l'agitation de ladite interface et le moyen d'asservissement est adapté à asservir le débit d'au moins une pompe en fonction de ladite agitation.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen d'asservissement est adapté à réduire le débit d'au moins une dite pompe lorsque ladite interface présente des turbulences supérieures à une valeur prédéterminée.

10 Ainsi, quand la mer est agitée ou que le débit des sources augmente au point de provoquer des turbulences, on peut arrêter le pompage d'eau douce pour éviter de pomper de l'eau saumâtre ou de l'eau de source transportant de la terre ou d'autres impuretés ou réduire le débit pompé pour que la profondeur de l'interface augmente et soit plus éloignée de l'embouchure de chaque source d'eau douce.

15 D'autres caractéristiques particulières de ce premier aspect de la présente invention sont présentées à la suite des troisième et cinquième aspects de la présente invention.

Selon un deuxième aspect, la présente invention vise un procédé de captation d'eau d'au moins une source d'eau douce sous-marine, caractérisé en ce qu'il comporte :

20 - une étape de capture de l'état d'une interface entre de l'eau douce et de l'eau salée, à l'intérieur d'une enveloppe entourée d'eau salée isolant une quantité d'eau au dessus d'au moins une source d'eau douce et

- une étape d'asservissement au cours de laquelle on commande le débit d'au moins une pompe qui pompe de l'eau douce au dessus de ladite interface, en fonction dudit état de ladite interface, pour maintenir la profondeur de ladite interface en dessous de l'embouchure d'au moins une dite source d'eau douce.

25 Les avantages, buts et caractéristiques particulières de ce procédé objet du deuxième aspect de la présente invention étant similaires à ceux du dispositif objet du premier aspect de la présente invention, tel que succinctement exposés ci-dessus, ils ne sont pas rappelés ici.

30 Selon un troisième aspect, la présente invention vise un dispositif de captation d'eau d'au moins une source d'eau douce sous-marine, caractérisé en ce qu'il comporte :

- une enveloppe entourée d'eau salée isolant une quantité d'eau au dessus d'au moins une source d'eau douce,

- un capteur de la profondeur d'une interface entre de l'eau douce et de l'eau salée, à l'intérieur de ladite enveloppe et

35 - un moyen d'asservissement de cette profondeur adapté à commander le débit d'au moins une pompe adaptée à pomper de l'eau douce au dessus de ladite interface, en fonction de ladite profondeur.

Grâce à ces dispositions, quels que soient le nombre, le débit, la configuration des sources et/ou des infiltrations, la quantité d'eau pompée représente la quantité d'eau douce apportée par ces sources.

5 Selon des caractéristiques particulières, le capteur de profondeur comporte un capteur de différence de niveau entre la surface de l'eau douce à l'intérieur de l'enveloppe recueillant de l'eau douce et la surface de l'eau de mer autour de ladite enveloppe.

Grâce à ces dispositions, la mesure peut être précise et la maintenance aisée.

10 Selon des caractéristiques particulières, le capteur de profondeur comporte un capteur de profondeur d'équilibre d'un flotteur possédant une densité intermédiaire entre celle de l'eau douce et celle de l'eau de mer.

Grâce à ces dispositions, la mesure est particulièrement stable et précise.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen d'asservissement est adapté à maintenir ladite interface en dessous du niveau d'au moins une source.

15 Selon des caractéristiques particulières, le moyen d'asservissement est adapté à maintenir ladite interface en dessous du niveau d'au moins la source ayant le débit le plus important.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen d'asservissement est adapté à commander le débit d'au moins une pompe en fonction du niveau de la mer au cours de la marée.

20 Grâce à ces dispositions, la position verticale absolue de l'interface peut rester sensiblement stable alors même que la profondeur en dessous du niveau immédiat de l'eau à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'enveloppe dépend du phénomène de la marée et varie cycliquement.

25 Selon des caractéristiques particulières, ladite enveloppe comporte une cloison souple entourant la verticale au dessus d'au moins une source.

Selon des caractéristiques particulières, ladite cloison souple est maintenue en place par des lests.

Selon des caractéristiques particulières, ladite cloison souple comporte, en partie haute, des boudins gonflés.

30 Selon des caractéristiques particulières, le dispositif tel que succinctement exposé ci-dessus comporte un moyen de détermination d'agitation de l'eau à l'extérieur d'au moins une source d'eau, le moyen d'asservissement étant adapté à commander le débit d'au moins une dite pompe en fonction de l'agitation de l'eau.

35 On peut ainsi éviter de pomper de l'eau douce qui s'est trop mélangée avec de l'eau salée en sortie de source, du fait de l'agitation locale de l'eau.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen de détermination d'agitation de l'eau comporte un capteur à effet doppler, à sonar ou un radar.

On peut ainsi déterminer ladite agitation à distance sans introduire de capteur physique dans le flux d'eau de source et ainsi éviter de créer des perturbations de ce flux, ce qui pourrait avoir comme conséquence de provoquer un mélange de l'eau douce et de l'eau salée.

5 Selon des caractéristiques particulières, le moyen de détermination d'agitation de l'eau comporte au moins un capteur d'agitation de l'eau positionné dans l'eau et un moyen de mesure des mouvements de chaque dit capteur.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen de détermination d'agitation de l'eau comporte un moyen de détermination d'un gradient de densité de l'eau.

10 Selon des caractéristiques particulières, le dispositif tel que succinctement exposé ci-dessus comporte un moyen de mesure de salinité de l'eau pompée ou à pomper et un moyen d'arrêt de pompage lorsque ladite salinité est supérieure à une valeur prédéterminée.

D'autres caractéristiques particulières de ce troisième aspect de la présente invention sont présentées à la suite des premier et cinquième aspects de la présente invention.

15 Selon un quatrième aspect, la présente invention vise un procédé de captation d'eau d'au moins une source d'eau douce sous-marine, retenue par une enveloppe entourée d'eau salée isolant une quantité d'eau au dessus d'au moins une source d'eau douce, caractérisé en ce qu'il comporte :

20 - une étape de capture de la profondeur d'une interface entre de l'eau douce et de l'eau salée, à l'intérieur de ladite enveloppe et

- une étape d'asservissement de cette position pour commander le débit d'au moins une pompe adaptée à pomper de l'eau douce au dessus de ladite interface, en fonction de ladite profondeur.

25 Les avantages, buts et caractéristiques particulières de ce procédé objet du quatrième aspect de la présente invention étant similaires à ceux du dispositif objet du troisième aspect de la présente invention, tel que succinctement exposés ci-dessus, ils ne sont pas rappelés ici.

Selon un cinquième aspect, la présente invention vise un dispositif de captation d'eau d'au moins une source d'eau douce sous-marine, caractérisé en ce qu'il comporte :

30 - une enveloppe entourée d'eau salée isolant une quantité d'eau au dessus d'au moins une source d'eau douce,

- un moyen de détermination d'agitation de l'eau à l'extérieur d'au moins une source d'eau, à l'intérieur de ladite enveloppe et

35 - un moyen d'asservissement adapté à commander le débit d'au moins une pompe adaptée à pomper l'eau douce à l'intérieur de l'enveloppe, en fonction de l'agitation de l'eau.

On peut ainsi éviter de pomper de l'eau douce qui s'est trop mélangée avec de l'eau salée en sortie de source, du fait de l'agitation locale de l'eau.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen de détermination d'agitation de l'eau comporte un capteur à effet doppler, à sonar ou un radar.

On peut ainsi déterminer ladite agitation à distance sans introduire de capteur physique dans le flux d'eau de source et ainsi éviter de créer des perturbations de ce flux, ce qui pourrait avoir comme conséquence de provoquer un mélange de l'eau douce et de l'eau salée.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen de détermination d'agitation de l'eau comporte au moins un capteur d'agitation de l'eau positionné dans l'eau et un moyen de mesure des mouvements de chaque dit capteur.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen de détermination d'agitation de l'eau comporte un moyen de détermination d'un gradient de densité de l'eau.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen de détermination d'agitation de l'eau comporte un capteur de différence de niveau entre la surface de l'eau douce dans une enveloppe recueillant de l'eau douce et la surface de l'eau de mer autour de ladite enveloppe.

Grâce à ces dispositions, la mesure peut être précise et la maintenance aisée.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen de détermination d'agitation de l'eau comporte un capteur de profondeur d'équilibre d'un flotteur possédant une densité intermédiaire entre celle de l'eau douce et celle de l'eau de mer.

Grâce à ces dispositions, la mesure est particulièrement stable et précise.

Selon des caractéristiques particulières, le moyen d'asservissement est adapté à commander le débit d'au moins une pompe en fonction du niveau de la mer au cours de la marée.

Grâce à ces dispositions, la position verticale absolue de l'interface peut rester sensiblement stable alors même que la profondeur en dessous du niveau immédiat de l'eau à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'enveloppe dépend du phénomène de la marée et varie cycliquement.

Selon des caractéristiques particulières, ladite enveloppe comporte une cloison souple entourant la verticale au dessus d'au moins une source.

Selon des caractéristiques particulières, ladite cloison souple est maintenue en place par des lests.

Selon des caractéristiques particulières, ladite cloison souple comporte, en partie haute, des boudins gonflés.

D'autres caractéristiques particulières de ce cinquième aspect de la présente invention sont présentées à la suite des premier et troisième aspects de la présente invention.



Selon un sixième aspect, la présente invention vise un procédé de captation d'eau d'au moins une source d'eau douce sous-marine, retenue par une enveloppe entourée d'eau salée isolant une quantité d'eau au dessus d'au moins une source d'eau douce, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 5           - une étape de détermination d'agitation de l'eau à l'extérieur d'au moins une source d'eau, à l'intérieur de ladite enveloppe et
- une étape d'asservissement du débit d'au moins une pompe adaptée à pomper l'eau douce à l'intérieur de l'enveloppe en fonction de l'agitation de l'eau.

10           Les avantages, buts et caractéristiques particulières de ce procédé objet du sixième aspect de la présente invention étant similaires à ceux du dispositif objet du cinquième aspect de la présente invention, tel que succinctement exposés ci-dessus, ils ne sont pas rappelés ici.

15           D'autres avantages, buts et caractéristiques de la présente invention ressortiront de la description qui va suivre, faite, dans un but explicatif et nullement limitatif en regard des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente, schématiquement, en vue de dessus, un mode de réalisation particulier du dispositif objet de la présente invention,
- la figure 2 représente, schématiquement, en coupe, le mode de réalisation particulier du dispositif objet de la présente invention illustré en figure 1 et
- 20           - la figure 3 représente, sous forme d'un logigramme, des étapes d'un mode de réalisation particulier du procédé objet de la présente invention.

25           Dans toute la description, le terme de « flotteur » concerne un élément dont la densité est inférieure à celle d'au moins un des liquides mis en œuvre, généralement de l'eau de mer salée, et qui, en conséquence, remonte à l'interface de ce liquide avec un liquide de moindre densité, généralement de l'eau moins salée, ou avec l'air.

30           On observe, en figure 1 et 2, une crique 100, naturelle ou artificielle, dans laquelle arrivent des résurgences sous-marines d'eau de source 105, par exemple d'origine karstique. Cette crique 100 est muni d'une enveloppe étanche souple 110 liée aux parois 115 latérales de la crique 100 de manière étanche. Des clapets 120 sont formés dans la partie basse de l'enveloppe souple 110 pour permettre l'évacuation de l'éventuel trop-plein d'eau apparaissant à l'intérieur de l'enveloppe sans permettre, ou en limitant, l'entrée d'eau salée à l'intérieur de l'enveloppe 110. Ces clapets sont, par exemple, constitués de parties libres de l'enveloppe souple 110, de dimensions supérieures à celles d'ouvertures formées dans l'enveloppe 110 en regard desquelles ces parties libres se trouvent, à l'extérieur de

35           l'enveloppe 110. L'enveloppe 110 comporte une cloison souple entourant la verticale au dessus d'au moins une source.

A la sortie immédiate de l'eau douce d'au moins une source, un système de déflecteurs impose un cheminement forcé à l'eau douce jaillissante, afin de diminuer les turbulences et d'induire un écoulement laminaire de l'eau douce.

5 Une pompe 125, portée par un radeau 130, est reliée par des tuyauteries 135 à une unité de purification 140. La pompe 125 est commandée par une unité de commande 145 reliée à des capteurs 150, 151, 152 et 155. L'enveloppe souple 110 est entourée, dans sa partie haute, par des boudins d'air comprimé 160 et est retenue, dans sa partie basse, par des lests ou des liens attachés au fond de l'océan et/ou aux bords de la crique.

En variante, la pompe 125 est remplacée par une pluralité de pompes.

10 Au moins un capteur 150 est adapté à mesurer la différence de niveau moyen entre la surface de l'eau à l'intérieur de l'enveloppe souple 110 et la surface de l'eau à l'extérieur de l'enveloppe souple 110. Cette différence est moyennée sur un longue période, en comparaison avec la période des vagues en surface de la mer, par exemple sur deux minutes et représente, comme conséquence de la force d'Archimède, la profondeur à  
15 laquelle se trouve l'interface 170 entre l'eau de mer, plus dense, et l'eau de source, moins dense. Ce capteur 150 est, par exemple, constitué de deux capteurs de niveau positionnés, l'un à proximité de l'enveloppe 110, du côté interne et, l'autre, à proximité de l'enveloppe 110, du côté externe.

Au moins un capteur 151 est adapté à mesurer la salinité de l'eau à proximité de  
20 l'entrée ou dans le circuit d'eau de la pompe 125. Cette mesure est par exemple, effectuée avec une mesure d'une caractéristique électrique (résistance ou capacité) d'une lame d'eau d'épaisseur connue, l'eau salée étant plus conductrice que l'eau pure.

Au moins un capteur 152 est adapté à mesurer le niveau moyen, sous la surface à  
25 l'intérieur de l'enveloppe, auquel se trouve une eau d'une densité prédéterminée. Ce capteur est, par exemple constitué d'un radar, d'un sonar ou d'un « flotteur » dont la densité est intermédiaire entre celle de l'eau salée et celle de l'eau douce, « flotteur » dont on mesure la profondeur sous la surface. Il peut aussi être constitué d'un capteur à effet Doppler mesurant la vitesse de l'interface en fonction de la réflexion partielle d'ondes sonores sur cette interface.

30 Au moins un capteur 155 est adapté à mesurer l'agitation de l'eau au niveau d'au moins une résurgence d'eau douce. Ce capteur 155 est, par exemple, constitué d'un radar, d'un sonar ou d'une pluralité de « flotteurs » dont les densités sont intermédiaires entre celle de l'eau salée et celle de l'eau douce, et éventuellement différentes, « flotteurs » dont on mesure les mouvements respectifs. Comme on le comprend, les capteurs 152 et 155  
35 peuvent être couplés pour fournir les deux mesures considérées.

Le capteur d'agitation 155 peut aussi être constitué d'un capteur de turbulences, par exemple en captant des infrasons émis dans les turbulences. Le capteur d'agitation peut

aussi être constitué d'un capteur d'intensité d'ondes sonores réfléchies partiellement sur l'interface. Le capteur d'agitation peut aussi être constitué d'un capteur à effet Doppler mesurant les turbulences sur l'interface en fonction de la réflexion partielle d'ondes sonores sur cette interface.

5 L'unité de commande 145 fonctionne comme un moyen d'asservissement de la profondeur de l'interface 170 entre de l'eau douce et de l'eau salée. Cette unité de commande 145 commande, en fonction de ladite profondeur de l'interface, le débit d'au moins une pompe 125 qui pompe de l'eau douce au dessus de ladite interface. Lorsque la  
10 profondeur de l'interface dépasse, en augmentant, un certain seuil, ou valeur limite, l'unité de commande 145 fait augmenter le débit de l'eau pompée. Inversement, lorsque la profondeur de l'interface est inférieure à un autre seuil, ou valeur limite, l'unité de commande 145 fait réduire le débit d'eau pompée. Préférentiellement, le débit est une fonction continue de la profondeur, la fonction de transfert de la boucle d'asservissement, en contre-réaction, est calculée pour éviter des oscillations de la profondeur de l'interface, de manière connue de  
15 l'homme du métier des asservissements.

Préférentiellement, l'unité de commande 145 tient compte de la marée et est adaptée à maintenir l'interface en dessous du niveau d'au moins une source et, préférentiellement, en dessous du niveau d'au moins la source ayant le débit le plus important. En d'autres termes, la profondeur est, par compensation, remplacée par l'altitude de l'interface par rapport à un  
20 point fixe et l'unité de commande 145 commande le débit d'au moins une pompe en fonction du niveau de la mer au cours de la marée.

L'unité de commande 145 constitue aussi un moyen de détermination d'agitation de l'eau à l'extérieur d'au moins une source d'eau et à l'intérieur de l'enveloppe 110, et est adapté à commander le débit d'au moins une pompe en fonction de l'agitation de l'eau. En  
25 particulier, lorsque les turbulences dépassent une valeur limite prédéterminée, l'unité de commande arrête le fonctionnement de la pompe 125 ou le réduit comme exposé en variante des étapes 315 et 325 (voir description de la figure 3, ci-dessous).

L'unité de commande est aussi adaptée à arrêter le fonctionnement de la pompe 125 lorsque la mesure de salinité de l'eau pompée ou à pomper est supérieure à une valeur  
30 limite prédéterminée qui dépend des capacités de désalinisation de l'unité de purification 140.

D'une manière générale, l'unité de commande 145 constitue un moyen 145 d'asservissement adapté à commander le débit d'au moins une pompe 125 adaptée à pomper de l'eau douce au dessus de l'interface entre l'eau douce et l'eau salée, en fonction  
35 de l'état de ladite interface, notamment sa profondeur relative avec celle d'au moins une et, si possible de toutes les sources et/ou les turbulences de cette interface pour maintenir la profondeur de ladite interface en dessous de l'embouchure d'au moins une dite source d'eau

douce et, éventuellement, pour ne pas faire pomper de l'eau de forte salinité générée par ces turbulences.

Comme on l'observe en figure 3, lors de son lancement en fonctionnement normal, au cours d'une étape 305, le dispositif mesure la salinité de l'eau à pomper ou, après une  
5 courte durée de pompage destinée à assurer la purge du capteur de salinité, de l'eau pompée. Puis, au cours d'une étape 310, on détermine si la salinité mesurée est supérieure à une première valeur prédéterminée. Si oui, au cours d'une étape 315, on arrête le fonctionnement de la pompe 125 et on attend une commande de redémarrage, soit manuelle, soit automatique, par exemple après une durée prédéterminée (par exemple de  
10 cinq minutes). Puis on retourne à l'étape 305.

Si au cours de l'étape 310, on détermine que la salinité mesurée est inférieure à la première valeur prédéterminée, au cours d'une étape 320, on détermine l'importance des turbulences au niveau de l'interface entre l'eau salée et l'eau douce. Puis, au cours d'une  
15 étape 325, on détermine si l'amplitude et/ou la vitesse des turbulences est supérieure à une deuxième valeur prédéterminée. Si oui, au cours de l'étape 315, on arrête le fonctionnement de la pompe 125 et on attend une commande de redémarrage, soit manuelle, soit automatique, par exemple après une durée prédéterminée (par exemple de cinq minutes). Puis on retourne à l'étape 305.

Si au cours de l'étape 325, on détermine que l'amplitude et/ou la vitesse des  
20 turbulences est inférieure à la deuxième valeur prédéterminée, au cours d'une étape 330, on reprend, s'il était arrêté, ou on maintient le pompage et on détermine la profondeur de l'interface entre l'eau salée et l'eau douce.


En variante, en fonction de la mesure des turbulences de l'interface 170, on (l'unité de commande 145, par exemple) provoque la diminution du débit d'eau pompée de manière  
25 à ce que la profondeur de l'interface 170 augmente et que l'eau mélangée issue des turbulences ne viennent pas en regard d'au moins une, préférentiellement toutes, embouchure de source d'eau douce. Dans cette variante, si au cours d'une étape 325, on détermine que l'amplitude et/ou la vitesse des turbulences est supérieure à une deuxième valeur prédéterminée, on réduit le débit de la pompe 125 et on attend une commande de  
30 reprise du débit normal de la pompe qui intervient lorsque l'interface est à une profondeur fonction croissance de l'amplitude et/ou de la vitesse des turbulences.

Au cours d'une étape 335, on compense la mesure de la profondeur en fonction de la marée pour obtenir une valeur d'altitude absolue.

Au cours d'une étape 340, en fonction de la profondeur de l'interface et/ou de son  
35 altitude et en fonction de la profondeur d'au moins la principale source d'eau douce, ou son altitude, et, éventuellement, de l'amplitude ou de la vitesse des turbulences, on détermine le débit d'eau que la pompe 125 doit assurer. La fonction de transfert de l'asservissement en

boucle fermée, qui fournit ce débit en fonction des profondeurs et/ou altitudes, dépend du débit des sources dans l'enveloppe 110 et des vitesses de variation de ce débit constaté préliminairement à la mise en place du dispositif ou obtenu au cours d'une phase d'apprentissage ou d'exploitation du dispositif. Préférentiellement, la profondeur de l'interface  
5 est, par le biais du débit de la pompe 125, maintenue en dessous de l'embouchure d'au moins une source d'eau douce et, préférentiellement, de toutes les sources d'eau douce.

Au cours d'une étape 345, on commande la pompe 125 pour qu'elle assure le débit déterminé au cours de l'étape 340. Puis on retourne à l'étape 305.



## REVENDEICATIONS

- 1 - Dispositif de captation d'eau d'au moins une source (105) d'eau douce sous-marine, caractérisé en ce qu'il comporte :
- 5 - une enveloppe (110) entourée d'eau salée isolant une quantité d'eau au dessus d'au moins une source d'eau douce,
- un capteur (150, 152, 155) de l'état d'une interface (170) entre de l'eau douce et de l'eau salée, à l'intérieur de ladite enveloppe et
- un moyen (145) d'asservissement adapté à commander le débit d'au moins une
- 10 pompe (125) adaptée à pomper de l'eau douce au dessus de ladite interface, en fonction dudit état de ladite interface, ledit moyen d'asservissement étant adapté à maintenir la profondeur de ladite interface en dessous de l'embouchure d'au moins une dite source d'eau douce.
- 2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur (150, 152, 155) d'état
- 15 de ladite interface comporte un capteur de profondeur adapté à déterminer la profondeur de ladite interface et le moyen (145) d'asservissement est adapté à asservir la profondeur de ladite interface en commandant le débit d'au moins une pompe (125) en fonction de ladite profondeur.
- 3 - Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le capteur (150) de profondeur
- 20 comporte un capteur de différence de niveau entre la surface de l'eau douce dans l'enveloppe (110) recueillant de l'eau douce et la surface de l'eau de mer autour de ladite enveloppe.
- 4 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le capteur (152) de profondeur comporte un capteur de profondeur d'équilibre d'un flotteur
- 25 possédant une densité intermédiaire entre celle de l'eau douce et celle de l'eau de mer.
- 5 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le moyen (145) d'asservissement est adapté à maintenir ladite interface en dessous du niveau d'au moins la source (105) ayant le débit le plus important.
- 6 - Dispositif selon l'une a revendication 1, caractérisé en ce que le capteur (150, 152, 155)
- 30 d'état de ladite interface comporte un moyen de détermination de l'agitation de ladite interface et le moyen (145) d'asservissement est adapté à asservir le débit d'au moins une pompe (125) en fonction de ladite agitation.
- 7 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le moyen (145)
- 35 d'asservissement est adapté à réduire le débit d'au moins une dite pompe lorsque ladite interface présente des turbulences supérieures à une valeur prédéterminée.

- 8 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que le moyen (155) de détermination d'agitation de l'eau comporte un capteur à effet doppler, à sonar ou un radar.
- 5 9 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que le moyen (155) de détermination d'agitation de l'eau comporte au moins un capteur d'agitation de l'eau positionné dans l'eau et un moyen de mesure des mouvements de chaque dit capteur.
- 10 10 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que le moyen (155) de détermination d'agitation de l'eau comporte un moyen de détermination d'un gradient de densité de l'eau.
- 11 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, caractérisé en ce que le moyen (155) de détermination d'agitation de l'eau comporte un capteur de différence de niveau entre la surface de l'eau douce dans l'enveloppe recueillant de l'eau douce et la surface de l'eau de mer autour de ladite enveloppe.
- 15 12 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que le moyen (155) de détermination d'agitation de l'eau comporte un capteur de profondeur d'équilibre d'un flotteur possédant une densité intermédiaire entre celle de l'eau douce et celle de l'eau de mer.
- 20 13 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le moyen (145) d'asservissement est adapté à commander le débit d'au moins une pompe (125) en fonction du niveau de la mer au cours de la marée.
- 14 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que ladite enveloppe comporte une cloison souple entourant d'au moins une source (105).
- 25 15 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen (151) de mesure de salinité de l'eau pompée ou à pomper et un moyen d'arrêt de pompage lorsque ladite salinité est supérieure à une valeur prédéterminée.
- 16 – Procédé de captation d'eau d'au moins une source (105) d'eau douce sous-marine, caractérisé en ce qu'il comporte :
- 30 - une étape (320, 330) de capture de l'état d'une interface (170) entre de l'eau douce et de l'eau salée, à l'intérieur d'une enveloppe entourée d'eau salée isolant une quantité d'eau au dessus d'au moins une source d'eau douce et
- une étape (340, 345) d'asservissement au cours de laquelle on commande le débit d'au moins une pompe (125) qui pompe de l'eau douce au dessus de ladite interface, en fonction dudit état de ladite interface, pour maintenir la profondeur de ladite interface en
- 35 dessous de l'embouchure d'au moins une dite source d'eau douce.

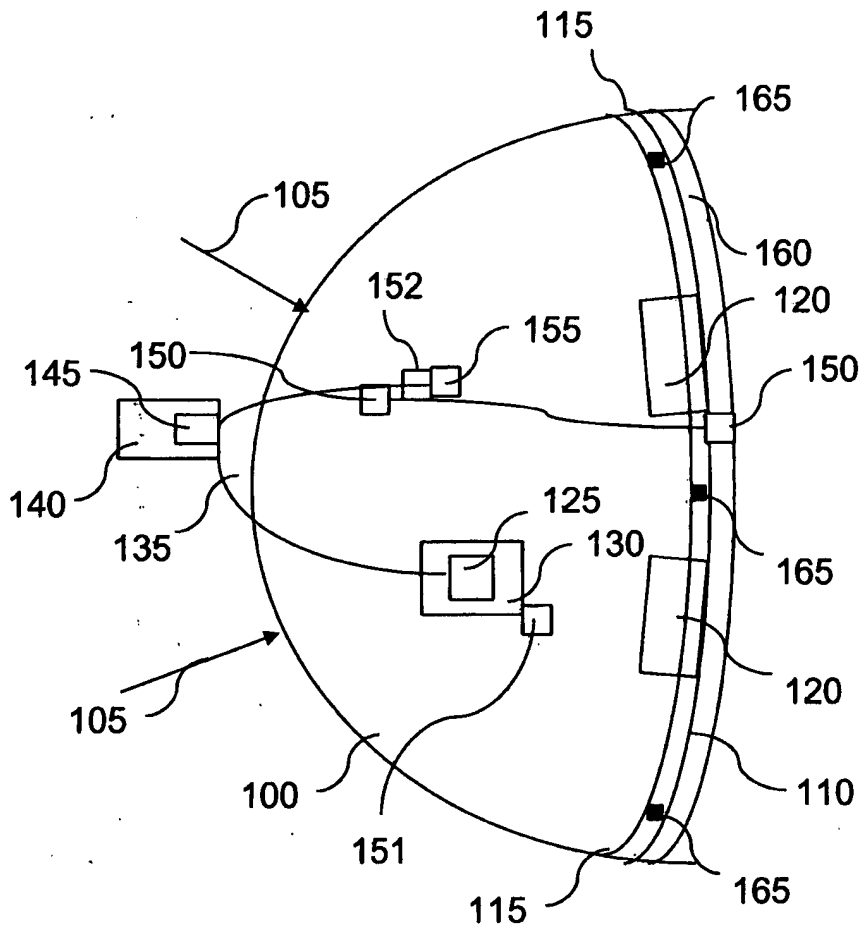


Figure 1



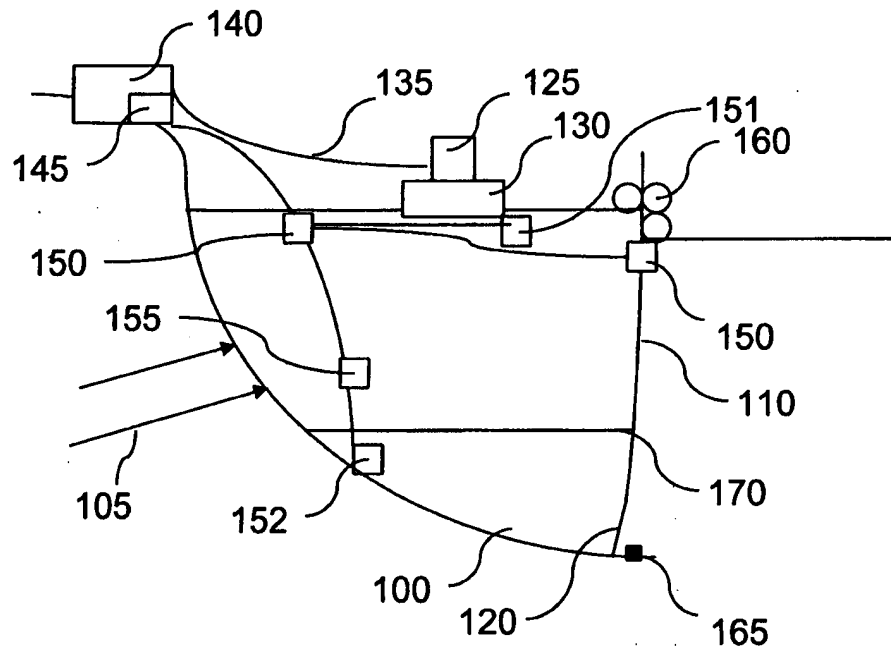


Figure 2

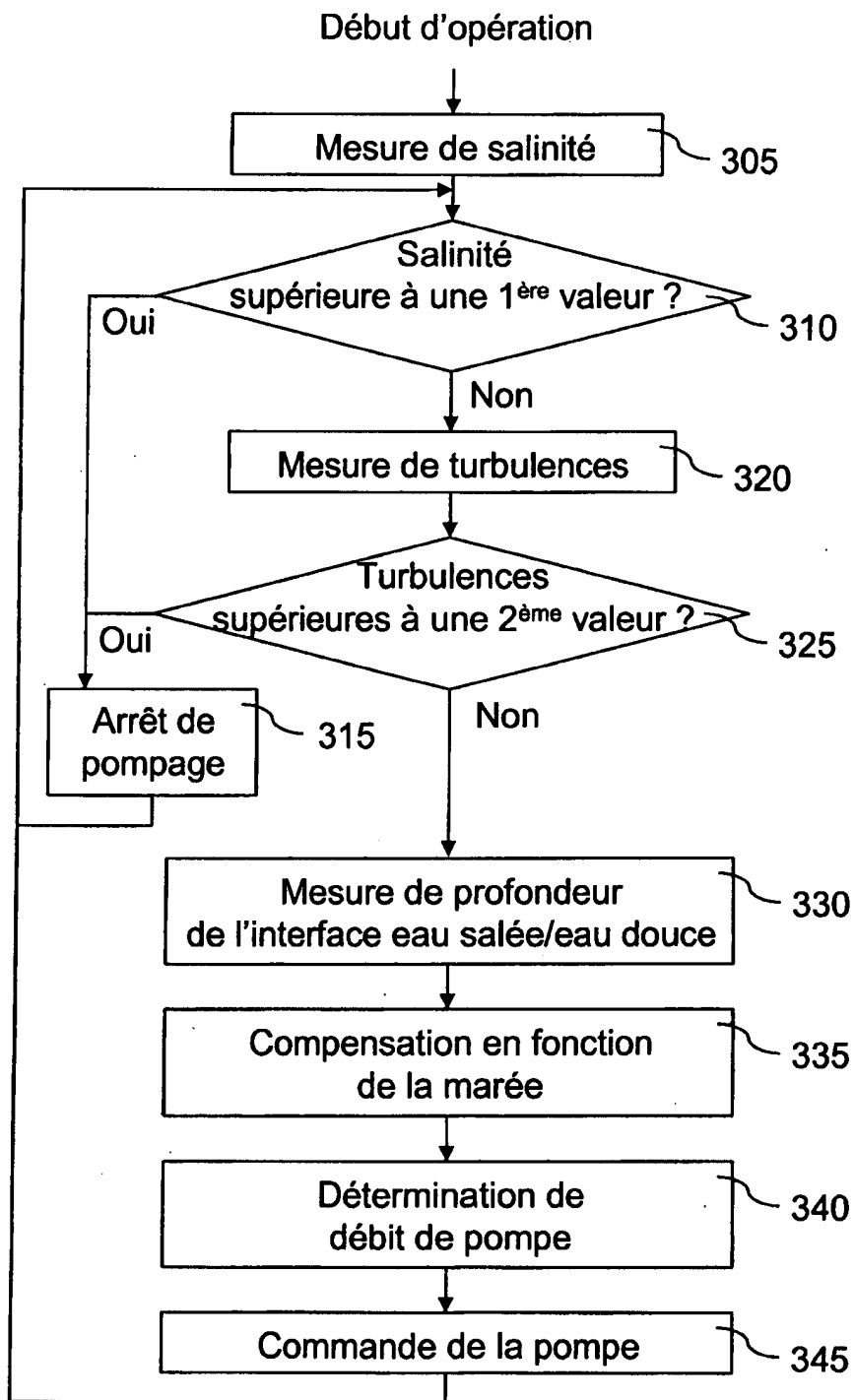


Figure 3