

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 18.01.00.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 20.07.01 Bulletin 01/29.

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

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
— FR et SA LACAZE — FR.

⑦② Inventeur(s) : LACAZE PIERRE, HENDOU MOU-
LOUD et FLAMENT PATRICK.

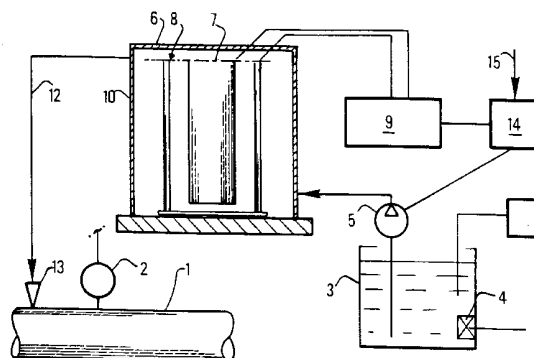
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) :

⑤④ DISPOSITIF ET PROCEDE DE DESINFECTION ET DE LUTTE CONTRE LA LEGIONELLOSE DANS DES
EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE.

⑤⑦ - La présente invention concerne un dispositif de pro-
duction de chlore libre par électrolyse, en vue d'une injec-
tion en continu dans l'eau d'une quantité de solution
électrolytique transformée par une succession de réactions
électrochimiques (liquide de désinfection), permettant d'as-
surer la présence de chlore libre à la sortie d'un robinet
d'eau chaude à raison de 1 à 3 mg/l.

Le dispositif comprend un moyen de mesure de débit
d'eau admis dans le circuit de production d'eau chaude (1),
un réservoir de stockage de la solution électrolytique (3),
une cellule d'électrolyse (6), une cathode (8), une anode (7),
un générateur de courant continu stabilisé et filtré (9), une
pompe (5) et une sonde d'injection de la solution électrolyti-
que ayant subi une transformation électrochimique dans la
conduite d'admission d'eau (1), un moyen de gestion et
d'automatisation (14).



5

10 La présente invention concerne le domaine de désinfection et de lutte contre la légionellose dans les équipements de stockage, de production et l'ensemble des circuits de distribution d'eau chaude sanitaire.

15 On connaît des dispositifs de production de chlore libre à partir d'électrolytes constitués d'eau et de sels (chlorure de sodium) à fortes concentrations, par exemple entre 65 et 150 g/l.

 On connaît aussi des dispositifs d'électrolyse à compartiments séparés destinés à transformer électrochimiquement une solution d'eau et de sels avec obtention de chlore moléculaire gazeux (Cl_2) dans les chambres anodiques.

20 Ces types d'installation sont destinés à une production d'une solution contenant du chlore libre ou à la production de chlore gazeux en vue de leur stockage et d'une opération de désinfection en mode discontinu. Par ailleurs, afin d'obtenir de bons rendements de transformation, la solution électrolytique est recyclée dans le réacteur électrolytique, ce qui empêche l'utilisation de ces
25 techniques pour l'injection en continue du chlore libre dans l'eau.

 Les solutions électrolytiques utilisées dans ces dispositifs (fortement chargées en sel) engendrent, après transformation électrochimique, des produits contenant 30 à 70 g/l de chlorure. L'utilisation de ces produits pour la désinfection et la lutte contre la légionellose dans les équipements de
30 production, de stockage et les circuits de distribution d'eau chaude sanitaire

pose des problèmes de corrosion liés à l'augmentation du taux de chlorure dans l'eau à la suite de l'injection de ces produits.

Il faut signaler aussi que les solutions issues de techniques électrolytiques précitées sont caractérisées par un pH alcalin défavorable à la
5 formation du chlore libre actif et à l'effet bactéricide.

La présente invention présente en revanche l'avantage de permettre de produire par électrolyse une solution de désinfection spécifique aux équipements de stockage, de production et des circuits de distribution d'eau
10 chaude. Cette solution obtenue par l'électrolyse d'un électrolyte renfermant de l'eau et du sel (chlorure de sodium), par exemple à une concentration ne dépassant pas 30 g/l, ainsi que l'acide chlorhydrique pour réaliser un pH de préférence compris entre 4 et 5, fournit après transformation électrochimique un produit contenant du chlore libre, par exemple de l'ordre de 3 g/l, ayant un
15 pH sensiblement neutre favorable à la formation du chlore libre actif et à l'effet bactéricide.

En outre l'invention permet l'injection permanente du chlore libre dans l'eau destinée au chauffage sans modifier son pH et avec une augmentation du taux de chlorure ne dépassant pas 10 mg/l ce qui préserve les équipements de
20 la corrosion.

La présente invention permet également une automatisation complète du fonctionnement assurant une désinfection permanente sans risque d'effets secondaires néfastes.

25 Ainsi la présente invention concerne un dispositif de production d'une solution renfermant du chlore libre, en vue de la désinfection et de la lutte contre la légionellose dans les équipements de stockage, de production et les circuits de distribution d'eau chaude. Le dispositif comporte un bac de préparation d'un électrolyte, une pompe d'injection de l'électrolyte dans un
30 réacteur contenant une anode et une cathode, une conduite d'injection de la solution électrolysée dans une canalisation d'eau, des moyens de mesure du

débit d'eau en circulation dans ladite canalisation, des moyens de réglage de l'intensité du courant entre l'anode et la cathode et du débit d'injection de l'électrolyte.

Le bac de préparation peut comporter une sonde de mesure du pH de la
5 solution électrolytique.

Le bac de préparation peut comporter des moyens de réglage du pH de l'électrolyte.

Les moyens de régulation du débit d'injection et/ou de l'intensité de courant peuvent agir en fonction du débit d'eau froide dans la canalisation.

10 La solution électrolytique peut être composée d'eau, de chlorure de sodium et d'acide chlorhydrique.

La concentration en chlorure de sodium de la solution électrolytique peut ne pas excéder 30 g/l.

La concentration en acide chlorhydrique de ladite solution électrolytique
15 peut être ajustée de telle sorte que le pH de la solution est stabilisé entre 4 et 5.

La cathode peut être constituée de tiges en acier montées verticalement et soudées sur une plaque circulaire de telle sorte que l'ensemble réalise une géométrie cylindrique.

20 L'anode peut être constituée par un cylindre métallique placé au centre de la cathode, de préférence en tôle déployée.

Le cylindre peut être revêtu d'oxyde d'Iridium et/ou de Ruthénium.

L'ensemble cathode et anode peut avoir une hauteur d'environ 300 mm et un diamètre extérieur d'environ 300 mm.

25 L'invention concerne également un procédé pour le traitement en continu d'une eau qui met en œuvre le dispositif décrit ci-dessus. Dans le procédé, on règle le débit de la pompe d'injection en fonction du débit d'eau dans ladite canalisation.

On peut régler l'intensité du courant dans l'électrolyseur pour que le
30 taux de chlore libre dans l'eau à traiter soit compris entre 2 et 3,5 mg/l.

La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la lecture de la description de l'exemple de réalisation suivant, nullement limitatif, et illustré par les figures ci-après annexées, parmi lesquelles :

- 5 - La figure 1 montre le schéma général du dispositif selon l'invention,
- La figure 2 illustre schématiquement les électrodes du réacteur d'électrolyse.
- La figure 3 illustre les équilibres HClO et ClO en fonction du pH.
- La figure 4 montre un exemple de régulation de l'intensité du courant dans
10 l'électrolyseur en fonction du débit d'eau à traiter.

Sur la figure 1, la référence 1 désigne une conduite d'alimentation en eau qui doit être traitée selon l'invention. Un débitmètre 2 placé sur la conduite mesure en continu le débit d'eau afin d'adapter le traitement au
15 volume d'eau. Le débitmètre est par exemple un compteur à impulsion permettant des mesures de débits jusqu'à $15 \text{ m}^3/\text{h}$. Dans une version préférée, le débitmètre permet la mesure de débit dans la plage 100 l/h à $15 \text{ m}^3/\text{h}$.

Le dispositif comporte un réservoir 3 de stockage et de préparation de la solution électrolytique. La solution électrolytique est constituée d'eau distillée,
20 de chlorure de sodium et d'acide chlorhydrique. La concentration en sel de la solution est comprise entre 20 et 30 g/l. La quantité ajoutée d'acide chlorhydrique est telle qu'elle permet de stabiliser le pH entre 4 et 5 de la solution électrolytique préparée dans le bac 3.

Dans une version préférée, la solution électrolytique a un pH d'environ 5
25 et une concentration en chlorure de sodium d'environ 30 g/l.

Le réservoir de stockage 3 de la solution électrolytique est équipé d'une sonde 4 de détection de niveau bas de l'électrolyte. Dans le cas de manque de produit, une alarme se déclenche.

Une pompe d'injection et d'alimentation 5 transfère la solution
30 électrolytique à débit variable jusqu'à 10 l/h vers un électrolyseur 6.

Dans une version préférée de cette invention la pompe est de type doseuse délivrant un débit pouvant être compris entre 500 ml/h et 10 l/h. L'admission de solution électrolytique se fait de préférence dans le bas de l'électrolyseur.

5 Un réacteur d'électrolyse ou électrolyseur 6, est constituée d'une chambre contenant une anode 7 et une cathode 8 reliées à un générateur 9 de courant à intensité variable pouvant atteindre 140 Ampères sous 12 Volts.

Le réacteur d'électrolyse est équipé d'une double enveloppe 10 dans laquelle circule un fluide de refroidissement, par exemple de l'eau, permettant
10 de maintenir le milieu réactionnel à une température inférieure à 30°C.

Dans une version préférée de cette invention l'enveloppe du réacteur d'électrolyse est en polypropylène et a une forme cylindrique.

La figure 2 illustre une cathode 8 constituée par un ensemble de tiges 11 en acier inoxydable. Ces tiges sont assemblées verticalement et soudées sur
15 une plaque circulaire en acier inoxydable, de telle sorte que l'ensemble réalise une géométrie cylindrique pour la cathode. L'anode 7 est en forme de cylindre en titane recouvert d'oxyde mixte d'Iridium et de Ruthénium placée au centre de la cage formée par la cathode 8 et du réacteur électrolytique 10. De préférence, l'anode est en métal déployé, c'est à dire du type tôle perforée ou
20 grillage. Ainsi, le liquide en électrolyse circule efficacement dans l'électrolyseur.

Une telle disposition favorise la réaction électrochimique créée par l'anode et la cathode, notamment les mouvements des liquides, favorables à la réaction, sont permis grâce aux formes respectives anode/cathode.

25

Selon un mode de réalisation, la cathode est constituée par 39 barres de 10 mm de diamètre, espacées de 10 mm, sur un cercle d'environ 300 mm de diamètre. La hauteur de la cathode est de 300 mm. Les plaques circulaires (300 mm de diamètre) sur lesquelles sont fixées les barres 11 sont en Inox de
30 3 mm d'épaisseur.

L'anode est un cylindre en tôle, de préférence déployée, en titane d'environ 2 mm formée en cylindre de diamètre 280 mm et de 300 mm de hauteur. La paroi de l'anode est de préférence recouverte d'oxyde d'Iridium et de Ruthénium, ou un matériau équivalent.

- 5 Les électrodes utilisées pour le réacteur électrolytique (anode et cathode) peuvent fonctionner avec une densité de courant pouvant atteindre 500 A/m^2 .

De préférence, les électrodes sont soumises à des densités de courant variant de 100 à 500 A/m^2 .

- 10 Les électrodes sont reliées à un générateur 9 de courant continu stabilisé et filtré délivrant une intensité de courant pouvant être régulée et contrôlée entre 4 et 140 A.

- 15 La solution ayant subi une transformation électrochimique au sein de l'électrolyseur est injectée dans le réseau 1 d'alimentation en eau froide par l'intermédiaire d'un conduit 12 dont l'orifice est, de préférence, éloigné de l'alimentation en solution électrolytique et situé dans la partie haute de l'électrolyseur. Le conduit 12 débouche dans la conduite 1 par une sonde d'injection 13 équipée d'un clapet anti-retour.

La sonde d'injection 13 peut être un tube en polypropylène équipé d'un clapet anti-retour sous forme d'une bille montée sur un ressort.

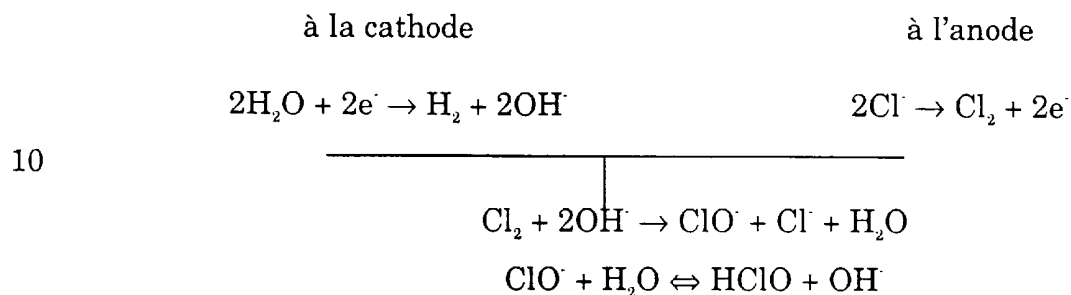
- 20 L'ensemble des composants du dispositif selon l'invention est conçu pour un fonctionnement sous des pressions pouvant atteindre 10 bar.

- 25 Le fonctionnement du dispositif est géré par des moyens électroniques comportant une carte électronique permettant le contrôle et la régulation de l'ensemble du système en agissant sur le réglage du courant d'électrolyse, compte tenu de la valeur du débit d'eau froide mesurée par le débitmètre 2, mesure symbolisée par la flèche 15. Le débit d'alimentation fourni par la pompe 5 peut aussi être contrôlé.

- 30 Les paramètres de régulation majeurs dans le dispositif objet de cette invention sont la variation du débit d'injection de la solution renfermant le

chlore libre en fonction du débit d'alimentation en eau froide et la variation de l'intensité de courant en fonction de la variation du débit d'injection.

La solution dite électrolytique introduite dans l'électrolyseur, soumise
5 au passage d'un courant continu par des électrodes appropriées, devient le siège des réactions suivantes :



Le chlore libre est essentiellement les espèces HClO et ClO^- . L'effet
15 bactéricide est maximal lorsque le chlore est sous forme HClO , qui est alors appelé chlore libre actif. A des pH alcalins, l'équilibre est favorable à l'espèce ClO^- alors qu'à des pH neutres ou acides l'équilibre est favorable à l'espèce HClO .

La présente invention permet d'obtenir après électrolyse, par l'ajustage
20 initial du pH à environ 5 dans le bac 3 de solution électrolytique par ajout d'acide chlorhydrique, un liquide dans l'électrolyseur contenant du chlore libre avec un pH voisin de 7. Ainsi le chlore libre se trouve à plus de 60 % sous forme de chlore libre actif contrairement aux procédés classiques aboutissant à des solutions alcalines dont le pH est au mieux égal à 8 et pour lequel le chlore
25 libre n'est qu'à 20 % sous forme de chlore libre actif. La figure 3 donne les courbes de distribution (en pourcentage massique en ordonnée) des espèces HClO et ClO^- en fonction du pH, en abscisse. Au pH 7, il y a environ 70% de HClO .

Conformément à l'invention et grâce à une régulation adaptée de
30 l'intensité de courant et du débit de l'injection en fonction du débit d'alimentation des équipements de stockage et production d'eau chaude, l'augmentation des chlorures dans l'eau n'excède en aucun cas 10 mg/l en

utilisant une solution électrolytique avec une concentration initiale en chlorure demeurant inférieure à 20 g/l. Ces conditions de fonctionnement protègent des risques de corrosion connus lors de l'injection de chlore libre.

La figure 4 montre un exemple de régulation d'intensité de courant (en
5 Ampères en ordonnée) en fonction du débit d'alimentation en eau froide (en m³/heure en abscisse).

Le liquide sortant du réacteur électrolytique contient de 2 à 4 g/l de chlore libre selon l'intensité de courant et du débit d'injection.

Dans une version préférée de cette invention, le liquide sortant du
10 réacteur électrolytique contient une concentration en chlore libre allant de 2,5 à 3 g/l.

Selon la présente invention le débit d'injection du liquide de désinfection et de lutte contre la légionellose est régulé en fonction du débit d'eau froide alimentant les équipements de stockage et de production d'eau chaude, de telle
15 sorte à avoir une concentration de l'eau froide désinfectée en chlore libre allant de 2 à 3,5 mg/l et après son chauffage et sa distribution une concentration en chlore libre allant de 1 à 3 mg/l sans pour autant dépasser 3 mg/l pour éviter la formation de trihalométhanes.

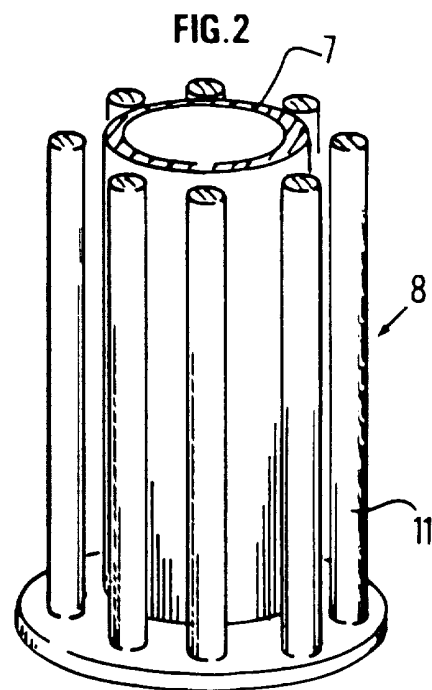
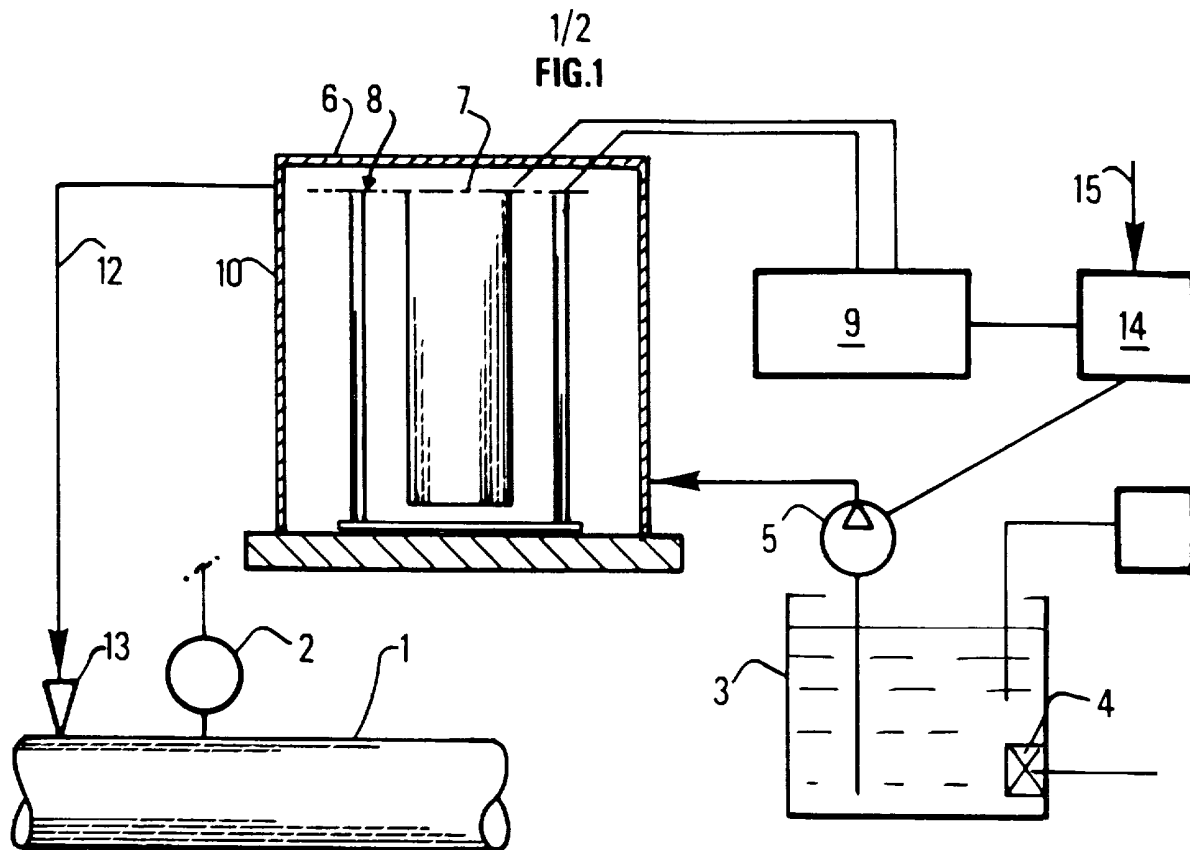
Avantageusement, le débit d'injection du liquide de désinfection est
20 régulé de telle sorte que l'eau froide renferme de 1,5 à 2,5 mg/l de chlore libre, et de 1 à 2 mg/l de chlore libre après son chauffage et sa distribution quel que soit le temps de séjours de stockage, les gammes de concentrations sont réalisées conformément à la circulaire de la DGS N°97/311 du 24 avril 1997 relative à la surveillance et à la prévention de la légionellose.

REVENDICATIONS

- 5 1) Dispositif de traitement en continu d'une eau, caractérisé en ce qu'il comporte un bac (3) de préparation d'un électrolyte, une pompe d'injection (5) dudit électrolyte dans un réacteur contenant une anode (7) et une cathode (8), une conduite d'injection (12) de la solution électrolysée dans une canalisation (1) d'eau, des moyens de mesure (2) du débit d'eau en circulation dans ladite canalisation, des
10 moyens de réglage (14) de l'intensité du courant entre l'anode et la cathode et du débit d'injection de l'électrolyte.
- 2) Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ledit bac de préparation comporte une sonde de mesure du pH de la solution électrolytique.
- 15 3) Dispositif selon la revendication 2, dans lequel ledit bac de préparation comporte des moyens de réglage du pH de l'électrolyte.
- 4) Dispositif selon l'une des revendications précédentes dans lequel lesdits moyens de régulation du débit d'injection et/ou de l'intensité de courant agissent en fonction du débit d'eau froide dans la
20 canalisation.
- 5) Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite solution électrolytique est composée d'eau, de chlorure de sodium et d'acide chlorhydrique.
- 6) Dispositif selon la revendication 5, dans lequel la concentration en
25 chlorure de sodium de la dite solution électrolytique n'excède pas 30 g/l.
- 7) Dispositif selon la revendication 5 et 6, dans lequel la concentration en acide chlorhydrique de ladite solution électrolytique est ajustée de telle sorte que le pH de la solution est stabilisé entre 4 et 5.
- 30 8) Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite cathode est constituée de tiges (11) en acier montées

verticalement et soudées sur une plaque circulaire de telle sorte que l'ensemble réalise une géométrie cylindrique.

- 5 9) Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite anode est constituée par un cylindre métallique placé au centre de la cathode.
- 10) Dispositif selon la revendication 9, dans lequel ledit cylindre est revêtu d'oxyde d'Iridium et/ou de Ruthénium.
- 10 11) Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'ensemble cathode et anode a une hauteur d'environ 300 mm et un diamètre extérieur d'environ 300 mm.
- 12) Procédé pour le traitement en continu d'une eau, caractérisé en ce que l'on met en œuvre le dispositif selon l'une des revendications précédentes, et en ce que l'on règle le débit de ladite pompe d'injection en fonction du débit d'eau dans ladite canalisation.
- 15 13) Procédé selon la revendication 12, dans laquelle l'on règle l'intensité du courant dans l'électrolyseur pour que le taux de chlore libre dans l'eau à traiter soit compris entre 2 et 3,5 mg/l.



2/2

FIG.3

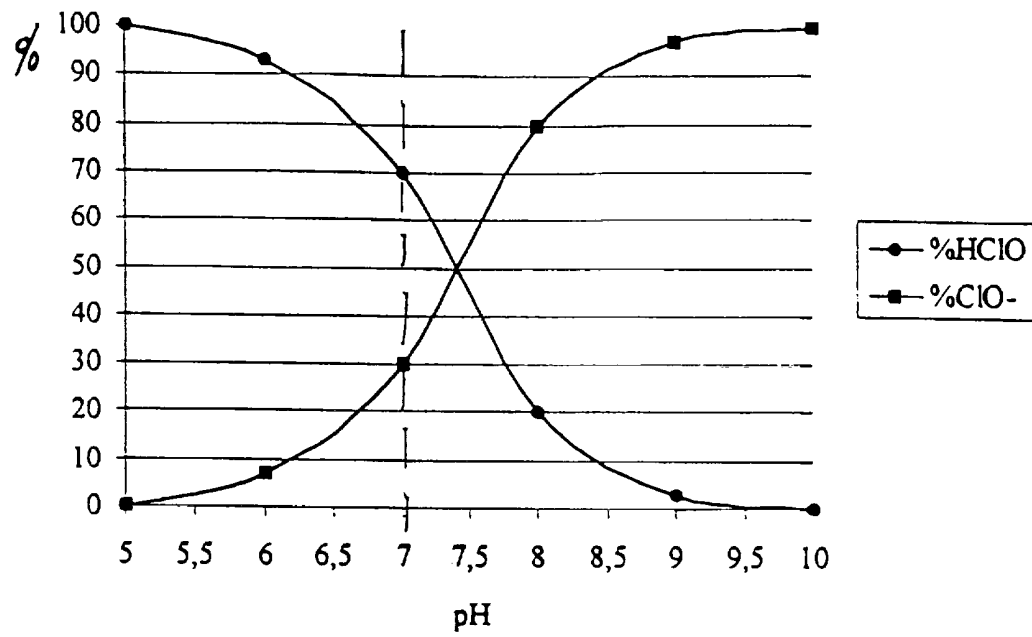
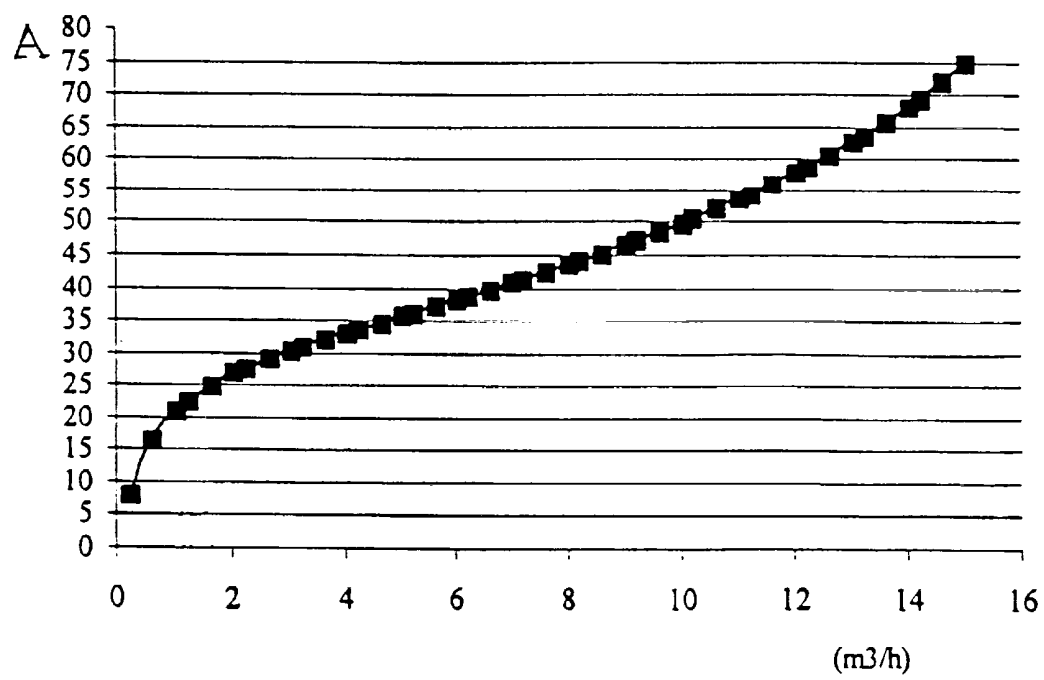


FIG.4



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

2803841

N° d'enregistrement
national

FA 581776
FR 0000598

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		
A	US 5 958 229 A (WENZEL THOMAS E ET AL) 28 septembre 1999 (1999-09-28) * le document en entier *	1	C02F1/467 A62D3/00
A	EP 0 343 092 A (BILLES JEAN LOUIS) 23 novembre 1989 (1989-11-23) * le document en entier *	1	
A	EP 0 470 841 A (OMCO CO LTD ;NIPPON STEEL CORP (JP)) 12 février 1992 (1992-02-12) * le document en entier *	1,5	
A	EP 0 155 479 A (HERAEUS ELEKTRODEN) 25 septembre 1985 (1985-09-25) * le document en entier *	1	
A	US 5 993 669 A (FULMER PAUL F) 30 novembre 1999 (1999-11-30) * le document en entier *	1	
A	WO 94 26668 A (LUEBER HANS) 24 novembre 1994 (1994-11-24) * le document en entier *	8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
A	US 4 994 163 A (LIN SHENG R) 19 février 1991 (1991-02-19) * le document en entier *	8	C02F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 octobre 2000		Devisme, F	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			