

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
3 janvier 2002 (03.01.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/00556 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : C02F 1/52,
B01D 21/08, 21/00

(72) Inventeur: **BRIDOUX, Gilbert**; 4, rue des Coudrais,
F-78760 Jouars Pontchartrain (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR01/02059

(74) Mandataires : **MARTIN, Jean-Jacques** etc.; Cabinet
Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-78547 Paris Cedex 17
(FR).

(22) Date de dépôt international : 28 juin 2001 (28.06.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE, TR).

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
00/08385 29 juin 2000 (29.06.2000) FR

Publiée :

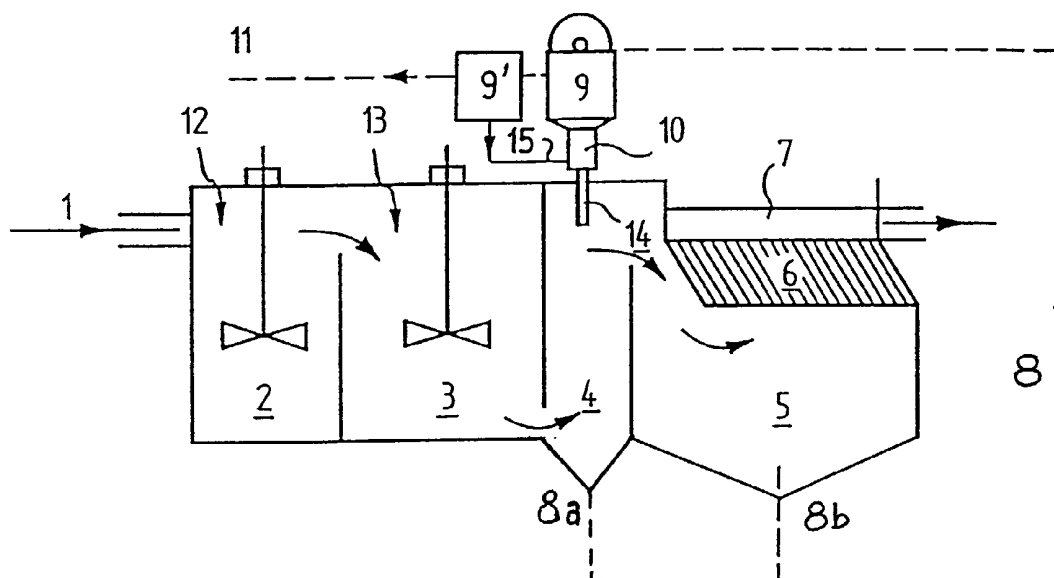
— avec rapport de recherche internationale
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont
reçues

(71) Déposant : **SOCIETE D'AMENAGEMENT URBAIN
ET RURAL** [FR/FR]; 1, avenue Eugène Freyssinet,
F-78280 Guyancourt (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TREATING WATER WITH BALLAST INJECTED IN STILLING ZONE

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES EAUX AVEC LESTANT INJECTE EN ZONE TRANQUIL-
SEE



(57) Abstract: The invention concerns a water treatment method, carried out in a settling tank on an effluent to be treated loaded with suspended matters and comprising at least a coagulation step performed in at least a coagulation zone, at least a flocculation step performed in a flocculation zone, at least a settling step performed in a settling zone, and wherein, part of the sludge containing the suspended matters is separated from the clarified effluent. The invention is characterised in that a settling adjuvant is introduced at least at one non-agitated capture zone located between the flocculation zone and the settling zone, the capture zone being dimensioned so as to generate a liquid stream wherein the settling adjuvant is homogeneously injected, and part of the ballasted flocs directly settles the lower part of said capture zone wherefrom it is regularly drawn.

[Suite sur la page suivante]



WO 02/00556 A1



En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de traitement des eaux, effectué dans un décanteur sur un effluent à traiter chargé de matières en suspension et comprenant au moins une étape de coagulation effectuée dans au moins une zone de coagulation, au moins une étape de floculation effectuée dans au moins une zone de floculation, au moins une étape de décantation effectuée dans au moins une zone de décantation, et dans laquelle, une partie des boues contenant les matières en suspension est séparée de l'effluent clarifié, caractérisé en ce qu'un adjuvant de décantation est introduit au niveau d'au moins une zone de capture, non agitée, située entre la zone de floculation et la zone de décantation, la zone de capture étant dimensionnée de manière à créer une veine liquide dans laquelle d'adjuvant de décantation est injecté de manière homogène, et en ce qu'une partie des floes lestés décante directement à la partie inférieure de cette zone de capture d'où elle se trouve régulièrement soutirée.

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES EAUX AVEC
LESTANT INJECTÉ EN ZONE TRANQUILISÉE

La présente invention concerne un procédé et un dispositif
5 de traitement des eaux utilisant les techniques de coagulation,
floculation et décantation. Ce procédé de traitement d'effluents
est plus particulièrement adapté au traitement des eaux
pluviales qui présentent de fortes concentration en matières en
suspension (MES).

10 Le domaine de cette invention est celui des procédés
physico-chimiques qui visent à séparer les particules en
suspension dans l'effluent à traiter, en les amalgamant sous
forme de "flocs", qui sont ensuite séparés par décantation. Les
opérations successives, qui comprennent généralement les étapes
15 de coagulation, de floculation et de décantation, sont réalisées
dans différents compartiments, on utilise le plus souvent les
compartiments d'un même appareil appelé décanteur.

Classiquement, le premier de ces compartiments correspond à
une zone dans laquelle on effectue une étape de coagulation.
20 Dans cette étape, les charges électriques portées par les
particules en suspension sont neutralisées grâce à l'injection
de sels de fer ou d'aluminium.

Le deuxième compartiment est le site de la floculation, où
les particules préalablement neutralisées se rencontrent et
25 s'agglomèrent de façon à constituer le floc, grâce à l'addition
d'un polymère.

Le dernier compartiment correspond à l'étape de
décantation, où les flocs et l'eau sont séparés. L'ensemble des
flocs décantés constitue la boue. La principale amélioration
30 apportée par les dernières techniques, consiste à augmenter la
densité des flocs en y insérant un matériau minéral dense, en
général, du sable fin.

Deux techniques s'affrontent dans le domaine :

La première est basée sur "l'effet de germe", où les particules neutralisées lors de la coagulation s'agglomèrent avec du lest, faisant croître le floc autour de ce dernier. Le lest est donc injecté dès l'étape de coagulation comme l'indique
5 FR 2 627 704 B1, voire, au début de l'étape de floculation, comme le décrit EP 0 680 933 A1. Afin de diminuer les coûts d'exploitation, le lest doit être récupéré et recirculé. Cette opération qui est réalisée préférentiellement par hydrocyclonage, présente un inconvénient important, car la
10 séparation par hydrocyclone doit être effectuée à partir d'un mélange dilué. Les boues en excès, issues de cette séparation sont donc faiblement concentrées, de l'ordre du gramme par litre.

La seconde technique utilise le lest comme simple
15 "alourdisseur du floc". Il est incorporé aux boues recirculées, appelées alors "boues densifiées", qui sont injectées au niveau du flocculateur, un exemple de mise en œuvre est décrit dans FR 2 758 812 A1. La principale limite apportée à cette technique repose sur le fait que l'injection de lest au niveau du
20 flocculateur introduit des zones macroscopiquement hétérogènes ; il faut alors augmenter l'agitation au sein du compartiment. Par contre, l'ajout des boues utilisées comme "masse de contact", nécessite une agitation lente afin de parfaire la maturation du floc. Cet antagonisme limite fortement les performances du
25 procédé en ce qui concerne la charge hydraulique.

Le procédé de traitement selon la présente invention permet de pallier les inconvénients des techniques décrites ci-dessus.

Le procédé de traitement selon la présente invention présente l'avantage d'augmenter notablement la charge
30 hydraulique lors de la décantation et d'extraire les boues concentrées, tout en conservant une eau traitée de qualité. On rappellera que la charge hydraulique correspond au débit de l'effluent traité par unité de surface de lamelles, la surface

des lamelles considérées étant la section horizontale constituée par l'ensemble desdites lamelles.

La présente invention concerne un procédé amélioré de
décantation des floccs dans lequel le lest ou agent de
5 décantation est injecté alors que le flocc est mature, les
conditions de mise en œuvre du procédé étant déterminées de
façon précise pour atteindre une élimination de l'ordre de 80 %
des MES avec une vitesse de passage dans les lamelles de l'ordre
de 250 m/h.

10 Le procédé de traitement des eaux selon l'invention est
effectué dans un décanteur sur un effluent à traiter chargé de
matières en suspension, il comprend au moins une étape de
coagulation effectuée dans au moins une zone de coagulation, au
moins une étape de floculation effectuée dans au moins une zone
15 de floculation et au moins une étape de décantation, dans
laquelle les boues comprenant les matières en suspension sont
séparées de l'effluent ainsi clarifié, effectuée dans au moins
une zone de décantation.

Conformément au procédé de l'invention, un adjuvant de
20 décantation est introduit au niveau d'un compartiment
spécifique, désigné zone de capture, qui est une zone non
agitée, située après la zone de floculation et avant la zone de
décantation.

Conformément à la présente invention, cette zone de capture
25 est dimensionnée de manière à créer une veine liquide dans
laquelle l'adjuvant de décantation est injecté de manière
homogène. Une partie au moins des floccs lestés décante
directement à la partie inférieure de cette zone de capture d'où
elle est régulièrement soutirée.

30 Selon une autre caractéristique de la présente invention,
la vitesse hydraulique au sein de la zone de capture reste
inférieure à environ 100 m/h au débit nominal du procédé.

Selon une autre caractéristique de la présente invention,
l'adjuvant de décantation est injecté, à la partie supérieure de

la zone de capture, en différents points d'injection régulièrement espacés entre eux.

Selon une autre caractéristique de la présente invention, le rythme de soutirage des boues à la partie inférieure de la zone de capture est compris entre 0,5 % et 1 % du débit d'eau traitée.

Selon une autre caractéristique de la présente invention, on observe un gradient de vitesse dans la zone de floculation, compris entre 50 s^{-1} et 300 s^{-1} .

10 Selon une autre caractéristique de la présente invention, les floccs formés dans la zone de capture présentent un diamètre moyen supérieur à environ 3 mm et de préférence compris entre 3 mm et 15 mm.

15 Selon une autre caractéristique de la présente invention, les floccs présentent une structure compacte comportant plusieurs grains d'adjuvant capturés.

20 Selon une autre caractéristique de la présente invention, les boues soutirées de la zone de capture sont mélangées régulièrement aux boues soutirées de la zone de décantation pour suivre le même circuit de traitement et de séparation de l'adjuvant de décantation, ce dernier étant réintroduit à la partie supérieure de la zone de capture.

25 Selon une autre caractéristique de la présente invention, l'adjuvant de décantation est un matériau minéral possédant une susceptibilité magnétique importante.

Selon une autre caractéristique de la présente invention, l'adjuvant de décantation est un oxyde de fer, en particulier la magnétite, la samarskite, la franklinite, la ferberite, la pyrrhotite.

30 Selon une autre caractéristique de la présente invention, l'adjuvant de décantation est de la magnétite présentant une granulométrie moyenne comprise, à 90 %, entre $100 \mu\text{m}$ et $250 \mu\text{m}$.

Selon une autre caractéristique de la présente invention, la concentration en magnétite injectée dans la zone de capture est comprise entre 3 g/l et 4 g/l d'eau traitée.

5 Selon une autre caractéristique de la présente invention, l'adjuvant de décantation est séparé des boues et récupéré par un dispositif d'aimantation en deux étapes.

10 Selon une variante du procédé objet de la présente invention, l'étape de décantation est mise en œuvre dans un décanteur lamellaires comprenant une pluralité de plaques inclinées, parallèles entre elles et prévues à la partie supérieure du décanteur. L'intérêt majeur de la décantation lamellaire par rapport à la décantation classique repose sur la capacité à traiter une grande quantité d'effluent dans un petit volume. Cette performance s'exprime essentiellement au travers
15 de la charge hydraulique. Actuellement, les décanteurs lamellaires atteignent des charges hydrauliques maximales de l'ordre de 130 m/h (FR 2 758 812 A1).

Le procédé selon l'invention peut être mis en œuvre de la façon suivante : un effluent à traiter est introduit dans le
20 décanteur au niveau de la zone dite de coagulation. Dans cette zone, qui est maintenue agitée, on introduit au moins un adjuvant de coagulation qui est par exemple un sel de métal : chlorure ferrique ou sulfate d'aluminium. Lors de l'étape de coagulation, les matières en suspension dans l'effluent
25 s'agrègent autour de l'adjuvant de coagulation pour former un microfloc.

L'effluent de la zone de coagulation est introduit au niveau de la zone de floculation du décanteur.

30 Dans cette zone de floculation, qui est maintenue agitée, on introduit au moins un adjuvant de floculation qui est par exemple un polymère cationique, anionique ou neutre, naturel ou synthétique. Lors de l'étape de floculation, les matières en suspension dans l'effluent s'agglomèrent autour de l'adjuvant de floculation ce qui permet la croissance du microfloc.

L'effluent de la zone de floculation est introduit au niveau de la zone capture qui est une zone non agitée formant une veine liquide dans laquelle l'adjuvant de décantation se trouve injecté de manière homogène.

5 L'agitation des zones de maturation du floc (zone de coagulation et zone de floculation) peut être réalisée par des moyens mécaniques (agitateurs) ou par une injection d'air. En ce qui concerne la zone de floculation, un paramètre important à considérer est le gradient de vitesse G , classiquement, il est
10 compris entre 70 s^{-1} et 300 s^{-1} . Dans le cas de floccs lestés, G peut être 10 fois plus élevé comme le rapporte le brevet FR 2 627 704 B1.

Chacune des zones de coagulation et de floculation peuvent comprendre une ou plusieurs cuves, généralement ces zones
15 comprennent d'une à trois cuves et de préférence une seule cuve.

Après ces traitements de maturation du floc, l'effluent à traiter est introduit dans une zone intermédiaire, dite zone de capture, non agitée, équipée à sa partie inférieure d'un dispositif de soutirage des boues.

20 La zone de décantation disposée en aval de la zone de capture, peut comprendre une ou plusieurs cuves, généralement cette zone comprend d'une à trois cuves.

L'adjuvant de décantation, introduit dans la zone de capture, possède des propriétés de lestant, c'est-à-dire
25 d'alourdir le floc afin d'en faire descendre une partie vers le fond du compartiment de capture, et permettant l'entraînement d'une autre partie du floc chargé, en direction de la zone de décantation.

A la sortie de la zone de décantation on obtiendra ainsi
30 deux phases distinctes. Une phase liquide correspondant à l'effluent clarifié et une phase au moins en partie solide correspondant aux boues. Ces boues comprennent les matières en suspension, les adjuvants de décantation, les adjuvants de coagulation et de floculation, ainsi qu'un liquide intesticiel.

Cette phase en partie solide est récupérée principalement au fond de la zone de décantation, mais pour partie également au bas de la zone de capture.

Tous les adjuvants de décantation connus de l'homme du
5 métier tels que le sable peuvent être utilisés pour réaliser la
décantation dans le procédé selon la présente invention,
généralement l'adjuvant de décantation présente une
granulométrie comprise entre 30 micromètres (μm) et
600 micromètres (μm). Les matériaux minéraux possédant une
10 susceptibilité magnétique importante comme les oxydes de fer et
en particulier la magnétite, la samarskite, la franklinite, la
ferberite, la pyrrhotite seront préférés. D'une manière
générale, on préférera un matériau qui combine à la fois des
propriétés ferromagnétiques, une densité élevée, par exemple
15 supérieure à 5kg/dm^3 , et une insolubilité totale dans les
conditions classiques du traitement de l'eau. Ces matériaux
utilisés comme adjuvant de décantation permettent de lester les
agrégats de particules initialement présentes (flocs) et
d'accélérer leur décantation.

20 Selon une variante préférée du procédé selon la présente
invention, l'adjuvant de décantation est extrait des boues,
éventuellement il est soumis à un traitement, comme par exemple
un rinçage, puis il est recyclé vers au moins une zone non
agitée. La séparation peut être effectuée par tamisage,
25 centrifugation ou par tout autre moyen adapté connu de l'homme
du métier.

Lorsque l'adjuvant de décantation est un matériau possédant
une susceptibilité magnétique importante, la séparation de
l'adjuvant de décantation et des boues est basée sur les
30 propriétés magnétiques de cet adjuvant. Parmi les systèmes
utilisés, on compte notamment les dispositifs contenant un
aimant fixe entouré d'un tambour rotatif. Cet aimant crée un
champ magnétique de part et d'autre de la surface du tambour qui
est limité à une zone caractérisée du dispositif. Dans ce cas,

l'adjuvant de décantation est séparé des boues et récupéré par un dispositif d'aimantation en deux étapes.

La mise en œuvre de tels dispositifs est la suivante : dans un premier temps, le mélange constitué des boues et de l'adjuvant de décantation est amené au contact du tambour rotatif, à la surface duquel seul est retenu l'adjuvant, du fait du champ magnétique. Les boues sans adjuvant sont évacuées du dispositif par simple système de surverse. Dans un deuxième temps, l'adjuvant retenu sur le tambour est entraîné par le mouvement de rotation et s'éloigne de la zone de champ magnétique. Dans un troisième temps, l'adjuvant qui n'est plus soumis au champ magnétique quitte la surface du tambour du fait de la gravité.

On peut prévoir de placer ce dispositif de séparation magnétique au-dessus d'une cuve de récupération, l'adjuvant de décantation tombe alors dans ladite cuve pour être ensuite envoyé dans la zone de capture. Un pareil système permet de redistribuer l'adjuvant de décantation de façon continue avec un minimum de perte de agent lestant.

Selon une variante du procédé objet de la présente invention, l'adjuvant magnétique est démagnétisé avant d'être réintroduit au niveau de la zone de capture.

Les boues concentrées non captées au niveau du dispositif de séparation magnétique sont récupérées dans une cuve d'évacuation, elles peuvent ensuite être réintroduites au niveau de la zone de capture ou envoyées vers un circuit de traitement des boues en excès. Dans ce dernier cas, avant tout traitement, les boues traversent un dispositif de récupération de la magnétite présente à l'état de traces. Dans cette étape d'affinage, les boues percolent autour de barreaux magnétiques puissants qui retiennent les éventuelles traces de magnétite.

La présente invention concerne également un dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon la présente invention comprenant successivement :

- une zone de coagulation munie d'un moyen d'agitation, comprenant une conduite d'introduction de l'effluent à traiter, une conduite d'introduction de l'adjuvant de coagulation et une conduite d'évacuation de l'effluent de la zone de coagulation ;
- 5 - une zone de floculation munie d'un moyen d'agitation, comprenant une conduite d'introduction de l'effluent à traiter, une conduite d'introduction de l'adjuvant de floculation et une conduite d'évacuation de l'effluent de la zone de floculation ;
- 10 - une zone de capture comprenant une conduite d'alimentation de l'effluent à décanner et au moins une conduite d'introduction de l'adjuvant de décantation, ainsi qu'une conduite de soutirage d'une partie au moins des boues décantées ;
- 15 - une zone de décantation comprenant une conduite d'introduction de l'effluent à décanner, une conduite d'évacuation de l'effluent clarifié et une conduite d'évacuation des boues décantées.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention
20 comprend au moins une conduite d'évacuation de l'adjuvant de décantation située en aval de la zone de capture et/ou de la zone de décantation, cette conduite d'évacuation de l'adjuvant de décantation étant reliée à une conduite d'introduction de l'adjuvant de décantation dans la zone de capture, avec
25 interposition d'un dispositif de séparation des boues et de l'agent de décantation.

La présente invention sera décrite ci-après plus en détails notamment en référence à un mode de réalisation particulier du dispositif selon l'invention tel qu'illustré à la Figure 1
30 annexée.

La Figure 2 représente une photographie des floccs formés dans la zone de capture, chaque floc ayant capturé plusieurs grains de magnétite.

La Figure 1 est une représentation schématique du dispositif permettant la mise en œuvre du procédé selon l'invention. Pareille installation comporte en série :

- 5 - une conduite d'introduction de l'effluent à traiter 1 dans une zone de coagulation 2 munie d'un élément d'agitation, et d'une conduite d'introduction d'un adjuvant de coagulation 12 ;
- 10 - une zone de floculation 3 munie d'un élément d'agitation et d'une conduite d'introduction d'un adjuvant de floculation 13 ;
- 15 - une chambre de capture 4 munie d'une conduite d'introduction d'un adjuvant de décantation 14. La partie inférieure 8a de la zone de capture 4 est réalisée sous la forme d'un site de soutirage des boues.
- 15 - une zone de décantation 5, comprenant à sa partie supérieure une goulotte de récupération des effluents traités 7 et un élément lamellaire 6, et par ailleurs également munie à sa partie inférieure d'un site de soutirage des boues 8b.

20 Dans le cadre de la présente invention, il apparaît ainsi qu'une partie des floccs lestés décante directement au pied de la zone de capture 4, où elle s'accumule réduisant ainsi petit à petit la section de passage. Il est donc nécessaire de soutirer régulièrement à cet endroit les boues formées, ce soutirage s'effectuant de préférence à un rythme compris entre 0,5 % et 1%
25 du débit d'eau traitée. Ces boues soutirées au niveau du site 8a sont alors mélangées aux boues soutirées en zone de décantation au voisinage du site correspondant 8b et poursuivent le même circuit de traitement.

30 Ce circuit se trouve schématisé sur la Figure 1 annexée par la présence d'un séparateur magnétique comportant deux zones 9 et 9' et une conduite d'évacuation des boues 11. Le séparateur magnétique 9 est alimenté en mélange boues + adjuvant de décantation via la conduite 8. Il comporte en outre une bobine

démagnétisante 10 qui est alimentée en magnétite issue du séparateur magnétique 9' par l'intermédiaire de la conduite 15.

La zone de capture, située entre la zone de floculation et la zone de décantation, a deux fonctions principales importantes. Dans cette zone il est tout d'abord essentiel de conserver l'intégrité du floc néo-formé et d'assurer la rencontre efficace entre le floc et les grains de magnétite. A cet effet, il est donc essentiel de dimensionner la zone de capture de façon appropriée.

Dans un mode de réalisation particulier testé, la zone de capture possédait des dimensions particulières, notamment concernant sa section horizontale, pour créer une veine liquide, sur laquelle sont répartis de façon homogène les différents points d'injection de la magnétite. Pour la mise en œuvre d'un traitement correspondant à 2 m³/h, les dimensions de cette zone sont par exemple les suivantes :

- hauteur : 1000 mm
- largeur : 360 mm
- longueur : 60 mm

Dans de pareilles conditions, l'injection de la magnétite est répartie sur toute la largeur en 4 points espacés d'environ 10 cm.

Il est également important de prendre en compte la vitesse hydraulique au sein de cette zone de capture. Au débit nominal du procédé de traitement, il est avantageux que cette vitesse hydraulique ne dépasse pas 100 m/h, de manière à ne pas déstructurer les floccs formés. Pareille mesure de précaution s'applique aux passages singuliers, c'est-à-dire les passages entre zone de floculation/zone de capture et zone de capture/zone de décantation.

Les résultats des essais effectués sur une telle installation ayant une capacité de traitement de 2 m³/h ont confirmé le fonctionnement optimal du procédé selon la présente invention. En effet, plus de 80 % des MES ont été éliminées avec

une vitesse de passage dans les lamelles du décanteur de l'ordre de 250 m/h.

Pour atteindre un tel résultat, il est essentiel d'obtenir, dans la zone de capture, un floc d'aspect général relativement
5 gros et compact contenant le moins d'eau possible.

Un tel floc, par exemple représenté sur la Figure 2, doit contenir plusieurs grains de magnétite de façon que l'ensemble du système floc/magnétite possède une masse volumique
suffisamment élevée pour que sa vitesse de décantation dans
10 cette zone de capture soit supérieure à la vitesse ascensionnelle du flux hydraulique appliquée dans ce procédé.

La constitution du floc est tout d'abord déterminée par l'injection d'une quantité précise de réactifs, c'est-à-dire de coagulants et de floculants dans les zones correspondantes, pour
15 traiter une quantité donnée de pollution ici représentée par les MES.

Etant donné que le flux de pollution entrant dans le procédé varie en fonction du temps, il est donc essentiel de pouvoir corriger continuellement la dose de chaque réactif
20 injecté. A cet effet, un asservissement est donc réalisé grâce à un automate qui, à partir des mesures en continu du débit et de la concentration en MES, gère les débits des pompes d'injection des différents réactifs. Le taux optimal de chaque réactif est préalablement défini grâce à la technique du "jar-test".

Il est essentiel de remarquer que la taille des floccs est
25 également déterminée par l'énergie dissipée dans la zone de floculation. Cette énergie, représentée par le gradient de vitesse, doit être comprise entre environ 50 s^{-1} et environ 300 s^{-1} . Dans ces conditions, il a été observé que le diamètre
30 des floccs variait alors entre environ 3 mm et 15 mm, ce qui permet d'assurer une capture maximum de grains de magnétite telle qu'illustrée sur la photographie de la Figure 2 annexée.

De préférence, la magnétite sélectionnée présente une granulométrie moyenne comprise à 90 % entre 100 μm et 250 μm . La

concentration optimale en magnétite injectée lors de la mise en œuvre du procédé selon l'invention est comprise entre environ 3 g/l et 4 g/l d'eau traitée. Tout comme les autres réactifs, la magnétite est injectée à une vitesse qui est asservie au flux de pollution à traiter.

On indiquera dans le tableau ci-après les résultats observés avec un taux croissant en magnétite, la concentration moyenne en MES dans l'eau traitée variant de 360 mg/l à 510 mg/l.

Débit traité (m ³ /h)	2	2	2	2	2
Vitesse ascensionnelle (m/h)	250	250	250	250	250
Taux de magnétite (g/l)	0	1,1	1,8	3,6	3,9
Elimination des MES (%)	48	75	77	83	84

10

L'examen de ce tableau démontre que, dès la concentration de 1g/l en magnétite, on obtient des taux d'élimination en MES de 75 %. Pour obtenir des taux d'élimination des MES nettement supérieurs à 80 %, on aura toutefois recours à une concentration en magnétite plus élevée de l'ordre de 3 g/l à 4 g/l.

15

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement des eaux, effectué dans un décanteur sur un effluent à traiter chargé de matières en suspension et
5 comprenant au moins une étape de coagulation effectuée dans au moins une zone de coagulation, au moins une étape de floculation effectuée dans au moins une zone de floculation, au moins une étape de décantation effectuée dans au moins une zone de décantation, et dans laquelle, une partie des boues contenant
10 les matières en suspension est séparée de l'effluent clarifié, caractérisé en ce qu'un adjuvant de décantation est introduit au niveau d'au moins une zone de capture, non agitée, située entre la zone de floculation et la zone de décantation, la zone de capture étant dimensionnée de manière à créer une veine liquide
15 dans laquelle l'adjuvant de décantation est injecté de manière homogène, et en ce qu'une partie des floccs lestés décante directement à la partie inférieure de cette zone de capture d'où elle se trouve régulièrement soutirée.
- 20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au débit nominal du procédé, la vitesse hydraulique au sein de la zone de capture reste inférieure à environ 100 m/h.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en
25 ce que l'adjuvant de décantation est injecté, à la partie supérieure de la zone de capture, en différents points d'injection régulièrement espacés entre eux.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le
30 rythme de soutirage des boues à la partie inférieure de la zone de capture est compris entre 0,5 % et 1 % du débit d'eau traitée.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'on observe un gradient de vitesse dans la zone de floculation, compris entre 50 s^{-1} et 300 s^{-1} .
- 5 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les floccs formés dans la zone de capture présentent un diamètre moyen supérieur à environ 3 mm et de préférence compris entre 3 mm et 15 mm.
- 10 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que les floccs présentent une structure compacte comportant plusieurs grains d'adjuvant capturés.
8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que les
15 boues soutirées de la zone de capture sont mélangées régulièrement aux boues soutirées de la zone de décantation pour suivre le même circuit de traitement et de séparation de l'adjuvant de décantation, ce dernier étant réintroduit à la partie supérieure de la zone de capture.
- 20 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'adjuvant de décantation est un matériau minéral possédant une susceptibilité magnétique importante.
- 25 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'adjuvant de décantation est un oxyde de fer, en particulier la magnétite, la samarskite, la franklinite, la ferberite, la pyrrhotite.
- 30 11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'adjuvant de décantation est de la magnétite présentant une granulométrie moyenne comprise, à 90 %, entre 100 μm et 250 μm .

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la concentration en magnétite injectée dans la zone de capture est comprise entre 3 g/l et 4 g/l d'eau traitée.

5 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'adjuvant de décantation est séparé des boues et récupéré par un dispositif d'aimantation en deux étapes.

10 14. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant successivement :

- une zone de coagulation munie d'un moyen d'agitation, comprenant une conduite d'introduction de l'effluent à traiter,
15 une conduite d'introduction de l'adjuvant de coagulation et une conduite d'évacuation de l'effluent de la zone de coagulation ;

- une zone de floculation munie d'un moyen d'agitation, comprenant une conduite d'introduction de l'effluent à traiter, une conduite d'introduction de l'adjuvant de floculation et une
20 conduite d'évacuation de l'effluent de la zone de floculation ;

- une zone de capture comprenant une conduite d'alimentation de l'effluent à décanter et au moins une conduite d'introduction de l'adjuvant de décantation, ainsi qu'une conduite de soutirage d'une partie au moins des boues
25 décantées ;

- une zone de décantation comprenant une conduite d'introduction de l'effluent à décanter, une conduite d'évacuation de l'effluent clarifié et une conduite d'évacuation des boues décantées.

30

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une conduite d'évacuation de l'adjuvant de décantation située en aval de la zone de capture et/ou de la zone de décantation, cette conduite d'évacuation de l'adjuvant

de décantation étant reliée à une conduite d'introduction de l'adjuvant de décantation dans la zone de capture, avec interposition d'un dispositif de séparation des boues et de l'agent de décantation.

1 / 2

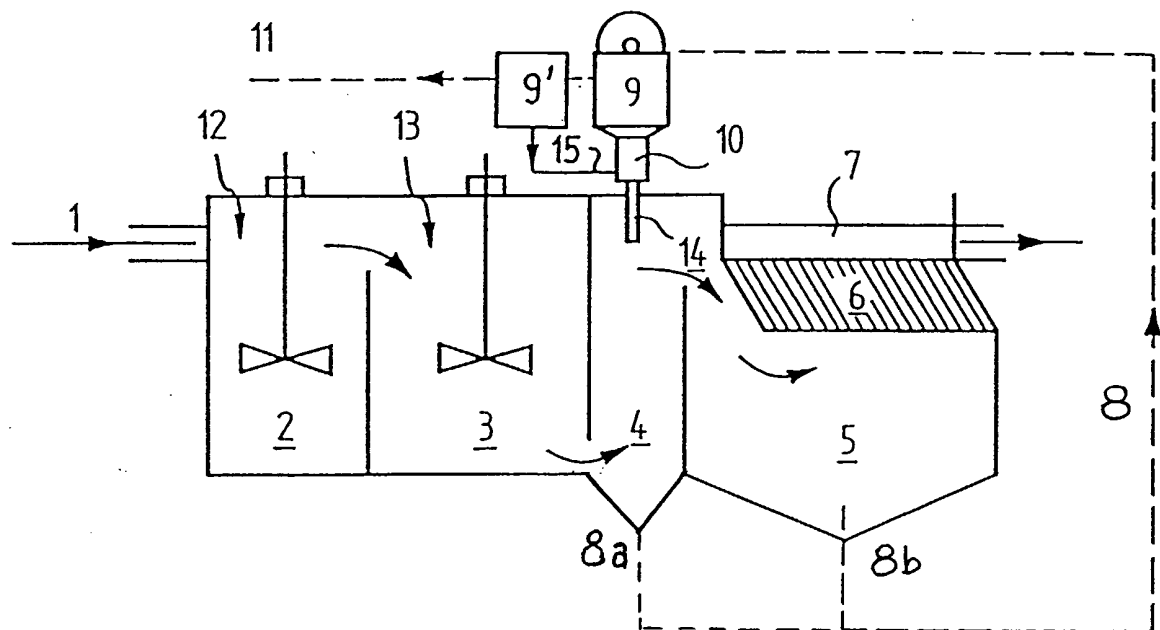


FIG - 1

2 / 2

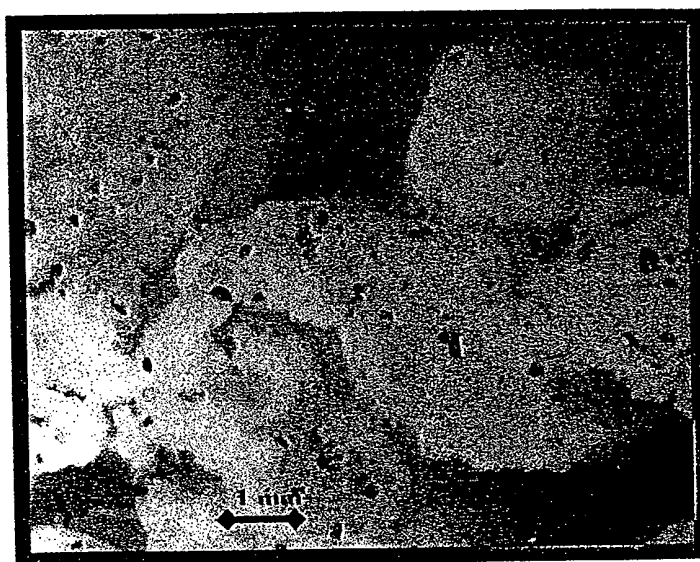


FIG - 2

Internal Application No
PCT/FR 01/02059

IPC 7 C02F1/52 B01D21/08 B01D21/00

B. FIELDS SEARCHED

IPC 7 C02F B01D

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98 32701 A (DEGREMONT ; VION PATRICK (FR)) 30 July 1998 (1998-07-30) cited in the application the whole document ---	1,9-11, 14,15
A	EP 0 524 039 A (DEGREMONT) 20 January 1993 (1993-01-20) the whole document ---	1,14
A	EP 0 003 327 A (PASSAVANT WERKE ; PASSAVANT WERKE (DE)) 8 August 1979 (1979-08-08) the whole document ---	1
A	US 4 654 139 A (MORI SHUNJI ET AL) 31 March 1987 (1987-03-31) the whole document ---	1
	--- -/--	

☒ Patent family members are listed in annex.

*& document member of the same patent family

30/10/2001

De La Morinerie, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter national Application No
PCT/FR 01/02059

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 388 195 A (VON HAGEL GUNTER ET AL) 14 June 1983 (1983-06-14) the whole document ----	1
A	EP 0 330 582 A (OMNIUM TRAITEMENT VALORISA) 30 August 1989 (1989-08-30) cited in the application the whole document ----	1,14
A	EP 0 139 572 A (DEGREMONT) 2 May 1985 (1985-05-02) the whole document ----	1
A	EP 0 680 933 A (OMNIUM TRAITEMENT VALORISA) 8 November 1995 (1995-11-08) cited in the application ----	
A	EP 0 767 143 A (OMNIUM TRAITEMENT VALORISA) 9 April 1997 (1997-04-09) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 01/02059

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9832701	A	30-07-1998	FR 2758812 A1	31-07-1998
			AU 6217898 A	18-08-1998
			AU 6218498 A	18-08-1998
			BR 9806789 A	16-05-2000
			BR 9806994 A	14-03-2000
			DE 961758 T1	08-06-2000
			DE 961759 T1	08-06-2000
			EP 0961758 A1	08-12-1999
			EP 0961759 A1	08-12-1999
			ES 2138576 T1	16-01-2000
			ES 2138948 T1	01-02-2000
			WO 9832701 A1	30-07-1998
			WO 9832702 A1	30-07-1998
			JP 2001509072 T	10-07-2001
			JP 2001508697 T	03-07-2001
			NO 993618 A	26-07-1999
			NO 993643 A	27-07-1999
			US 6210587 B1	03-04-2001
			US 6210588 B1	03-04-2001
EP 0524039	A	20-01-1993	FR 2679223 A1	22-01-1993
			AT 132386 T	15-01-1996
			CA 2074035 A1	20-01-1993
			DE 69207294 D1	15-02-1996
			DE 69207294 T2	27-06-1996
			DE 524039 T1	08-07-1993
			DK 524039 T3	05-02-1996
			EP 0524039 A1	20-01-1993
			ES 2037643 T1	01-07-1993
			US 5382369 A	17-01-1995
EP 0003327	A	08-08-1979	DE 2802066 A1	19-07-1979
			AU 529715 B2	16-06-1983
			AU 4341879 A	26-07-1979
			EP 0003327 A2	08-08-1979
			JP 54109242 A	27-08-1979
US 4654139	A	31-03-1987	JP 1660408 C	21-04-1992
			JP 3022936 B	27-03-1991
			JP 60260827 A	24-12-1985
			JP 1658750 C	21-04-1992
			JP 3022935 B	27-03-1991
			JP 61017043 A	25-01-1986
			JP 1788603 C	10-09-1993
			JP 4081140 B	22-12-1992
			JP 61017044 A	25-01-1986
			JP 1754835 C	23-04-1993
			JP 4043229 B	15-07-1992
			JP 61017938 A	25-01-1986
US 4388195	A	14-06-1983	NONE	
EP 0330582	A	30-08-1989	CA 1333108 A1	15-11-1994
			FR 2627704 A1	01-09-1989
			CN 1036512 A ,B	25-10-1989
			DE 68911553 D1	03-02-1994
			DE 68911553 T2	28-07-1994
			EP 0330582 A1	30-08-1989

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 01/02059

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0330582 A		ES 2010982 T3	16-02-1994
		HK 114394 A	27-10-1994
		JP 1270912 A	30-10-1989
		JP 2634230 B2	23-07-1997
		NO 174492 B	07-02-1994
		US 4927543 A	22-05-1990
		DE 330582 T1	08-02-1990
		DK 87089 A	26-08-1989
		TR 23626 A	07-05-1990
EP 0139572 A	02-05-1985	FR 2553082 A1	12-04-1985
		CA 1234434 A1	22-03-1988
		DE 3461422 D1	15-01-1987
		DE 139572 T1	26-09-1985
		EP 0139572 A1	02-05-1985
		ES 536533 D0	01-08-1985
		ES 8506546 A1	16-11-1985
		JP 1455307 C	25-08-1988
		JP 60097007 A	30-05-1985
		JP 63002206 B	18-01-1988
		US 4579655 A	01-04-1986
EP 0680933 A	08-11-1995	FR 2719234 A1	03-11-1995
		EP 0680933 A1	08-11-1995
		JP 8047606 A	20-02-1996
		TR 29002 A	21-07-1997
		US 6010631 A	04-01-2000
		US 5730864 A	24-03-1998
EP 0767143 A	09-04-1997	FR 2739094 A1	28-03-1997
		BR 9602564 A	06-10-1998
		CA 2183929 A1	22-03-1997
		EP 0767143 A2	09-04-1997
		TR 970305 A1	22-04-1997
		US 5770091 A	23-06-1998

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dern Internationale No
PCT/FR 01/02059

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 C02F1/52 B01D21/08 B01D21/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 C02F B01D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A ----	WO 98 32701 A (DEGREMONT ; VION PATRICK (FR)) 30 juillet 1998 (1998-07-30) cité dans la demande le document en entier ----	1,9-11, 14,15
A	EP 0 524 039 A (DEGREMONT) 20 janvier 1993 (1993-01-20) le document en entier ----	1,14
A	EP 0 003 327 A (PASSAVANT WERKE ; PASSAVANT WERKE (DE)) 8 août 1979 (1979-08-08) le document en entier ----	1
A	US 4 654 139 A (MORI SHUNJI ET AL) 31 mars 1987 (1987-03-31) le document en entier ----- -/--	1

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 octobre 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30/10/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé .

De La Morinerie, B

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem	Internationale No
PCT/FR 01/02059	

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 388 195 A (VON HAGEL GUNTER ET AL) 14 juin 1983 (1983-06-14) le document en entier ----	1
A	EP 0 330 582 A (OMNIUM TRAITEMENT VALORISA) 30 août 1989 (1989-08-30) cité dans la demande le document en entier ----	1, 14
A	EP 0 139 572 A (DEGREMONT) 2 mai 1985 (1985-05-02) le document en entier ----	1
A	EP 0 680 933 A (OMNIUM TRAITEMENT VALORISA) 8 novembre 1995 (1995-11-08) cité dans la demande ----	
A	EP 0 767 143 A (OMNIUM TRAITEMENT VALORISA) 9 avril 1997 (1997-04-09) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Renseignements relatifs membres de familles de brevets

Dem Internationale No

PCT/FR 01/02059

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9832701	A	30-07-1998	FR 2758812 A1	31-07-1998
			AU 6217898 A	18-08-1998
			AU 6218498 A	18-08-1998
			BR 9806789 A	16-05-2000
			BR 9806994 A	14-03-2000
			DE 961758 T1	08-06-2000
			DE 961759 T1	08-06-2000
			EP 0961758 A1	08-12-1999
			EP 0961759 A1	08-12-1999
			ES 2138576 T1	16-01-2000
			ES 2138948 T1	01-02-2000
			WO 9832701 A1	30-07-1998
			WO 9832702 A1	30-07-1998
			JP 2001509072 T	10-07-2001
			JP 2001508697 T	03-07-2001
			NO 993618 A	26-07-1999
			NO 993643 A	27-07-1999
			US 6210587 B1	03-04-2001
			US 6210588 B1	03-04-2001
EP 0524039	A	20-01-1993	FR 2679223 A1	22-01-1993
			AT 132386 T	15-01-1996
			CA 2074035 A1	20-01-1993
			DE 69207294 D1	15-02-1996
			DE 69207294 T2	27-06-1996
			DE 524039 T1	08-07-1993
			DK 524039 T3	05-02-1996
			EP 0524039 A1	20-01-1993
			ES 2037643 T1	01-07-1993
			US 5382369 A	17-01-1995
EP 0003327	A	08-08-1979	DE 2802066 A1	19-07-1979
			AU 529715 B2	16-06-1983
			AU 4341879 A	26-07-1979
			EP 0003327 A2	08-08-1979
			JP 54109242 A	27-08-1979
US 4654139	A	31-03-1987	JP 1660408 C	21-04-1992
			JP 3022936 B	27-03-1991
			JP 60260827 A	24-12-1985
			JP 1658750 C	21-04-1992
			JP 3022935 B	27-03-1991
			JP 61017043 A	25-01-1986
			JP 1788603 C	10-09-1993
			JP 4081140 B	22-12-1992
			JP 61017044 A	25-01-1986
			JP 1754835 C	23-04-1993
			JP 4043229 B	15-07-1992
			JP 61017938 A	25-01-1986
US 4388195	A	14-06-1983	AUCUN	
EP 0330582	A	30-08-1989	CA 1333108 A1	15-11-1994
			FR 2627704 A1	01-09-1989
			CN 1036512 A , B	25-10-1989
			DE 68911553 D1	03-02-1994
			DE 68911553 T2	28-07-1994
			EP 0330582 A1	30-08-1989

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs à : Membres de familles de brevets

Dem Internationale No

PCT/FR 01/02059

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0330582 A		ES 2010982 T3	16-02-1994
		HK 114394 A	27-10-1994
		JP 1270912 A	30-10-1989
		JP 2634230 B2	23-07-1997
		NO 174492 B	07-02-1994
		US 4927543 A	22-05-1990
		DE 330582 T1	08-02-1990
		DK 87089 A	26-08-1989
		TR 23626 A	07-05-1990
EP 0139572 A	02-05-1985	FR 2553082 A1	12-04-1985
		CA 1234434 A1	22-03-1988
		DE 3461422 D1	15-01-1987
		DE 139572 T1	26-09-1985
		EP 0139572 A1	02-05-1985
		ES 536533 D0	01-08-1985
		ES 8506546 A1	16-11-1985
		JP 1455307 C	25-08-1988
		JP 60097007 A	30-05-1985
		JP 63002206 B	18-01-1988
		US 4579655 A	01-04-1986
EP 0680933 A	08-11-1995	FR 2719234 A1	03-11-1995
		EP 0680933 A1	08-11-1995
		JP 8047606 A	20-02-1996
		TR 29002 A	21-07-1997
		US 6010631 A	04-01-2000
		US 5730864 A	24-03-1998
EP 0767143 A	09-04-1997	FR 2739094 A1	28-03-1997
		BR 9602564 A	06-10-1998
		CA 2183929 A1	22-03-1997
		EP 0767143 A2	09-04-1997
		TR 970305 A1	22-04-1997
		US 5770091 A	23-06-1998