

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 80 20303

⑤④ Aérateur à axe horizontal pour l'épuration des eaux usées.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). C 02 F 3/18.

②② Date de dépôt 22 septembre 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 12 du 26-3-1982.

⑦① Déposant : SOCIETE DEGREMONT, résidant en France.

⑦② Invention de : Jacques Bernard et Jean Durot.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Armengaud Aîné,
3, av. Bugeaud, 75116 Paris.

La présente invention concerne un aérateur à axe horizontal utilisable notamment pour l'épuration des eaux usées.

L'épuration biologique des eaux usées chargées de pollution organique nécessite l'introduction d'oxygène dans l'eau pour assurer la respiration et l'action épuratrice de la masse bactérienne contenue dans cette eau. L'introduction dans l'eau de l'oxygène de l'air surmontant la surface libre de l'eau à traiter et sa dissolution sont accélérées si l'on dispose, au voisinage du niveau liquide, un appareil qui, par son action mécanique, provoque l'augmentation des surfaces de contact liquide/gaz.

On connaît depuis longtemps de nombreux appareils basés sur ce principe, qui sont dénommés aérateurs mécaniques ; les uns, à axe vertical (appelés aussi turbines d'aération), sont généralement utilisés dans des bassins profonds de 2,50 m à 6 m ; les autres, à axe horizontal sont généralement utilisés dans des bassins ^{plus} de faible profondeur, de 1,3 m à 4 m construits sous forme de canal en boucle fermée. Ils sont constitués par un moyeu à axe horizontal muni d'éléments comportant une multiplicité de pales.

Ces appareils utilisés pour l'épuration des eaux résiduaires, doivent assurer à la fois une fonction d'oxygénation et une fonction de brassage et d'homogénéisation du contenu du bassin. En effet, pour réaliser un contact efficace entre micro-organismes et éléments polluants il est indispensable que, simultanément à l'oxygénation, soit assuré le maintien en suspension de toutes les particules contenues dans la liqueur.

Dans le cas des bassins construits sous forme de boucle fermée, le brassage est obtenu en assurant une vitesse de circulation horizontale suffisante du liquide. Pour ^{des} raisons d'économie d'investissement, on assure généralement les deux fonctions d'oxygénation et de brassage au moyen d'un seul type d'aérateur à axe horizontal disposé en travers d'une ^{ou} des branches de la boucle.

Or, si les besoins de mise en suspension et de brassage sont sensiblement constants, par contre les quantités d'oxygène à introduire par unité de volume de liqueur du réacteur biologique peuvent varier dans de très grandes limites.

Les besoins d'oxygénation varient en effet d'une installation à l'autre et, sur une même installation, d'une heure à l'autre de la journée :

Ainsi sur les stations d'épuration dites à " forte charge ", pour lesquelles la quantité de pollution, exprimée par exemple en poids journalier de DBO_5 , apportée par unité de volume de bassin est élevée, les besoins d'oxygénation sont nettement plus importants par unité de volume de bassin que sur les stations à faible charge, comme le sont par exemple celles dites à " aération prolongée " assurant en outre, éventuellement la nitrification de l'azote ammoniacal et organique contenu dans l'effluent brut.

D'autre part, durant une même journée, le flux horaire de pollution, exprimé par exemple en poids horaire de DBO_5 appliquée, arrivant à l'entrée du réacteur biologique de la station d'épuration d'une collectivité, peut varier dans de très grandes limites. Il est fréquemment 10 à 20 fois plus fort durant certaines heures de pointe de jour par rapport aux heures creuses de nuit. Les besoins d'oxygénation varient donc dans de très grandes limites tout au long de la journée.

Il est donc intéressant de disposer d'aérateurs dont la capacité de brassage, c'est-à-dire de " pompage " est élevée même pour des régimes de fonctionnement ne conduisant qu'à un faible apport d'oxygène. On évite ainsi de maintenir en service des aérateurs pour des raisons simplement hydrauliques alors que les besoins en oxygène de la masse bactérienne ne le nécessitent pas.

Jusqu'à ce jour, on a cherché principalement à améliorer l'apport spécifique d'oxygénation qui se traduit par le rapport : $\frac{\text{poids de } \text{O}_2 \text{ introduit}}{\text{énergie consommée}}$ des aérateurs à axe horizontal en divisant la quantité d'eau déplacée par l'action de l'appareil et en facilitant l'introduction d'air dans le liquide, dès la mise en contact de l'aérateur avec le liquide, c'est-à-dire en amont de l'aérateur. Le dessin des pales équipant la plupart des aérateurs à axe horizontal est établi dans ce double but : le nombre de pales est très important (plusieurs dizaines par mètre d'appareil), leur forme comporte des angles vifs nombreux, leur largeur est souvent plus importante à la périphérie qu'à la zone d'attache sur le moyeu, leur surface unitaire est faible, de l'ordre du dm^2 , et elles sont le plus souvent placées dans des plans méridiens pas-

sant par l'axe de l'aérateur.

Cependant ces appareils connus présentent de nombreux inconvénients : leur capacité de pompage est réduite ; ils consomment souvent, pour assurer le brassage minimal, une puissance que les besoins d'oxygénation
5 ne nécessitent pas et cela avec le risque de suroxygéner la liqueur de boues activées.

Les faibles dimensions des pales dont ils sont munis, font qu'une part importante du volume d'eau déplacée par chacune d'entre elles, s'échappe sur ses bords latéraux et est reprise par les pales suivantes. L'efficacité réelle du pompage, destinée à assurer à la fois la circulation dans le
10 canal et le renouvellement des veines liquides les plus pauvres en oxygène, est ainsi médiocre.

En aval de l'appareil, l'eau déplacée par les pales est soulevée et projetée inutilement trop haut au-dessus de la surface liquide, avec des
15 dépenses d'énergie superflues. Une partie, souvent non négligeable, du débit est d'ailleurs recyclé vers l'amont de l'aérateur sous l'action des pales à leur sortie de l'eau, combinée à l'effet centrifuge. Ce débit recyclé diminue la capacité réelle de pompage de l'aérateur ; en outre, il présente déjà une teneur élevée en oxygène dissous défavorable à un apport d'oxy-
20 gène important depuis l'atmosphère.

Enfin, la fixation, sur le moyeu, d'une multiplicité de pales de faibles dimensions et présentant des rapports hauteur/largeur élevés, de l'ordre de 2 à 5, est délicate et la résistance de ces pales aux efforts répétés de flexion est limitée.

25 La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients et se propose de réaliser un aérateur à axe horizontal présentant une forte capacité de brassage et dont le bilan énergétique d'utilisation est plus favorable que celui des aérateurs existants. L'invention permet également d'accroître très sensiblement la résistance mécanique et la fiabilité de ce type
30 d'équipement installé dans des conditions de service toujours très sévères : installations en plein air, liquide chargé de matières en suspension volumineuses, fibreuses, plus ou moins dures, entretien sommaire.

La présente invention consiste en un aérateur du type à axe horizontal constitué d'un cylindre creux équipé de pales rigides, et entraîné en rotation, caractérisé en ce que ledit cylindre comporte deux séries de pales parallèles et opposées, disposées sur la surface externe du cylindre suivant un tracé non rectiligne et se recoupant, de façon à donner aux pales une longueur d'au moins 0,50 m et d'avoir une longueur immergée de pales constante pour un plan d'eau déterminé.

Suivant une caractéristique de l'invention le diamètre D du cylindre et le diamètre extérieur D' du cylindre équipé de ses pales sont tels que D'-D est inférieur à 0,4 D'.

Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, chaque série de pales est constituée d'éléments, continus ou non, suivant des lignes d'attache hélicoïdales. Ces lignes d'attache font, avec les génératrices du cylindre, un angle constant, avantageusement compris entre 5 et 20°.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, les pales sont inclinées dans une direction inverse du sens de rotation du cylindre, cette disposition facilitant le déplacement d'une grande quantité d'eau de l'amont vers l'aval de l'appareil et évitant la formation de dépôts dans l'enceinte où est placé l'appareil.

Les divers caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description, qui va suivre, d'une de ses formes possibles de réalisation. Il est bien précisé qu'il s'agit uniquement d'un exemple et que toute autre forme, proportion et disposition pourraient être adoptées sans sortir du cadre de l'invention.

Au cours de cette description, on se réfère aux dessins ci-joints sur lesquels :

La figure 1 représente une vue extérieure de l'aérateur.

La figure 2 représente une vue développée de la surface externe de l'aérateur.

La figure 3 représente une coupe transversale de l'aérateur monté sur un canal.

L'aérateur suivant l'invention est constitué par un moyeu 1 de forme cylindrique, de diamètre D et de longueur L, fermé à ses extrémités

par deux flasques pleins 2. Ce moyeu comporte à ses extrémités deux bouts d'arbre 3 destinés à reposer sur deux paliers supports non représentés, fixés soit sur les berges latérales du canal ou du bassin dans lequel se trouve l'eau à traiter, soit à un ensemble constitué d'une passerelle enjambant le canal, et mis en rotation de façon connue par un ensemble d'entraînement.

Sur le cylindre sont fixées, suivant un tracé hélicoïdal deux séries opposées de pales parallèles 4, de grande longueur développée l comprise entre 0,5 et 1,50 m ; l'ensemble constitué par le cylindre muni de ses pales a un diamètre D' tel que $D' - D$ est inférieur à $0,4 D'$. Les lignes d'attache de ces pales font avec les génératrices du cylindre l un angle α constant, compris entre 5° et 20° .

La disposition adoptée conformément à l'invention permet d'avoir des pales de longueur d'au moins 0,50 m provoquant, sans variation de puissance, le pompage de grandes quantités d'eau d'amont en aval du cylindre, l'aération de l'eau étant réalisée essentiellement en aval du cylindre.

Cette disposition permet en outre à la surface immergée de pales d'être constante, pour un plan d'eau déterminé, avantage important que ne présentent pas la plupart des appareils connus.

La profondeur d'immersion des pales est avantageusement comprise entre $\frac{D' - D}{3}$ et $D' - D$.

La figure 2 montre une vue développée de la surface externe de l'aérateur, sur laquelle ressort la disposition en losange formée par les deux séries de pales hélicoïdales parallèles et opposées, divisant la périphérie du cylindre en n parts égales (6 dans l'exemple traité).

Ces parts sont espacées les unes des autres à intervalles réguliers de 150 à 450 mm, le diamètre D du cylindre étant compris entre 600 et 1000 mm. Les pales sont fixées au cylindre de façon définitive par soudure par exemple, ou sont démontables.

Le cylindre est rigide et exécuté en métal ou en matière plastique ; les pales sont rigides ou semi-rigides et exécutées en métal, matière plastique ou élastomère.

La longueur du cylindre peut atteindre 10 mètres.

Les zones latérales a, b de la surface du cylindre sont éventuellement, l'une et/ou l'autre, munies de pales disposées dans un sens ou dans

l'autre, suivant la correction que l'on désire apporter aux inégalités de circulation de l'eau dans le bassin, dues aux courbes du canal : en effet, suivant que la partie a ou b est munie ou non de pales, on favorise une orientation du flot vers l'une ou l'autre berge du canal.

5 En référence à la figure 3, l'aérateur suivant l'invention est monté sur un canal, le cylindre 1 étant mis en rotation dans le sens indiqué par la flèche, l'eau à traiter circulant d'amont M en aval V de l'aérateur. La ligne de plus grande pente des pales 4 fait avec le rayon du cylindre un angle β de 30 à 60°, de préférence de 45°, compté dans le sens inverse de rotation du
10 cylindre. En tournant dans le sens indiqué par la flèche avec une vitesse périphérique à l'extrémité des pales de 2 à 5 m/sec, et de préférence de 3 à 4 m/sec ; les pales entraînent une grande quantité d'eau de l'amont à l'aval de l'aérateur, une partie importante du volume d'eau déplacé étant projeté au-dessus du plan d'eau à l'aval du cylindre et ainsi aéré. Un capot déflex-
15 teur 5 disposé au-dessus du cylindre permet de ramener vers l'aval l'eau entraînée par les pales qui ne sont plus immergées cette eau réduisant la capacité de pompage de l'aérateur. Le capot déflexeur est avantageusement fixé à la passerelle 6. La partie amont 7 de ce capot est disposée au voisinage immédiat de l'extrémité des pales, près de leur position la plus haute ;
20 la partie aval 8 s'écarte de l'aérateur. L'eau soulevée par les pales au-dessus du plan d'eau vient ricocher contre ce déflexeur et se divise en gouttelettes.

A puissance consommée et à surface totale de pales égales, ces dispositions assurent un débit de transit à travers l'aérateur ainsi qu'un
25 effet de pompage et de circulation dans le canal, plus importants que les dispositions connues. En effet, l'eau entraînée par les pales est ainsi renvoyée vers l'aval et l'on évite le retour en amont d'une eau déjà oxygénée.

On a constaté que l'augmentation très sensible du débit circulé au détriment de l'intensité de la dispersion du liquide dans l'atmosphère permet néanmoins d'obtenir des apports spécifiques d'oxygénation (kg O₂ intro-
30 duits par Kwh consommé) équivalents à ceux obtenus par les meilleurs aérateurs à axe horizontal existants. On réalise ainsi une économie d'énergie pendant les périodes de fonctionnement à besoins d'oxygénation réduits où les dépenses énergétiques à des fins de brassage sont prépondérantes ; ce

bon rendement énergétique de pompage étant favorisé par l'inclinaison à 45° des pales dans le sens inverse de rotation du cylindre.

A la sortie des pales de l'eau, la résultante des 2 composantes de la vitesse de l'eau-vitesse de déplacement de la pale et vitesse relative, de l'eau sur la pale - se rapproche de l'horizontale et facilite le déplacement d'une grande quantité d'eau de l'amont vers l'aval. Cette inclinaison des pales dans le sens inverse de rotation du cylindre permet en outre d'orienter, en amont de l'aérateur, les filets liquides vers le fond du canal, et d'éviter ainsi le ralentissement des vitesses sur le fond du canal et donc la formation de dépôts et le développement de fermentations très nuisibles à l'activité des boues biologiques.

En outre, l'inclinaison des pales dans le sens inverse de rotation du cylindre ainsi que leur montage suivant des lignes d'attache faisant un certain angle avec les génératrices du moyeu réduisent les résistances des pales à leur entrée dans l'eau. Du fait des faibles turbulences dans la zone amont de l'aérateur, et des faibles dépressions à l'arrière des pales, les quantités de bulles d'air entraînées dans le liquide, en amont de l'aération, sont nettement plus faibles que dans les aérateurs à axe horizontal existants à très grand nombre de pales de faibles dimensions. Mais cet inconvénient est largement compensé par le meilleur rendement hydraulique de l'appareil et par une nette augmentation du débit pour une puissance donnée, augmentation de débit favorable au rendement global énergétique de l'aérateur.

Un guide - eau (9) de hauteur projetée h' et incliné d'un angle γ sur l'horizontale est avantageusement disposé à l'aval du cylindre, sur toute la largeur du canal de profondeur H à une distance horizontale l' du bord extérieur des pales ; sa partie supérieure affleurant la surface libre de l'eau dans le canal ; il est tel que $0,15 H < h' < 0,3 H$
 $0,5 \frac{V^2}{g} < l' < 0,8 \frac{V^2}{g}$, V étant la vitesse
 périphérique à l'extrémité des pales en $\frac{m}{sec}$, $g = 9,81 \frac{m}{sec^2}$ et
 $40^\circ < \gamma < 60^\circ$.

Ce guide - eau permet d'accroître l'entraînement des bulles d'air dans les couches plus profondes du canal et donc l'apport spécifique d'oxygène.

REVENDICATIONS

1 - Aérateur à axe horizontal, pour l'épuration des eaux usées, constitué d'un cylindre creux équipé de pales rigides et entraîné en rotation, caractérisé en ce que ledit cylindre comporte deux séries de pales parallèles et opposées, disposées sur la surface externe du cylindre suivant un tracé
5 non rectiligne et se recoupant, de façon à donner aux pales une longueur d'au moins 0,50 m et d'avoir une longueur immergée de pales constante pour un plan d'eau déterminé.

2 - Aérateur à axe horizontal suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le diamètre D du cylindre et le diamètre extérieur D' du cylindre
10 équipé de ses pales sont tels que $D' - D$ est inférieur à $0,4 D'$.

3 - Aérateur à axe horizontal suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque série de pales est constituée d'éléments, continus ou non, disposés sur la surface externe du cylindre suivant des lignes d'attache hélicoïdales.

15 4 - Aérateur à axe horizontal suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les lignes d'attache des pales font, avec les génératrices du cylindre, un angle constant, avantageusement compris entre 5 et 20°.

20 5 - Aérateur à axe horizontal suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pales sont inclinées dans une direction inverse du sens de rotation du cylindre.

25 6 - Aérateur à axe horizontal suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pales fixées sur la face externe du cylindre ont une ligne de plus grande pente faisant avec le rayon dudit cylindre, un angle constant compris entre 30 et 60°, compté dans le sens inverse de celui de la rotation du cylindre.

7 - Aérateur à axe horizontal suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le diamètre du cylindre est compris entre 600 et 900 mm et sa longueur est inférieure ou égale à 10 m.

30 8 - Aérateur à axe horizontal suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pales fixées sur la face externe du cylindre divisent la périphérie dudit cylindre en n parties égales variant de 6 à 12.

9 - Aérateur à axe horizontal suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un capot déflecteur disposé au-dessus du cylindre, destiné à ramener vers l'aval l'eau entraînée par les pales.

5 10 - Aérateur à axe horizontal suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la profondeur d'immersion de pales est comprise entre $\frac{D' - D}{3}$ et $D' - D$.

1/2

FIG. 2

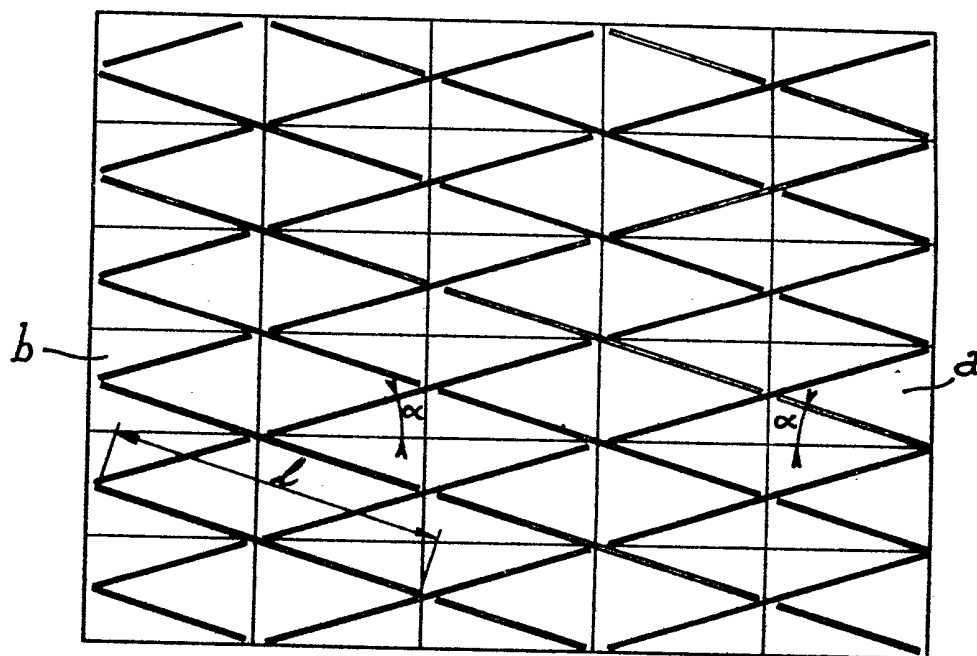


FIG. 1

