



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2021/10/20

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2022/01/03

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2023/01/03

(51) Cl.Int./Int.Cl. *C02F 3/10* (2006.01),
B01J 8/00 (2006.01), *C02F 11/00* (2006.01),
C02F 3/00 (2006.01)

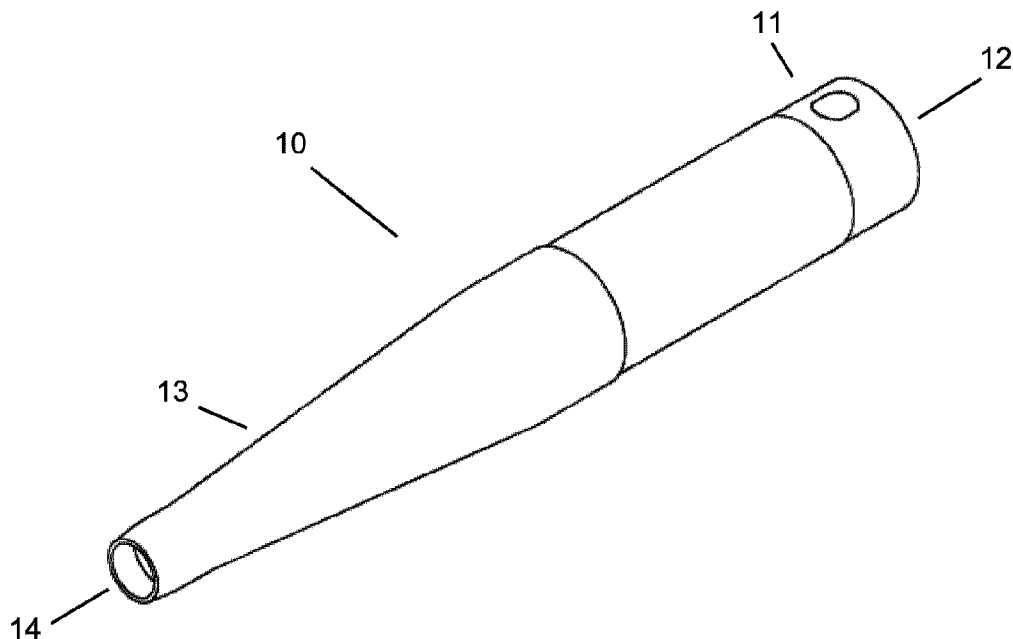
(72) Inventeurs/Inventors:
ROBITAILLE, NICOLAS, CA;
MALENFANT, MARC-ANDRE, CA;
MICHAUD, GILLES, CA;
ST-PIERRE, JEAN, CA;
LAURIN, PASCAL, CA

(73) Propriétaire/Owner:
PREMIER TECH EAU ET ENVIRONNEMENT LTEE, CA

(74) Agent: BERESKIN & PARR LLP/S.E.N.C.R.L., S.R.L.

(54) Titre : METHODES ET APPAREILS POUR LE NETTOYAGE DU GARNISSAGE D'UN BIOREACTEUR

(54) Title: METHODS AND DEVICES FOR CLEANING BIOREACTOR MEDIA



(57) Abrégé/Abstract:

Cette divulgation décrit des méthodes de nettoyage de garnissage et de bioréacteur utilise en assainissement des eaux. Les méthodes comprennent par exemple l'injection de fluide dans le bioréacteur, en ciblant par exemple les zones où la boue est plus densément solidarisée, et en soutirant sélectivement de bioréacteur la boue désolidarisée par rapport au garnissage.



ABRÉGÉ

Cette divulgation décrit des méthodes de nettoyage de garnissage et de bioréacteur utilisé en assainissement des eaux. Les méthodes comprennent par exemple l'injection de fluide dans le bioréacteur, en ciblant par exemple les zones où la boue est plus densément solidarisée, et en soutirant sélectivement de bioréacteur la boue désolidarisée par rapport au garnissage.

MÉTHODES ET APPAREILS POUR LE NETTOYAGE DU GARNISSAGE D'UN BIOREACTEUR

DOMAINE DE LA DIVULGATION

[0001] La présente divulgation vise de façon générale le domaine du traitement des eaux. Plus spécifiquement, elle concerne des méthodes de désolidarisation et/ou de soutirage de boue accumulée dans des bioréacteurs et plus particulièrement sur, dans et/ou autour du garnissage d'un bioréacteur utilisé dans un procédé de traitement des eaux dit à culture fixée.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

Traitement des eaux

[0002] Le procédé à culture fixée constitue une technologie reconnue permettant le traitement des eaux usées. Le principe de fonctionnement de ce procédé repose sur la présence, dans un réservoir aéré ou non, de pièces d'un matériel généralement synthétique (par exemple garnissage) offrant une grande surface pour l'attachement et la croissance de microorganismes et sur lequel se développe un biofilm microbien. Ce biofilm est responsable de la biodégradation et la transformation de la matière polluante présente dans les eaux usées, qu'elle soit sous forme organique ou composée de nutriments usuellement rencontrés dans les eaux usées (azote et phosphore).

[0003] Les pièces composant le support de croissance du biofilm peuvent être mobiles en raison des caractéristiques intrinsèques (taille, densité) du matériel utilisé et de l'énergie appliquée pour le mélange, comme pour le MBBR (*moving bed bioreactor*), tel que décrit dans WO1991011396A1. Elles peuvent aussi être immobiles ou partiellement mobiles au sein du bioréacteur, dans un compartiment du réservoir ou occupant une fraction ou l'ensemble de l'espace disponible, tel que décrit dans US7306717B2. Dans le cas de pièces immobiles ou partiellement mobiles, celles-ci sont généralement disposées en vrac dans le réservoir du bioréacteur, sous une configuration dite de « garnissage ». Deux types de garnissage non-mobile peuvent se retrouver dans ce type de procédé, selon la géométrie des pièces : 1) entassées de façon

structurée ou aléatoire les unes sur les autres, pour les formes cylindriques, sphériques ou prismatiques ou 2) groupées ou enchevêtrées lorsque les pièces sont formées de bandes ou de filaments flexibles (garnissage flexible non-mobile), tel que décrit dans WO2003027031A1.

[0004] Peu importe la technologie de traitement biologique utilisée, il est connu qu'il y a multiplication des microorganismes impliqués dans la dégradation des polluants retrouvés dans les eaux usées, lorsque ceux-ci se retrouvent en présence de matières biodégradables. Ces microorganismes se multiplient principalement sous forme de biofilm dans le cas d'un bioréacteur à culture fixée. Il y a aussi une rétention, au sein du procédé, de la matière particulaire retrouvée dans les eaux usées. Le biofilm et les particules qui s'accumulent au sein du procédé se nomment de la boue. Lorsque l'alimentation en eaux usées est régulière, on peut considérer que cette accumulation de boue est continue. La quantité cumulative de boue retrouvée dans le procédé est donc intrinsèquement liée à la quantité de matière polluante dégradée (volume cumulatif d'eau traitée, concentration des polluants) et à la durée.

[0005] Il est connu que la conception des systèmes de traitement à culture fixée sur garnissage flexible non-mobile repose entre autres sur leur aptitude à retenir la matière solide dans le bioréacteur, ce afin d'assurer une qualité d'effluent répondant aux normes sanitaires locales en vigueur pour en permettre son retour vers le milieu récepteur. La boue produite s'accumule donc dans le bioréacteur, soit au fond du réservoir par décantation ou par accumulation au sein même du garnissage flexible. Malgré une minéralisation partielle de cette boue par respiration endogène des microorganismes et minéralisation de la matière organique biodégradable, il arrive un moment où la quantité de boue résiduelle dans le réacteur est suffisante pour entraver l'efficacité de traitement du procédé. Il est connu que la boue qui s'accumule en quantité importante dans un bioréacteur occupent un espace qui n'est plus disponible pour les écoulements de l'eau et de l'air. Cela conduit généralement

à un court-circuitage des eaux à traiter à travers le réservoir, et donc à une réduction du temps de rétention des polluants au sein du bioréacteur, ce qui se traduit par une perte de performance épuratoire du procédé de traitement. Une accumulation excessive de boue conduit également à un court-circuitage des bulles d'air injectées dans le réservoir, lorsque le système ou le compartiment est aéré, ou même au blocage partiel ou complet du diffuseur d'air. Cette perturbation de l'aération limite ultimement la quantité d'oxygène disponible aux microorganismes, diminuant l'efficacité du traitement. Cela joue aussi sur la qualité du mélange dans le bioréacteur, diminuant nécessairement la qualité du récurage du garnissage et la mise en contact entre les microorganismes et les polluants. Finalement, le blocage du diffuseur peut accroître la perte de charge dans la conduite d'aération et générer des bris prématurés des équipements d'aération utilisés, par exemple le compresseur, la soufflante ou le diffuseur. L'ensemble de ces événements peuvent se traduire par une perte de performance épuratoire en raison de l'établissement de conditions défavorables à l'activité microbienne.

[0006] La conception des systèmes de traitement à culture fixée sur garnissage flexible non-mobile, avec une couverture limitée de la surface de traitement par les diffuseurs d'air et la présence d'un garnissage tel qu'un garnissage filamenteux groupé ou enchevêtré occupant la quasi-totalité du volume disponible, nuit à la qualité du mélange au sein du bioréacteur. Cela entraîne un récurage inégal des pièces de garnissage, et mène à l'accumulation localisée de boue qui, avec le temps, finissent par devenir compactes et solidaires. De plus, il est connu dans le domaine de l'assainissement décentralisé que la réalité de chaque site est unique du point de vue du débit et de la qualité des eaux à traiter, des concentrations en polluants rencontrées, du régime de production des eaux ou même de la qualité d'installation des composantes du système de traitement. Cette variabilité entre les sites limite la possibilité de précisément prévoir comment le bioréacteur

évoluera dans le temps et où les masses de boue solidaire finiront par s'accumuler.

Méthode de nettoyage

[0007] Il est connu que les systèmes de traitement des eaux usées basés sur une culture fixée utilisent généralement un système de récurage des pièces de garnissage, ce qui permet de maintenir une épaisseur de biofilm favorable à l'activité microbienne. La boue générée peut demeurer au sein du procédé, mais elles sont préférablement retirées du bioréacteur puis transférées vers une zone d'entreposage ou de traitement dédiée. Le récurage est généralement obtenu par injection de bulles d'air à la base du garnissage dans le cas de pièces non-mobiles. En assainissement décentralisé, la boue produite est typiquement entreposée au sein même du bioréacteur dans le cas des procédés à garnissage flexible non-mobile, afin de limiter le coût de gestion des boues (réservoir d'entreposage, dispositif de séparation, équipement de transfert). Ainsi, quoique le récurage par injection d'air sous le garnissage permette un certain contrôle de l'épaisseur du biofilm s'y développant, il ne permet pas de se soustraire à l'accumulation de boue dans le bioréacteur.

[0008] A l'heure actuelle, il existe dans l'industrie au moins trois méthodes permettant d'extraire de la boue excédentaire d'un bioréacteur à garnissage flexible non-mobile :

- 1) Pousser le garnissage filamenteux vers une paroi ou le fond du réservoir pour ensuite soutirer la boue qui se retrouve dans la fraction du réservoir momentanément exempte de garnissage. Souvent, la boue soustraite est retournée dans la fosse septique se trouvant en amont du bioréacteur afin de réaliser une séparation solide-liquide par exemple par décantation. Les eaux clarifiées retournent ensuite dans le bioréacteur par écoulement gravitaire. Cette façon de faire ne permet qu'un enlèvement partiel de boue du bioréacteur. Lorsqu'elles sont

retournées dans la fosse septique, en plus de les conserver dans la filière de traitement jusqu'à la prochaine vidange de fosse, cela crée un pic hydraulique dans la fosse qui est susceptible de nuire à son bon fonctionnement.

- 2) A l'aide d'une conduite positionnée au fond du bioréacteur, la boue est soutirée par un hydrocureur. Typiquement, les conduites utilisées dans ce type d'opération sont celles favorisées par les opérateurs d'hydrocureur, ayant un diamètre de 75 à 100 mm. L'expérience montre que cette opération ne permet pas d'enlever les masses de boue localisée qui se sont solidarisées avec le temps, laissant un garnissage partiellement obstrué pour l'écoulement de l'eau et de l'air. De plus, l'expérience montre aussi que les filaments ou les bandes de garnissage ont tendance à être emportés dans la conduite de soutirage de boue, nuisant au bon fonctionnement de l'hydrocureur.
- 3) Le garnissage est entièrement retiré du bioréacteur et récuré à l'extérieur du réservoir à l'aide d'eau pressurisée. La boue résiduelle toujours présente dans le bioréacteur est ensuite soutirée par hydrocurage pour ensuite être disposées selon la réglementation locale. Cette approche permet un nettoyage suffisant du garnissage pour rétablir la fonction épuratoire du système. Elle est toutefois coûteuse en raison du temps requis, elle augmente les risques de contamination par bioaérosols ou simplement par contact direct avec le matériel ou les gouttelettes générées, et est inesthétique pour le client.

[0009] Il y a donc un besoin pour une méthode qui permettrait d'éviter ou de minimiser au moins un des inconvénients mentionnés précédemment.

SOMMAIRE DE LA DIVULGATION

[00010] Selon un aspect, la présente divulgation concerne une méthode de désolidarisation de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage d'un bioréacteur pour le traitement des eaux usées, la méthode

comprenant injecter un fluide dans le bioréacteur pour que la puissance dissipée soit suffisante pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée, la puissance dissipée étant d'environ 0,5 à 900 Watts.

[00011] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne une méthode de désolidarisation de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage d'un bioréacteur pour le traitement des eaux usées, la méthode comprenant :

injecter au moins un jet d'un fluide avec une puissance suffisante pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée; et déplacer et/ou réorienter le jet afin de désolidariser au moins une autre partie de la boue accumulée.

[00012] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne une méthode de désolidarisation de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage disposé dans un bioréacteur pour le traitement des eaux usées, la méthode comprenant :

sélectionner une première zone à désolidariser dans le bioréacteur, la première zone comprenant une accumulation de boue;

injecter dans la première zone un fluide avec une puissance suffisante pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée;

sélectionner une seconde zone à désolidariser dans le bioréacteur, la seconde zone comprenant une accumulation de boue; et

injecter dans la seconde zone le fluide avec une puissance suffisante pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée.

[00013] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne une méthode de soutirage de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un

garnissage d'un bioréacteur pour le traitement des eaux usées, la méthode comprenant :

injecter un fluide dans le bioréacteur à une puissance suffisante pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée; et
soutirer sélectivement dudit bioréacteur la boue désolidarisée par rapport audit garnissage.

[00014] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne un kit pour soutirage de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage d'un bioréacteur pour le traitement des eaux usées, et/ou accumulée dans le bioréacteur, le kit comprenant :

une buse d'injection,
un équipement d'injection de fluide,
une crépine de soutirage,
un conduit d'aspiration, et
un mécanisme d'aspiration,
la crépine étant dimensionnée de façon à soutirer sélectivement la boue désolidarisée par rapport audit garnissage.

[00015] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne une unité de soutirage de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour de garnissage dans un bioréacteur pour le traitement des eaux usées, et/ou accumulée dans le bioréacteur, l'unité comprenant :

une buse d'injection destinée à injecter un fluide pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée,
un équipement d'injection de fluide destiné à être en communication fluide avec la buse,
une crépine de soutirage,
un mécanisme d'aspiration, et
un conduit d'aspiration destiné à être en communication fluide avec la crépine et le mécanisme d'aspiration,

la crépine étant dimensionnée de façon à soutirer sélectivement la boue désolidarisée par rapport audit garnissage.

[00016] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne une buse pour désolidariser une boue d'un bioréacteur, la buse comprenant une portion antérieure et une portion postérieure, la portion postérieure servant à l'injection du fluide, la buse étant dimensionnée de façon à transmettre une puissance suffisante pour la désolidarisation.

[00017] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne une utilisation de la buse décrite dans la présente demande pour désolidariser au moins une partie d'une boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage disposé dans un bioréacteur pour le traitement des eaux usées et/ou accumulée dans le bioréacteur.

[00018] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne une crépine pour soutirer une boue d'un bioréacteur, la crépine comprenant un ou plusieurs orifices et est destinée à être en communication fluide avec un conduit d'aspiration, la crépine étant dimensionnée de façon à soutirer sélectivement une boue désolidarisée par rapport à un garnissage dudit bioréacteur.

[00019] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne une utilisation de la crépine décrite dans la présente demande pour soutirer sélectivement de la boue désolidarisée par rapport à du garnissage disposé dans un bioréacteur pour le traitement des eaux usées.

[00020] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne une méthode de nettoyage d'un bioréacteur et/ou d'un garnissage de celui-ci comprenant :

la mise en œuvre de la méthode de désolidarisation de boue telle que définie dans la présente demande; et

le soutirage de la boue désolidarisée.

[00021] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne une méthode de nettoyage d'un bioréacteur et/ou d'un garnissage de celui-ci comprenant :

la désolidarisation d'au moins une partie d'une boue accumulée dans le bioréacteur et/ou à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage dudit bioréacteur; et

la mise en œuvre de la méthode de soutirage de boue telle que définie dans la présente demande.

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

[00022] Les figures de la présente divulgation illustrent d'une façon non-limitative divers exemples.

[00023] La Fig. 1A montre une vue en perspective d'une buse d'injection selon un exemple de la présente divulgation;

[00024] La Fig. 1B montre une vue de côté de la buse d'injection de la Fig. 1A;

[00025] La Fig. 1C montre une vue de devant de la buse d'injection de la Fig. 1A;

[00026] La Fig. 2A montre une vue en perspective d'une buse d'injection selon un autre exemple de la présente divulgation;

[00027] La Fig. 2B montre une vue de côté de la buse d'injection selon la Fig. 2A;

[00028] La Fig. 2C montre une vue de devant de la buse d'injection selon la Fig. 2A;

[00029] La Fig. 3A montre une vue en perspective d'une buse d'injection selon un autre exemple de la présente divulgation;

[00030] La Fig. 3B montre une vue de côté de la buse d'injection selon la Fig. 3A;

[00031] La Fig. 3C montre une vue de devant de la buse d'injection selon la Fig. 3A;

[00032] La Fig. 4A montre une vue en perspective d'une buse d'injection selon un autre exemple de la présente divulgation;

[00033] La Fig. 4B montre une vue de côté de la buse d'injection selon la Fig. 4A;

[00034] La Fig. 4C montre une vue de devant de la buse d'injection d'air selon la Fig. 4A;

[00035] La Fig. 5A montre une vue de perspective d'une crépine de soutirage connectée à un conduit d'aspiration selon un exemple de la présente divulgation;

[00036] La Fig. 5B montre une vue rapprochée de la crépine de soutirage selon la Fig. 5A;

[00037] La Fig. 5C montre une vue de côté de la crépine de soutirage connectée au conduit d'aspiration selon la Fig. 5A, le conduit d'aspiration ayant une longueur variable;

[00038] La Fig. 5D montre une vue de devant de la crépine de soutirage selon la Fig. 5A;

[00039] La Fig. 6A montre une vue de perspective d'une crépine de soutirage selon un autre exemple de la présente divulgation;

[00040] La Fig. 6B montre une vue de côté de la crépine de soutirage selon la Fig. 6A;

[00041] La Fig. 6C montre une vue de devant de la crépine de soutirage selon la Fig. 6A;

[00042] La Fig. 6D montre une vue de haut de la crépine de soutirage selon la Fig. 6A;

[00043] La Fig. 7A montre une vue de perspective d'une crépine de soutirage selon un autre exemple de la présente divulgation;

[00044] La Fig. 7B montre une vue de côté de la crépine de soutirage selon la Fig. 7A;

[00045] La Fig. 7C montre une vue de devant de la crépine de soutirage selon la Fig. 7A;

[00046] La Fig. 7D montre une vue de haut de la crépine de soutirage selon la Fig. 7A;

[00047] La Fig. 8A montre une vue de perspective d'une crépine de soutirage selon un autre exemple de la présente divulgation;

[00048] La Fig. 8B montre une vue de côté de la crépine de soutirage selon la Fig. 8A;

[00049] La Fig. 8C montre une vue de devant de la crépine de soutirage selon la Fig. 8A;

[00050] La Fig. 8D montre une vue de haut de la crépine de soutirage selon la Fig. 8A;

[00051] La Fig. 9 est un schéma illustrant une méthode de nettoyage d'un bioréacteur et/ou d'un garnissage de celui-ci comprenant une désolidarisation et un soutirage de boue selon un exemple de la présente divulgation;

[00052] La Fig. 10 est un schéma illustrant une méthode de nettoyage d'un bioréacteur et/ou d'un garnissage de celui-ci comprenant une désolidarisation et un soutirage de boue selon un autre exemple de la présente divulgation;

[00053] La Fig. 11 est un schéma illustrant une méthode de nettoyage d'un bioréacteur et/ou d'un garnissage de celui-ci comprenant une désolidarisation et un soutirage de boue selon encore un autre exemple de la présente divulgation;

[00054] La Fig. 12 est un schéma illustrant une méthode de nettoyage d'un bioréacteur et/ou d'un garnissage de celui-ci comprenant une désolidarisation et un soutirage de boue selon un autre exemple de la présente divulgation;

[00055] La Fig. 13 est un schéma illustrant une méthode de nettoyage d'un bioréacteur et/ou d'un garnissage de celui-ci comprenant une désolidarisation et un soutirage de boue selon également un autre exemple de la présente divulgation;

[00056] La Fig. 14 est un schéma illustrant une méthode de désolidarisation selon un exemple de la présente divulgation;

[00057] La Fig. 15 est un schéma illustrant une méthode de désolidarisation de boue selon un autre exemple de la présente divulgation; et

[00058] La Fig. 16 est un schéma illustrant une méthode de soutirage de boue selon un exemple de la présente divulgation.

[00059] Pour une meilleure compréhension des différents modes de réalisation décrits ici et pour démontrer plus clairement la manière dont ces différents modes de réalisation peuvent être effectués, la référence sera faite, à titre d'exemple, aux dessins annexés, qui représentent au moins un exemple de mode de réalisation.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE LA PRÉSENTE DIVULGATION

[00060] Plusieurs modes de réalisation sont décrits dans la présente demande, et sont présentés à titre d'illustration seulement. Les modes de réalisation décrits ne sont pas censés être limitatifs en aucune manière. La présente divulgation est applicable à de nombreux modes de réalisation, comme est évident dans la divulgation décrite ci-dessous. L'homme du métier reconnaîtra que la présente divulgation peut être mise en pratique avec des modifications et des changements sans s'éloigner des enseignements divulgués. Bien que des caractéristiques particulières de la présente

divulgaration peuvent être décrits en se référant à un ou plusieurs modes de réalisation ou illustrations particuliers, il doit être entendu que ces caractéristiques ne sont pas limitées à une utilisation dans un ou plusieurs modes de réalisation particuliers ou des illustrations faisant référence auxquels elles sont décrites.

[00061] Le terme « garnissage non-mobile » utilisé dans la présente demande réfère à des pièces composant un support de croissance d'un biofilm qui sont immobiles ou partiellement mobiles au sein d'un bioréacteur. La quantité importante de pièces se retrouvant dans le bioréacteur, ajoutée à leurs caractéristiques intrinsèques (géométrie, densité du matériel, enchevêtrement), entravent leur libre déplacement dans le bioréacteur. Cette entrave leur impose soit l'immobilité ou ne leur permet qu'un déplacement de faible amplitude dans un champ localisé, d'où la notion de « partiellement mobiles ». En raison de la faible amplitude de mouvement des pièces de garnissage partiellement mobile, l'homme de l'art les considère généralement comme non-mobiles. Le terme « non-mobile » est utilisé sans préférence et de manière inclusive pour parler de pièces de garnissage immobiles, partiellement mobiles ou des deux à la fois. Le garnissage non-mobile peut être classifié selon la géométrie des pièces : 1) entassées de façon structurée ou aléatoire les unes sur les autres, pour les formes cylindriques, sphériques ou prismatiques ou 2) groupées ou enchevêtrées lorsque les pièces sont formées de bandes ou de filaments flexibles.

[00062] Le terme « fluide » utilisé dans la présente demande signifie un gaz ou un liquide.

[00063] Le terme « diamètre équivalent » utilisé dans la présente demande correspond au diamètre d'un cercle d'aire équivalente à celle de l'orifice de forme non-circulaire, par exemple de forme géométrique, un polygone ou par exemple une forme irrégulière ou atypique.

[00064] Le terme « autour du garnissage » utilisé dans la présente demande réfère à toute boue s'accumulant en périphérie du garnissage, au

fond du bioréacteur, sur une ou plusieurs parois du bioréacteur, et/ou à la surface du liquide contenu dans le bioréacteur.

[00065] Les termes « un mode de réalisation », « mode », « modes de réalisation », « le mode de réalisation », « les modes de réalisation », « un ou plusieurs modes de réalisation », et « certains modes de réalisation » veulent signifier « un ou plusieurs (mais pas tous) modes de réalisation de la présente divulgation », sauf si expressément spécifié autrement.

[00066] Les termes « incluant », « comprenant » et les variant de ceux-ci veulent signifier « incluant, mais sans s'y limiter », sauf si expressément stipulé autrement. Une liste des éléments ne signifie pas qu'une quelconque ou tous les éléments sont mutuellement exclusifs, sauf si expressément stipulé autrement. Les termes « un/une » et « le/la » signifient « un ou plusieurs », sauf si expressément stipulé autrement.

[00067] En outre, bien que les étapes d'un procédé puissent être décrites (dans la divulgation et/ou dans les revendications) dans un ordre séquentiel, de tels processus peuvent être configurés pour travailler dans un ordre alternatif. En outre, toute séquence ou ordre d'étapes qui peut être décrit n'indique pas nécessairement une exigence que les mesures soient effectuées dans cet ordre. Les étapes des procédés décrits ici peuvent être effectuées dans n'importe quel ordre qui est pratique. En outre, certaines étapes peuvent être réalisées simultanément.

[00068] Quand un seul appareil ou objet est décrit ici, il sera évident que plus d'un appareil/objet (qu'ils coopèrent ou non) peut être utilisé à la place d'un seul appareil/objet. De même, lorsque plus d'un appareil ou objet est décrit en ceci (qu'ils coopèrent ou non), il sera évident qu'un seul appareil/objet peut être utilisé à la place du plus d'un appareil ou objet.

[00069] Il devrait être noté que les termes de degré tel que « substantiellement », « environ » et « approximativement » lorsqu'ils sont utilisés en ceci, signifient une quantité raisonnable de déviation du terme

modifié, faisant en sorte que le résultat final ne soit pas significativement modifié. Ces termes de degré devraient être interprétés comme incluant une déviation du terme modifié si cet écart ne contredisait pas la signification du terme qu'il modifie.

[00070] En outre, la récitation de plages numériques par des points d'extrémité en ceci comprend tous les nombres et les fractions englobés dans cette plage (par exemple, 1 à 5 comprend 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,90, 4 et 5). Il est également entendu que tous les nombres et les fractions de celles-ci sont supposés être modifiés par le terme « environ » qui signifie une variation jusqu'à une certaine quantité du numéro auquel référence est faite si le résultat final ne change pas de manière significative.

[00071] De plus, l'expression « et/ou » telle qu'utilisée en ceci, signifie un « ou » inclusif. Autrement dit, « X et/ou Y », par exemple, veut signifier X ou Y ou les deux, et « X, Y et/ou Z » veut signifier X ou Y ou Z ou n'importe quelle combinaison possible de ceux-ci.

[00072] Il est démontré dans la présente divulgation qu'une désolidarisation sélective de boue présente au sein du garnissage, directement dans le bioréacteur, à l'aide d'une buse d'injection de fluide et le soutirage de cette boue désolidarisée à l'aide d'une crépine de soutirage adaptée permet d'optimiser la quantité de boue extraite du bioréacteur.

[00073] Ainsi, la présente demande inclut une méthode de nettoyage ou de désolidarisation de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage d'un bioréacteur pour le traitement des eaux usées. La méthode comprend : injecter au moins un jet d'un fluide avec une puissance suffisante pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée; et déplacer et/ou réorienter le jet afin de désolidariser au moins une autre partie de la boue accumulée. Cette méthode de désolidarisation 100 est illustrée à la Fig. 9. Plus particulièrement, la puissance dissipée étant d'environ 0,5 à 900 Watts.

[00074] Par exemple, la puissance dissipée est d'environ 0,5 à 600 Watts.

- [00075]** Par exemple, la puissance dissipée est d'environ 3 à 400 Watts.
- [00076]** Par exemple, la puissance dissipée est d'environ 3 à 200 Watts.
- [00077]** Par exemple, le fluide est injecté à un débit d'environ 5 L/sec à environ 50 L/sec.
- [00078]** Par exemple, le fluide est injecté à un débit d'environ 15 L/sec à environ 35 L/sec.
- [00079]** Par exemple, le fluide est injecté pendant environ 1 à environ 30 minutes.
- [00080]** Par exemple, le fluide est injecté pendant environ 3 à environ 25 minutes.
- [00081]** Par exemple, le fluide est injecté pendant environ 5 à environ 20 minutes.
- [00082]** Par exemple, le fluide est injecté par le biais d'une buse.
- [00083]** Par exemple, la buse comprend une portion antérieure et une portion postérieure.
- [00084]** Par exemple, la buse a un diamètre équivalent d'environ 5 mm à environ 127 mm.
- [00085]** Par exemple, la buse a un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 100 mm.
- [00086]** Par exemple, la buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 80 mm.
- [00087]** Par exemple, la buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 60 mm.
- [00088]** Par exemple, la buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 30 mm.

- [00089]** Par exemple, la buse est munie d'un bouchon.
- [00090]** Par exemple, le bouchon de la buse est plat, en forme de dôme, conique ou biseauté.
- [00091]** Par exemple, le bouchon de la buse comprend un ou plusieurs orifices.
- [00092]** Par exemple, la portion postérieure de la buse comprend un ou plusieurs orifices.
- [00093]** Par exemple, chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 1 mm à environ 127 mm.
- [00094]** Par exemple, chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 5 mm à environ 100 mm.
- [00095]** Par exemple, chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 80 mm.
- [00096]** Par exemple, chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 50 mm.
- [00097]** Par exemple, chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 30 mm.
- [00098]** Par exemple, le fluide est injecté selon une orientation longitudinale, latérale et/ou diagonale relativement à la buse.
- [00099]** Par exemple, la buse est une buse statique ou une buse mobile.
- [000100]** Par exemple, la buse statique est disposée sur une paroi d'un réservoir dudit bioréacteur ou dans un fond dudit réservoir.
- [000101]** Par exemple, la buse mobile est une buse motorisée ou une buse manipulable par un bras articulé ou un utilisateur.
- [000102]** Par exemple, la buse mobile est déplacée à l'intérieur dudit bioréacteur.

[000103] Par exemple, l'extrémité antérieure de la buse est connectée à un équipement d'injection d'air.

[000104] Par exemple, l'extrémité antérieure de la buse est connectée à un compresseur ou une soufflante.

[000105] Par exemple, le fluide est un gaz.

[000106] Par exemple, le gaz comprend de l'air.

[000107] Par exemple, le fluide est un liquide.

[000108] Par exemple, le fluide est un liquide recirculé.

[000109] Par exemple, le liquide comprend de l'eau.

[000110] Par exemple, la méthode comprend en outre une étape de soutirer dudit bioréacteur au moins une partie de la boue désolidarisée.

[000111] Par exemple, la méthode comprend en outre une étape d'aération du fond d'un réservoir dudit bioréacteur.

[000112] Par exemple, l'aération a lieu avant l'injection de fluide.

[000113] Par exemple, l'aération a lieu avant l'injection de fluide et pendant l'injection de fluide.

[000114] Par exemple, l'aération a lieu avant l'injection de fluide, pendant l'injection de fluide et pendant le soutirage.

[000115] Par exemple, l'aération a lieu pendant l'injection de fluide et pendant le soutirage.

[000116] Par exemple, l'aération a lieu pendant le soutirage.

[000117] La présente demande inclut également une méthode de désolidarisation de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage d'un bioréacteur pour le traitement des eaux usées. Cette méthode, également décrite à la Fig. 14, comprend : injecter au moins un jet d'un fluide

avec une puissance suffisante pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée; et déplacer et/ou réorienter le jet afin de désolidariser au moins une autre partie de la boue accumulée.

[000118] La présente demande inclut en outre des méthodes de nettoyage d'un bioréacteur et/ou d'un garnissage de celui-ci comprenant une désolidarisation et un soutirage de boue. La désolidarisation de boue est effectuée afin d'enlever la boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage disposé dans un bioréacteur pour le traitement des eaux usées. De telles méthodes sont décrites aux Figs. 9, 10, 11, 12 et 13. Des méthodes spécifiques de désolidarisation de la boue sont illustrées aux schémas des Figs. 14 et 15. Se référant plus particulièrement à la Fig. 15, la méthode comprend : sélectionner une première zone à désolidariser dans le bioréacteur, la première zone comprenant une accumulation de boue; injecter dans la première zone un fluide avec une puissance suffisante pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée; sélectionner une seconde zone à désolidariser dans le bioréacteur, la seconde zone comprenant une accumulation de boue; et injecter dans la seconde zone le fluide avec une puissance suffisante pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée. La Fig. 16 montre le schéma d'une méthode de soutirage de boue.

[000119] La présente demande inclut en outre une méthode de soutirage de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage d'un bioréacteur pour le traitement des eaux usées. La méthode comprend : injecter un fluide dans le bioréacteur à une puissance suffisante pour désolidariser au moins une partie de la boue accumulée; et soutirer sélectivement dudit bioréacteur la boue désolidarisée par rapport audit garnissage.

[000120] Par exemple, la méthode comprend sélectionner une pluralité de zones à désolidariser, chaque zone parmi la pluralité de zones comprenant une accumulation de boue.

[000121] Par exemple, la sélection est effectuée par un utilisateur, un ordinateur ou un appareil muni d'intelligence artificielle.

[000122] Par exemple, la buse est une buse motorisée ou une buse manipulable par un bras articulé ou un utilisateur.

[000123] Par exemple, la buse est déplacée et/ou orientée par un dispositif mécanique, un dispositif hydraulique, ou un dispositif électronique, ou par un utilisateur.

[000124] Par exemple, la boue est désolidarisée en outre contactant la boue avec la buse.

[000125] Par exemple, la boue est désolidarisée en outre contactant la boue avec la buse en effectuant des mouvements de va et vient avec la buse.

[000126] Par exemple, la buse est déplacée et/ou orientée entre la première zone et la seconde zone.

[000127] Par exemple, la buse est déplacée et/ou orientée de manière simultanée à l'injection dans la première zone et/ou la seconde zone.

[000128] Par exemple, suite à l'injection de ladite au moins partie de la boue accumulée ou suite à l'injection dans la première zone, la buse est déplacée et/ou orientée et ensuite injecte ladite au moins une autre partie de la boue accumulée ou la seconde zone.

[000129] Par exemple, la buse est déplacée et/ou orientée par un utilisateur ou un dispositif mécanique sur une pluralité de zones à désolidariser.

[000130] Par exemple, la buse est déplacée et/ou orientée de façon à contacter de la boue accumulée à la surface, dans et/ou autour dudit garnissage disposé dans le bioréacteur.

[000131] Par exemple, la méthode comprend en outre une étape de soutirer dudit bioréacteur la boue désolidarisée.

[000132] Par exemple, le fluide est injecté à l'intérieur du bioréacteur afin de désolidariser la boue dudit garnissage tout en maintenant la boue dans le réacteur, puis la boue est soutirée dudit réacteur

[000133] Par exemple, la méthode comprend en outre une étape d'aération du fond d'un réservoir dudit bioréacteur.

[000134] Par exemple, l'aération a lieu avant l'injection de fluide.

[000135] Par exemple, l'aération a lieu avant l'injection de fluide et pendant l'injection de fluide.

[000136] Par exemple, l'aération a lieu avant l'injection de fluide, pendant l'injection de fluide et pendant le soutirage.

[000137] Par exemple, l'aération a lieu pendant l'injection de fluide et pendant le soutirage.

[000138] Par exemple, l'aération a lieu pendant le soutirage.

[000139] Par exemple, la buse est déplacée et/ou orientée vers une ou plusieurs zones comprenant de la boue qui y est accumulée.

[000140] Par exemple, la buse est déplacée et/ou orientée vers une ou plusieurs zones comprenant de la boue qui y est accumulée de manière simultanée à l'injection.

[000141] Par exemple, la buse est déplacée et/ou orientée de façon à contacter de la boue accumulée à la surface, dans et/ou autour du garnissage disposé dans le bioréacteur.

[000142] Par exemple, l'extrémité antérieure de la buse est connectée à un équipement d'injection de fluide.

[000143] Par exemple, l'extrémité antérieure de la buse est connectée à un compresseur ou une soufflante.

[000144] Par exemple, la buse est déplacée et/ou orientée de façon à contacter de la boue accumulée à la surface, dans et/ou autour du garnissage disposé dans le bioréacteur.

[000145] Par exemple, l'extrémité antérieure de la buse est connectée à un équipement d'injection de fluide.

[000146] Par exemple, l'équipement d'injection de fluide est un compresseur, une soufflante ou une pompe.

[000147] Par exemple, l'injection de fluide et le soutirage de boue ont lieu de manière simultanée.

[000148] Par exemple, le soutirage est effectué par le biais d'une crépine.

[000149] Par exemple, la crépine comprend un ou plusieurs orifices.

[000150] Par exemple, la crépine comprend 5 à 100 orifices.

[000151] Par exemple, la crépine comprend 10 à 75 orifices.

[000152] Par exemple, la crépine comprend 5 à 50 orifices.

[000153] Par exemple, la crépine comprend 50 à 100 orifices.

[000154] Par exemple, l'orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 2 mm à environ 100 mm.

[000155] Par exemple, l'orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 7 mm à environ 75 mm.

[000156] Par exemple, l'orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 60 mm.

[000157] Par exemple, l'orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 12 mm à environ 40 mm.

[000158] Par exemple, la crépine a une forme biseautée.

[000159] Par exemple, la crépine est connectée à un mécanisme d'aspiration.

[000160] Par exemple, la crépine est connectée à un mécanisme d'aspiration via un conduit d'aspiration.

[000161] Par exemple, le mécanisme d'aspiration est une pompe ou un camion hydrocureur.

[000162] Par exemple, le soutirage a lieu à un débit de soutirage d'environ 300 L/min à 1500 L/min.

[000163] Par exemple, le soutirage a lieu à un débit de soutirage d'environ 400 L/min à 1400 L/min.

[000164] Par exemple, le soutirage a lieu à un débit de soutirage d'environ 475 L/min et 1215 L/min.

[000165] Par exemple, le soutirage a lieu à une vitesse d'aspiration d'environ 8 L/sec à environ 20 L/sec.

[000166] Par exemple, le soutirage a lieu à une vitesse d'aspiration aux orifices d'environ 1,2 m/sec à 2,5 m/sec.

[000167] Par exemple, le garnissage est de type non-mobile.

[000168] Par exemple, le garnissage est de type flexible non-mobile.

[000169] Par exemple, flexible non-mobile est un garnissage filamenteux groupé ou enchevêtré.

[000170] Des kits et unités pour soutirage de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage d'un bioréacteur pour le traitement des eaux usées, et/ou accumulée dans le bioréacteur, ainsi que leur utilisation, sont également inclus dans la présente demande.

[000171] Par exemple, le kit ou l'unité comprend en outre un dispositif pour aérer le fond d'un réservoir dudit bioréacteur. Le kit et l'unité comprennent entre

autres une buse telle que décrite dans la présente demande, ainsi qu'une crépine de soutirage telle que décrite dans la présente demande.

[000172] Par exemple, l'équipement d'injection de fluide est un compresseur, une soufflante ou une pompe.

[000173] Référant maintenant aux Fig. 1A, 1B et 1C, la buse d'injection 10 peut être connectée à sa portion antérieure 11 à un dispositif mécanique poussant de l'air vers sa portion postérieure 13. Ce dispositif mécanique peut être un compresseur ou une soufflante ou une pompe. La portion postérieure 13 comprend un orifice 14. Par exemple, la portion postérieure 13 peut comprendre un ou plusieurs orifices dont le diamètre équivalent de chaque orifice est compris par exemple entre 1 et 127 mm. Ces orifices permettent à l'air d'être expulsé de la buse 10 vers le bioréacteur. L'utilisation de plusieurs orifices permet de fractionner le débit d'air et ainsi d'élargir le champ d'application de l'air injecté. Référant maintenant aux Fig. 2A, 2B et 2C, la buse d'injection 20 comprend une portion antérieure 21 dont l'extrémité 22 peut être connectée à un dispositif mécanique. L'extrémité 24 de la portion postérieure 23 est munie d'un bouchon 25. Le bouchon 25 peut comprendre un ou plusieurs orifices 26 dont le diamètre équivalent de chaque orifice est compris entre 1 et 127 mm et dont l'orientation peut être longitudinale, latérale, diagonale ou tout agencement de ces orientations permettant d'optimiser l'action de l'air éjecté de la buse. Par exemple, le bouchon 25 peut être plat, en forme de dôme ou de forme conique ou biseautée afin de faciliter la pénétration de la buse d'injection dans la masse de garnissage flexible. Le diamètre équivalent de la buse d'injection est, par exemple, inférieur à 127 mm afin de faciliter sa manipulation par l'opérateur et sa pénétration dans la masse de garnissage flexible.

[000174] Les Fig. 3A, 3B et 3C illustrent une buse 30 qui comprend une portion antérieure 31 dont l'extrémité 32 peut être connectée à un dispositif mécanique poussant un fluide vers sa portion postérieure 33. L'extrémité 34 de la portion postérieure 33 est munie d'un bouchon 35. La portion postérieure 33

comprend une pluralité d'orifices 36 de 6,35 mm de diamètre chacun. Les Fig. 4A, 4B et 4C illustrent une buse similaire à celle aux Figs. 3A, 3B et 3C, cependant la buse 40 comprend à la portion postérieure 43 une pluralité d'orifices 46 de plus petit diamètre, soit 2 mm.

[000175] La buse est manœuvrée par l'opérateur de manière à injecter de l'air à un débit compris entre 300 L/min (5 L/sec) et 3000 L/min (50 L/sec), par exemple entre 1000 L/min (17 L/sec) et 2000 L/min (35 L/sec) dans le garnissage. Lorsque de l'air est injecté dans de l'eau, la puissance dissipée (P) par les bulles d'air en ascension dans le liquide peut être estimée par l'équation $P = p_a V_a \ln(p_c/p_a)$, où p_a correspond à la pression atmosphérique, V_a au volume d'air à pression atmosphérique et p_c à la pression au point d'injection (tel que décrit dans Metcalf & Eddy Inc., Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Tsuchihashi, R., & Stensel, H. D. (2013). Wastewater engineering: Treatment and resource recovery (5th ed.). McGraw-Hill Professional). Dans le spectre de hauteurs effectives de liquide typiquement observé dans les bioréacteurs à garnissage flexible non-mobile, par exemple inférieure à 2 m, on trouve pour ces débits d'air injecté entre la surface de l'eau et le fond du bioréacteur, une puissance dissipée variant entre 0,5 W et 900 W. Une puissance dissipée de 0,5 W correspond à une injection d'air à 1 cm sous la surface du liquide, à un débit de 300 L/min. Une puissance dissipée de 900 Watts correspond à une injection d'air à un débit de 3000 L/min à 2 mètres de profondeur d'eau. On visera de préférence un débit d'air générant une puissance dissipée entre 3 et 200 W, afin d'assurer l'efficacité de l'opération tout en limitant les risques pour la santé humaine. La portion postérieure de la buse est déplacée et/ou poussée à travers le garnissage afin d'atteindre les masses de boue solidaire, qu'elle soit en surface des eaux, au fond du réservoir, dans ses recoins ou à une hauteur intermédiaire. L'ensemble du volume de bioréacteur peut être couvert par cette opération, mais par exemple une emphase pourra être appliquée aux régions où la boue est plus cohésive et solidaire. Selon la cohésion et le niveau de solidarité des masses de boue, l'opérateur peut laisser les bulles d'air sortant

de la portion postérieure de la buse agir pendant quelques secondes (par exemple 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ou 110 secondes) pour désolidariser la boue d'une zone spécifique et/ou effectuer des mouvements de va et vient avec la buse afin d'aider à la désolidarisation de la boue et augmenter le champ d'influence des bulles d'air. Cette opération peut se prolonger quelques minutes (par exemple, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10 minutes) par champ d'application, lorsque la masse de boue est importante et très cohésive. L'ensemble de cette opération peut se prolonger de 1 à 30 minutes.

[000176] Référant maintenant aux Fig. 5 à 8, différents modes de réalisation d'une crépine sont décrits. Référant aux Fig. 5A, 5B, 5C et 5D, la crépine de soutirage 50 est connectée à une conduite d'aspiration 51, elle-même connectée à un dispositif mécanique d'aspiration permettant de sortir la boue désolidarisée du bioréacteur. Ce dispositif mécanique d'aspiration peut être une pompe, ou par exemple un camion hydrocureur permettant de faciliter la gestion subséquente de la boue extraite. La portion postérieure 52 de la crépine peut être composée d'un bout biseauté 53 facilitant son insertion dans le garnissage flexible. Le bout biseauté peut comprendre un ou plusieurs orifices 54 dont le diamètre équivalent est par exemple supérieur à 2 mm, afin de permettre le passage des particules de boue, et par exemple égal ou inférieur à 100 mm afin d'éviter l'emportement du garnissage flexible par le dispositif d'aspiration. Les crépines des Fig. 6, 7 et 8 sont similaires à celle de la Fig. 5, à l'exception du nombre d'orifices et de leur diamètre.

[000177] La crépine des Fig. 5A, 5B, 5C et 5D comprend 72 orifices de 12,5 mm de diamètre chacun, la crépine des Fig. 6A, 6B, 6C et 6D comprend 12 orifices de 39 mm de diamètre chacun, la crépine des Fig. 7A, 7B, 7C et 7D comprend 27 orifices de 24 mm de diamètre chacun et la crépine des Fig. 8A, 8B, 8C et 8D comprend 3 orifices de 84 mm de diamètre chacun.

[000178] Par exemple, la crépine de soutirage est insérée dans le garnissage en utilisant l'extrémité biseautée pour faciliter son passage à travers la masse de matériel. Une fois la crépine insérée, la partie perforée de celle-ci

peut être orientée dans toutes les directions, mais sera par exemple dirigée vers le bas afin d'optimiser le volume de liquide extrait du bioréacteur. Sans être limitée à celle-ci, une manière de faciliter l'insertion de la crépine dans la masse de garnissage flexible consiste à lui faire longer la paroi intérieure du réservoir, entre le garnissage et la paroi. Une fois positionnée, l'aspiration de boue est lancée jusqu'à vidange partielle ou complète de celle-ci du bioréacteur.

[000179] La désolidarisation de boue avec la buse peut être réalisée en même temps que le soutirage de boue, de manière partielle ou complète, simultanément ou en mode alterné. Par exemple, la désolidarisation sera complètement réalisée avant de commencer le soutirage de boue afin d'optimiser la quantité de boue qui sera extraite lors de l'opération. Par exemple, la désolidarisation de boue avec la buse s'échelonnara sur au moins 1 minute avant de débiter le soutirage de boue. Lorsque la désolidarisation de boue est effectuée en mode alternée, la buse peut servir de crépine de soutirage.

[000180] Afin d'aider à la désolidarisation de boue, de l'air peut être poussé au fond du bioréacteur à l'aide d'un dispositif mécanique d'aération, comme un compresseur ou une soufflante. Une conduite ou un réseau de conduites interconnectées, connectées au dispositif mécanique d'aération et insérées sous le garnissage flexible permet d'injecter de l'air et de récurer la boue présente en surface des pièces de garnissage. Cet air permet également de désolidariser la boue dans les zones où la boue est moins compacte. Cette étape peut être réalisée en même temps que la désolidarisation avec la buse d'injection d'air, de manière partielle ou complète, simultanément ou en mode alterné. De même, cette opération peut aussi être réalisée en même temps, de manière partielle ou complète, simultanément ou en mode alterné avec le soutirage de boue. Par exemple, cette opération sera réalisée en premier, avant la désolidarisation de boue avec la buse d'injection d'air, afin de débiter la désolidarisation des zones où la boue est moins compacte, puis sera répétée

en même temps que le soutirage de boue. L'homme de l'art comprendra que l'ajout de cette opération permet d'accroître la zone d'influence du nettoyage et d'accélérer la désolidarisation de boue présente dans le garnissage flexible. De plus, il comprendra que cette opération réalisée en même temps que le soutirage permet de maintenir la boue en suspension dans la phase liquide, d'éviter sa décantation dans le réservoir et ainsi d'optimiser la quantité de boue extraite lors du soutirage.

[000181] Selon un mode de réalisation, la méthode de nettoyage du garnissage flexible non-mobile comprend une première étape de désolidarisation de boue permettant de détacher la boue peu solidaire et faiblement attachée au garnissage. Cette étape est réalisée en injectant de l'air sous le garnissage à l'aide de conduites insérées sous celui-ci, par exemple, pendant au moins 2 minutes afin de libérer un minimum de boue du garnissage. Par exemple, l'injection d'air durera au moins 5 minutes. Le débit d'air appliqué sera par exemple supérieur à 5 L/seconde (L/sec). Par exemple, il peut être supérieur à 15 L/sec.

[000182] Cette étape est suivie ou réalisée de façon simultanée avec une désolidarisation des masses de boue solidaire en utilisant une buse d'injection de fluide, par exemple de l'air, que l'opérateur peut déplacer. Ce dernier pourra ainsi mettre de l'emphasis sur les zones où la boue est plus cohésive et solidaire. Cette buse sera connectée par sa portion antérieure à la conduite flexible ou rigide d'un dispositif mécanique soufflant de l'air. La portion postérieure comprend un ou plusieurs orifices dont le diamètre équivalent de chaque orifice est compris entre 1 et 127 mm. Ces orifices permettent à l'air d'être expulsé de la buse vers le bioréacteur. L'utilisation de plusieurs orifices permet de fractionner le débit d'air et ainsi d'élargir le champ d'application de l'air injecté. L'extrémité postérieure peut être munie d'un bouchon. Le bouchon peut comprendre un ou plusieurs orifices d'un diamètre équivalent supérieur à 1 mm, par exemple de 25 mm de diamètre pour accroître l'efficacité du nettoyage du garnissage par l'ascension de plus grosses bulles d'air. Le débit

d'air appliqué sera d'au moins 5 L/sec afin d'assurer une bonne désolidarisation de boue, par exemple supérieur à 15 L/sec. La durée de cette opération sera plus ou moins longue selon le niveau de cohésion de boue et sa quantité, mais devrait typiquement prendre entre 5 et 20 minutes pour l'ensemble du bioréacteur.

[000183] La dernière étape consiste à soutirer la boue désolidarisée à l'aide d'une crépine, par exemple une crépine biseautée, ayant un ou plusieurs orifices dont le diamètre équivalent est par exemple supérieur à 2 mm, par exemple composée de plusieurs orifices d'un diamètre équivalent à environ 12 mm. La crépine est par exemple connectée à la conduite de succion d'un hydrocureur. Par exemple, les orifices de la crépine seront orientés vers le bas afin d'optimiser le volume de liquide extrait. Cette étape peut être réalisée de manière concomitante avec une injection d'air sous le garnissage à l'aide de conduites insérées sous celui-ci. Cela permettra de conserver en suspension la boue désolidarisée et ainsi d'en optimiser le soutirage. Le débit d'air appliqué sera par exemple supérieur à 5 L/seconde (L/sec), ou encore supérieur à 15 L/sec.

[000184] Il est ainsi démontré dans la présente divulgation un soutirage de boue rapide et peu coûteux qui permet de désolidariser de façon sélective des zones du bioréacteur où la boue s'est principalement accumulée, d'optimiser la quantité de boue soustraite, d'empêcher ou réduire l'emportement du garnissage durant le soutirage de boue, et/ou de protéger la santé de l'opérateur en limitant les contacts avec le matériel contaminé, les gouttelettes et les bioaérosols.

Exemple 1 : Soutirage de boue

[000185] Des essais ont été réalisés afin d'évaluer la performance de soutirage de boue selon différentes approches par rapport à un soutirage simple. Un soutirage simple représente la méthode d'extraction de boue la plus simple durant laquelle un hydrocureur pompe la phase liquide du bioréacteur, en insérant la conduite de succion au fond du réservoir, et ce, sans n'avoir

préalablement ni agité volontairement ni nettoyé le garnissage. La boue extraite a été quantifiée en utilisant les matières en suspension (MES) comme paramètre de référence.

[000186] Des bioréacteurs avec garnissage flexible non-mobile, en opération depuis plus de 7 ans, ont été traités selon l'un des cinq scénarios suivants. Tous les bioréacteurs étaient compartimentés en 2 sections hydrauliquement interconnectées.

- 1) **Désolidarisation suivie par soutirage** : Tel que décrit à la Fig. 10, une désolidarisation de la boue 100 est effectuée en utilisant la buse d'injection d'air pendant 0,75 à 1,5 min par compartiment, munie d'un bouchon mono-perforé d'un orifice de 25 mm de diamètre d'orientation longitudinale, telle qu'illustrée aux Figs. 1A, 1B, et 1C. Le débit d'injection d'air était compris entre 17 et 35 L/sec. Le soutirage de boue 110 a ensuite été réalisé à l'aide d'un hydrocureur et une crépine biseautée multi-perforée de 72 orifices de 12,5 mm de diamètre, telle qu'illustrée aux Figs. 5A, 5B, 5C et 5D.
- 2) **Désolidarisation prolongée suivie par soutirage** : Tel que décrit à la Fig. 11, une désolidarisation prolongée de la boue 200 est effectuée en utilisant la buse d'injection d'air pendant 4,5 à 8,75 min par compartiment, munie d'un bouchon mono-perforé d'un orifice de 25 mm de diamètre d'orientation longitudinale, telle qu'illustrée aux Figs. 1A, 1B et 1C. Le débit d'injection d'air était compris entre 17 et 35 L/sec. Le soutirage de boue 210 a ensuite été réalisé à l'aide d'un hydrocureur et une crépine biseautée multi-perforée de 72 orifices de 12,5 mm de diamètre, telle qu'illustrée aux Figs. 5A, 5B, 5C et 5D.
- 3) **Aération du fond, suivie par soutirage en présence d'aération du fond** : Tel que décrit à la Fig. 12, de l'air est injecté 320 au fond du bioréacteur durant 4 à 6 min, sous le garnissage, par deux conduites de 50 mm disposées sous le garnissage, à un débit de 17 L/sec. Le

soutirage de boue 300 a ensuite été réalisé à l'aide d'un hydrocureur et une crépine biseautée multi-perforée de 72 orifices de 12,5 mm de diamètre, telle qu'illustrée aux Figs. 5A, 5B, 5C et 5D. L'aération au fond 320 a été maintenue durant le soutirage de boue désolidarisée 310.

4) Aération du fond, suivie par désolidarisation et ensuite soutirage :

Tel que décrit à la Fig. 12, de l'air est injecté au fond du bioréacteur 400 durant 3,25 à 4,25 min, sous le garnissage, par deux conduites de 50 mm disposées sous le garnissage, à un débit de 17 L/sec, suivie d'une désolidarisation 410 en utilisant la buse d'injection d'air pendant 5 minutes par compartiment du bioréacteur, munie d'un bouchon de forme conique multi-perforé de 12 orifices de 7 mm de diamètre, d'orientation latérale et diagonale, telle qu'illustrée aux Figs. 2A, 2B et 2C. Le débit d'injection d'air était compris entre 17 et 35 L/sec. Le soutirage de boue 420 a ensuite été réalisé à l'aide d'un hydrocureur avec une crépine biseautée multi-perforée de 72 orifices de 12,5 mm de diamètre, telle qu'illustrée aux Figs. 5A, 5B, 5C et 5D.

5) Aération du fond, suivie par désolidarisation et ensuite soutirage

en présence d'aération du fond : Tel que décrit à la Fig. 13, de l'air est injecté 500 au fond du bioréacteur durant 4 à 6 min, sous le garnissage, par deux conduites de 50 mm disposées sous le garnissage, à un débit de 17 L/sec, suivie d'une désolidarisation 510 en utilisant la buse d'injection d'air pendant 5 minutes par compartiment du bioréacteur, munie d'un bouchon de forme conique multi-perforé de 12 orifices de 7 mm de diamètre, d'orientation latérale et diagonale, telle qu'illustrée aux Figs. 2A, 2B et 2C. Le débit d'injection d'air était compris entre 17 et 35 L/sec. Le soutirage de boue 520 a ensuite été réalisé à l'aide d'un hydrocureur avec une crépine biseautée multi-perforée de 72 orifices de 12,5 mm de diamètre, telle qu'illustrée aux Figs. 5A, 5B, 5C et 5D. L'aération au fond 530 a été maintenue durant le soutirage de boue désolidarisée 520.

[000187] Les résultats de performance pour la quantité de boue extraite d'un bioréacteur à film fixe utilisant un garnissage flexible non mobile sont décrits au Tableau 1.

Tableau 1.

Scénario testé	Gain relatif par rapport à un soutirage simple
1) Désolidarisation suivie par soutirage	77%
2) Désolidarisation prolongée suivie par soutirage	81%
3) Aération du fond, suivie par soutirage en présence d'aération du fond	34%
4) Aération du fond, suivie par désolidarisation et ensuite soutirage	45%
5) Aération du fond, suivie par désolidarisation et ensuite soutirage en présence d'aération du fond	228%

[000188] La gamme de valeurs de puissances dissipées par l'air injectée dans les bioréacteurs, sous les différentes conditions testées, est décrite au Tableau 2. Elles ont varié entre 3 et 200 W, tel que montré au tableau 2.

Tableau 2.

Débit d'air		Hauteur d'injection	Pression d'injection	Puissance dissipée
(L/min)	(L/sec)	(m)	(kPa)	(W)
1000	17	1,27	114	196
2000	33	0,01	101	3.3

Exemple 2 : Crépines de soutirage

[000189] Sept déclinaisons de crépine de soutirage ont été testées afin d'évaluer leur aptitude à éviter l'emportement du garnissage flexible vers la conduite de l'hydrocureur lors du soutirage. Ces déclinaisons ont porté sur le nombre d'orifices et leur diamètre, avec un spectre de diamètres allant de 7 mm à 84 mm et un spectre de quantité allant de 3 à 147 orifices. Plus

particulièrement, la crépine des Fig. 5A, 5B, 5C et 5D comprend 72 orifices de 12,5 mm de diamètre chacun, la crépine des Fig. 6A, 6B, 6C et 6D comprend 12 orifices de 39 mm de diamètre chacun, la crépine des Fig. 7A, 7B, 7C et 7D comprend 27 orifices de 24 mm de diamètre chacun et la crépine des Fig. 8A, 8B, 8C et 8D comprend 3 orifices de 84 mm de diamètre chacun. Par ailleurs, les trois autres crépines suivantes ont été évaluées : une crépine comprenant 147 orifices de 7,3 mm de diamètre chacun, une crépine comprenant 108 orifices de 9,4 mm de diamètre chacun et une crépine comprenant 48 orifices de 16,9 mm de diamètre chacun,

[000190] Sous toutes les conditions d'essais réalisés, à des débits de soutirage entre 475 et 1215 L/min correspondant à des vitesses d'aspiration aux orifices entre 1,2 et 2,5 m/sec, aucun emportement du garnissage flexible n'a pu être observé.

[000191] La description doit être interprétée comme une illustration de la présente technologie, mais ne doit pas être considérée comme limitant les revendications. Les revendications ne doivent pas être limitées dans leur portée par les exemples, mais doivent recevoir l'interprétation la plus large qui soit conforme à la description dans son ensemble.

REVENDECATIONS :

1. Méthode de soutirage de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage d'un bioréacteur pour le traitement des eaux usées, la méthode comprenant :

injecter un fluide dans ledit bioréacteur à une puissance suffisante pour désolidariser au moins une partie de ladite boue accumulée; et
soutirer sélectivement dudit bioréacteur la boue désolidarisée par rapport audit garnissage.

2. La méthode selon la revendication 1, dans laquelle ledit fluide est injecté pour que la puissance dissipée soit d'environ 0,5 à environ 900 Watts.

3. La méthode selon la revendication 1, dans laquelle ladite puissance dissipée est d'environ 0,5 à environ 600 Watts.

4. La méthode selon la revendication 1, dans laquelle ladite puissance dissipée est d'environ 3 à environ 400 Watts.

5. La méthode selon la revendication 1, dans laquelle ladite puissance dissipée est d'environ 3 à environ 200 W.

6. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle ledit fluide est injecté à un débit d'environ 5 L/sec à environ 50 L/sec.

7. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle ledit fluide est injecté à un débit d'environ 15 L/sec à environ 35 L/sec.

8. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle ledit fluide est injecté dans ledit bioréacteur pendant environ 1 minutes à environ 30 minutes.

9. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle ledit fluide est injecté dans ledit bioréacteur pendant environ 3 minutes à environ 25 minutes.

10. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle ledit fluide est injecté dans ledit bioréacteur pendant environ 5 minutes à environ 20 minutes.
11. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle le fluide est injecté par le biais d'une buse.
12. La méthode selon la revendication 11, dans laquelle ladite buse comprend une portion antérieure et une portion postérieure.
13. La méthode selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 5 mm à environ 127 mm.
14. La méthode selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 100 mm.
15. La méthode selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 80 mm.
16. La méthode selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 60 mm.
17. La méthode selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 30 mm.
18. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 17, dans laquelle ladite buse est munie d'un bouchon.
19. La méthode selon la revendication 18, dans laquelle ledit bouchon de ladite buse est plat, en forme de dôme, conique ou biseauté.
20. La méthode selon la revendication 18 ou 19, dans laquelle ledit bouchon de ladite buse comprend un ou plusieurs orifices.
21. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 20, dans laquelle ladite portion postérieure de ladite buse comprend un ou plusieurs orifices.

22. La méthode selon la revendication 20 ou 21, dans laquelle chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 1 mm à environ 127 mm.
23. La méthode selon la revendication 20 ou 21, dans laquelle chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 5 mm à environ 100 mm.
24. La méthode selon la revendication 20 ou 21, dans laquelle chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 80 mm.
25. La méthode selon la revendication 20 ou 21, dans laquelle chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 60 mm.
26. La méthode selon la revendication 20 ou 21, dans laquelle chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 30 mm.
27. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 26, dans laquelle ledit fluide est injecté selon une orientation longitudinale, latérale et/ou diagonale relativement à ladite buse.
28. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 27, dans laquelle la buse est une buse motorisée ou une buse manipulable par un bras articulé ou un utilisateur.
29. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 28, dans laquelle ladite boue est désolidarisée en contactant ladite boue avec ladite buse.
30. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 28, dans laquelle ladite boue est désolidarisée en contactant ladite boue avec ladite buse en effectuant des mouvements de va et vient avec ladite buse.
31. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 30, dans laquelle ladite buse est déplacée à l'intérieur dudit bioréacteur.

32. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 31, dans laquelle ladite buse est déplacée et/ou orientée vers une ou plusieurs zones comprenant de la boue qui y est accumulée.
33. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 32, dans laquelle ladite buse est déplacée et/ou orientée vers une ou plusieurs zones comprenant de la boue qui y est accumulée de manière simultanée à ladite injection.
34. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 33, dans laquelle ladite buse est déplacée et/ou orientée de façon à contacter de la boue accumulée à la surface, dans et/ou autour du garnissage disposé dans ledit bioréacteur.
35. La méthode selon l'une quelconque des revendications 11 à 34, dans laquelle ladite extrémité antérieure de ladite buse est connectée à un équipement d'injection de fluide.
36. La méthode selon l'une des revendications 1 à 35, dans laquelle le fluide est un gaz.
37. La méthode selon l'une des revendications 1 à 35, dans laquelle le fluide est un liquide.
38. La méthode selon la revendication 37, dans laquelle ledit liquide est un liquide recirculé.
39. La méthode selon l'une des revendications 1 à 38, dans laquelle ladite injection de fluide et ledit soutirage de boue ont lieu de manière simultanée.
40. La méthode selon l'une des revendications 1 à 39, comprenant en outre une étape d'aération du fond d'un réservoir dudit bioréacteur.
41. La méthode selon la revendication 40, dans laquelle ladite aération a lieu avant ladite injection de fluide.

42. La méthode selon la revendication 40, dans laquelle ladite aération a lieu avant ladite injection de fluide et pendant ladite injection de fluide.
43. La méthode selon la revendication 40, dans laquelle ladite aération a lieu avant ladite injection de fluide, pendant ladite injection de fluide et pendant ledit soutirage.
44. La méthode selon la revendication 40, dans laquelle ladite aération a lieu pendant ladite injection de fluide et pendant ledit soutirage.
45. La méthode selon la revendication 40, dans laquelle ladite aération a lieu pendant ledit soutirage.
46. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 45, dans laquelle ledit soutirage est effectué par le biais d'une crépine.
47. La méthode selon la revendication 46, dans laquelle ladite crépine comprend un ou plusieurs orifices.
48. La méthode selon la revendication 46, dans laquelle ladite crépine comprend 5 à 100 orifices.
49. La méthode selon la revendication 46, dans laquelle ladite crépine comprend 10 à 75 orifices.
50. La méthode selon la revendication 46, dans laquelle ladite crépine comprend 5 à 50 orifices.
51. La méthode selon la revendication 46, dans laquelle ladite crépine comprend 50 à 100 orifices.
52. La méthode selon l'une quelconque des revendications 47 à 51, dans laquelle ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 2 mm à environ 100 mm.

53. La méthode selon l'une quelconque des revendications 47 à 51, dans laquelle ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 7 mm à environ 75 mm.
54. La méthode selon l'une quelconque des revendications 47 à 51, dans laquelle ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 60 mm.
55. La méthode selon l'une quelconque des revendications 47 à 51, dans laquelle ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 12 mm à environ 40 mm.
56. La méthode selon l'une quelconque des revendications 47 à 55, dans laquelle la crépine a une forme biseautée.
57. La méthode selon l'une quelconque des revendications 47 à 56, dans laquelle ladite crépine est connectée à un mécanisme d'aspiration.
58. La méthode selon l'une quelconque des revendications 47 à 56, dans laquelle ladite crépine est connectée à un mécanisme d'aspiration via un conduit d'aspiration.
59. La méthode selon la revendication 58, dans laquelle ledit mécanisme d'aspiration est une pompe ou un camion hydrocureur.
60. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 59, dans laquelle ledit soutirage a lieu à un débit de soutirage d'environ 300 L/min à environ 1500 L/min.
61. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 59, dans laquelle ledit soutirage a lieu à un débit de soutirage d'environ 475 L/min à environ 1215 L/min.
62. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 59, dans laquelle ledit soutirage a lieu à un débit d'aspiration d'environ 8 L/sec à environ 20 L/sec.

63. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 59, dans laquelle ledit soutirage a lieu à une vitesse d'aspiration aux orifices d'environ 1,2 m/sec à environ 2,5 m/sec.

64. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 63, dans laquelle ledit garnissage est de type non-mobile.

65. La méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 63, dans laquelle ledit garnissage est de type flexible non-mobile.

66. La méthode selon la revendication 65, dans laquelle le garnissage de type flexible non-mobile est un garnissage filamenteux groupé ou enchevêtré.

67. Kit pour soutirage de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage d'un bioréacteur pour le traitement des eaux usées, et/ou accumulée dans ledit bioréacteur, ledit kit comprenant :

une buse d'injection,

un équipement d'injection de fluide,

une crépine de soutirage,

un conduit d'aspiration, et

un mécanisme d'aspiration,

ladite crépine étant dimensionnée de façon à soutirer sélectivement la boue désolidarisée par rapport audit garnissage.

68. Le kit selon la revendication 67, comprenant en outre un dispositif pour aérer le fond d'un réservoir dudit bioréacteur.

69. Le kit selon la revendication 67 ou 68, dans lequel ladite buse comprend une portion antérieure et une portion postérieure.

70. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 69, dans lequel ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 5 mm à environ 127 mm.

71. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 69, dans lequel ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 100 mm.
72. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 69, dans lequel ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 80 mm.
73. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 69, dans lequel ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 60 mm.
74. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 69, dans lequel ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 30 mm
75. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 74, dans lequel ladite buse est munie d'un bouchon.
76. Le kit selon la revendication 75, dans lequel ledit bouchon de ladite buse est plat, en forme de dôme, conique ou biseauté.
77. Le kit selon la revendication 75 ou 76, dans lequel ledit bouchon de ladite buse comprend un ou plusieurs orifices.
78. Le kit selon l'une quelconque des revendications 69 à 77, dans lequel ladite portion postérieure de ladite buse comprend un ou plusieurs orifices.
79. Le kit selon la revendication 77 ou 78, dans lequel chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 1 mm à environ 127 mm.
80. Le kit selon la revendication 77 ou 78, dans lequel chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 5 mm à environ 100 mm.
81. Le kit selon la revendication 77 ou 78, dans lequel chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 80 mm.
82. Le kit selon la revendication 77 ou 78, dans lequel chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 50 mm.

83. Le kit selon la revendication 77 ou 78, dans lequel chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 30 mm.
84. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 83, dans lequel ladite crépine comprend un ou plusieurs orifices.
85. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 83, dans lequel ladite crépine comprend 5 à 100 orifices.
86. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 83, dans lequel ladite crépine comprend 10 à 75 orifices.
87. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 83, dans lequel ladite crépine comprend 5 à 50 orifices.
88. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 83, dans lequel ladite crépine comprend 50 à 100 orifices.
89. Le kit selon l'une quelconque des revendications 84 à 88, dans lequel ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 2 mm à environ 100 mm.
90. Le kit selon l'une quelconque des revendications 84 à 88, dans lequel ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 7 mm à environ 75 mm.
91. Le kit selon l'une quelconque des revendications 84 à 88, dans lequel ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 60 mm.
92. Le kit selon l'une quelconque des revendications 84 à 88, dans lequel ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 12 mm à environ 40 mm.
93. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 92, dans lequel la crépine a une forme biseautée.
94. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 93, dans lequel le fluide est un gaz.

95. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 93, dans lequel le fluide est un liquide, optionnellement un liquide recirculé.

96. Le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 95, dans lequel l'équipement d'injection de fluide est un compresseur, une soufflante ou une pompe.

97. Unité de soutirage de boue accumulée à la surface, dans et/ou autour de garnissage dans un bioréacteur pour le traitement des eaux usées, et/ou accumulée dans ledit bioréacteur, ladite unité comprenant :

une buse d'injection destinée à injecter un fluide pour désolidariser au moins une partie de ladite boue accumulée,

un équipement d'injection de fluide destiné à être en communication fluide avec ladite buse,

une crépine de soutirage,

un mécanisme d'aspiration, et

un conduit d'aspiration destiné à être en communication fluide avec ladite crépine et ledit mécanisme d'aspiration,

ladite crépine étant dimensionnée de façon à soutirer sélectivement la boue désolidarisée par rapport audit garnissage.

98. L'unité selon la revendication 97, comprenant en outre un dispositif pour aérer le fond d'un réservoir dudit bioréacteur.

99. L'unité selon la revendication 97 ou 98, dans laquelle ladite buse comprend une portion antérieure et une portion postérieure.

100. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 99, dans laquelle ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 5 mm à environ 127 mm.

101. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 99, dans laquelle ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 100 mm.

102. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 99, dans laquelle ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 80 mm.
103. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 99, dans laquelle ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 60 mm.
104. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 99, dans laquelle ladite buse a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 30 mm.
105. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 104, dans laquelle ladite buse est munie d'un bouchon.
106. L'unité selon la revendication 105, dans laquelle ledit bouchon de ladite buse est plat, en forme de dôme, conique ou biseauté.
107. L'unité selon l'une quelconque des revendications 105 à 106, dans laquelle ledit bouchon de ladite buse comprend un ou plusieurs orifices.
108. L'unité selon l'une quelconque des revendications 99 à 107, dans laquelle la portion postérieure de ladite buse comprend un ou plusieurs orifices.
109. L'unité selon la revendication 107 ou 108, dans laquelle chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 1 mm à environ 127 mm.
110. L'unité selon la revendication 107 ou 108, dans laquelle chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 5 mm à environ 100 mm.
111. L'unité selon la revendication 107 ou 108, dans laquelle chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 80 mm.
112. L'unité selon la revendication 107 ou 108, dans laquelle chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 50 mm.
113. L'unité selon la revendication 107 ou 108, dans laquelle chaque orifice a un diamètre équivalent d'environ 20 mm à environ 30 mm.

114. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 113, dans laquelle ladite crépine comprend un ou plusieurs orifices.

115. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 113, dans laquelle ladite crépine comprend 5 à 100 orifices.

116. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 113, dans laquelle ladite crépine comprend 10 à 75 orifices.

117. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 113, dans laquelle ladite crépine comprend 5 à 50 orifices.

118. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 113, dans laquelle ladite crépine comprend 50 à 100 orifices.

119. L'unité selon l'une quelconque des revendications 114 à 118, dans laquelle ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 2 mm à environ 100 mm.

120. L'unité selon l'une quelconque des revendications 114 à 118, dans laquelle ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 7 mm à environ 75 mm.

121. L'unité selon l'une quelconque des revendications 114 à 118, dans laquelle ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 10 mm à environ 60 mm.

122. L'unité selon l'une quelconque des revendications 114 à 118, dans laquelle ledit orifice ou lesdits orifices a/ont un diamètre équivalent d'environ 12 mm à environ 40 mm.

123. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 122, dans laquelle la crépine a une forme biseautée.

124. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 123, dans laquelle le fluide est un gaz.

125. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 123, dans laquelle le fluide est un liquide, optionnellement un liquide recirculé.

126. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 125 ou le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 96, dans lequel le garnissage est un garnissage non-mobile.

127. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 125 ou le kit selon l'une quelconque des revendications 67 à 96, dans lequel le garnissage est un garnissage flexible non-mobile.

128. La méthode selon la revendication 36, le kit selon la revendication 94 ou l'unité selon la revendication 124, dans laquelle le gaz comprend de l'air.

129. La méthode selon l'une quelconque des revendications 37 et 38, le kit selon la revendication 95 ou l'unité selon la revendication 125, dans laquelle le liquide comprend de l'eau.

130. Méthode de nettoyage d'un bioréacteur et/ou d'un garnissage de celui-ci comprenant :

la mise en œuvre de la méthode de désolidarisation de boue telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 66; et

le soutirage de ladite boue désolidarisée.

131. Méthode de nettoyage d'un bioréacteur et/ou d'un garnissage de celui-ci comprenant :

la désolidarisation d'au moins une partie d'une boue accumulée dans ledit bioréacteur et/ou à la surface, dans et/ou autour d'un garnissage dudit bioréacteur; et

la mise en œuvre de la méthode de soutirage de boue telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 66.

132. La méthode selon la revendication 35, dans laquelle ledit équipement d'injection de fluide est un compresseur, une soufflante ou une pompe.

133. L'unité selon l'une quelconque des revendications 97 à 127, dans laquelle ledit équipement d'injection de fluide est un compresseur, une soufflante ou une pompe.

134. Le kit selon l'une quelconque des revendication 67 à 96, dans lequel le mécanisme d'aspiration est une pompe ou un camion hydrocureur.

135. L'unité selon l'une quelconque des revendication 97 à 127, dans laquelle le mécanisme d'aspiration est une pompe ou un camion hydrocureur.

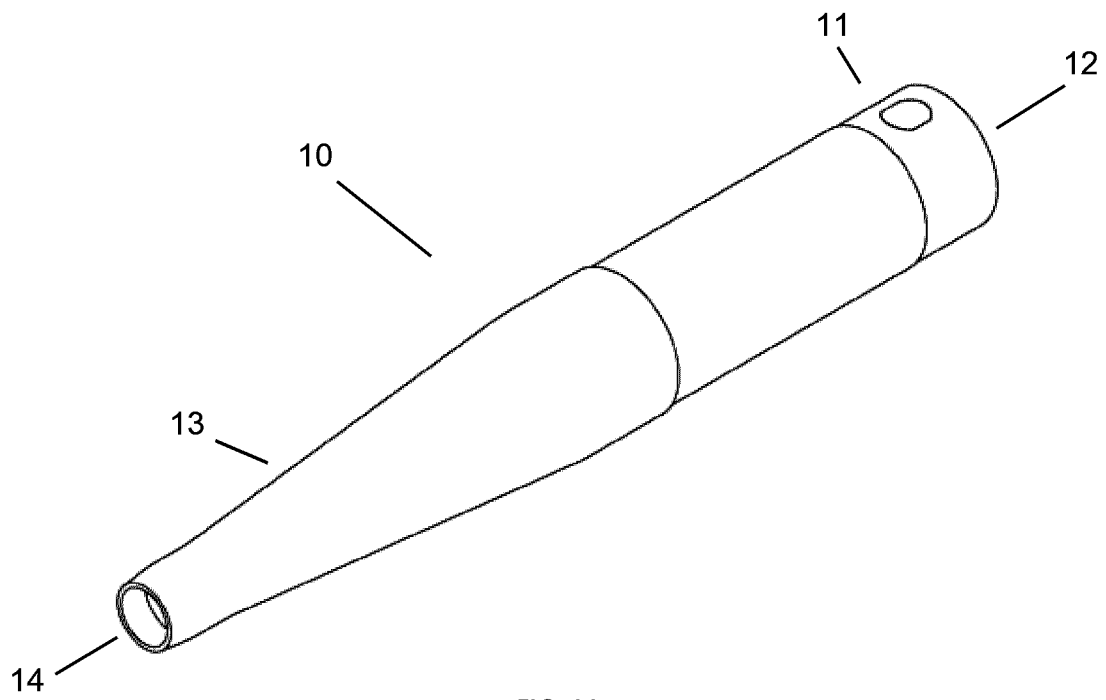


FIG. 1A

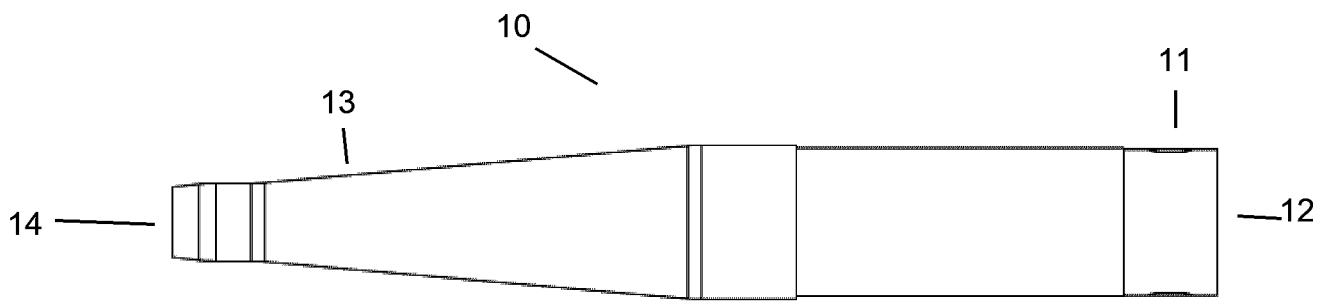


FIG. 1B

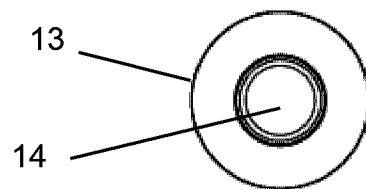


FIG. 1C

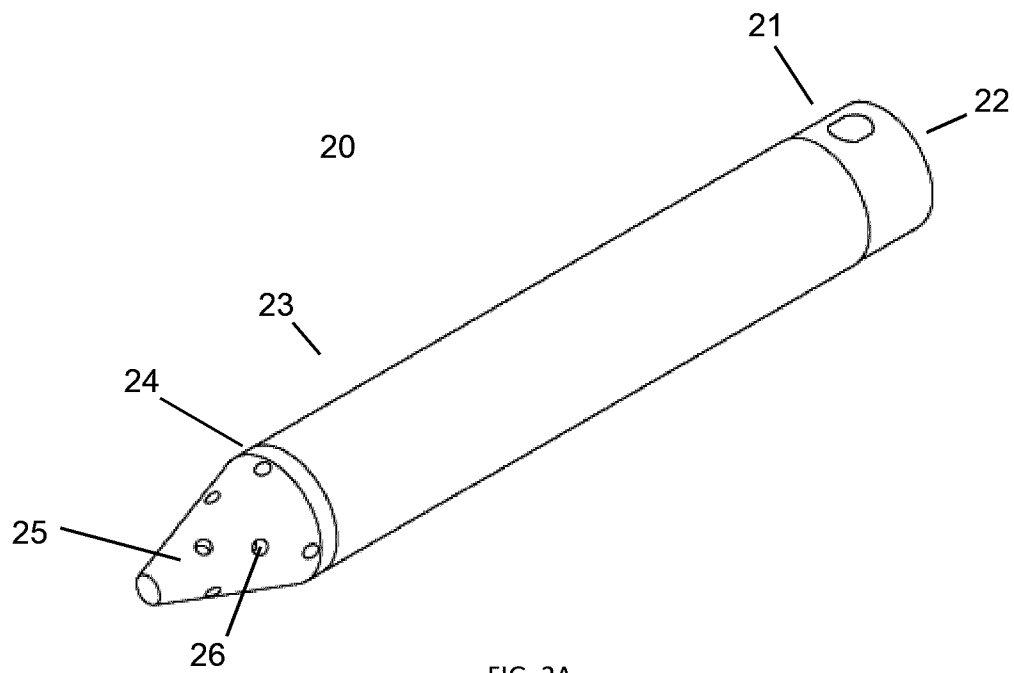


FIG. 2A

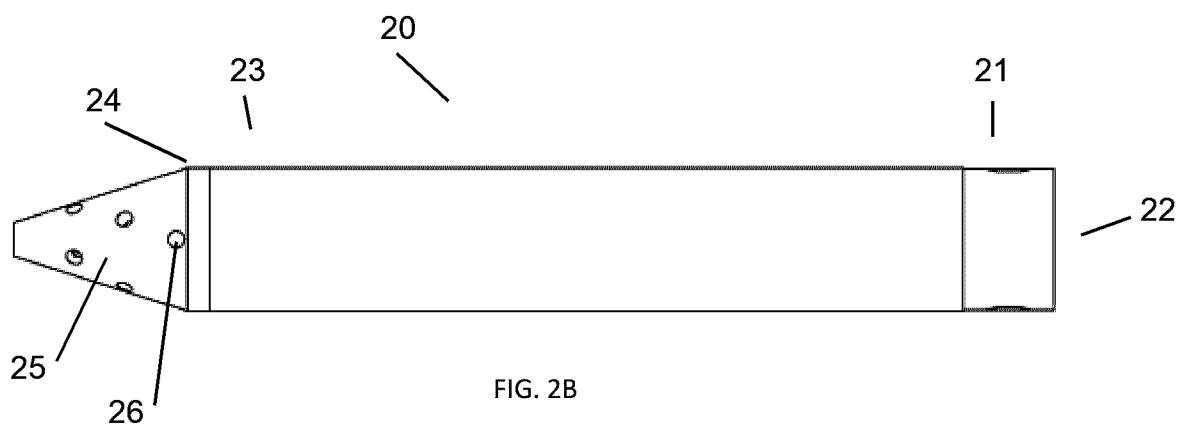


FIG. 2B

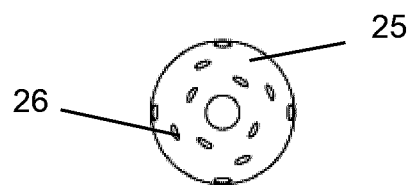


FIG. 2C

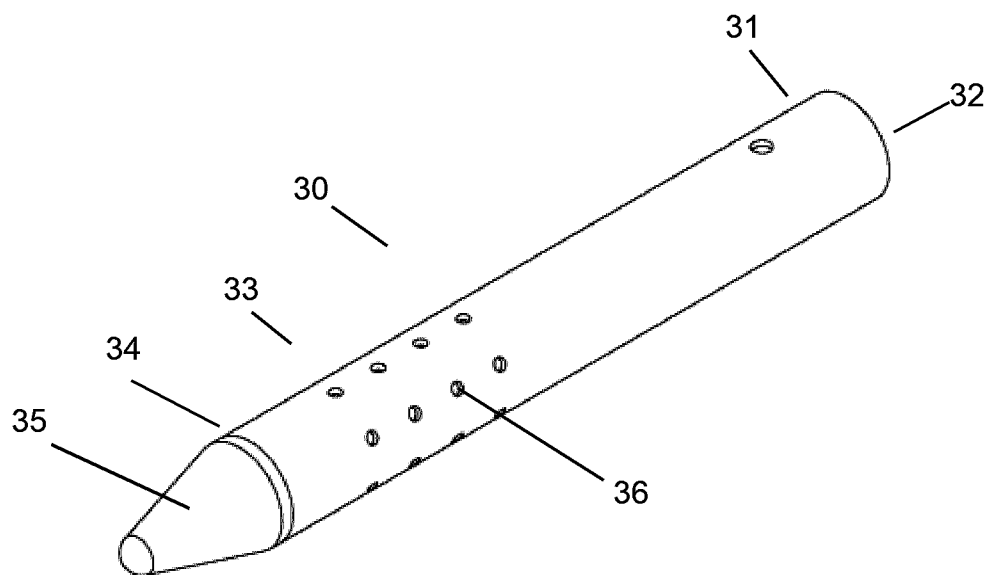


FIG. 3A

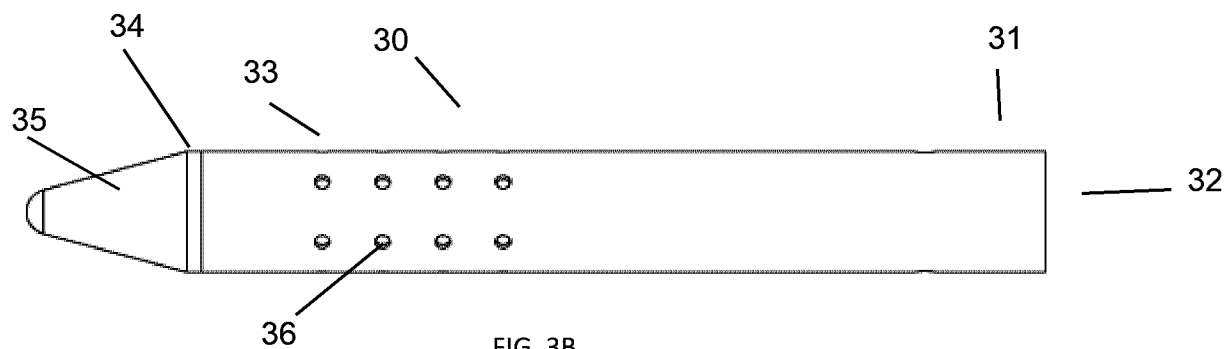


FIG. 3B



FIG. 3C

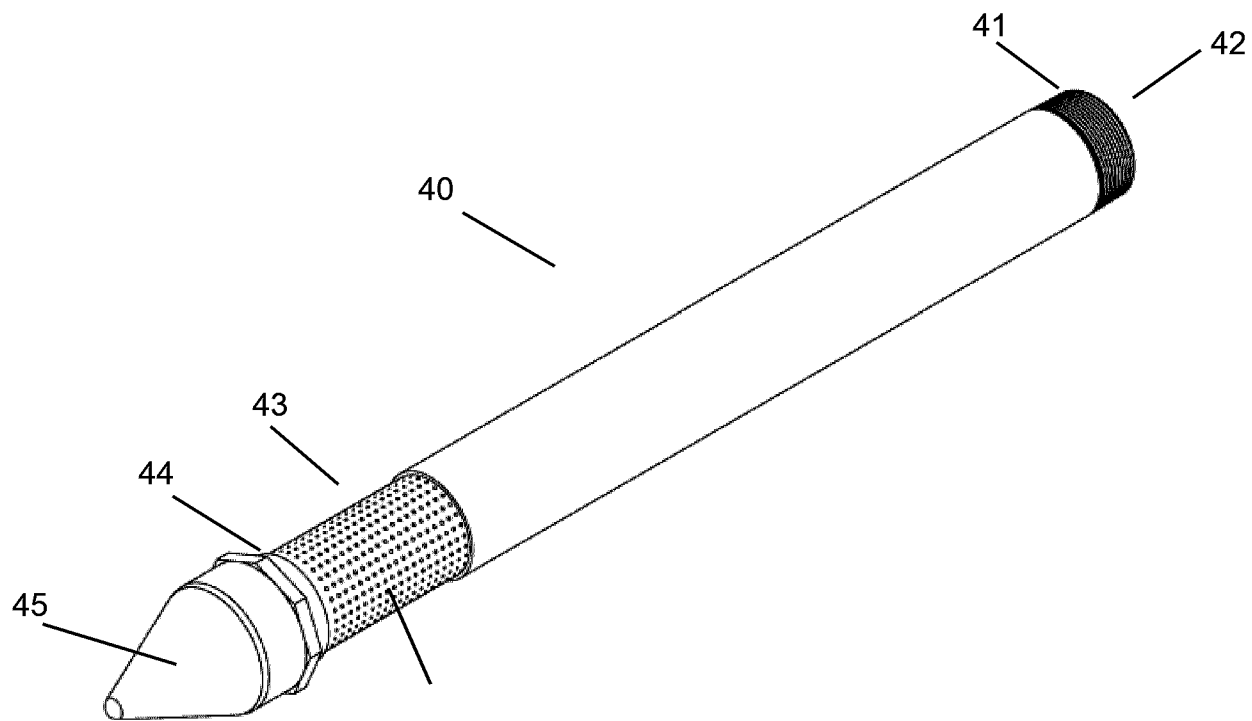


FIG. 4A

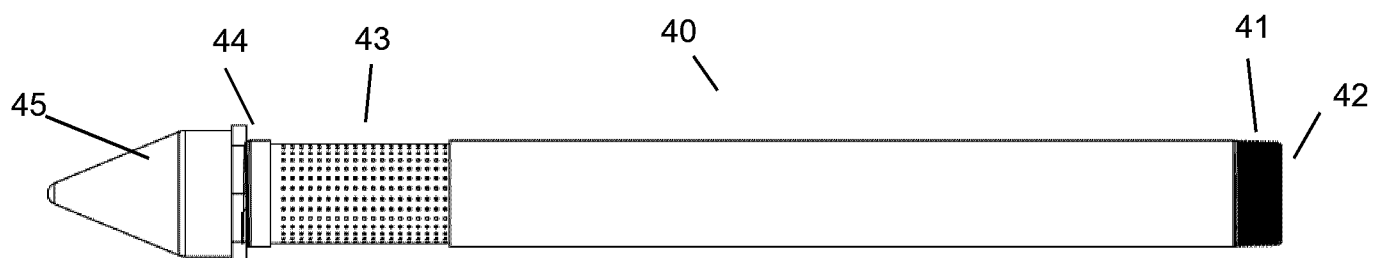


FIG. 4B

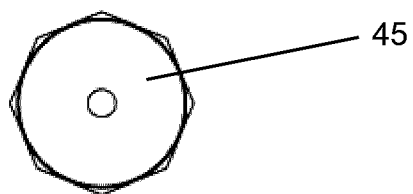


FIG. 4C

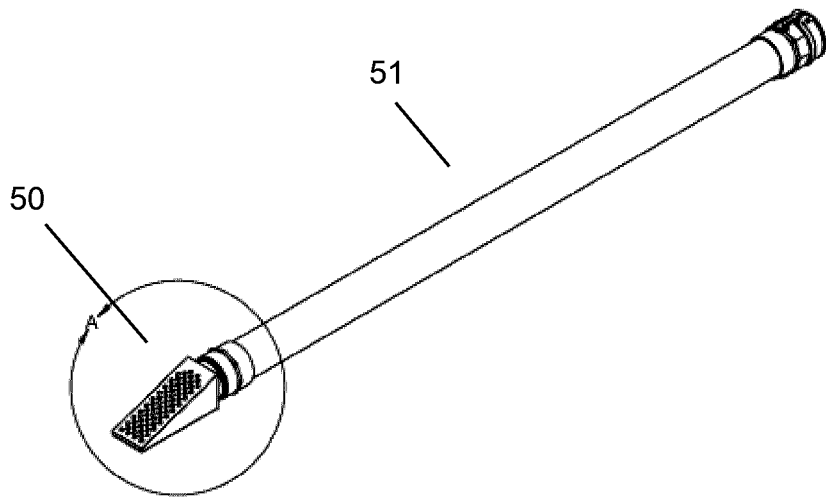


FIG. 5A

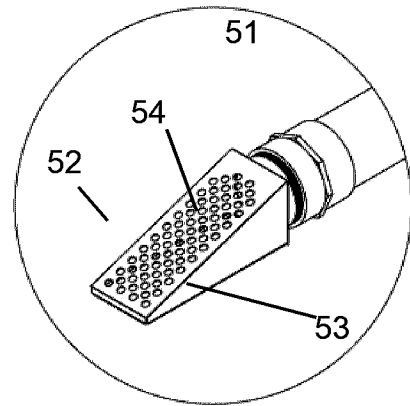


FIG. 5B

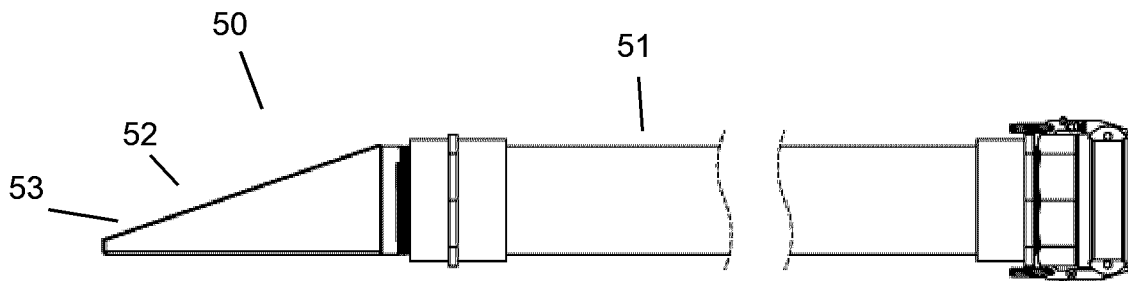


FIG. 5C

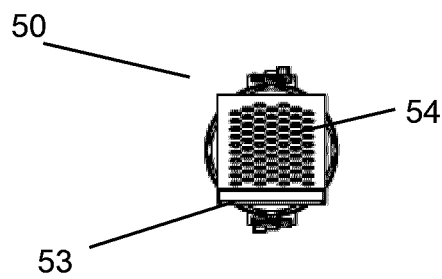


FIG. 5D

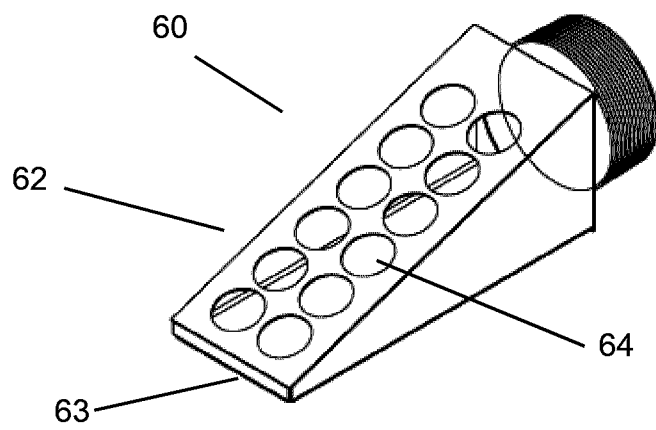


FIG. 6A

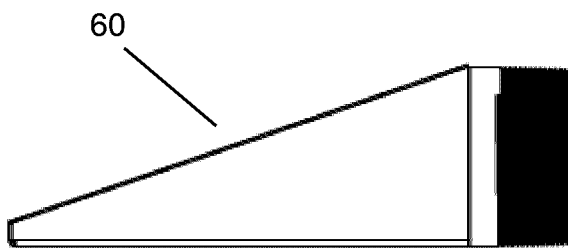


FIG. 6B

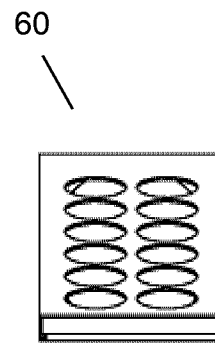


FIG. 6C

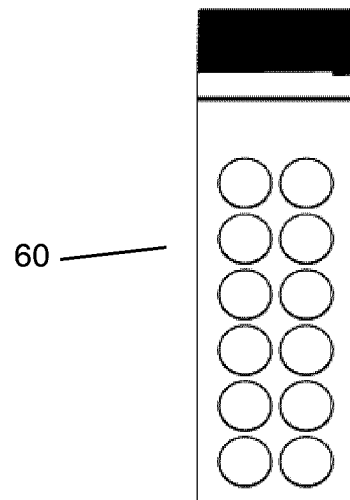


FIG. 6D

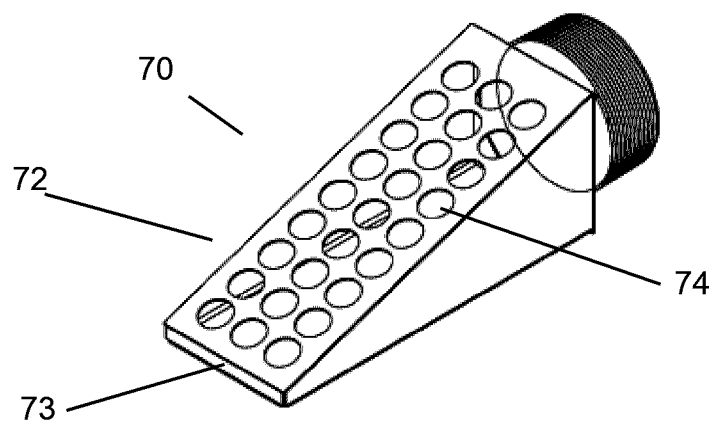


FIG. 7A

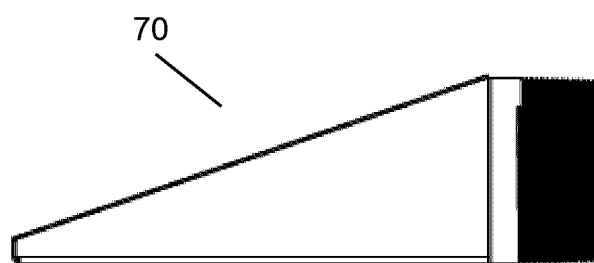


FIG. 7B

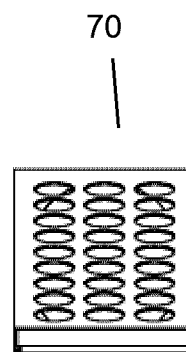


FIG. 7C

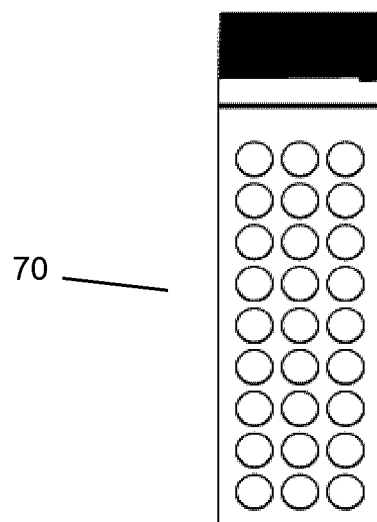


FIG. 7D

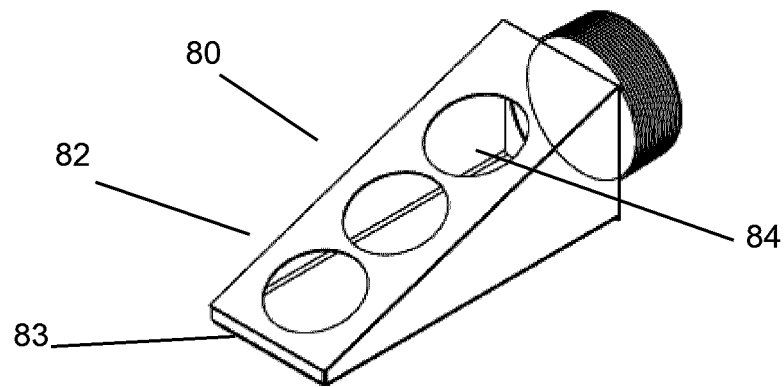


FIG. 8A

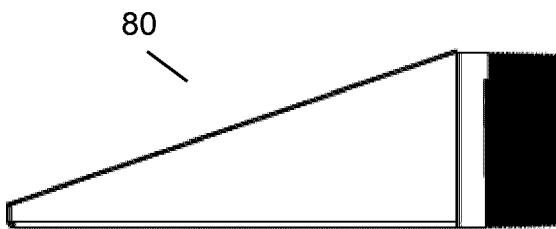


FIG. 8B

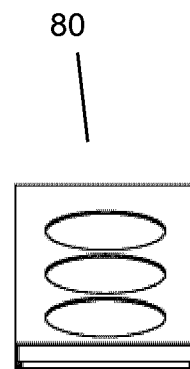


FIG. 8C

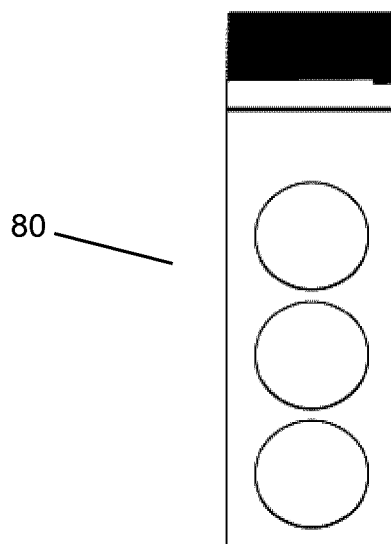


FIG. 8D

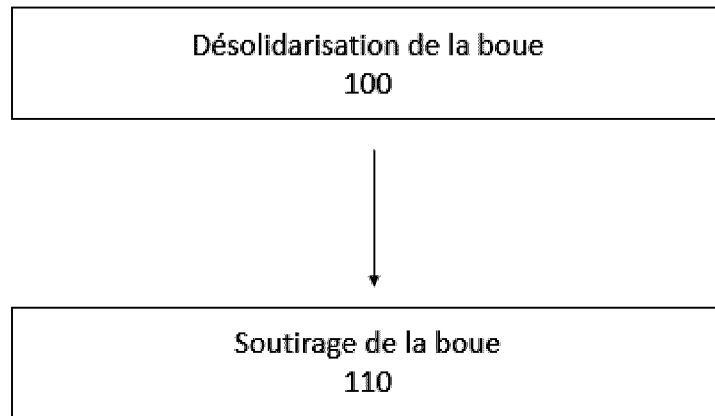


Fig. 9

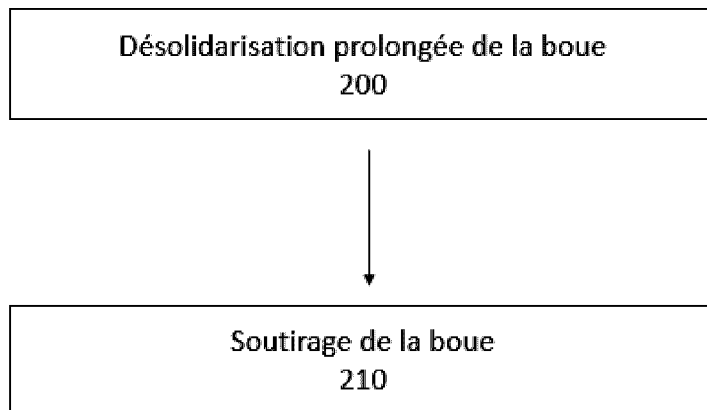


Fig. 10

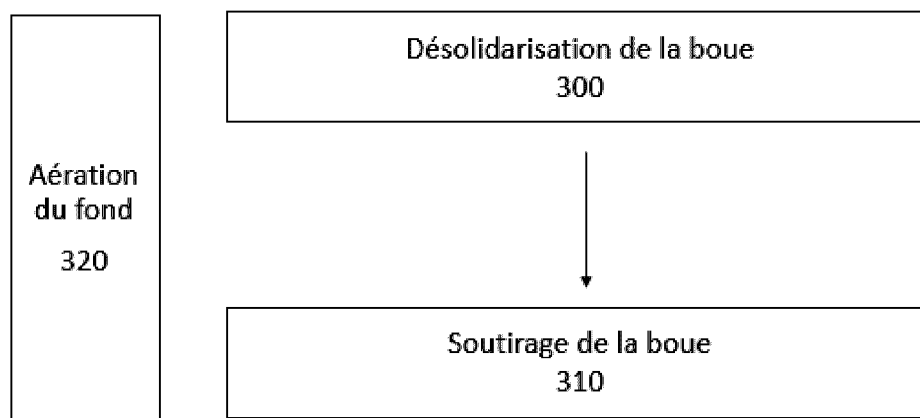


Fig. 11

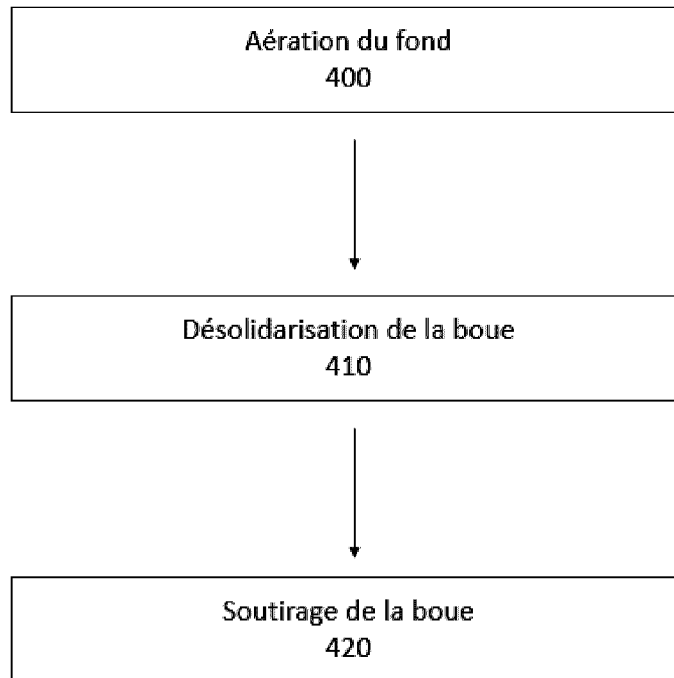


Fig. 12

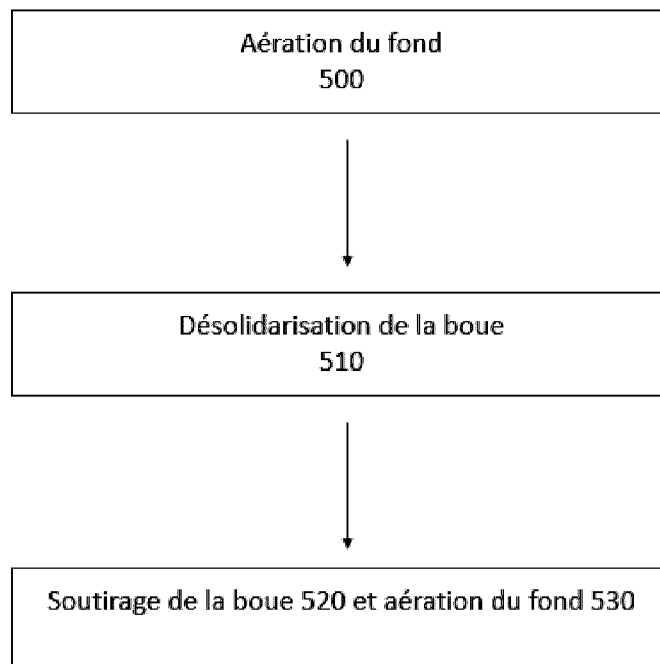


Fig. 13

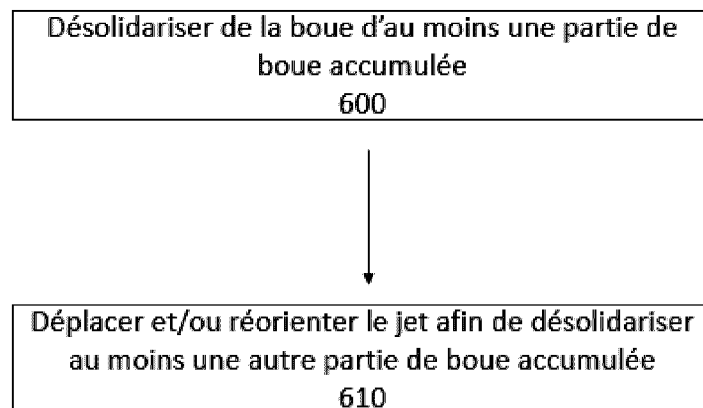


Fig. 14

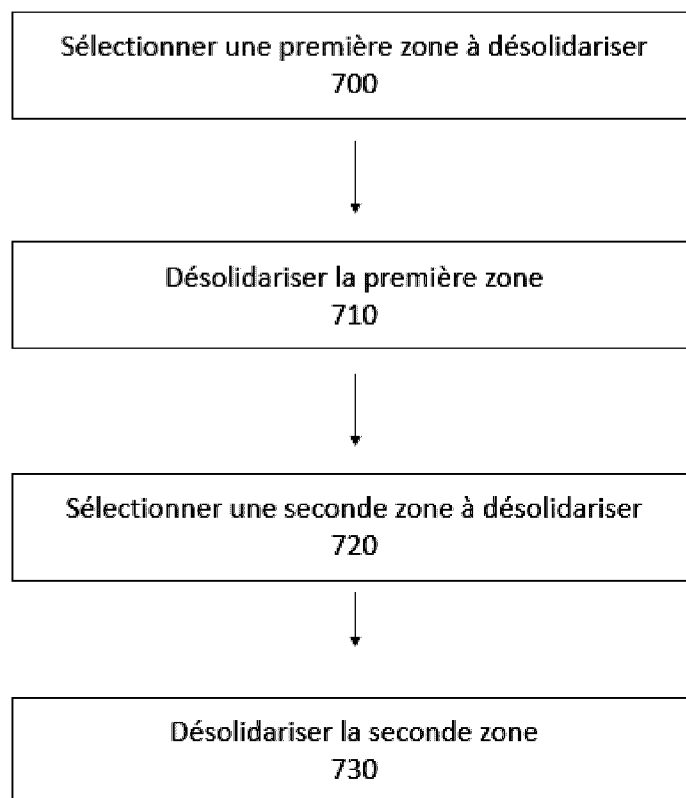


Fig. 15

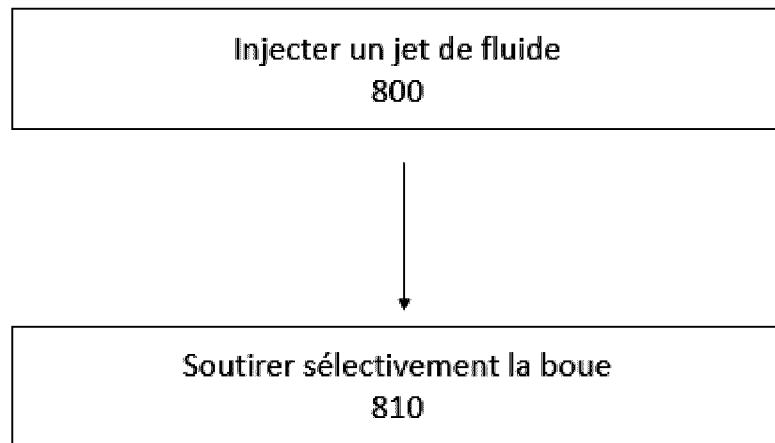


Fig. 16

