

(12) BREVET D'INVENTION BELGE

(47) Date de publication : 19/12/2022

(21) Numéro de demande : BE2021/5398

(22) Date de dépôt : 18/05/2021

(62) Divisé de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : C02F 3/12, C02F 3/30

(30) Données de priorité :

(73) Titulaire(s) :

EXELIO
SA
4141, SPRIMONT
Belgique

(72) Inventeur(s) :

KEMPGENS Justine
4452 WIHOGNE
Belgique

WUIDAR Albert
4141 SPRIMONT
Belgique

MEUNIER Christophe
5150 FLOREFFE
Belgique

(54) Procédé pour le traitement biologique des eaux usées

(57) Procédé, réacteur biologique et installation pour le traitement biologique d'eaux usées comprenant de la matière organique ou assimilable par des microorganismes dans un réacteur mélangé, formant un mélange complet.

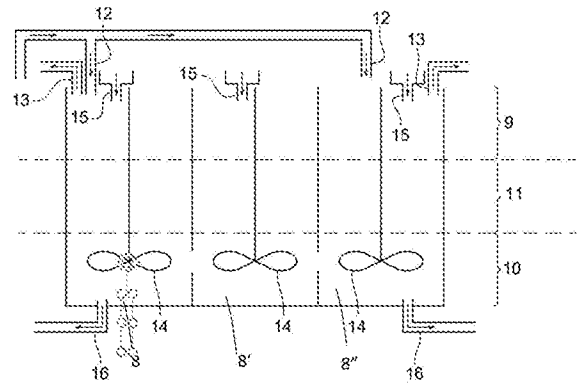


Fig. 3

PROCÉDÉ POUR LE TRAITEMENT BIOLOGIQUE DES EAUX USÉES

La présente invention se rapporte à un procédé pour le traitement biologique des eaux usées, à un réacteur biologique et à une installation permettant tous deux la mise en œuvre de ce procédé.

5 Un traitement biologique permet le traitement d'eaux usées comprenant des composés dégradables biologiquement à l'aide d'une boue activée munie de microorganismes. La boue activée est formée par des microorganismes assemblés en floccs lâches flottant librement dans l'eau, appelés floccs bactériens.

10 Pendant le traitement, les microorganismes, qui sont majoritairement des bactéries, vont consommer du carbone, de l'azote et du phosphore qui sont présents dans les eaux usées.

Pour permettre cette consommation de carbone, d'azote et de phosphore par les microorganismes, les conditions de traitement
15 alternent entre conditions anaérobiques et conditions aérobiques. En effet, cette alternance entre les conditions anaérobiques, aérobiques et anoxiques permet à la fois de réaliser la déphosphatation, la nitrification (transformation de l'ammonium en nitrites et transformation des nitrites en nitrates) et la dénitrification (transformation des nitrites et des nitrates en
20 azote).

Malheureusement, en cas de prolifération de bactéries filamenteuses, ces floccs bactériens ne permettent pas un rejet d'eaux traitées de qualité car ils peuvent se retrouver dans les eaux traitées et nécessitent des traitements parfois agressifs tels que le chlore pour éviter
25 leur prolifération.

Il est bien connu de l'état de la technique le document WO2004024638 qui divulgue un procédé pour le traitement biologique

d'eaux usées comprenant de la matière organique ou assimilable par des microorganismes comprenant les étapes de :

- 5 - une première alimentation en eaux usées en conditions anaérobiques d'au moins un réacteur appelé réacteur biologique comprenant une zone supérieure, une zone inférieure et une zone centrale, ledit au moins un réacteur biologique comprenant une boue munie de microorganismes,
- 10 - un mélange desdites eaux usées avec ladite boue en conditions anaérobiques dans ledit au moins un réacteur biologique, formant une suspension de matières solides dans une phase aqueuse,
- 15 - Une initiation d'une aération de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse par une injection de gaz dans ledit au moins un réacteur biologique avec obtention d'une quantité d'oxygène dissous suffisante pour oxyder de 50 à 100 % de la matière organique et de 50 à 100 % de la matière minérale,
- 20 - une poursuite dudit mélange desdites eaux usées avec ladite boue en conditions aérobiques ou en alternance en conditions aérobies et anaérobies dans ledit au moins un réacteur biologique formant la suspension de matières solides dans la phase aqueuse,
- 25 - une décantation de ladite boue avec obtention (i) d'eaux traitées formées desdites eaux usées sensiblement déplétées en matière organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et contenant éventuellement une première partie de microorganismes et (ii) d'un lit de boue formé de ladite matière organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et d'une deuxième partie de microorganismes,
- un soutirage d'au moins une partie desdites eaux traitées pour former un rejet d'eaux traitées.

Pratiquement, un régime de festin-famine est mis en œuvre dans un (ou plusieurs) réacteur(s) biologique(s). Le réacteur biologique est alimenté en eaux usées qui sont mélangées à une boue granulaire, aussi appelées granules de boue qui comprend des microorganismes comme
5 des bactéries. Ce mélange forme une suspension de matières solides comprenant la boue, les microorganismes, la matière organique ou assimilable par des microorganismes dans une phase aqueuse. Le régime festin-famine comprend une alternance de phases festins et phases famine.

10 En conditions anaérobiques, on initie la phase festin qui permet aux microorganismes de se nourrir de la matière organique mais aussi de la matière assimilable par les microorganismes telle que de la matière à base de phosphore ou d'azote.

15 Ensuite, la suspension de matière solide dans la phase aqueuse est aérée par l'injection d'un gaz qui permet d'obtenir une quantité d'oxygène dissous suffisante pour oxyder de 50 à 100 % de la matière organique et de 50 à 100 % de la matière minérale pour former les conditions aérobiques.

20 En conditions aérobiques, on initie la phase famine lors de laquelle les microorganismes ont déjà consommé la matière organique ou de la matière assimilable par les microorganismes. Lorsque les conditions aérobiques sont mises en place, la phase festin se termine en début desdites conditions aérobiques. Il y a donc un reliquat de la phase festin en conditions aérobiques avant que la phase famine ne soit initiée.

25 En conditions aérobiques, la concentration d'oxygène présente dans ledit au moins un réacteur biologique est de 1 mg/l à 2,5 mg/l.

Une décantation de la boue est ensuite réalisée (pendant laquelle le réacteur biologique n'est plus mélangé) et permet d'obtenir, d'une première part, des eaux traitées formées des eaux usées sensiblement déplétées en matière organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et contenant éventuellement une première
5 partie de microorganismes et, d'une seconde part, un lit de boue formé de ladite matière organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et d'une deuxième partie de microorganismes.

Cette décantation est suivie d'un soutirage d'au moins une
10 partie desdites eaux traitées qui forme un rejet d'eaux traités en dehors du réacteur biologique.

Il est décrit dans le document WO2004024638 que l'alimentation en eaux usées du réacteur est lente et est effectuée par la zone inférieure de ce dernier. De plus, le document décrit aussi que la
15 vitesse de décantation de la boue est supérieure à 10 m/h et que cette valeur est représentative d'une boue granulaire de qualité.

Malheureusement, ce procédé présente l'inconvénient de dépendre de la géométrie du réacteur dans lequel il est réalisé. En effet, il est mis en œuvre par la formation d'un écoulement piston dans le
20 réacteur. Par conséquent, selon ce document, c'est l'espace qui est utilisé pour mettre en œuvre les différentes étapes du procédé. De plus, pour obtenir des eaux traitées de qualité, une étape supplémentaire de filtration des eaux traitées est réalisée après le traitement biologique des eaux.

25 Pour pallier ces inconvénients, il est prévu suivant la présente invention un procédé qui permette de traiter les eaux dans des réacteurs ou installations de stations d'épuration tout en permettant une économie

énergétique ainsi que le traitement d'une plus grande charge polluante tout en étant adaptable à des installations préexistantes.

Plus particulièrement, il est prévu selon l'invention un procédé tel que décrit ci-dessus, caractérisé en ce que ledit au moins un réacteur
5 appelé réacteur biologique est un réacteur à mélange intégral muni de moyens d'agitation de manière à former un mélange complet et en ce que la décantation de ladite boue est effectuée à une vitesse de décantation des matières solides dans la phase aqueuse comprise entre 1,2 et 5 m/h.

10 Par les termes « réacteur à mélange intégral », on entend, suivant l'invention, un réacteur biologique qui présente des moyens d'agitation dimensionnés pour former un mélange dit « complet » dans le réacteur biologique, pour que toutes les zones du réacteur biologique subissent une agitation c'est-à-dire un réacteur biologique dont le
15 contenu présente en tout point des concentrations relativement identiques en microorganismes, oxygène dissous et matière organique ou assimilable par des microorganismes (minimisation des zones mortes).

Bien qu'il soit généralement proscrit dans les procédés à boues granulaires d'utiliser des réacteurs à mélange intégral, la présente
20 invention a permis d'obtenir un traitement d'eaux usées optimal dans lequel une économie énergétique est réalisée, qui permette le traitement d'une grande charge polluante tout en étant adaptable à des installations préexistantes, et donc de manière indépendante à la géométrie du réacteur biologique.

25 En effet, la formation d'un mélange complet dans le réacteur biologique favorise généralement une population de bactéries filamenteuses, considérée comme incompatible avec les procédés de traitement de boue par voie granulaire et considérée souvent comme

nécessitant une ou plusieurs étapes en aval pour l'obtention d'une eau « propre ». Pourtant, selon la présente invention, il a été mis en évidence qu'une alternance appropriée des conditions anaérobiques/aérobiques, en combinaison avec un mélange complet ainsi que le contrôle de la vitesse de décantation entre 1,2 m/h et 5m/h permettaient ensemble d'atteindre un équilibre entre une population de bactéries granulaires et une population de bactéries filamenteuses pour former des boues granulaires ou des boues granulaires avec une population de bactéries filamenteuses.

10 Les boues granulaires ou les boues granulaires avec une population de bactéries filamenteuses formées permettent un gain énergétique par leur métabolisme. En effet, chaque granule comprend une zone anaérobique et une zone aérobie ce qui permet à chaque granule d'agir comme une « mini station d'épuration ». Les boues granulaires avec une population de bactéries filamenteuses comprennent des granules de boues sur lesquels sont venus s'agréger des bactéries filamenteuses.

20 De manière particulièrement avantageuse, ce procédé permet de s'affranchir des épisodes de prolifération de bactéries filamenteuses ce qui permet d'éviter une étape subséquente de filtration et, cela, sans dépendre de la géométrie du réacteur.

25 Selon l'invention, les eaux usées sont directement dispersées dans le réacteur biologique lors de leur alimentation et sont mélangées à la boue comprise dans le réacteur biologique. L'avantage du mélange intégral est sa résistance aux charges polluantes très élevées ainsi qu'à d'éventuels chocs toxiques de courte durée.

Comme expliqué plus haut, ce procédé présente l'avantage d'obtenir un équilibre entre deux populations de boue granulaire, de la

boue granulaire telle que la boue décrite dans le brevet WO2004024638 mais aussi de la boue granulaire avec une population de bactéries filamenteuses. Cet équilibre contribue à un traitement optimal des eaux usées et donc aussi, à éviter une étape subséquente de filtration. En effet, 5 la présence de bactéries filamenteuses dans les granules permet de capter des éventuelles bactéries libres encore présentes dans l'eau clarifiée. Cet équilibre est obtenu par un contrôle de la vitesse de décantation de la boue qui est comprise entre 1,2 m/h et 5 m/h. Cette vitesse de décantation relativement lente permet une décantation des 10 bactéries libres qui vont venir s'agréger à la boue granulaire.

Ce procédé permet donc un traitement biologique des eaux usées de qualité, économiquement viable et exploitable à échelle industrielle.

De plus, l'utilisation d'un réacteur (biologique) à mélange 15 intégral permet de traiter une plus grande charge polluante et le procédé, comme déjà cité ci-dessus, n'est pas dépendant de la géométrie du réacteur biologique utilisé. En effet, selon la présente invention, le procédé mis en œuvre comprend une succession temporelle de différentes étapes dans un même réacteur à mélange intégral, ce qui 20 permet de s'affranchir de contraintes géométriques et ne nécessite pas différentes zones dans lesquelles se succèdent certaines étapes de traitement par déplacement de la matière à traiter, mais au contraire, ces étapes ont lieu au même endroit, mais de manière successives ou alternées. Cela présente aussi l'avantage de pouvoir utiliser le procédé 25 selon la présente invention pour toute installation ou réacteur biologique de station d'épuration déjà existante tout en assurant un traitement des eaux usées de qualité.

De préférence, les moyens d'agitation comprennent au moins une pale.

Avantageusement, l'alimentation en eaux usées du réacteur biologique est réalisée dans la zone supérieure de ce dernier. Ledit
5 mélange peut être effectué en continu ou de manière discontinue.

De préférence, ladite poursuite dudit mélange peut avoir lieu pendant ladite initiation de ladite aération ou pendant ladite aération ou après ladite aération. Ladite aération peut être effectuée en continu ou de manière discontinue (par salve).

10 Avantageusement, le procédé selon l'invention, comprend une purge d'au moins une partie de ladite boue à partir de ladite zone centrale dudit au moins un réacteur biologique, avant ou pendant la décantation, ladite partie de la boue purgée étant effectuée par
15 soutirage de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse. Cette purge est parfois appelée purge homogène et permet d'obtenir une population relativement uniforme de bactéries comprenant des bactéries filamenteuses et des granules.

Dans d'autres réalisations, le procédé selon l'invention, comprend une purge d'au moins une partie de ladite boue à partir de
20 ladite zone centrale dudit au moins un réacteur biologique, après la décantation. Cette purge est alors appelée purge sélective et permet d'obtenir une population relativement uniforme de bactéries filamenteuses.

Comme on peut le constater, selon le moment du procédé
25 où la purge est appliquée, on sera face à une purge homogène ou à une purge sélective pour le soutirage dans une zone centrale dudit réacteur biologique.

Parfois, le procédé comprend une purge d'au moins une partie de ladite boue à partir de ladite zone inférieure dudit au moins un réacteur biologique, après la décantation, ladite partie de la boue purgée étant effectuée par soutirage d'une partie du lit de boue. Cette
5 purge est alors appelée purge homogène car elle permet d'obtenir une population relativement uniforme de bactéries comprenant des bactéries filamenteuses et des granules.

Lors de la purge, soit un mélange de granules et de bactéries filamenteuses est soutiré, soit les bactéries filamenteuses sont soutirées. Ce
10 choix dépend de la zone du réacteur biologique par laquelle la purge est effectuée et/ou du moment du soutirage.

Si la purge est effectuée dans la zone centrale du réacteur biologique et que la purge est effectuée avant ou pendant la décantation, des bactéries filamenteuses et des granules sont soutirées. Si
15 la purge est effectuée dans la zone centrale du réacteur biologique mais après la décantation, les bactéries filamenteuses sont préférentiellement soutirées.

Si la purge est effectuée dans la zone inférieure du réacteur biologique, les granules et les bactéries filamenteuses sont sorties et cette
20 purge est effectuée après la décantation. Cela permet de maintenir par la teneur en bactéries filamenteuses et granules, un équilibre.

La purge permet un ajustement de la concentration en boue par rapport à la charge carbonée (DCO) entrante. Cet ajustement régulier permet de contrôler la qualité et le taux de granulation de la
25 boue granulaire, c'est-à-dire le taux de formation de granules. Cet ajustement se fait en adaptant la purge de la boue. Si la purge est sélective, on favorise la granulation et donc les performances de

décantation et la qualité des eaux traitées. Si la purge est homogène, on favorise la stabilité de la boue et la qualité des eaux traitées.

De manière avantageuse, lesdites matières solides dans ledit procédé, sont formées par lesdits microorganismes et ladite matière
5 organique ou assimilable par des microorganismes, lesdits microorganismes formant avec ladite matière organique ou assimilable par des microorganismes des boues granulaires ou des boues granulaires avec une population de bactéries filamenteuses.

Dans un mode de réalisation préféré, le procédé comprend,
10 en outre, une étape de contrôle de la vitesse de décantation, au moyen d'une deuxième alimentation en eaux usées de ladite zone supérieure dudit au moins un réacteur biologique en conditions aérobiques par des moyens d'alimentation agencés pour être actionnés par un moyen de
15 ladite aération ou après celle-ci, avant ou pendant ladite poursuite dudit mélange, ladite étape de contrôle de la décantation étant suivie d'une étape supplémentaire de mélange de manière à ralentir la vitesse de décantation des matières solides dans la phase aqueuse.

Ladite deuxième alimentation permet d'introduire une
20 nouvelle charge polluante et de rétablir un équilibre entre la boue granulaire et la boue granulaire avec une population de bactéries filamenteuses lorsque l'équilibre ne permet plus d'obtenir un traitement optimal des eaux usées et que des floccs bactériens commencent à se retrouver dans le rejet.

25 Dans un autre mode de réalisation préféré, le procédé comprend, en outre, une étape d'acidogénèse en amont de ladite première alimentation en eaux usées dudit au moins un réacteur biologique.

Ladite étape d'acidogenèse améliore la scission des molécules à longue chaîne carbonée et favorise la production de petites molécules très facilement biodégradables, comme par exemple, les acides gras volatiles. Cette étape est réalisée à l'aide de bactéries en
5 conditions anaérobiques.

Avantageusement, lesdites eaux usées du procédé selon l'invention sont choisies parmi des eaux industrielles, des eaux urbaines, ou un mélange de celles-ci.

Dans un mode de réalisation avantageux, le procédé selon
10 l'invention, comprend, en outre, une étape initiale d'adaptation d'une installation existante pour la mise en œuvre du procédé dans ladite installation existante adaptée.

Cela permet de pouvoir utiliser des installations existantes sans les modifier et représente un gain économique.

15 D'autres formes de réalisation du procédé suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

L'invention a aussi pour objet un réacteur appelé réacteur biologique pour le traitement biologique d'eaux usées à utiliser suivant le procédé selon l'invention, ledit réacteur biologique étant un réacteur de
20 type SBR (Sequential Batch Reactor) agencé pour recevoir les eaux usées et une boue munie de microorganisme, lesdites eaux usées et ladite boue munie de microorganismes formant un contenu, ce réacteur biologique comprend une entrée pour les eaux usées en communication fluidique avec la zone supérieure, une sortie pour les eaux traitées en
25 communication fluidique avec la zone supérieure et des moyens d'agitation dudit contenu, formant un réacteur de type à mélange intégral.

Il est apparu de manière particulièrement avantageuse qu'un réacteur biologique avec une entrée pour les eaux usées en communication fluïdique avec la zone supérieure permet une alimentation "turbulente" pendant que le mélange desdites eaux usées et de ladite boue est effectué par des moyens d'agitation formant un réacteur biologique de type à mélange intégral. De plus, le réacteur biologique présente en tout point des concentrations relativement identiques en microorganismes, oxygène dissous du milieu et matière organique ou assimilable par des microorganismes.

10 L'alimentation turbulente facilite le mélange complet réalisé dans le réacteur biologique alors que le document WO2004024638 décrit une alimentation lente réalisée par une entrée en communication fluïdique avec la zone inférieure pour éviter un mélange des eaux usées avec les eaux traitées et travailler sur un écoulement piston, à savoir un réacteur avec différentes zones ayant un rôle différent.

Dans une forme de réalisation avantageuse, le réacteur biologique selon la présente invention, comprend en outre, des moyens de soutirage d'au moins une partie de ladite boue en communication fluïdique avec ladite zone inférieure ou centrale, agencés pour permettre la purge d'au moins une partie de ladite boue.

Dans une forme de réalisation préférée, le réacteur biologique selon la présente invention comprend, en outre des moyens d'alimentation en communication fluïdique avec ladite zone supérieure agencés pour alimenter ledit réacteur biologique en eaux usées. Par exemple, les moyens d'alimentation amènent les eaux usées dans le réacteur biologique en conditions anaérobiques lorsqu'il s'agit de la première alimentation du procédé selon la présente invention ou amènent les eaux usées dans le réacteur biologique en conditions

aérobiques lorsqu'il s'agit de la deuxième alimentation, lesdits moyens d'alimentation étant agencés pour être actionnés par un moyen de contrôle lorsque le réacteur biologique met en œuvre ladite aération ou après celle-ci, avant ladite poursuite du mélange.

5 Dans une autre forme de réalisation préférée, le réacteur biologique comprenant une entrée pour l'injection de gaz en communication fluidique avec ladite zone centrale ou ladite zone inférieure dudit réacteur biologique.

D'autres formes de réalisation du réacteur biologique suivant
10 l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

L'invention a en outre pour objet une installation comprenant au moins un réacteur biologique selon la présente invention, comprenant, en outre, une cuve tampon ou un bassin biologique, éventuellement un bassin biologique tampon, en communication fluidique avec ledit au
15 moins un réacteur biologique.

De préférence, l'installation selon la présente invention, comprend en outre une cuve acidogène en communication fluidique avec ledit au moins un réacteur biologique via ladite cuve tampon.

Avantageusement, l'installation, comprend un deuxième
20 réacteur biologique, agencé en parallèle à co-courant ou à contrecourant ou encore en alternance avec ledit au moins un réacteur biologique.

De manière préférée, ledit deuxième réacteur biologique et ledit au moins un réacteur biologique de l'installation selon l'invention, sont
25 en communication fluidique avec une cuve tampon ou un bassin biologique, éventuellement un bassin biologique tampon.

D'autres formes de réalisation de l'installation suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre non limitatif et en
5 faisant référence aux dessins et aux exemples.

La figure 1 est une coupe longitudinale d'une représentation schématique d'une forme de réalisation du réacteur biologique selon la présente invention.

La figure 2 est une coupe longitudinale d'une représentation
10 schématique d'une autre forme de réalisation du réacteur biologique selon la présente invention.

La figure 3 est une représentation schématique d'une forme de réalisation d'une installation selon la présente invention.

La figure 4 est un schéma expliquant les principales étapes
15 d'un mode de réalisation préféré du procédé de traitement biologique des eaux usées selon la présente invention.

Sur les figures, les éléments identiques ou analogues portent les mêmes références.

Le réacteur biologique 8 est représenté en figure 1 et 2. Le
20 réacteur biologique 8 illustré à la figure 1 est un réacteur biologique de type SBR (Sequential Batch Reactor) qui comprend une zone supérieure 9 qui s'étend de la surface du haut du réacteur biologique 8 à la partie supérieure d'une zone centrale 11, une zone inférieure 10 qui s'étend de la surface du bas du réacteur biologique 8 à la partie inférieure de la zone
25 centrale 11 et la zone centrale 11 comprise entre la zone supérieure 9 et la zone inférieure 10.

Ce réacteur biologique 8 comprend une entrée 12 pour les eaux usées (non représentées) en communication fluïdique avec la zone supérieure 9 et est agencé pour recevoir les eaux usées via l'entrée 12 pour les eaux usées et une boue munie de microorganismes. Il comprend, 5 une sortie 13 pour les eaux traitées (non représentées) en communication fluïdique avec la zone supérieure 9 et des moyens d'agitation 14 agencés pour mélanger les eaux usées et la boue munie de microorganismes (non représentée). Le réacteur biologique 8 est un réacteur de type à mélange intégral qui permet, de manière particulièrement avantageuse, de former 10 un mélange complet à l'aide des moyens d'agitation 14 et de former une suspension de matières solides dans une phase aqueuse.

Le réacteur biologique 8 illustré comprend une entrée agencée pour injecter du gaz 15, par exemple du dioxygène est en communication fluïdique avec ladite zone inférieure 10 dudit réacteur 15 biologique 8. Dans une autre forme de réalisation non illustrée, l'entrée agencée pour injecter du gaz 15 est en communication fluïdique avec ladite zone centrale 11.

Le réacteur biologique 8 comprend des moyens de soutirage 16 d'au moins une partie de ladite boue en communication fluïdique 20 avec ladite zone centrale 11 dudit réacteur biologique 8 agencés pour permettre la purge d'au moins une partie de ladite boue, plus particulièrement des bactéries filamenteuses.

Dans une autre forme de réalisation illustrée à la figure 2, les moyens de soutirage 16 d'au moins une partie de ladite boue sont en 25 communication fluïdique avec ladite zone inférieure 10 dudit réacteur biologique 8 et l'entrée agencée pour injecter du gaz 15 est en communication fluïdique avec ladite zone supérieure 9 dudit réacteur biologique 8.

Dans une autre forme de réalisation non illustrée, les moyens de soutirage 16 sont en communication fluïdique avec ladite zone centrale 11 pour permettre la purge d'au moins une partie de ladite boue, plus particulièrement des bactéries filamenteuses et autres bactéries dont
5 la vitesse de décantation est inférieure à 2m/h.

Avantageusement, le réacteur biologique 8 peut comprendre des moyens d'alimentation (non illustrés) en communication fluïdique avec ladite zone supérieure 9 agencés pour alimenter ledit réacteur biologique 8 en eaux usées en conditions aérobiques. Lesdits
10 moyens d'alimentation sont agencés pour être actionnés par un moyen de contrôle lorsque le réacteur biologique 8 met en œuvre une aération 3 ou après celle-ci, avant la poursuite du mélange 4, cela selon les circonstances.

La figure 3 représente une installation comprenant un premier
15 réacteur biologique 8, un bassin tampon biologique 8' et un deuxième réacteur biologique 8''. Le premier réacteur biologique 8 et le deuxième réacteur biologique 8'' comprennent chacun une entrée 12 pour les eaux usées en communication fluïdique avec la zone supérieure 9. Les deux réacteurs biologiques 8 et 8'' sont agencés pour recevoir les eaux usées
20 via l'entrée 12 pour les eaux usées et une boue munie de microorganismes. Le premier réacteur biologique 8 et le deuxième réacteur biologique 8'' comprennent aussi, une sortie 13 pour les eaux traitées en communication fluïdique avec la zone supérieure 9.

Dans ce mode de réalisation, le premier réacteur biologique
25 8 et le deuxième réacteur biologique 8'' fonctionnent simultanément ou en alternance. Ceci signifie que des eaux usées peuvent être alimentées en parallèle dans le premier réacteur biologique 8 et le deuxième réacteur biologique 8'' ou bien, les étapes du traitement qui sont mises en

œuvre dans le premier réacteur biologique 8 et le deuxième réacteur biologique 8'' sont décalées dans le temps.

Le bassin biologique tampon 8' en communication fluïdique avec le premier réacteur biologique 8 et le deuxième réacteur biologique 8''.

Le premier réacteur biologique 8, le deuxième réacteur biologique 8'', ainsi qu'éventuellement le bassin tampon biologique 8' comprennent, chacun, des moyens d'agitation 14, ainsi qu'une entrée pour injecteur de l'air 15, tandis que l'entrée pour les eaux usées 12 et les moyens de soutirage 16 ne sont nécessairement présents que sur le premier et le deuxième réacteur biologique 8, 8''.

Selon l'effet recherché, lesdits réacteurs biologiques 8, 8'' sont agencés en parallèle à co-courant ou à contrecourant ou encore en alternance.

Une cuve tampon et/ou une cuve acidogène (non représentée(s)) peu(ven)t être en communication fluïdique avec ledit premier réacteur biologique 8 ou ledit deuxième réacteur biologique 8''. La cuve tampon et/ou la cuve acidogène sera ainsi en amont du réacteur biologique par rapport au flux du procédé selon la présente invention. Dans le réacteur biologique 8 illustré à la figure 1 ou 2, le procédé comprend, de manière courante, une alimentation en eaux usées 1, par exemple des eaux usées industrielles et/ou des eaux usées urbaines tel qu'illustré dans la figure 4, qui comprend de la boue munie de microorganismes est effectuée en conditions anaérobiques.

Les étapes décrites ci-dessous sont décrites dans le contexte du réacteur biologique 8, mais s'appliquent mutatis mutandis pour le

réacteur biologique 8'' lorsqu'il est présent comme par exemple dans la forme de réalisation illustrée à la figure 3.

Toujours en conditions anaérobiques, un mélange 2 des eaux usées avec la boue dans le réacteur biologique 8 est réalisé. Ce mélange
5 2 forme une suspension de matières solides dans une phase aqueuse. Les matières solides sont par exemple, de la charge polluante, des microorganismes dont des bactéries, la boue, ... Le mélange 2 peut être effectué de manière continue ou discontinue selon les circonstances.

Un gaz, par exemple du dioxygène, est ensuite injecté dans
10 ledit réacteur biologique 8 par l'entrée 15 mettant en œuvre une initiation d'une aération 3 de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse dans ledit réacteur biologique 8. L'injection du gaz peut être réalisée de manière continue ou discontinue (en pulse ou salve).

La poursuite du mélange 4 desdites eaux usées avec ladite
15 boue en conditions aérobiques dans ledit réacteur biologique 8 est réalisée pour garder la suspension de matières solides dans la phase aqueuse. Cette poursuite du mélange 4 est réalisée jusqu'à épuisement de l'air dans ledit réacteur biologique 8 et que des conditions anaérobiques ou anoxiques soient de nouveau présentes. La poursuite du
20 mélange 4 peut avoir lieu pendant l'initiation de ladite aération 3 ou pendant l'aération 3 elle-même. La poursuite du mélange 4 est avantageusement effectuée en continu mais peut aussi être effectuée de manière discontinue.

De préférence, une purge (non illustrée) d'au moins une
25 partie de ladite boue à partir de ladite zone centrale 11 dudit réacteur biologique 8, est effectuée avant ou pendant ou après la décantation 5 qui suit la poursuite du mélange 4. Ladite partie de la boue purgée est

effectuée par soutirage 6 de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse par des moyens de soutirage 16.

Ensuite, la décantation 5 de ladite boue est effectuée (et le mélange du réacteur biologique est arrêté) et permet d'obtenir des eaux
5 traitées formées desdites eaux usées sensiblement déplétées en matière organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et contenant éventuellement une première partie de microorganismes et permet d'obtenir aussi un lit de boue formé de ladite matière organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et d'une deuxième
10 partie de microorganismes.

De manière particulièrement avantageuse, la vitesse de décantation 5 de ladite boue est comprise entre 1,2 m/h et 5m/h et permet d'obtenir, en combinaison avec le réacteur biologique 8 à mélange intégral, une boue granulaire ou une boue granulaire avec une
15 population de bactéries filamenteuses.

Lorsque des bactéries filamenteuses s'agrègent sur les granules de la boue granulaire, elles ne se déplacent pas librement et permettent un meilleur traitement de la charge polluante en augmentant la surface d'adhésion des granules aux bactéries libres. De manière
20 encore plus avantageuse, cela permet de s'affranchir d'épisodes de prolifération des bactéries filamenteuses qui ont, normalement tendance, lorsqu'elles ne s'agrègent pas aux granules, à être soutirées avec les eaux traitées.

Eventuellement, une étape de contrôle (non illustrée) de la
25 décantation 5 est effectuée, au moyen d'une deuxième alimentation en eaux usées de ladite zone supérieure 9 dudit réacteur biologique 8 en conditions aérobiques par les moyens d'alimentation agencés pour être actionnés par un moyen de contrôle. Cette étape peut être réalisée soit,

lorsque le réacteur biologique met en œuvre ladite initiation de ladite aération 3 soit après celle-ci, soit avant ou pendant ladite poursuite dudit mélange 4, ladite étape de contrôle de la décantation 5 étant suivie d'une étape additionnelle de mélange 2 de manière à ralentir la vitesse de décantation 5 des matières solides dans la phase aqueuse.

Avantageusement, une purge (non illustrée) d'au moins une partie de ladite boue à partir de ladite zone inférieure 10 dudit réacteur biologique 8 est réalisée après la décantation. Ladite partie de la boue purgée est effectuée par soutirage d'une partie du lit de boue par les moyens de soutirage 16.

Un soutirage 6 d'au moins une partie desdites eaux traitées est ensuite réalisé et permet de former un rejet d'eaux traitées de qualité.

Eventuellement, une étape d'acidogénèse (non illustrée) est réalisée avant la première alimentation 1 en eaux usées du réacteur biologique 8. Cette étape permet de couper les longues chaînes carbonées des molécules tels que les acides gras.

Le procédé selon la présente invention peut être mis en œuvre sur des installations existantes comprenant au moins un réacteur biologique 8 de type SBR en prenant le contrôle de l'installation existante à l'aide d'un automate par exemple.

Exemples. -

Exemple 1 : Traitement des eaux usées provenant de l'industrie laitière.

Des eaux usées provenant d'une industrie laitière ont été traitées par une installation selon la présente invention, qui comprend en séquence, un bassin acidogène d'une capacité de 4 m³, une cuve tampon d'une capacité de 3,5 m³ et un réacteur biologique selon la

présente invention d'une capacité de 4,5 m³. On a alimenté, en conditions anaérobiques, le réacteur biologique comprenant une boue munie de microorganismes, avec des eaux usées provenant de l'industrie laitière à un débit de 7 m³/h. La concentration en pollution carbonée des eaux usées à l'entrée dans le réacteur biologique était 665 mg/L. La concentration en phosphore était de 4 mg/L et la concentration en azote était de 31 mg/L. Le volume journalier d'eaux usées provenant de l'industrie laitières qui sont traitées est de 1,3 m³/j.

On a ensuite mélangé ces eaux usées avec ladite boue, toujours en conditions anaérobiques avec un agitateur à pales, à une vitesse de 32 tours par minutes dans le réacteur biologique selon la présente invention qui est un réacteur à mélange intégral formant une suspension de matières solides dans une phase aqueuse.

On a ensuite initié une aération de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse par une injection de gaz de manière à avoir 1,2 à 2 mg/l d'O₂ dans le réacteur biologique selon l'invention. La quantité d'oxygène dissous indiquée ci-dessus est régulée et suffisante pour dégrader 89,63 % de la matière organique et 60,28 % de la matière minérale (62,5 % de phosphore et 58,07 % d'azote).

On a poursuivi le mélange desdites eaux usées avec ladite boue en conditions aérobiques dans le réacteur biologique formant la suspension de matières solides dans la phase aqueuse.

On y a ensuite effectué une décantation de ladite boue avec obtention (i) d'eaux traitées formées desdites eaux usées dont la concentration en pollution carbonée est descendue à 69 mg/L, la concentration en phosphore est descendue à 1,2 mg/L et la concentration en azote est descendue à 13 mg/L et (ii) d'un lit de boue formé de ladite matière organique ou assimilable par des

microorganismes résiduelle et d'une deuxième partie de microorganismes. La vitesse de décantation de ladite boue était comprise entre 2,5 et 5 m/h.

5 On a ensuite soutiré une partie desdites eaux traitées pour former un rejet d'eaux traitées dont la concentration en pollution carbonée est était de 69 mg/L, la concentration en phosphore était de 1,5 mg/L et la concentration en azote était de 13 mg/L

Exemple 2 : Traitement des eaux usées provenant d'une filière d'extraction de phospholipides contenus dans les œufs.

10 Des eaux usées provenant d'une filière d'extraction de phospholipides ont été traitées par une installation selon la présente invention, qui comprend en séquence, un bassin acidogène d'une capacité de 4 m³, une cuve tampon d'une capacité de 3,5 m³ et un réacteur biologique selon la présente invention d'une capacité de 4,5 m³.

15 On a alimenté, en conditions anaérobiques, le réacteur biologique comprenant une boue munie de microorganismes avec les eaux usées provenant d'une filière d'extraction de phospholipides. La concentration en pollution carbonée des eaux usées à l'entrée dans le réacteur biologique était comprise entre 9000 et 13000 mg/L. La concentration en

20 phosphore était de 30 mg/L et la concentration en azote était de 120 mg/L. Le volume journalier d'eaux usées qui sont traitées est de 0,9 m³/j.

On a ensuite mélangé ces eaux usées avec ladite boue, toujours en conditions anaérobiques avec un agitateur à pales, à une vitesse de 32 tours par minutes dans le réacteur biologique selon la

25 présente invention qui est un réacteur à mélange intégral formant une suspension de matières solides dans une phase aqueuse.

On a ensuite initié une aération de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse par une injection de gaz de manière à avoir 1,2 à 2 mg/l d'O₂ dans le réacteur biologique selon l'invention. La quantité d'oxygène dissous indiquée ci-dessus est régulée et suffisante pour dégrader 98 à 99 % de la matière organique et 81,25 %
5 de la matière minérale (95,8 % de l'azote et 66,7 % du phosphore).

On a poursuivi le mélange desdites eaux usées avec ladite boue en conditions aérobiques dans le réacteur biologique formant la suspension de matières solides dans la phase aqueuse.

10 On a ensuite effectué une décantation de ladite boue avec obtention (i) d'eaux traitées formées desdites eaux usées dont la concentration en pollution carbonée est descendue à 105 mg/L, la concentration en phosphore est descendue à 10 mg/L et la concentration en azote est descendue à moins de 5 mg/L et (ii) d'un lit
15 de boue formé de ladite matière organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et d'une deuxième partie de microorganismes. La vitesse de décantation de ladite boue était de 2 m/h.

On a ensuite soutiré une partie desdites eaux traitées pour former un rejet d'eaux traitées dont la concentration en pollution carbonée est était de 105 mg/L, la concentration en phosphore était de 10 mg/L et la concentration en azote était inférieure à 5 mg/L.
20

Exemple 3 : Traitement des eaux usées provenant d'une industrie d'embouteillage de boissons sucrées et aromatisées.

25 Des eaux usées provenant d'une industrie d'embouteillage de boissons sucrées et aromatisées ont été traitées selon la présente invention. L'agencement utilisé comprend un bassin tampon en amont

d'une capacité totale de 600 m³, suivi d'une installation comprenant un premier réacteur biologique selon l'invention et un deuxième réacteur biologique selon l'invention, chacun d'une capacité de 500 m³. Les deux réacteurs biologiques de 500 m³ sont séparés par un bassin biologique
5 tampon d'une capacité de 400 m³. L'installation présente ainsi une capacité totale de 1400m³.

On a alimenté, en conditions anaérobiques, le premier réacteur biologique et le deuxième réacteur biologique, chacun comprenant une boue munie de microorganismes, avec des eaux usées
10 à un débit entre 130 et 230 m³/h en alternance et à contre-courant, de telle manière que lorsque l'un est alimenté, l'autre est en vidange. (L'eau envoyée dans le premier réacteur pousse l'eau du deuxième réacteur vers la sortie du deuxième réacteur). La concentration en pollution carbonée des eaux usées à l'entrée dans le premier réacteur biologique
15 ainsi que dans le deuxième réacteur biologique était comprise entre 200 et 1200 mg/L. La concentration en phosphore était de 1 mg/L et la concentration en azote était de 7 mg/L. Le volume journalier d'eaux usées qui sont traitées est compris entre 500 et 1500 m³/j.

On a ensuite mélangé ces eaux usées avec ladite boue,
20 toujours en conditions anaérobiques avec un agitateur à pales, à une vitesse de 475 tours par minutes dans le premier réacteur biologique et dans le deuxième réacteur biologique selon la présente invention.

Chacun des premier et deuxième réacteurs biologiques est un réacteur à mélange intégral formant une suspension de matières
25 solides dans une phase aqueuse.

On a ensuite initié une aération de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse par une injection de gaz de manière à avoir 1,2 à 2 mg/l d'O₂ dans chaque réacteur biologique selon

l'invention. La quantité d'oxygène dissous indiquée ci-dessus est régulée et suffisante pour dégrader 97 % de la matière organique et 83,95 % de la matière minérale (82,9 % d'azote et 85 % de phosphore).

On a poursuivi le mélange desdites eaux usées avec ladite
5 boue en conditions aérobiques dans lesdits réacteurs biologiques formant la suspension de matières solides dans la phase aqueuse.

On a ensuite effectué une décantation de ladite boue avec
obtention (i) d'eaux traitées formées desdites eaux usées dont la
concentration en pollution carbonée est descendue à 35 mg/L, la
10 concentration en phosphore est descendue à 0,15 mg/L et la
concentration en azote est descendue à moins de 1,2 mg/L et (ii) d'un lit
de boue formé de ladite matière organique ou assimilable par des
microorganismes résiduelle et d'une deuxième partie de
microorganismes. La vitesse de décantation de ladite boue était
15 comprise entre 1,8 et 2,5 m/h.

On a ensuite soutiré une partie desdites eaux traitées pour
former un rejet d'eaux traitées dont la concentration en pollution
carbonée est était de 35 mg/L, la concentration en phosphore était de
0.15 mg/L et la concentration en azote était inférieure à 1,2 mg/L.

20 **Exemple 4 : Traitement des eaux usées municipales.**

Des eaux usées municipales ont été traitées par une
installation selon la présente invention, qui comprend en séquence une
cuve tampon d'une capacité de 3,5 m³ et un réacteur biologique selon
la présente invention d'une capacité de 4,5 m³. On a alimenté, en
25 conditions anaérobiques, ledit réacteur biologique comprenant une
boue munie de microorganismes avec des eaux usées municipales à un
débit de 7 m³/h. La concentration en pollution carbonée des eaux usées

municipales à l'entrée dans ledit réacteur biologique était de 400 mg/L. La concentration en phosphore était de 2 mg/L et la concentration en azote était de 25 mg/L. Le volume journalier d'eaux usées qui sont traitées est de 5,5 m³/j.

5 On a ensuite mélangé ces eaux usées municipales avec ladite boue, toujours en conditions anaérobiques avec un agitateur à pales, à une vitesse de 32 tours par minutes dans le réacteur biologique selon la présente invention qui est un réacteur à mélange intégral formant une suspension de matières solides dans une phase aqueuse. On a ensuite
10 initié une aération de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse par une injection de gaz de manière à avoir 1,2 à 2 mg/l d'O₂ dans le réacteur biologique selon l'invention. La quantité d'oxygène dissous indiquée ci-dessus est régulée et suffisante pour dégrader 91,25 % de la matière organique et 56 % de la matière minérale (52 % de l'azote
15 et 60 % du phosphore).

On a poursuivi le mélange desdites eaux usées avec ladite boue en conditions aérobiques dans ledit réacteur biologique formant la suspension de matières solides dans la phase aqueuse,

On a ensuite effectué une décantation de ladite boue avec
20 obtention (i) d'eaux traitées formées desdites eaux usées dont la concentration en pollution carbonée est descendue à 35 mg/L, la concentration en phosphore est descendue à 0.8 mg/L et la concentration en azote est descendue à 12 mg/L et (ii) d'un lit de boue formé de ladite matière organique ou assimilable par des
25 microorganismes résiduelle et d'une deuxième partie de microorganismes. La vitesse de décantation de ladite boue était comprise entre 1,3 et 1,8 m/h.

On a ensuite soutiré une partie desdites eaux traitées pour former un rejet d'eaux traitées dont la concentration en pollution carbonée est était de 35 mg/L, la concentration en phosphore était de 0.8 mg/L et la concentration en azote était de 12 mg/L.

- 5 Il est bien entendu que la présente invention n'est en aucune façon limitée aux formes de réalisations décrites ci-dessus et que bien des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre des revendications annexées.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour le traitement biologique d'eaux usées comprenant de la matière organique ou assimilable par des microorganismes comprenant les étapes de :

- 5 - une première alimentation (1) en eaux usées en conditions anaérobiques ou anoxiques d'au moins un réacteur (8) appelé réacteur biologique comprenant une zone supérieure (9), une zone inférieure (10) et une zone centrale (11), ledit au moins un réacteur biologique (8) comprenant une boue munie de microorganismes,
- 10 - un mélange (2) desdites eaux usées avec ladite boue en conditions anaérobiques ou anoxiques dans ledit au moins un réacteur biologique (8) formant une suspension de matières solides dans une phase aqueuse, et ladite première alimentation en eaux usées étant réalisée dans ladite zone supérieure (9),
- 15 - Une initiation d'une aération (3) de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse par une injection de gaz dans ledit au moins un réacteur biologique (8) avec obtention d'une quantité d'oxygène dissous suffisante pour dégrader 50 à 100 % de la matière organique et de 50 à 100 % de la matière minérale,
- 20 - une poursuite dudit mélange (4) desdites eaux usées avec ladite boue en conditions aérobiques ou en alternance en conditions aérobies et anoxiques dans ledit au moins un réacteur biologique (8) formant la suspension de matières solides dans la phase aqueuse,
- 25 - une décantation (5) de ladite boue avec obtention (i) d'eaux traitées formées desdites eaux usées sensiblement déplétées en matière organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et contenant éventuellement une première partie de microorganismes et (ii) d'un lit de boue formé de ladite matière

organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et d'une deuxième partie de microorganismes,

- un soutirage (6) d'au moins une partie desdites eaux traitées pour former un rejet d'eaux traitées,

5 caractérisé en ce que ledit au moins un réacteur (8) appelé réacteur biologique est un réacteur à mélange intégral muni de moyens d'agitation (14) de manière à former un mélange complet et en ce que la décantation (5) de ladite boue est effectuée à une vitesse de
10 décantation (5) des matières solides dans la phase aqueuse comprise entre 1,2 m/h et 5 m/h.

2. Procédé selon la revendication 1, comprenant une purge d'au moins une partie de ladite boue à partir de ladite zone centrale dudit au moins un réacteur biologique (8), avant ou pendant la
15 décantation (5), ladite partie de la boue purgée étant effectuée par soutirage (6) de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse.

3. Procédé selon la revendication 1, comprenant une purge d'au moins une partie de ladite boue à partir de ladite zone inférieure dudit au moins un réacteur biologique (8), après la décantation
20 (5), ladite partie de la boue purgée étant effectuée par soutirage (6) d'une partie du lit de boue.

4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel lesdites matières solides sont formées par lesdits microorganismes et ladite matière organique ou assimilable par des microorganismes, lesdits
25 microorganismes formant avec ladite matière organique ou assimilable par des microorganismes des boues granulaires ou des boues granulaires avec une population de bactéries filamenteuses.

5. Procédé selon la revendication 4, comprenant en outre une étape de contrôle de la vitesse de décantation (5), au moyen d'une
30 deuxième alimentation (1) en eaux usées de ladite zone supérieure dudit

au moins un réacteur biologique (8) en conditions aérobiques par des moyens d'alimentation agencés pour être actionnés par un moyen de contrôle lorsque le réacteur biologique met en œuvre ladite initiation de ladite aération (3) ou après celle-ci, avant ou pendant ladite poursuite dudit mélange (4), ladite étape de contrôle de la décantation (5) étant suivie d'une étape supplémentaire de mélange (2) de manière à ralentir la vitesse de décantation (5) des matières solides dans la phase aqueuse.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant, en outre, une étape d'acidogénèse en amont de ladite première alimentation (1) en eaux usées dudit au moins un réacteur biologique (8).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdites eaux usées sont choisies parmi des eaux industrielles, des eaux urbaines, ou un mélange de celles-ci.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant, en outre, une étape initiale d'adaptation d'une installation existante pour la mise en œuvre du procédé dans ladite installation existante adaptée.

9. Réacteur biologique pour le traitement biologique d'eaux usées à utiliser suivant le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, ledit réacteur biologique (8) étant un réacteur (8) de type SBR (Sequential Batch Reactor) agencé pour recevoir les eaux usées et une boue munie de microorganisme, lesdites eaux usées et ladite boue munie de microorganismes formant un contenu, caractérisé en ce qu'il comprend une entrée pour les eaux usées (12) en communication fluïdique avec la zone supérieure (9), une sortie pour les eaux traitées (13) en communication fluïdique avec la zone supérieure (9) et des moyens d'agitation (14) dudit contenu, formant un réacteur biologique (8) de type à mélange intégral.

10. Réacteur biologique (8) selon la revendication 9, comprenant, en outre, des moyens de soutirage (16) d'au moins une partie de ladite boue en communication fluïdique avec ladite zone inférieure (10) ou centrale (11), agencés pour permettre la purge d'au
5 moins une partie de ladite boue.

11. Réacteur biologique (8) selon l'une quelconque des revendications 9 à 10, comprenant une entrée pour l'injection de gaz (15) en communication fluïdique avec ladite zone centrale (11) ou ladite zone inférieure (10) dudit réacteur biologique (8).

10 12. Installation comprenant au moins un réacteur biologique (8) selon les revendications 9 à 11, comprenant, en outre, une cuve tampon ou un bassin biologique, éventuellement un bassin biologique tampon, en communication fluïdique avec ledit au moins un réacteur biologique (8).

15 13. Installation selon la revendication 12, comprenant en outre une cuve acidogène en communication fluïdique avec ledit au moins un réacteur biologique (8) via ladite cuve tampon ou ledit bassin biologique, éventuellement le bassin biologique tampon.

20 14. Installation selon la revendication 12 ou 13, comprenant un deuxième réacteur biologique (8), agencé en parallèle à co-courant ou à contrecourant ou encore en alternance avec ledit au moins un réacteur biologique (8).

25 15. Installation selon la revendication 14, dans laquelle ledit deuxième réacteur biologique (8) et ledit au moins un réacteur biologique (8) étant en communication fluïdique avec une cuve tampon ou un bassin biologique, éventuellement un bassin biologique tampon.

Fig. 1

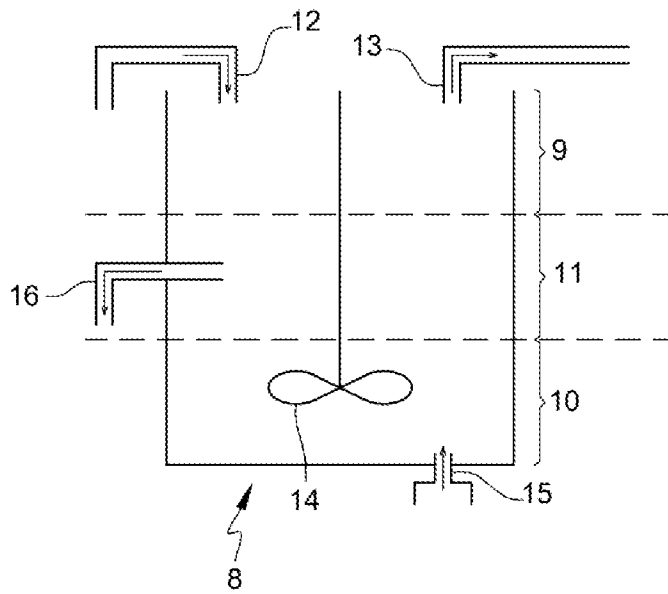
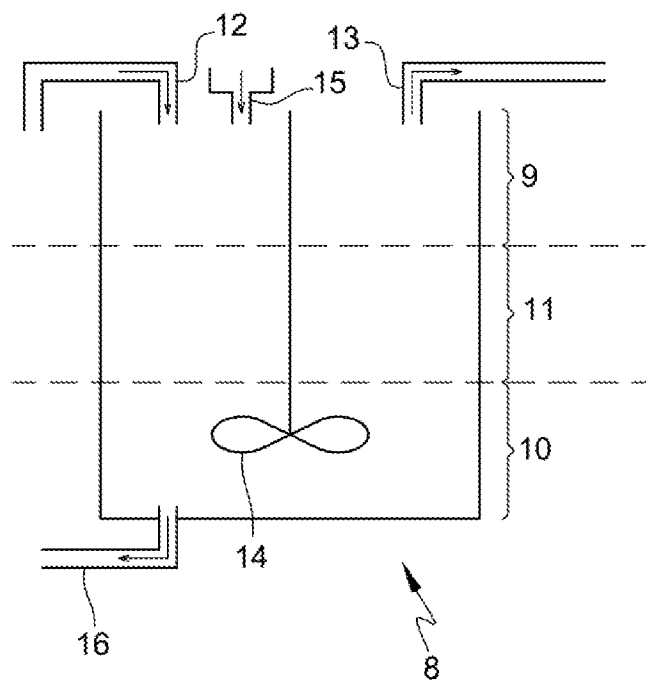


Fig. 2



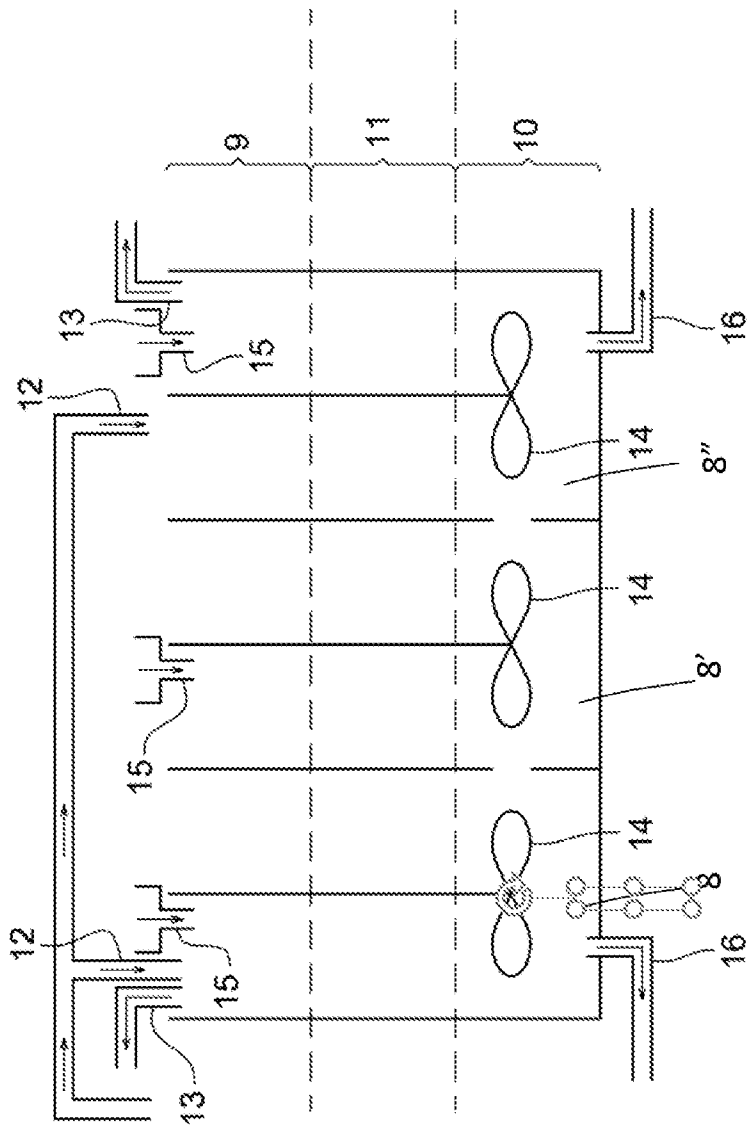
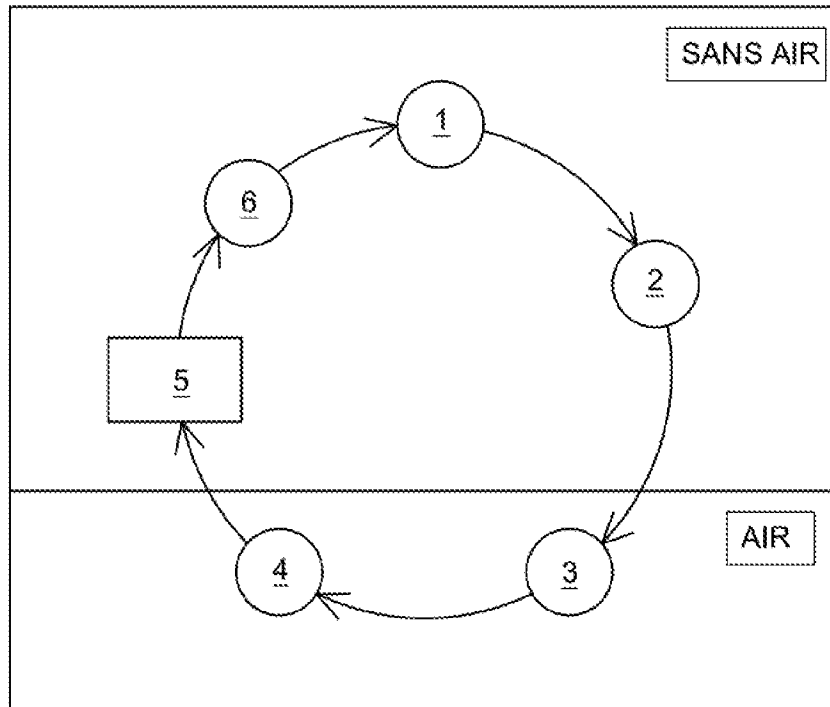


Fig. 3

Fig. 4

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ÉTABLI EN VERTU DE L'ARTICLE XI.23., §10 DU CODE DE DROIT ÉCONOMIQUE BELGE

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE	REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE PAT-20032-BE00
Demande nationale belge n° 202105398	Date du dépôt 18-05-2021
	Date de priorité revendiquée
Déposant (Nom) EXELIO	
Date de la requête d'une recherche de type international 29-05-2021	Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international SN78769
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)	
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB Voir rapport de recherche	
II. DOMAINES RECHERCHES	
Documentation minimale consultée	
Système de classification	Symboles de la classification
IPC	Voir rapport de recherche
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés	
III. <input type="checkbox"/> IL A ÉTÉ ESTIMÉ QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	
IV. <input type="checkbox"/> ABSENCE D'UNITÉ DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE À L'ÉTENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

BE 202105398

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. C02F3/12 C02F3/30
ADD. C02F103/32

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 126 827 A (JOHNSON JR CHARLES L [US] ET AL) 3 octobre 2000 (2000-10-03) * figures 3,5 * * colonne 2, ligne 59 - ligne 62 * * colonne 5, ligne 43 - colonne 7, ligne 23 *	1-16
X	US 2018/339925 A1 (MIYAKE MASAKI [JP] ET AL) 29 novembre 2018 (2018-11-29) * figures 3,8 * * alinéa [0044] *	1-16

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

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée

31 janvier 2022

Date d'expédition du rapport de recherche de type international

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

Fonctionnaire autorisé

Châtellier, Xavier

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n

BE 202105398

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6126827	A	03-10-2000	AUCUN

US 2018339925	A1	29-11-2018	CN 107531525 A 02-01-2018
		EP 3279154 A1 07-02-2018	
		SG 11201707571S A 30-10-2017	
		TW 201708126 A 01-03-2017	
		US 2018339925 A1 29-11-2018	
		WO 2016159091 A1 06-10-2016	



OPINION ÉCRITE

Dossier N° SN78769	Date du dépôt(<i>jour/mois/année</i>) 18.05.2021	Date de priorité (<i>jour/mois/année</i>)	Demande n° BE202105398
Classification internationale des brevets (CIB) INV. C02F3/12 C02F3/30 ADD. C02F103/32			
Déposant EXELIO			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- Cadre n° I Base de l'opinion
- Cadre n° II Priorité
- Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- Cadre n° VI Certains documents cités
- Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

Formulaire BE237A (feuille de couverture) (Janvier 2007)	Examineur Châtellier, Xavier
--	---------------------------------

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE202105398

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :
 - a. Nature de l'élément:
 - un listage de la ou des séquences
 - un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences
 - b. Type de support:
 - sur papier
 - sous forme électronique
 - c. Moment du dépôt ou de la remise:
 - contenu(s) dans la demande telle que déposée
 - déposé(s) avec la demande, sous forme électronique
 - remis ultérieurement
3. De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande internationale telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE202105398

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications	2, 5, 6, 8
	Non : Revendications	1, 3, 4, 7, 9-16
Activité inventive	Oui : Revendications	
	Non : Revendications	1-16
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications	1-16
	Non : Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

voir feuille séparée

Ad point V

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explications à l'appui de cette déclaration

- 1 Il est fait référence aux documents suivants :
- D1 US 6 126 827 A (JOHNSON JR CHARLES L [US] ET AL) 3 octobre 2000
- D2 US 2018/339925 A1 (MIYAKE MASAKI [JP] ET AL) 29 novembre 2018 (
- 2 La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications 1, 3, 4 et 7 n'étant pas nouveau au vu de D1 [colonne 2, lignes 59-62; colonne 5, ligne 43 - colonne 7, ligne 23; Figures 3 et 5] et l'objet des revendications 9-16 n'étant pas nouveau au vu de D2.
- 2.1 D1 divulgue un procédé [Figure 5; colonne 5, ligne 43 - colonne 7, ligne 23] pour le traitement biologique d'eaux usées comprenant de la matière organique ou assimilable par des microorganismes comprenant les étapes de :
- une première alimentation en eaux usées [colonne 5, lignes 66-67: étape "Static fill"] en conditions anaérobiques ou anoxiques d'au moins un réacteur [Figure 3] appelé réacteur biologique comprenant une zone supérieure, une zone inférieure et une zone centrale, ledit au moins un réacteur biologique comprenant une boue munie de microorganismes,
 - un mélange desdites eaux usées avec ladite boue en conditions anaérobiques ou anoxiques dans ledit au moins un réacteur biologique formant une suspension de matières solides dans une phase aqueuse [colonne 6, lignes 20-22: étape "Mixed fill"; rien dans la revendication 1 n'exclut l'addition d'eaux usées pendant cette phase],
 - Une initiation d'une aération de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse par une injection de gaz dans ledit au moins un réacteur biologique [colonne 6, lignes 31-34 and 41-43: étapes "React fill" and "React"] avec obtention d'une quantité d'oxygène dissous suffisante pour dégrader 50 à 100 % de la matière organique et de 50 à 100 % de la matière minérale [colonne 6, lignes 43-47],
 - une poursuite dudit mélange desdites eaux usées avec ladite boue en conditions aérobiques dans ledit au moins un réacteur biologique formant la suspension de matières solides dans la phase aqueuse [la fin de la période

"React" peut être considérée comme anticipant cette étape],
- une décantation de ladite boue avec obtention (i) d'eaux traitées formées desdites eaux usées sensiblement déplétées en matière organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et contenant éventuellement une première partie de microorganismes et (ii) d'un lit de boue formé de ladite matière organique ou assimilable par des microorganismes résiduelle et d'une deuxième partie de microorganismes [colonne 6, lignes 48-55: étape "Settle"],
- un soutirage d'au moins une partie desdites eaux traitées pour former un rejet d'eaux traitées [colonne 6, lignes 57-61: étape "Decant"].

De plus le réacteur biologique est un réacteur à mélange intégral muni de moyens d'agitation ["mixing device" 49] de manière à former un mélange complet.

D1 ne divulgue pas que la décantation de la boue est effectuée à une vitesse de décantation des matières solides dans la phase aqueuse comprise entre 1,2 m/h et 5 m/h. Cependant cette caractéristique n'est pas claire (voir le point VIII). Le procédé de D1 décrit des étapes identiques à celles du procédé de la revendication 1, qui est notamment basé sur cycle festin/famine. De plus D1 indique aussi qu'un certain équilibre doit être trouvé au niveau du nombre de bactéries filamenteuses [colonne 1-17]. On donc peut supposer que la vitesse de décantation de la boue est la même et que la caractéristique manquante est donc implicitement divulguée.

En tout état de cause la vitesse de décantation de la boue n'est pas une caractéristique distinctive claire. Elle ne peut donc pas contribuer à assurer la nouveauté de la revendication 1.

- 2.2 D1 décrit aussi une purge d'une partie de la boue à partir de ladite zone inférieure [voir la pompe 46 dans la Figure 3] du réacteur biologique, après la décantation [colonne 6, lignes 62-65], ladite partie de la boue purgée étant effectuée par soutirage de ladite suspension de matières solides dans la phase aqueuse.

L'objet de la revendication 3 n'est donc pas nouveau.

- 2.3 D1 ne décrit pas la présence de granules. Cependant comme le procédé de D1 décrit des étapes identiques à celui de la revendication 1, en particulier avec un cycle festin/famine, on peut supposer que les bactéries qui se développent sont les mêmes que celles obtenues par le procédé selon la présente demande.

L'objet de la revendication 4 ne semble donc pas nouveau.

- 2.4 D1 décrit que l'eau traitée est par exemple une eau usée industrielle [colonne 2, lignes 59-62]. L'objet de la revendication 7 ne semble donc pas nouveau.
- 2.5 D2 [Figure 3] divulgue un réacteur biologique [1] pour le traitement biologique d'eaux usées qui semble pouvoir être utilisé pour mettre en oeuvre le procédé selon la revendication 1. Ce réacteur biologique est un réacteur de type SBR (Sequential Batch Reactor) agencé pour recevoir les eaux usées et une boue munie de microorganisme, lesdites eaux usées et ladite boue munie de microorganismes formant un contenu. Il comprend une entrée pour les eaux usées [28] en communication fluïdique avec la zone supérieure, une sortie pour les eaux traitées [16; l'expression "zone supérieure" est vague; on peut considérer dans la Figure 3 que la sortie est en zone supérieure, notamment car elle se situe clairement au-dessus des moyens d'aération et de mélange et adaptée pour récupérer la phase aqueuse au-dessus de la boue décantée après la phase de décantation, qui sont décrits dans la demande comme correspondant à la partie centrale ou inférieure] en communication fluïdique avec la zone supérieure et des moyens d'agitation [36] dudit contenu, formant un réacteur biologique de type à mélange intégral.
- L'objet de la revendication 9 n'est donc pas nouveau.
- 2.6 D2 [Figures 3 et 8] décrit aussi:
- des moyens de soutirage [22] d'au moins une partie de ladite boue en communication fluïdique avec ladite zone inférieure ou centrale, agencés pour permettre la purge d'au moins une partie de ladite boue.
 - une entrée pour l'injection de gaz [26] en communication fluïdique avec ladite zone centrale ou ladite zone inférieure dudit réacteur biologique.
 - une cuve tampon [50] ou un bassin biologique [52], en communication fluïdique avec ledit au moins un réacteur biologique [10].
 - une cuve acidogène [le réservoir 50 pourrait être utilisé comme cuve acidogène] en communication fluïdique avec ledit au moins un réacteur biologique [52b] via une cuve tampon ou bassin biologique [52a].
 - un deuxième réacteur biologique [52] en parallèle avec le premier réacteur biologique [10], les deux réacteurs étant en communication fluïdique avec une cuve tampon [16].

L'objet des revendications 10-16 ne semble donc pas nouveau au vu de D2.

- 3 Les revendications 2, 5, 6 et 8 ne semblent pas inventives à présent car elles décrivent des options ou alternatives classiques et dont les effets semblent bien prévisibles pour la personne de métier. En relation avec la revendication 5, D1 décrit une deuxième alimentation en eaux usées [étape "React Fill"] pendant la période d'aération et sous agitation. Il n'y a aucune utilité particulière associée à l'ajout de l'eau usée dans la zone supérieure du réacteur plutôt que dans la zone inférieure puisque l'eau est agitée.

Les revendications 9-16 ne sont pas non plus inventives au vu de D1: en effet elle se distinguent du réacteur et des installations décrites dans D1 essentiellement en ce que l'alimentation en eaux usées se fait dans la zone supérieure du réacteur plutôt que dans la zone inférieure. Cette alternative représente une modification mineure de l'appareil qui est bien connue de l'homme de métier (voir par exemple D2).

- 4 Les revendications 1-8 ne semblent pas inventives au vu de D2, en particulier car D2 décrit un procédé qui peut comprendre aussi une étape d'alimentation en eaux usées, puis une étape anoxique sous agitation et une étape d'aération, suivie d'une étape de décantation puis d'une étape de soutirage [voir le paragraphe 44].

Ad point VIII

Certaines observations relatives à la demande

- 5 La revendication 1 n'est pas claire car elle définit le procédé en partie en terme de la vitesse de décantation à atteindre, soit entre 1.2 m/h et 5 m/h. La revendication tente donc de définir l'objet par le résultat recherché, ce qui revient simplement à énoncer le problème sous-jacent, sans indiquer les caractéristiques techniques nécessaires pour parvenir à ce résultat. Il semble en fait que des caractéristiques essentielles pour atteindre ce résultat manquent dans la revendication 1.

Il semble que l'invention est basée sur l'idée qu'une population de microorganismes comprenant des bactéries filamenteuses attachées à des granules décante relativement lentement et permet d'éviter une étape ultérieure

de filtration, en comparaison avec des procédés de bactéries uniquement sous forme de granules (voir la page 7, lignes 3-10), car les bactéries libres se trouvent alors captées par les bactéries filamenteuses attachées aux granules. Les conditions qui permettent d'assurer l'obtention d'un tel mélange de bactéries et la vitesse de décantation correspondante devraient donc être présentes dans la revendication.

- 6 La revendication 11 n'est pas claire et concise car elle décrit une caractéristique qui semble déjà être présente dans la revendication 9. On ne comprend donc pas comment le champ de la revendication 11 se distingue de celui de la revendication 9.
- 7 La revendication 14 n'est pas claire car elle définit la cuve acidogène en terme de sa fonction plutôt qu'en terme de caractéristiques d'appareil claires. Par conséquent toute cuve peut être considérée comme une cuve acidogène car il semble que toute cuve peut être utilisée comme cuve acidogène.
- 8 La revendication 15 n'est pas claire car elle ne précise pas si le deuxième réacteur biologique est défini par les mêmes caractéristiques que le premier réacteur biologique, ou si il peut s'agir de n'importe quel type de réacteur biologique.