

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**05.12.2012 Bulletin 2012/49**

(51) Int Cl.:  
**E21B 21/06<sup>(2006.01)</sup> E21D 9/04<sup>(2006.01)</sup>**  
**E21D 9/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **12169815.3**

(22) Date de dépôt: **29.05.2012**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**

(71) Demandeur: **M S**  
**63960 Veyre-Monton (FR)**

(72) Inventeur: **Guillaume, Alexandre**  
**63000 Clermont Ferrand (FR)**

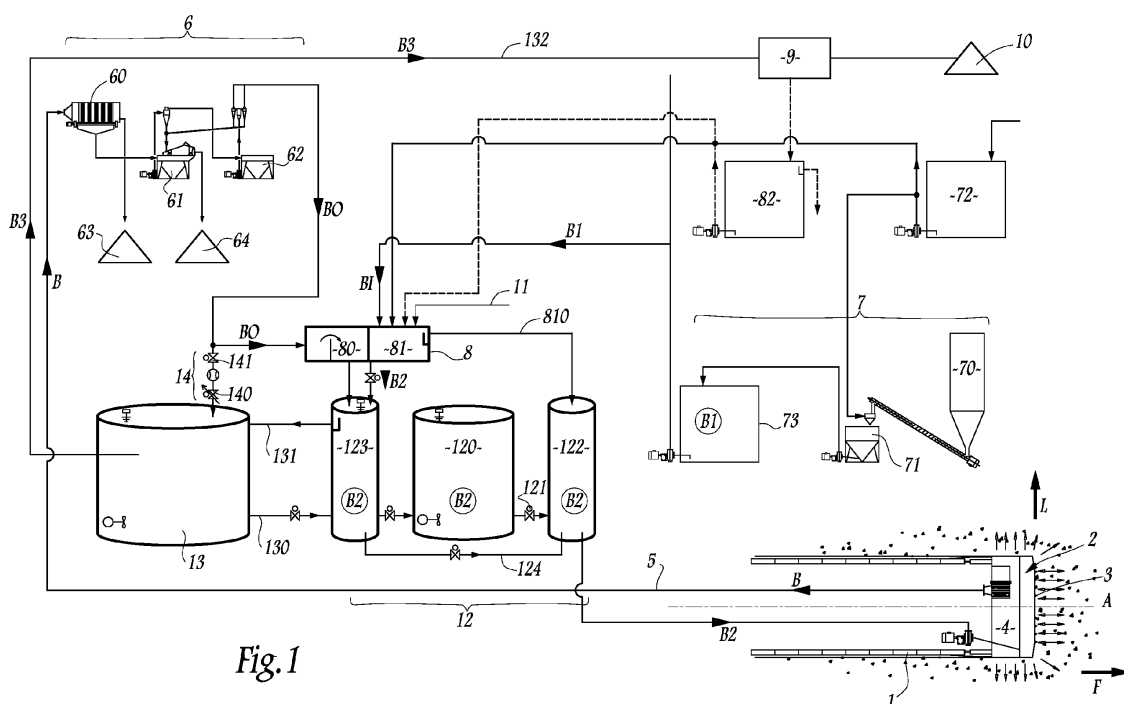
(74) Mandataire: **Myon, Gérard Jean-Pierre et al**  
**Cabinet Lavoix**  
**62, Rue de Bonnel**  
**69448 Lyon Cedex 03 (FR)**

(30) Priorité: **31.05.2011 FR 1154763**

(54) **Station de traitement des boues associée à un tunnelier à front d'attaque pressurisé et procédé de gestion d'une telle station.**

(57) Cette station de traitement des boues associée à un tunnelier (1) à front d'attaque pressurisé, comporte au moins un premier moyen (6) de régénération de la boue (B) provenant du front d'attaque du tunnelier, un deuxième moyen (7) de préparation de boue neuve dite boue mère (B1), un troisième moyen (8) de préparation d'un mélange de boue à utiliser dans le front d'attaque dite boue de marinage (B2), à partir des boues (B0, B1) issues des premier (6) et deuxième (7) moyens, un qua-

trième moyen (12) d'alimentation du front d'attaque en boue de marinage (B2), un cinquième moyen (13) de collecte et d'évacuation de la boue (B3) non utilisée, et non régénérable, un sixième moyen (14), intercalé entre les premier (6) et troisième (8) moyens et propre à diriger vers le cinquième moyen (13) une partie de la boue (B0, B1) issue du troisième moyen (8). Le sixième moyen (14) est adapté pour diriger, de manière réglable, vers le cinquième moyen (13) uniquement une partie de la boue (B0) régénérée issue du premier moyen (6).



**Fig. 1**

## Description

**[0001]** L'invention a trait à une station de traitement des boues associée à un tunnelier à front d'attaque pressurisé ainsi qu'à un procédé de gestion d'une telle station.

**[0002]** Un tunnelier à front d'attaque pressurisé est un engin de travaux publics comprenant, en partie avant, un bouclier circulaire dont une face est équipée d'une roue de coupe rotative. Cette roue de coupe creuse un tunnel dont le diamètre correspondant sensiblement au diamètre du bouclier. La roue de coupe travaille en pression. Elle est montée à l'avant d'une chambre, dite chambre d'abattage, selon le sens de déplacement du tunnelier.

**[0003]** La partie arrière du tunnelier, dénommée train suiveur, comprend, outre différents appareils permettant la circulation des fluides entre le tunnel et la surface, l'ensemble des dispositifs de pilotage, de sécurité et de mise en place de voussoirs constitutifs du tunnel. Un tunnelier fore le sol sur une distance correspondant globalement à la largeur d'un voussoir avant de s'arrêter pour assurer la mise en place de ce dernier à partir du train suiveur. Afin d'assurer son avance dans le sol, le tunnelier avance en prenant appui sur les voussoirs mis précédemment en place.

**[0004]** La roue de coupe travaille sous pression afin d'équilibrer la pression hydrostatique exercée par les couches géologiques sur le bouclier du tunnelier. Les pressions exercées par le sol sur la roue de coupe sont généralement comprises entre 1 et 5 bars et peuvent, dans certains cas, être supérieures à 12 bars.

**[0005]** Ce type de tunnelier est particulièrement utilisé soit pour intervenir dans des terrains, présentant une pression hydrostatique élevée, soit dans des terrains avec des matériaux pulvérulents et/ou avec des risques élevés de colmatage dus, par exemple, à une nature argileuse du sol.

**[0006]** De la boue est injectée sous pression à l'avant du front d'attaque à partir de la chambre d'abattage. Cette boue, outre un rôle de lubrification de la roue de coupe, permet d'assurer la stabilité des parois de l'excavation. La boue, amenée à partir de la surface, permet également lors de son trajet de retour jusqu'à la surface, d'assurer le transport des matériaux issus de l'excavation. La circulation de la boue dans la chambre d'abattage permet ainsi de maintenir une pression constante au niveau de la roue de coupe. Le maintien en pression de la boue ainsi injectée à l'avant du tunnelier est réalisé par des pompes, dite de marinage. Si besoin, une bulle d'air comprimé réalisée en arrière de la chambre d'abattage complète le maintien en pression.

**[0007]** La boue utilisée comprend généralement de la bentonite. Une telle argile, du fait de ses qualités rhéologiques, est injectée sur le front de coupe afin de consolider et de stabiliser ce dernier en formant un revêtement imperméable sur les parois, ce qui permet de maintenir en forme l'excavation jusqu'à la mise en place des voussoirs.

**[0008]** La bentonite est une argile non newtonienne qui a pour propriété d'être liquide lorsqu'elle est en mouvement, c'est-à-dire lorsqu'elle est véhiculée dans les conduites et/ou projetée, et de former une pâte séchant rapidement en absence de contrainte, c'est-à-dire au repos, une fois projetée sur les parois de l'excavation.

**[0009]** La boue entrant et sortant du tunnelier est gérée par une station de traitement et de préparation des boues qui est reliée, en permanence, à la tête du tunnelier. Cette station doit assurer un approvisionnement régulier en boue tant en quantité, c'est-à-dire en débit, qu'en qualité, notamment par rapport à des caractéristiques rhéologiques déterminées. Pour cela, il convient d'adapter la boue à la nature du sol que creuse le tunnelier. Ce sol peut être plus ou moins argileux, plus ou moins dur avec la présence de zones dites polluées, notamment en milieu urbain. Les zones polluées comportent, par exemple, des portions d'ouvrages en béton, ce qui est typiquement le cas en début et en fin de creusement du tunnel puisque le tunnelier doit forer la paroi du puits par lequel il a été descendu ou par lequel il sera remonté. La pollution peut être également constituée par du gypse ou par des zones de sel qui vont également altérer les caractéristiques de la boue.

**[0010]** Par ailleurs, il faut adapter les caractéristiques de la boue injectée aux contraintes de forage liées à la nature du sol et/ou aux interventions à réaliser sur le tunnelier. La boue injectée sur le front de coupe peut ainsi être constituée exclusivement de boue dite mère, c'est-à-dire d'une solution aqueuse de bentonite ou, à l'inverse, constituée uniquement de boue recyclée et/ou dépourvue de bentonite. En effet, la boue usée provenant de la roue de coupe, comprend une partie de la boue mère injectée, non utilisée, et des matériaux de déblaiement. Cette boue usée est, dans un premier temps, recyclée.

**[0011]** Il convient donc de maîtriser et d'optimiser en temps réel la boue dite de marinage que l'on injecte au niveau du front d'attaque du tunnelier, c'est-à-dire le mélange comprenant de la boue mère, donc de la boue neuve qui comporte de la bentonite fraîchement mise en solution, et de la boue déjà utilisée, dite recyclée ou régénérée. Pour cela, les caractéristiques de la boue de marinage sont, en continu, adaptées aux conditions rencontrées par la roue de coupe.

**[0012]** Pour optimiser la gestion des boues, on connaît par FR-A-2 754 850 une station de traitement des boues où, en amont d'un bac formant une réserve tampon de boue préalablement à son injection au niveau de la roue de coupe, on dispose un bac de traitement dans lequel s'effectue le mélange des boues mère et recyclée. Ce bac est pourvu, en amont, d'un moyen d'évacuation du surplus du mélange de boue. Ce moyen est formé par une vanne à flotteur. On ne prend ainsi qu'une quantité donnée du mélange de boues réalisé dans le bac de traitement. A l'aide de cette vanne à flotteur, le surplus de boue est dirigé vers un bac de stockage de boue usée avant son traitement en tant que déchet ultime, par exem-

ple, par pressage en galettes.

**[0013]** Une telle solution permet effectivement d'avoir, en permanence, une quantité donnée de boue correspondant au mélange qu'on veut réinjecter et qui a été préparé dans le bac de marinage. Ce bac permet d'avoir un débit constant et régulier de boue au niveau de la roue de coupe.

**[0014]** Une telle solution, dite de gestion de niveau haut, entraîne néanmoins le rejet, dans certains cas, d'un mélange de boues très riche en boue mère, donc en bentonite, et cela dans des proportions relativement importantes. En d'autres termes, même si ce système permet d'optimiser le bilan volumique de boue en compensant notamment toute perte de boue en volume et en maintenant l'équilibre du débit massique, c'est-à-dire en ayant une densité connue de la boue réinjectée au niveau de la roue de coupe, il n'en demeure pas moins, dans le cas où la boue mère est présente en quantité importante dans le circuit, qu'une quantité non négligeable de cette boue mère, réalisée à partir de bentonite, n'est pas du tout utilisée et se trouve directement traitée comme un déchet.

**[0015]** Ceci est d'autant plus marqué que, lors de certaines opérations de maintenance, pour sécuriser la chambre d'abattage dans laquelle intervient du personnel, on injecte une boue de marinage composée quasiment que de boue mère, c'est-à-dire une solution de bentonite quasiment pure. Cette injection se fait sans passer par le bac de mélange, avant l'intervention. Une fois l'intervention réalisée, lors du redémarrage, la vanne flotteur est dans une position où on purge les conduites et donc on évacue de la boue mère restant dans les conduites et non utilisée, cela pour maintenir le débit.

**[0016]** Inversement, dans certains cas, il n'est pas nécessaire d'avoir un pourcentage élevé de boue mère dans la boue de marinage, celle-ci pouvant être quasiment exclusivement composée de boue régénérée. Par ailleurs, il est intéressant d'éviter d'incorporer, temporairement, de la boue mère dans la boue de marinage, par exemple lorsque le tunnelier fore dans un sol pollué, pour éviter la pollution de la boue mère. Dans ce cas, de la boue recyclée peut convenir.

**[0017]** Par ailleurs, le fonctionnement d'une telle vanne à flotteur est commandé par le seul niveau de boue dans le bac, sans possibilité de réglage. De plus son entretien n'est pas aisé.

**[0018]** C'est à ces inconvénients et contraintes qu'entend particulièrement répondre l'invention en proposant une station de traitement des boues permettant d'optimiser la qualité de la boue de marinage, tout en limitant la perte de boue mère avant sa première utilisation.

**[0019]** A cet effet l'invention a pour objet une station de traitement des boues associée à un tunnelier à front d'attaque pressurisé, comportant au moins un premier moyen de régénération de la boue provenant du front d'attaque du tunnelier, un deuxième moyen de préparation de boue neuve dite boue mère, un troisième moyen de préparation d'un mélange de boues à utiliser dans le

front d'attaque, dite boue de marinage, à partir de boues issues des premier et deuxième moyens, un quatrième moyen d'alimentation du front d'attaque en boue de marinage, un cinquième moyen de collecte et d'évacuation de la boue non utilisée et non régénérable, un sixième moyen, intercalé entre les premier et troisième moyens et propre à diriger vers le cinquième moyen une partie de la boue issue du troisième moyen, **caractérisée en ce que** le sixième moyen est adapté pour diriger, de manière réglable, vers le cinquième moyen, uniquement une partie de la boue régénérée issue du premier moyen.

**[0020]** Ainsi, avec ce sixième moyen, on peut n'injecter dans le troisième moyen de préparation du mélange de boues que la quantité nécessaire de boue régénérée et donc, de ce fait, optimiser la quantité de boue mère à incorporer à la boue de marinage. Ceci permet, au moins, de limiter les rejets de boue « neuve » avant sa première utilisation. Le rejet de boue à effectuer pour adapter la rhéologie et/ou le débit et/ou la densité de la boue de marinage est fait préalablement à l'injection de boue mère dans la boue de marinage, à partir de la boue régénérée.

**[0021]** Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention une telle station peut incorporer une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le sixième moyen comprend au moins une vanne papillon disposée sur le trajet de la boue entre le premier moyen et le troisième moyen.
- Au moins une vanne de sécurité, de type tout ou rien, est disposée en amont de la vanne papillon selon le sens d'écoulement de la boue.
- Le sixième moyen est disposé pour alimenter par gravité au moins un bac constitutif du cinquième moyen.
- Le bac constitutif du cinquième moyen est relié par une conduite à un bac intermédiaire situé en sortie du troisième moyen et propre à recevoir la boue de marinage.
- Le bac intermédiaire est relié par une conduite, d'une part, à un bac de stockage temporaire de la boue de marinage et, d'autre part, par une conduite à un bac d'alimentation du tunnelier en boue de marinage.
- Au moins une conduite de liaison entre les différents moyens est équipée d'une vanne permettant de régler le débit de boue transféré.
- Au moins un bac constitutif du quatrième moyen est pourvu d'un capteur de niveau.

**[0022]** L'invention a également trait à un procédé de gestion d'une station de traitement telle que mentionnée ci-dessus comprenant au moins des étapes consistant à :

- a) définir des caractéristiques voulues de la boue de marinage,
- b) selon les caractéristiques définies à l'étape a), adapter les caractéristiques de la boue régénérée,

- c) selon les caractéristiques définies aux étapes a) et b), produire de la boue mère avec des caractéristiques données,
- d) définir la quantité de boue présente dans le quatrième moyen,
- e) à l'aide du sixième moyen, n'utiliser que la quantité nécessaire de boue régénérée pour obtenir, par mélange de la boue régénérée avec la boue mère, les caractéristiques voulues de la boue de marinage.

**[0023]** L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre d'une station de traitement des boues conforme à l'invention, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un diagramme synoptique d'une telle station de traitement des boues conforme à l'invention et
- la figure 2 est un diagramme illustrant la gestion des caractéristiques des boues dans la station de traitement des boues illustrée à la figure 1.

**[0024]** Un tunnelier 1 est schématiquement et partiellement représenté, en coupe longitudinale, en partie basse à droite de la figure 1. Seule la partie avant du tunnelier, à savoir le bouclier, est représentée. Le train suiveur, connu en soi, n'est pas illustré. Une roue de coupe forme l'extrémité avant du tunnelier destinée à être en contact avec le sol à creuser. Elle comprend une roue rotative 2, pourvue d'éléments 3 coupants et/ou abrasifs. La roue de coupe 2 est montée rotative autour d'un axe longitudinal A du tunnelier 1. La roue 2 fore ainsi le sol selon une direction parallèle à l'axe longitudinal A du tunnelier 1, cette direction correspondant à la trajectoire du tunnelier dans le sol.

**[0025]** A l'arrière de cette roue de coupe 2 se trouve une chambre 4 maintenue, si besoin, en pression par une bulle d'air comprimé. Un tel cas se produit lors des opérations de maintenance, en particulier lors du changement des éléments de coupe de la roue 2. Pour cela, le tunnelier recule pour dégager un espace entre la roue 2 et le sol permettant aux opérateurs d'intervenir. Afin de garantir leur sécurité et de limiter les risques d'effondrement, de l'air comprimé est injecté dans cet espace. Cette chambre 4 est dénommée chambre d'abattage. Elle communique avec l'extérieur du tunnelier et participe avec des pompes d'injection de la boue, dite pompes de marinage, à envoyer sous pression, tant latéralement que frontalement, de la boue au niveau de la roue de coupe 2. Ces injections de boue sont représentées par les flèches F et L.

**[0026]** Cette boue est destinée non seulement à faciliter le forage, en lubrifiant la roue 2, mais également, une fois solidifiée, à consolider et à stabiliser l'excavation, en arrière de la roue 2. Une telle boue est dénommée dans la suite « boue de marinage B2 ».

**[0027]** La boue de marinage B2 est amenée jusqu'à la roue 2 par des conduites, à partir de la surface. D'autres conduites permettent, à partir de la chambre d'abattage 4, de collecter la boue de marinage non utilisée, c'est-à-dire non solidifiée, ainsi que les matériaux excavés. Ces derniers sont entraînés par la boue de marinage non utilisée afin de les évacuer vers la surface.

**[0028]** On désigne par boue usée B le mélange de boue de marinage B2 non utilisée et de débris d'excavation que l'on évacue vers la surface. Ainsi, une partie de la boue de marinage B2 reste dans le tunnel comme produit de renforcement des parois et une partie forme un moyen de transport des matériaux excavés.

**[0029]** La boue usée B provenant du tunnelier 1 est collectée à l'arrière de la chambre 4 et amenée par des conduits 5 jusqu'à un premier moyen 6 de régénération de la boue.

**[0030]** Ce premier moyen 6 est situé en surface, à proximité de la zone de travail du tunnelier. Il comprend plusieurs appareils, connus en soi, permettant de recycler la boue B. Pour cela, la boue B passe dans un premier appareil permettant d'évacuer les débris de plus gros calibre, typiquement de plus de 6 mm. Ce premier appareil effectue une opération dite de scalping ou précriblage. Lors des opérations suivantes, les sables, c'est-à-dire les débris de calibre inférieur à 6 mm, sont évacués. Ces opérations sont dites de desablage ou dessablage et de desilting ou débourbage, selon le calibre des débris traités.

**[0031]** Ce premier moyen 6 comprend, dans l'exemple, des appareils 60, 61, 62, connus en soi, assurant respectivement successivement le précriblage, le desablage et le débourbage de la boue B. L'appareil de précriblage comprend un filtre rotatif 60 dénommé trommel. Les appareils de dessablage et de débourbage comprennent des hydrocyclones 61, 62 dont les caractéristiques sont adaptées à la géologie des terrains traversés et donc à la boue B à traiter.

**[0032]** Les matériaux solides séparés et non utilisables, à savoir les gros débris ou cailloux 63 et les sables 64 issues des appareils 60 à 62 sont essorés et évacués, avant une utilisation par exemple comme remblai ou dans des cimenteries.

**[0033]** En fonction des besoins en boue de marinage B2 et donc de la nature du terrain, les opérations réalisées par le premier moyen 6 sont adaptées, notamment au niveau des caractéristiques des appareils 60 à 62 et/ou de leur nombre.

**[0034]** On obtient ainsi, en sortie du premier moyen 6, une boue dite boue régénérée B0 comprenant de l'eau, une certaine quantité de matériaux fins, solides, provenant du terrain excavé et qui n'ont pas été récupérés par les appareils 60 à 62 et de la boue de marinage B2. Cette boue B0 est en fait une boue B issue du travail de tunnelier de laquelle on a retiré les débris d'excavation, au moins les plus gros.

**[0035]** Cette boue B0 régénérée peut être réinjectée dans le circuit d'alimentation en boue du tunnelier. Avan-

tageusement, la boue régénérée B0 est mélangée avec de la boue neuve, dite boue mère B1, avant d'être renvoyée dans le tunnelier.

**[0036]** La station de traitement des boues comprend un second moyen 7 de préparation de la boue neuve B1. Les appareils constitutifs de ce second moyen 7 comprennent un silo 70 destiné à stocker de la bentonite. Les caractéristiques rhéologiques de ce type d'argile sont connues et maîtrisées. En particulier, la bentonite est une argile de type non newtonien, thixotrope, sa viscosité apparente diminuant avec le cisaillement et cela de manière réversible. De plus, sa capacité à absorber l'eau et à gonfler est utilisée pour assurer l'étanchéité de certains ouvrages, par exemple des bassins.

**[0037]** Un appareil de mélange 7, également connu en soi, assure la mise en solution de la bentonite provenant du silo 70. La mise en solution aqueuse de la bentonite est réalisée à partir d'eau du réseau stockée dans un réservoir 72. On obtient ainsi de la boue neuve, dite boue mère B1, qui est stockée dans au moins un réservoir tampon 73 avant toute utilisation.

**[0038]** La station de traitement des boues comprend un troisième moyen 8 de préparation de la boue destinée à être réinjectée au niveau du front d'attaque du tunnelier 1. Cette boue, appelée boue de marinage B2, est préparée dans un bac 8, dit bac de marinage, comportant deux compartiments 80, 81 indépendants et ne communiquant pas entre eux. Dans un mode de réalisation non illustré, le bac 8 comprend plus de deux compartiments.

**[0039]** Un compartiment 80 est relié au premier moyen 6 de régénération de la boue. Ainsi, le compartiment 80 reçoit la boue régénérée B0. L'autre compartiment 81 est relié au réservoir tampon 73 contenant de la boue mère B1. Ce second compartiment 81 est également relié au réservoir 72 d'eau propre ainsi qu'à un autre réservoir 82 d'eau recyclée. Cette eau recyclée provient, d'une part, du premier moyen 6 de traitement de la boue B et, d'autre part, d'un traitement de la boue non utilisée B3 qui est stockée dans un quatrième moyen 13 de collecte et d'évacuation de la boue non utilisée et non régénérable. Cette boue B3 est, en traitement ultime, séparée par un moyen 9 en eau et en déchets solides 10. Les déchets solides 10 sont, de manière connue, compactés et destinés à un usage en travaux publics, par exemple comme remblai. En variante non illustrée, le compartiment 81 n'est relié qu'à un réservoir 72 d'eau propre ou un réservoir 82 d'eau recyclée.

**[0040]** Le compartiment 81 est également équipé de dispositifs 11 d'injection d'additifs par exemple des polymères, du gaz carbonique pour ajuster le PH ou tout autre élément que l'on souhaiterait incorporer dans le mélange destiné à préparer la boue de marinage B2. A cet effet, les deux compartiments 80, 81 sont pourvus de conduites d'arrivée et de sortie à débit réglable soit par gravité, soit grâce à des vannes connues en soi. Ces vannes permettent, si besoin, d'empêcher toute circulation dans la conduite. Ainsi le moyen 8 permet de collecter des boues B0 et B1 avant de les distribuer, de manière

contrôlée, dans un moyen d'alimentation du tunnelier.

**[0041]** La boue de marinage B2, obtenue en sortie du troisième moyen 8 de préparation, par mélange de boue mère B1 et de boue régénérée B0, est ainsi dirigée vers un quatrième moyen 12 d'alimentation du tunnelier 1 en boue de marinage B2. Ce quatrième moyen 12 comporte au moins une cuve 120 de stockage temporaire de la boue B2 dont la contenance permet, en cas de besoin, d'assurer l'alimentation en boue B2 de la roue de coupe 2 du tunnelier, lors du temps nécessaire à la mise en sécurité du front d'attaque, c'est-à-dire par exemple lors de la mise en place d'un voussoir. La contenance de la cuve 120 correspond généralement à au moins 15 minutes de fonctionnement du tunnelier.

**[0042]** Le bac 120 est relié, par au moins une conduite 121 à débit variable permettant, si besoin, d'isoler le bac 120, à un bac 122 d'alimentation du tunnelier. Ce bac 122 est également connecté par une conduite 810 à débit variable au compartiment 81. Pour plus de lisibilité, la vanne, connue en soi, assurant la variation du débit n'est pas illustrée. Ainsi, il est possible d'envoyer directement de la boue mère B1 dans le tunnelier 1 sans qu'elle soit mélangée avec de la boue régénérée B0.

**[0043]** Le quatrième moyen 12 comprend également un bac intermédiaire 123, relié au bac de marinage 8. La liaison est double. Elle est effectuée directement avec le compartiment 80 et avec une sortie du bac 8 commune aux deux compartiments 80, 81. Ainsi, le bac 123 peut recevoir la boue mère B1 et/ou la boue régénérée B0. Avantageusement, le bac 123 est alimenté simultanément et de manière réglable en boues B0 et B1. En d'autres termes, le bac 123 assure l'homogénéisation des boues B0, B1 préalablement à leur injection dans le bac 120.

**[0044]** Le bac 123 est pour cela relié, avec une possibilité de variation du débit, donc d'isolation, au bac 120, ce qui permet d'ajuster en qualité et en quantité le stock tampon de boue B2 avant son injection dans le tunnelier.

**[0045]** Il est à noter que dans cette station, les variations des débits sont préférentiellement réalisées par des pompes et par des vannes. Certaines vannes sont des vannes d'isolation, de type tout ou rien.

**[0046]** Le bac 123 est également relié, directement et de manière contrôlée, au bac d'alimentation 122 par une conduite à débit réglable 124, réalisant ainsi une liaison de type by-pass. On peut, grâce à la conduite 124, injecter de la boue dans le tunnelier, sans passer par le bac tampon 120.

**[0047]** Le bac 123 est aussi relié au cinquième moyen 13 permettant la collecte et l'évacuation de la boue non utilisée B3.

**[0048]** Ce cinquième moyen comprend une cuve 13 reliée aux différents moyens 6, 8, 9 et 12. Cette cuve 13 a, un volume adapté aux quantités de boues à traiter et à leur charge en particules solides, donc à la nature du sol foré. Avantageusement, la cuve 13 est adaptée pour recevoir la boue inutilisée produite lors du fonctionnement du tunnelier. Si besoin, plusieurs cuves 13, éven-

tuellement de volumes différents, sont mises en cascade ou en parallèles.

**[0049]** La cuve 13 est reliée au bac 123, par une conduite 130 à débit réglable. La conduite 130 permet, si besoin, d'injecter de la boue dans le bac intermédiaire 123. Cette injection par la conduite 130 est notamment utilisable lorsque la cuve 13 comprend essentiellement de la boue régénérée B0. Un trop plein 131 permet de renvoyer de la boue B2 à partir du bac 123 dans la cuve 13.

**[0050]** Une conduite 132 relie la cuve 13 à des moyens 9 et 10 de séparation de la boue B3 en eau et en phase solide sous forme de galettes pressées. Les moyens 9, 10 assurent ainsi le traitement final de la boue B3 non utilisée pour la transformer en déchet ultime.

**[0051]** La cuve 13 est également reliée à un sixième moyen 14 de distribution sélective de la boue régénérée B0.

**[0052]** Ce sixième moyen 14 est intercalé sur le trajet de la boue régénérée B0 entre la sortie du premier moyen 6 de régénération de la boue B0 et le troisième moyen 8 de préparation de la boue de marinage B2. Il permet de diriger, de manière réglable, une partie de la boue régénérée B0 vers le cinquième moyen 13. En d'autres termes, une fois recyclée, c'est-à-dire débarrassée des déchets solides, la boue régénérée B0 n'est pas toute redirigée vers le troisième moyen 8 pour être mélangée à de la boue mère B1 en vu de la préparation de la boue de marinage B2 et de son envoi dans le tunnelier. Seule la quantité nécessaire de boue B0 est réinjectée dans le circuit de préparation de la boue de marinage B2 au niveau du troisième moyen 8. La boue B0 non utilisée est dirigée directement vers le cinquième moyen 13 à travers le même moyen 14 pour être traitée et transformée en déchet ultime.

**[0053]** Pour cela, le sixième moyen 14 comprend avantageusement au moins une vanne papillon 140 ou tout autre type de vanne permettant une ouverture pilotée et donc variable de l'alimentation en boue régénérée B0 du troisième moyen 8.

**[0054]** On gère ainsi le niveau de boue présente dans les différents bacs 120, 122 et 123, cela afin de maintenir un niveau donné dans les bacs. Pour cela, au moins un capteur de niveau, non illustré, est installé dans au moins un des bacs 120, 122, 123. Avantageusement, des capteurs sont installés dans les bacs 120 et 123.

**[0055]** Dans un autre mode de réalisation non illustré, tous les bacs 120, 122, 123 sont pourvus d'un capteur de niveau.

**[0056]** Avantageusement au moins une vanne de sécurité 141, de type tout ou rien, est prévue en amont de la vanne 140 selon le sens d'écoulement de la boue B0.

**[0057]** La présence d'une vanne papillon 140 permet de contrôler les débits instantané et cumulé de la boue B0 provenant du premier moyen 6. Il est possible de disposer autrement les organes constitutifs du premier moyen 6. En particulier, les hydrocyclones 61, 62 ne sont plus nécessairement disposés en hauteur pour alimenter

par gravité le moyen 14.

**[0058]** Ainsi, le cinquième moyen 13 ne collecte que la seule quantité de boue régénérée B0 qui ne sera pas réutilisée. En d'autres termes, la cuve 13 n'est alimentée, en fonctionnement normal, que par de la boue régénérée B0 et non par de la boue mère B1. Or, une quantité importante de boue B1 de haute qualité, donc avec une teneur en bentonite forte, dans de la boue B0 dirigée vers le bac 13 puis vers les moyens 9, 10 de traitement, induit des difficultés de préparation, par colmatage des appareils. La présence de boue de marinage B2 dans la cuve 13 est exceptionnelle et ne se produit que par débordement du bac 123 dans la cuve 13, par le trop plein 131. De même, si le compartiment 81 est le seul à alimenter le bac 123, celui-ci peut, par débordement via le trop plein 131, alimenter en boue B2, la cuve 13. Dans ce cas, il est possible de la réinjecter dans le circuit, c'est-à-dire dans le bac 123 par la conduite 130. La conduite 130 permet d'alimenter le bac 123 relié directement par la conduite 124 au bac 122 lorsque le bac 120, est isolé. Ainsi, par la conduite 130, à partir de la cuve 13 et en passant par le bac 123, on assure l'approvisionnement de la boue B2 du bac d'alimentation 122. Un tel circuit est utilisé, par exemple, lorsque le terrain est contaminé par du béton et que l'on souhaite protéger le bac 120 contenant de la boue de marinage B2.

**[0059]** La conduite 130 permet ainsi, de manière contrôlée, par gravité, d'alimenter le bac 123 en boue régénérée B0, afin d'adapter les caractéristiques de la boue de marinage B2 injectée dans le tunnelier.

**[0060]** Une telle configuration et la présence du sixième moyen 14 permet de ne pas polluer les bacs d'alimentation 120, 122, 123 contenant de la boue de marinage B2, c'est-à-dire toute installation contenant potentiellement de la boue mère B1, donc de la bentonite en fortes proportions.

**[0061]** La position du sixième moyen 14, en amont des compartiments 80, 81 et du bac 123, donc sur le seul circuit de la boue régénérée B0 induit que la boue B1 ne peut plus être jetée avant sa première utilisation.

**[0062]** Toutes les cuves 13 et les bacs 80, 81, 120, 122, 123 dans lesquels les boues B0, B1, B2, B3 sont stockées pour une durée plus ou moins longue sont pourvues de moyens de mélange connus en soi, ainsi que d'autres instruments et capteurs tels que débitmètre, dispositif de prise d'échantillon, capteurs de densité, de turbidité, de PH, de température ou d'autres paramètres.

**[0063]** Cette station de traitement équipée du sixième moyen 14 permet d'optimiser la gestion des boues B, B0, B1, B2 et B3, notamment de maîtriser les coûts liés à la production de boue mère B1. Cette optimisation est réalisée sur la base d'un procédé qui est maintenant décrit en référence à la figure 2.

**[0064]** La station est adaptée pour, si besoin, fonctionner même lorsque le tunnelier est à l'arrêt, par exemple pour reconstituer les réserves de boues B1, B2 ou pour traiter les boues B3 afin de vider la cuve 13. Il est ainsi possible, lorsque le tunnelier est à l'arrêt, de traiter les

boues B et B3, de refaire les niveaux dans les différents bacs et/ou de préparer de la boue mère B1.

[0065] Par ailleurs il est possible de modifier une station de traitement des boues existante pour incorporer les différents moyens de traitement de la boue évoqués, notamment, le moyen 14 de distribution de la boue B0. Les autres aménagements concernent, outre le nombre, le dimensionnement et les conduites de liaison entre les différents bacs et cuves, la mise en place d'un automate de gestion du fonctionnement de la station.

[0066] Un exemple d'un procédé de gestion des caractéristiques des boues dans la station est maintenant décrit.

[0067] A partir de capteurs, non illustrés et connus en soi, situés au niveau du front d'attaque on connaît la nature géologique du sol à forer et donc on définit, dans une première étape, le débit Q2 et la densité d2, c'est-à-dire la rhéologie, voulus de la boue B2 à injecter au niveau de la roue de coupe 2.

[0068] Compte tenu des caractéristiques de cette boue B2 et de la boue B provenant du tunnelier, les paramètres du premier moyen 6 de régénération sont adaptés dans une seconde étape, afin d'obtenir une boue régénérée B0 de caractéristiques connues, donc avec un débit Q0 et une densité d0 donnés.

[0069] Dans une troisième étape, en fonction de ces caractéristiques des boues B0 et B2, on produit de la boue mère B1 avec des caractéristiques rhéologiques données, à savoir avec un débit Q1 et une densité d1 donnés, en faisant notamment varier la concentration en bentonite.

[0070] Dans une quatrième étape, en sortie du premier moyen 6, au niveau du sixième moyen 14, on ne dirige vers le bac de préparation 8 que la quantité nécessaire de boue régénérée B0 pour, avec la boue mère B1, obtenir la qualité et la quantité voulues de la boue de marinage B2. Si besoin, des additifs seront incorporés lors de la préparation de la boue de marinage B2. Le surplus, non utilisé, de la boue B0 est alors évacué dans la cuve 13.

[0071] Si l'on a besoin, au niveau du front d'attaque, de boue de marinage B2 de haute qualité rhéologique pour sécuriser les parois du tunnel, par exemple en cas d'intervention, on peut n'injecter que la boue mère B1, en passant directement du compartiment 81, jusqu'au bac d'alimentation 122, en court-circuitant le bac tampon 120, par la conduite 810. La boue passe prioritairement par la pompe car le niveau de la boue B2 dans le bac 122 est inférieur à celui de la boue B2 dans les bacs 120, ce dernier apportant le complément nécessaire de boue directement du compartiment 80 aux bacs 123 puis 122.

[0072] Inversement, si l'on a besoin de boue de faible qualité rhéologique, par exemple pour forer dans un sol pollué, on peut n'utiliser pratiquement que de la boue régénérée B0. Pour cela, en fermant la vanne 140, on dirige le flux de boue B0 dans le compartiment 80 puis comme via le bac 123, jusqu'au bac 122 en court circuit le bac 120 qui contient de la boue de marinage B2 prête

pour une utilisation lors d'un prochain cycle.

[0073] En variante, en ouvrant la vanne 140, pour autant que ses dimensions soient adaptées si nécessaire pour remplir la cuve 13, et en isolant le bac 8 du bac 123, on injecte, par la conduite 130, la boue B0 de la cuve 13 dans le bac 123 puis, directement, dans le bac 122, comme précédemment.

[0074] La gestion des caractéristiques des boues B2 à injecter est effectuée, par un automate, à partir de calculs basés sur des données collectées à différents endroits de la station, entre autres à partir des mesures de débit, de niveau dans les bacs, de densité. Il s'agit, entre autres, de définir les caractéristiques de la boue mère B1 que l'on doit préparer et la quantité de boue B0 régénérée à incorporer selon les caractéristiques souhaitées de la boue de marinage B2 à injecter au niveau du tunnelier.

[0075] Des mesures de débit et de densité sont effectuées, par des moyens connus, au niveau des entrées et des sorties des différents moyens 6, 7, 8, 13 de traitement de la boue étant entendu que toutes les conduites de liaison entre les différents moyens sont équipées de vannes permettant de régler le débit de boue transférée, ce réglage permet également d'avoir un débit maximal ou nul.

[0076] Certaines formules mathématiques permettant le calcul des différentes caractéristiques préétablies des boues mère B1 et de marinage B2 sont maintenant décrites en utilisant les références Q0 à Q3 qui représentent les débits des boues B0 à B3, exprimés en m<sup>3</sup>/h et les références d0 à d3 qui représentent les densités de ces boues.

[0077] Par exemple, à partir de la densité d1 de la boue mère B1, la formule  $(D-1) \times 1000 \times K$ , avec K qui est un coefficient donné par la relation  $K = \gamma_s / \gamma_s - 1$  avec  $\gamma_s$  désignant la densité spécifique réelle d'une particule du sol, permet d'obtenir une concentration en matière sèche exprimée en kg/m<sup>3</sup>. Cette formule appliquée aux boues B0 à B2 permet de connaître la concentration en matière sèche de ces boues.

[0078] Il est ainsi aisé de calculer la concentration en matière sèche de la boue B1, soit à préparer soit préparée. Dans une telle configuration, le débit Q1 de la boue mère B1 est égal au débit Q2 de la boue B2 multiplié par la différence de densité entre la boue recyclée B0 et la boue de marinage B2 que divise la différence de densité entre les boues recyclée B0 et mère B1. Cette relation satisfait l'équation suivante :

$$Q1 = Q2 \times (d0-d2/d0-d1).$$

[0079] Le débit de boue évacuée pour être traité en déchet ultime, c'est-à-dire le débit Q3 de boue usée B3 est égal au débit Q0 de boue régénérée B0 plus le débit Q1 de boue mère B1 moins le débit Q2 de boue de marinage B2 réinjectée dans le tunnelier. En d'autres ter-

mes, le débit Q3 de boue B3 destinée au traitement ultime est obtenu par différence entre les débits Q0, Q1 des boues B0, B1 entrant dans la station de traitement et le débit Q2 de la boue B2 en sortant. Cette relation satisfait l'équation suivante :  $Q3 = (Q0+Q1)-Q2$ .

**[0080]** Les autres débits et concentrations en boues se déduisent également de ces équations.

**[0081]** A partir des mesures de débit et de densité, on peut donc calculer et adapter les débits Q0, Q1, Q2 des boues B0, B1, B2 ainsi que la concentration en boue mère B1 à préparer.

**[0082]** Il est à noter que la boue mère B1 peut comprendre, si besoin, non seulement de la bentonite mais également une incorporation à un pourcentage donné d'argile locale. Ceci permet de faire varier la concentration en boue mère B1 d'une boue mère composée exclusivement de bentonite à une boue mère composée exclusivement d'argile locale, celle-ci ayant, de préférence, des caractéristiques proches de celle de la bentonite lorsqu'elle est en solution aqueuse. Cette incorporation d'argile locale est réalisée avantageusement au niveau du deuxième moyen de préparation 7.

**[0083]** Un automate, appliquant ces équations à partir de mesures de densité et de débit, permet de gérer l'ouverture et la fermeture des différentes vannes disposées à divers endroits du circuit afin de faire varier le débit et/ou la concentration et/ou la densité de la préparation de boue B2, notamment de sa teneur en bentonite, donc en boue mère B1.

**[0084]** En particulier, en fonction de la quantité de boue mère B1 nécessaire pour réaliser la boue de marinage B2 et du niveau des bacs 120, 123, l'automate ouvre plus ou moins la vanne papillon 140 afin d'évacuer une quantité donnée de boue régénérée B0, avant son envoi dans les bacs 120, 123. De cette manière on libère, dans le circuit, un volume correspondant à celui de la boue mère B1 à ajouter : il n'y a donc plus de perte, au niveau du sixième moyen 14, de boue mère B1 non encore utilisée.

**[0085]** On contrôle ainsi le débit de fuite de la boue B0 en tant que déchet ultime.

**[0086]** Une telle station fonctionne, de manière préférentielle et si la nature du terrain si prête, en utilisant une alimentation par gravité des différents bacs et cuves.

**[0087]** Cette station de traitement permet non seulement de gérer les fuites de boue se produisant par exemple au niveau du tunnelier ou des différentes conduites de la station mais également de limiter l'utilisation des boues B0, B1 à base de bentonite ce qui permet de limiter le coût et de gérer au mieux les quantités injectées et traitées dans la station et cela en adaptant cette dernière en continu au besoin en boue du tunnelier.

## Revendications

1. Station de traitement des boues associée à un tunnelier (1) à front d'attaque pressurisé, comportant au moins un premier moyen (6) de régénération de

la boue (B) provenant du front d'attaque du tunnelier, un deuxième moyen (7) de préparation de boue neuve dite boue mère (B1), un troisième moyen (8) de préparation d'un mélange de boues à utiliser dans le front d'attaque, dite boue de marinage (B2), à partir des boues (B0, B1) issues des premier (6) et deuxième (7) moyens, un quatrième moyen (12) d'alimentation du front d'attaque en boue (B2) de marinage, un cinquième moyen (13) de collecte et d'évacuation de la boue (B3) non utilisée et non régénérable, un sixième moyen (14), intercalé entre les premier (6) et troisième (8) moyens et propre à diriger vers le cinquième moyen (13) une partie de la boue (B0, B1) issue du troisième moyen (8), **caractérisée en ce que** le sixième moyen (14) est adapté pour diriger, de manière réglable, vers le cinquième moyen (13) uniquement une partie de la boue (B0) régénérée issue du premier moyen (6).

2. Station de traitement des boues selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le sixième moyen (14) comprend au moins une vanne papillon (140) disposée sur le trajet de la boue (B0) entre le premier moyen (6) et le troisième moyen (8).

3. Station de traitement selon la revendication 2, **caractérisée en ce qu'**au moins une vanne de sécurité (141) de type tout ou rien est disposée en amont de la vanne papillon (140) selon le sens d'écoulement de la boue (B0).

4. Station de traitement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le sixième moyen (14) est disposé pour alimenter par gravité au moins un bac (13) constitutif du cinquième moyen.

5. Station de traitement selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le bac (13) constitutif du cinquième moyen est relié par une conduite (130) à un bac intermédiaire (123) situé en sortie du troisième moyen et propre à recevoir la boue de marinage (B2).

6. Station de traitement selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le bac intermédiaire (123) est relié par une conduite, d'une part, à un bac de stockage temporaire (120) de la boue de marinage (B2) et, d'autre part, par une conduite (124) à un bac d'alimentation (122) du tunnelier en boue de marinage (B2).

7. Station de traitement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une conduite de liaison (130, 131, 121, 810) entre les différents moyens est équipée d'une vanne (140, 141) permettant de régler le débit de boue (B, B0, B1, B2, B3) transférée.

8. Station de traitement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins un bac (120, 122, 123) constitutif du quatrième moyen (12) est pourvu d'un capteur de niveau.

5

9. Procédé de gestion d'une station de traitement conforme à l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comprend au moins des étapes consistant à :

10

- a) définir les caractéristiques voulues (Q2, d2) de la boue de marinage (2),

- b) selon les caractéristiques définies à l'étape a), adapter les caractéristiques (Q0, d0) de la boue régénérée (B0),

15

- c) selon les caractéristiques définies aux étapes a) et b), produire de la boue mère (B1) avec des caractéristiques données (Q1, d1),

- d) définir les quantités de boue (B2) présente dans le quatrième moyen (12),

20

- e) à l'aide du sixième moyen (14), n'utiliser que la quantité nécessaire de boue régénérée (B0) pour obtenir, par mélange de la boue régénérée (B0) avec la boue mère (B1), les caractéristiques voulues (Q2, d2) de la boue de marinage (B2).

25

30

35

40

45

50

55

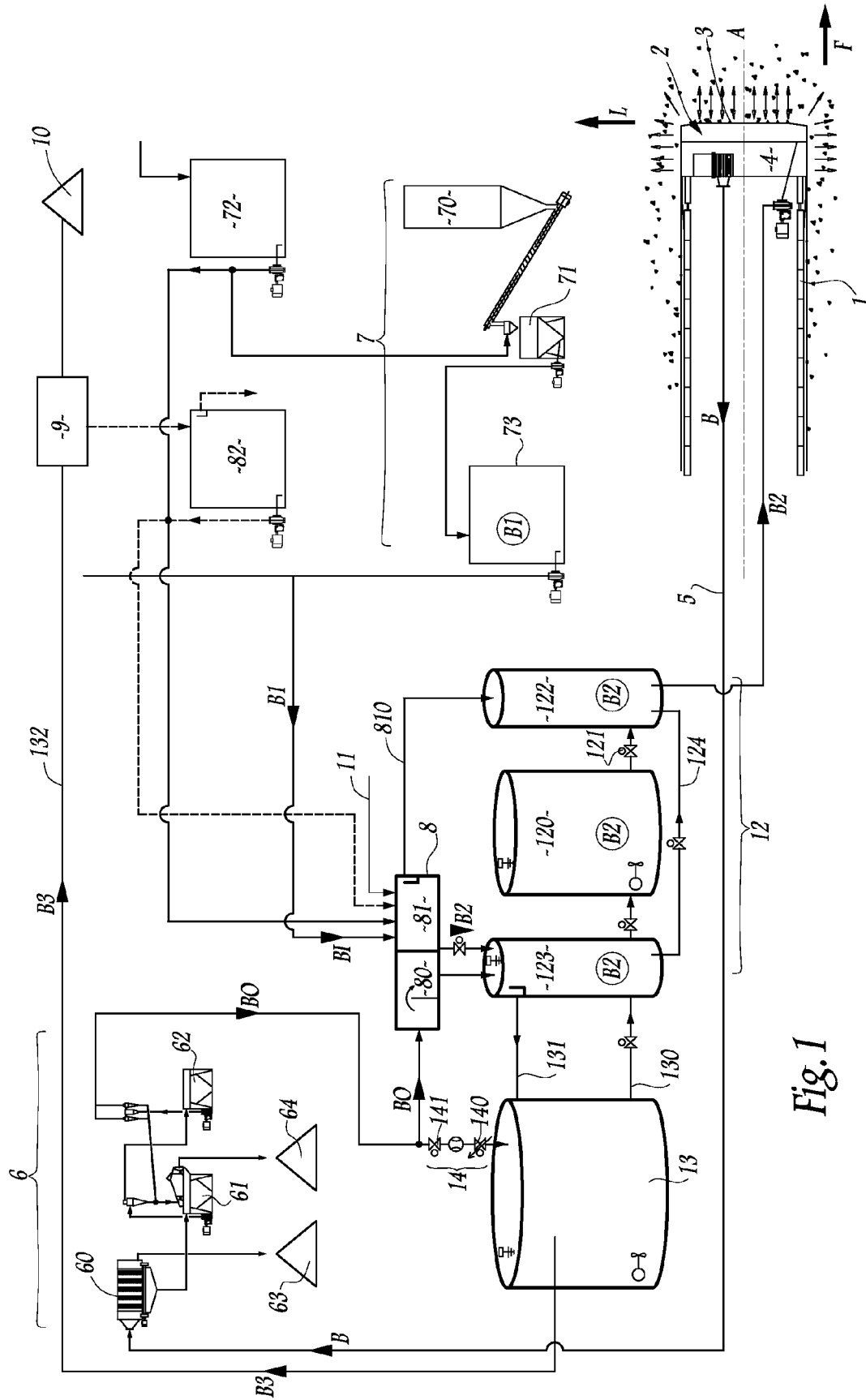


Fig. 1

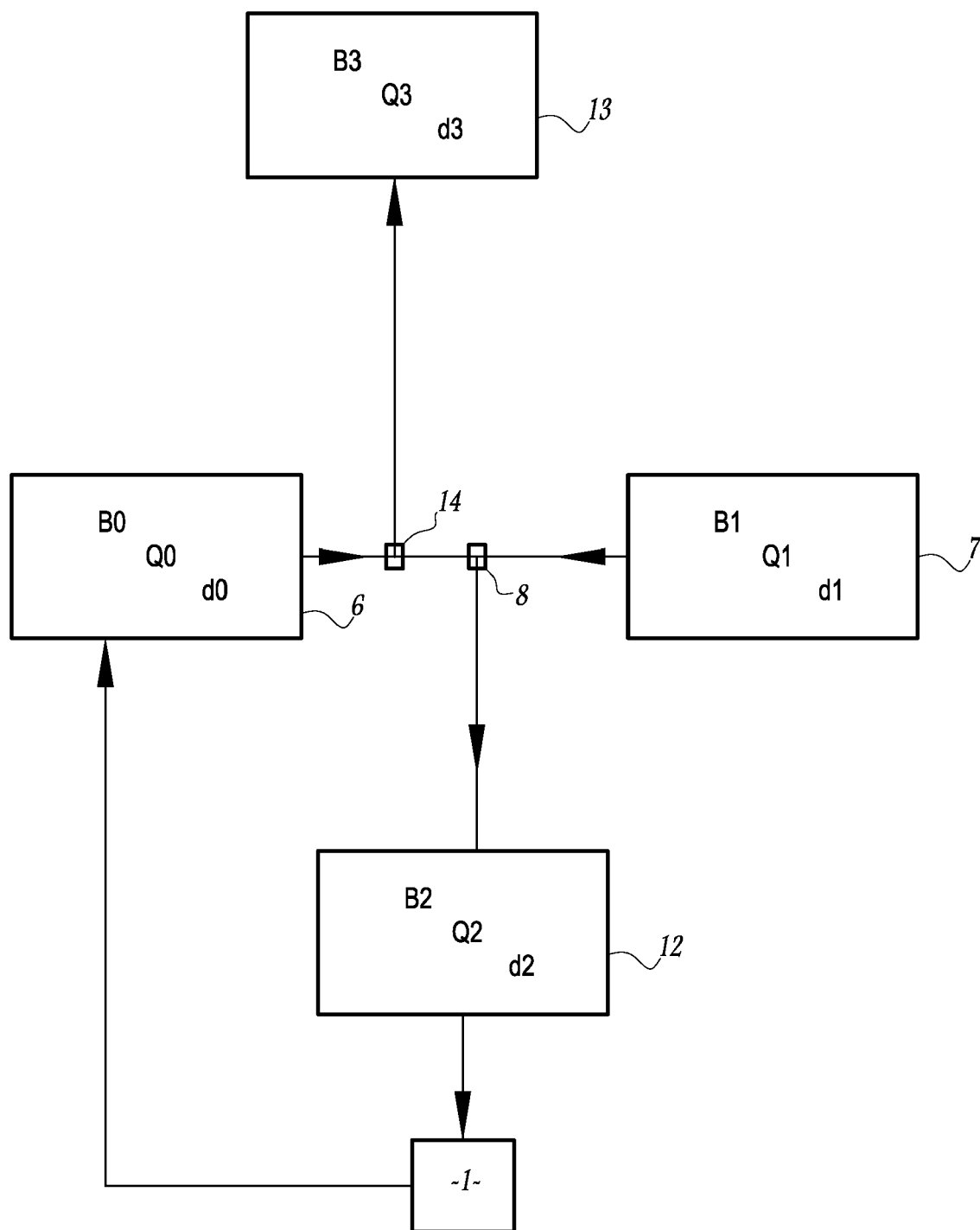


Fig.2



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 12 16 9815

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                             | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                     | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)            |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                   | FR 2 754 850 A1 (M S DEV ET PARTICIPATION SA [FR]) 24 avril 1998 (1998-04-24)<br>* le document en entier *<br>----- | 1-9                                                                                                                                                                                                                                                             | INV.<br>E21B21/06<br>E21D9/04<br>E21D9/00 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                     | US 3 964 557 A (JUVKAM-WOLD HANS C) 22 juin 1976 (1976-06-22)<br>* le document en entier *<br>-----                 | 1-9                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                     | US 2009/145664 A1 (LARSON THOMAS ROBERT [US] ET AL) 11 juin 2009 (2009-06-11)<br>* le document en entier *<br>----- | 1                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                     | US 2005/074302 A1 (BURNETT GEORGE ALEXANDER [GB]) 7 avril 2005 (2005-04-07)<br>* le document en entier *<br>-----   | 1                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                     | US 6 517 733 B1 (CARLSON ROBIN W [US]) 11 février 2003 (2003-02-11)<br>* le document en entier *<br>-----           | 1                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                     | US 4 636 308 A (SUMMERS DON D [US]) 13 janvier 1987 (1987-01-13)<br>* le document en entier *<br>-----              | 1                                                                                                                                                                                                                                                               | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                     | FR 2 636 669 A1 (GUILLAUME JEAN PAUL [FR]) 23 mars 1990 (1990-03-23)<br>* le document en entier *<br>-----          | 1                                                                                                                                                                                                                                                               | E21B<br>B01D<br>E21D                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                     | DE 199 02 784 A1 (AKW APPARATE VERFAHREN [DE]) 13 juillet 2000 (2000-07-13)<br>* le document en entier *<br>-----   | 1                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                           |
| Lieu de la recherche<br><b>Munich</b>                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                     | Date d'achèvement de la recherche<br><b>17 juillet 2012</b>                                                                                                                                                                                                     | Examineur<br><b>Morrish, Susan</b>        |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intermédiaire |                                                                                                                     | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                           |

EPO FORM 1503 03.82 [P04C02]

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 12 16 9815

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

17-07-2012

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| FR 2754850                                      | A1 | 24-04-1998             | DE 19745766 A1                          | 23-04-1998             |
|                                                 |    |                        | FR 2754850 A1                           | 24-04-1998             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 3964557                                      | A  | 22-06-1976             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 2009145664                                   | A1 | 11-06-2009             | CA 2708294 A1                           | 18-06-2009             |
|                                                 |    |                        | GB 2467869 A                            | 18-08-2010             |
|                                                 |    |                        | US 2009145664 A1                        | 11-06-2009             |
|                                                 |    |                        | WO 2009074818 A1                        | 18-06-2009             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 2005074302                                   | A1 | 07-04-2005             | CA 2452045 A1                           | 13-03-2003             |
|                                                 |    |                        | GB 2392896 A                            | 17-03-2004             |
|                                                 |    |                        | NO 20040689 A                           | 17-02-2004             |
|                                                 |    |                        | US 2005074302 A1                        | 07-04-2005             |
|                                                 |    |                        | WO 03021074 A1                          | 13-03-2003             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 6517733                                      | B1 | 11-02-2003             | AU 7197101 A                            | 21-01-2002             |
|                                                 |    |                        | US 6517733 B1                           | 11-02-2003             |
|                                                 |    |                        | WO 0204090 A2                           | 17-01-2002             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 4636308                                      | A  | 13-01-1987             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| FR 2636669                                      | A1 | 23-03-1990             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| DE 19902784                                     | A1 | 13-07-2000             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- FR 2754850 A [0012]