

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 736 846

②1 N° d'enregistrement national : **95 08604**

⑤1 Int Cl⁸ : B 01 F 17/00, E 21 D 9/00, 9/06, C 09 K 7/02, B 65 G 69/06

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 17.07.95.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 24.01.97 Bulletin 97/04.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : RHONE POULENC CHIMIE — FR.

⑦2 Inventeur(s) : AUBERT DANIEL et FROUIN LAURENT.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire :

⑤4 AGENT MOUSSANT A BASE D'UN AGENT TENSIO-ACTIF ET D'UN SYSTEME EN MILIEU APOLAIRE, UTILISATION POUR L'EXCAVATION DE TUNNELS.

⑤7 L'invention concerne un agent moussant obtenu par mise en solution dans l'eau:

- d'au moins un agent tensio-actif (TA),
- et d'au moins un système préformé (S) comprenant:
 - . au moins un milieu apolaire (MApo),
 - . au moins un agent tensio-actif liquide "multicaténaire" sous forme acide (ATMC), soluble ou dispersable dans ledit milieu apolaire,
 - . au moins un agent de neutralisation (AN) dudit agent tensio-actif "multicaténaire",
 - . de l'eau,
 - . et au moins un hydrocolloïde susceptible d'épaissir les milieux aqueux.

L'invention concerne également l'utilisation de cet agent moussant pour l'excavation de tunnels.

FR 2 736 846 - A1



**AGENT MOUSSANT A BASE D'UN AGENT TENSIO-ACTIF ET
D'UN SYSTEME EN MILIEU APOLAIRE,
UTILISATION POUR L'EXCAVATION DE TUNNELS**

5 La présente invention a pour objet un agent moussant pouvant être utilisé pour l'excavation d'un tunnel.

 Lors de l'excavation de tunnels dans différents types de terrains, il est généralement utilisé des dispositifs dénommés boucliers de creusement. Ce type de dispositifs est composé d'un cylindre métallique ou disque de coupe, entraîné en
10 rotation autour de son axe, dont le diamètre correspond à celui du tunnel à excaver. Ce disque de coupe porte des outils d'abattage et/ou des molettes de concassage permettant l'excavation du terrain.

 Lors de l'utilisation de cette technique, un problème se pose pour éviter l'effondrement du terrain et tout particulièrement le front de taille au fur et au mesure de
15 l'excavation.

 Afin de stabiliser le front de taille plusieurs solutions ont été envisagées. En général, la stabilisation est réalisée à l'aide de la pression de la terre excavée et confinée dans une chambre de coupe dite chambre de confinement disposée à l'arrière du cylindre de coupe. Ce dernier est muni de fentes d'ouvertures permettant le passage
20 des déblais vers la chambre de confinement. Les déblais accumulés dans la chambre de confinement peuvent en être évacués au moyen d'une vis sans fin d'extraction, habituellement disposée dans un corps tubulaire, et dans laquelle ils forment un bouchon mobile. On procède généralement de sorte à équilibrer soigneusement les quantités de matériaux excavés entrant dans la chambre de confinement et de
25 matériaux évacués sortant de ladite chambre en vue de maintenir une surpression prédéterminée dans la chambre de confinement.

 Lors de la mise en oeuvre de ce type de technique, on mélange habituellement les déblais à des boues lourdes, notamment pour faciliter leur évacuation. Toutefois ces boues lourdes entraînent des nombreux inconvénients : en particulier la nécessité de
30 mettre en oeuvre une centrale de production de boue de grande capacité et le traitement ultérieur des déblais rendus boueux. Pour éviter ces inconvénients, il est connu d'injecter à l'avant du disque de coupe des mousses générées par activation d'une solution d'un tensio-actif. Ces mélanges de boues et de mousses permettent d'éviter les inconvénients précités, mais de plus ces mousses sont réputées pouvoir
35 diminuer les frottements du disque de coupe sur le front de taille, et conférer aux déblais une fluidité améliorant leur évacuation.

 Un but de la présente invention est de proposer un nouvel agent moussant pour l'excavation d'un tunnel.

Un autre but de la présente invention est de proposer un nouvel agent moussant pour l'excavation d'un tunnel permettant d'améliorer la fluidité des déblais, notamment lors de l'excavation de terrains à argiles compactes.

Un autre but est de permettre de diminuer l'énergie nécessaire à l'évacuation des déblais, notamment au niveau de la vis sans fin d'extraction.

Dans ces buts, l'invention concerne un agent moussant obtenu par mise en solution dans l'eau :

- d'au moins un agent tensio-actif (TA),
- et d'au moins un système préformé (S) comprenant :

- 10 . au moins un milieu apolaire (MApo),
- . au moins un agent tensio-actif liquide "multicaténaire" sous forme acide (ATMC), soluble ou dispersable dans ledit milieu apolaire,
- . au moins un agent de neutralisation (AN) dudit agent tensio-actif "multicaténaire",
- 15 présent en quantité correspondant à environ 2 à 30 fois, de préférence 4 à 20 fois la quantité stoechiométriquement nécessaire à la neutralisation dudit agent tensio-actif "multicaténaire" sous forme acide (ATMC),
- . de l'ordre de 0,2 à 5, de préférence de l'ordre de 0,3 à 3 molécules d'eau par
- molécule d'agent tensio-actif liquide "multicaténaire" sous forme acide (ATMC),
- l'eau étant introduite au moins en partie par l'intermédiaire dudit agent tensio-actif
- 20 "multicaténaire" sous forme acide (ATMC) et/ou par l'intermédiaire dudit agent de neutralisation (AN),

. et au moins un hydrocolloïde susceptible d'épaissir les milieux aqueux, ledit agent tensio-actif (TA) étant choisi parmi ceux susceptibles de former une mousse avec ledit système (S) en milieu aqueux.

25 Le procédé de préparation de l'agent moussant selon l'invention met en oeuvre tout d'abord un agent tensio-actif (TA) qui peut être choisi parmi tout type d'agent tensio-actif soluble dans l'eau et compatible avec les hydrocolloïdes susceptibles d'épaissir les milieux aqueux faisant partie du système (S). Ces agents tensio-actifs doivent permettre de former une mousse et être chimiquement et thermiquement stables

30 dans les conditions de stockage. Il peut s'agir d'un agent tensio-actif cationique, anionique ou ionique.

Parmi les agents tensio-actifs, on peut citer :

. les alkylsulfates de formule $ROSO_3M$, où R représente un radical alkyle ou hydroxyalkyle en C_5-C_{24} , de préférence en $C_{10}-C_{18}$, M représentant un atome

35 d'hydrogène ou un cation alcalin (sodium, potassium, lithium), ammonium substitué ou non substitué (méthyl-, diméthyl-, triméthyl-, tetraméthylammonium, diméthylpiperidinium ...) ou dérivé d'une alcanolamine (monoéthanolamine, diéthanolamine, triéthanolamine, monoisopropanolamine, ...). On utilise de préférence les alkylsulfates d'ammonium

préparés à partir d'alcool laurique, notamment d'alcool laurique naturel obtenu par distillation des alcools de coprah.

5 . les bétaines, les alkylbétaines, les alkyldiméthylbétaines, les alkylamidobétaines notamment celles comportant un radical alkyle en C₄-C₁₈ comme les alkylbétaines et les alkylamidobétaines préparées à partir d'une chaîne grasse issue de l'huile de coprah ainsi que les alkylamidopropyldiméthylbétaines, les alkyltriméthylsulfobétaines ;

. les mélanges d'alkylamidobétaines et d'alkylsulfosuccinates de sodium où le radical alkyle est en C₄ - C₁₈ et notamment ceux issus de l'huile de coprah ;

10 . les alkyléthersulfates RO(CH₂CHR₁O)_nSO₃M où n est compris entre 0,5 et 30, de préférence entre 0,5 et 10, où R₁ est un groupement alkyl en C₄-C₁₈, et présentant en moyenne de 0,5 à 30 motifs, de préférence de 0,5 à 10 motifs oxyéthylène et/ou oxypropylène, M représentant un atome d'hydrogène ou un cation de même définition que ci-dessus. On utilise de préférence les alkyléthersulfates préparés à partir d'alcool laurique.

15 . les alpha oléfines sulfonates ;

. les alkylpolyglycosides de formule R(OCH₂CH₂)_n(G)_m, où R est un radical hydrocarboné, linéaire ou ramifié, saturé ou insaturé en C₈-C₂₄, G est un sucre réducteur en C₅-C₆ tels le galactose, le glucose ou le fructose, n étant compris entre 0 et 20 et m entre 1 et 10.

20 Le procédé de préparation de l'agent moussant selon l'invention met en oeuvre ensuite un système préformé (S) en milieu apolaire.

On entend par "milieu apolaire" (MApo) tout constituant liquide à la température de préparation dudit système, qui, situé dans l'espace de solubilité de HANSEN (Handbook of solubility parameters and other cohesion parameters - Allan F.M. BARTON, CRC

25 Press Inc., 1983 -), présente les paramètres suivants :

- . δP d'interactions Keesom inférieur à 10 (J/cm³)^{1/2}
- . δH de liaisons hydrogène inférieur à 10 (J/cm³)^{1/2}
- . δD d'interactions London supérieur à 15 (J/cm³)^{1/2}

A titre d'exemple de milieu apolaire (MApo), on peut citer :

30 . les triglycérides d'acides gras saturés ou insaturés ayant au moins 12 atomes de carbone et de préférence de 14 à 20 atomes de carbone ; il peut s'agir de triglycérides de synthèse ou de préférence naturels, tels que les huiles végétales du type huile de colza, huile de soja, huile d'arachide, huile de beurre, huile de graine de coton, huile de lin, huile de noix de coco, huile d'olive, huile de palme, huile de pépin de raisin, huile de poisson, huile de ricin, huile de coprah,

- . les coupes pétrolières aromatiques,
- . les composés terpéniques (D-limonène, L-limonène ...),

. les mélanges de diesters succinate/adipate/glutarate de diméthyle, dipropyle, diisobutyle, dibutyle ...

. les hydrocarbures aliphatiques contenant au moins 6 atomes de carbone (isooctane, kerosène, essence, essence diesel, huiles minérales, huiles lubrifiantes...).

5 . les solvants aromatiques (anisole, toluène ...)

. les solvants chlorés (trichloro-1,1,1 éthane)

. les huiles essentielles.

Le système préformé (S) comprend un agent tensio-actif multicaténaire (ATMC).

10 On entend par tensio-actif "multicaténaire" (ATMC), tout tensio-actif liquide constitué d'au moins deux chaînes hydrophobes reliées par l'intermédiaire d'une tête hydrophile, ledit tensio-actif étant sous forme acide.

A titre d'exemples, on peut citer notamment les agents tensio-actifs à base de diesters phosphates d'alcools aliphatiques saturés ou insaturés, linéaires ou ramifiés en C_6-C_{30} , de préférence en C_6-C_{20} , ou d'alkylphénols dont le radical alkyle est en C_6-C_{30} , de préférence en C_6-C_{20} , alkoxylés présentant de 2 à 20, de préférence de 4 à 10 motifs oxyalkylène, de préférence oxyéthylène.

Le système préformé (S) comprend au moins un agent de neutralisation (AN) dudit tensio-actif "multicaténaire" (ATMC), qui est de préférence liquide et non soluble dans ledit milieu de suspension apolaire.

20 Parmi ceux-ci on peut mentionner les amines primaires, secondaires ou tertiaires, les alcanolamines. A titre d'exemples, on peut citer la triéthanolamine, l'aminométhylpropanol, la cocoamine, la butylamine ...

Les quantités d'agent tensio-actif "multicaténaire" (ATMC) sont généralement de l'ordre de 0,5 à 10%, de préférence de l'ordre de 1 à 6 % en poids par rapport au poids dudit système.

30 Les hydrocolloïdes susceptibles d'épaissir les milieux aqueux peuvent être choisis parmi les polysaccharides d'origine bactérienne, les galactomannanes, les carraghénanes, les alginates, les carboxyméthylcelluloses, les méthylcelluloses, les hydroxypropylcelluloses, les hydroxyéthylcelluloses, les polyacrylates de métaux alcalins, les alcools polyvinyliques, les polyéthylène glycols, les polyvinylpyrrolidones, seuls ou en association entre eux.

De préférence, les hydrocolloïdes susceptibles d'épaissir les milieux aqueux sont choisis parmi la gomme guar et la gomme xanthane.

35 Le système préformé (S) peut éventuellement en outre comprendre un agent susceptible d'émulsifier ledit système dans l'eau ou dans un milieu aqueux.

Comme exemple d'agent susceptible d'émulsifier ledit système (S) dans l'eau ou dans un milieu aqueux, on peut citer les tristyrylphénols éthoxylés, les sulfates ou phosphates de tristyrylphénols éthoxylés et/ou propoxylés, les acides ou les alcools gras

éthoxylés et/ou propoxylés, les copolymères blocs éthoxylés/propoxylés, le dodécylbenzène sulfonate de sodium.

Selon un mode préféré de l'invention, le système préformé (S) comprend :

- 100 - (a+b+c+d) parties en poids d'au moins un milieu apolaire (MApo),
- 5 - une quantité (a) de l'ordre de 0,5 à 6, de préférence de l'ordre de 1 à 4 parties en poids d'au moins un agent tensio-actif liquide "multicaténaire" sous forme acide (ATMC), soluble ou dispersable dans ledit milieu apolaire,
- une quantité (b) d'au moins un agent de neutralisation (AN) dudit agent tensio-actif "multicaténaire", correspondant à environ 2 à 30 fois, de préférence 4 à 20
- 10 fois la quantité stoechiométriquement nécessaire à la neutralisation dudit agent tensio-actif "multicaténaire" sous forme acide (ATMC),
- une quantité (c) d'eau correspondant à environ 0,2 à 5, de préférence environ 0,3 à 3 molécules d'eau par molécule d'agent tensio-actif liquide "multicaténaire" sous forme acide (ATMC), l'eau étant introduite au moins en partie par l'intermédiaire
- 15 dudit agent tensio-actif "multicaténaire" sous forme acide (ATMC) et/ou par l'intermédiaire dudit agent de neutralisation (AN),
- et une quantité (d) de l'ordre de 10 à 50, de préférence de l'ordre de 20 à 40 parties en poids d'au moins un hydrocolloïde susceptible d'épaissir les milieux aqueux.

20 Le système (S) peut être obtenu par mélange de ses différents constituants, l'agent de neutralisation (AN) et l'agent tensio-actif "multicaténaire" (ATMC) étant introduits chacun séparément dans le milieu apolaire (MApo), l'agent de neutralisation (AN) étant de préférence introduit après le tensio-actif "multicaténaire" (ATMC).

25 Un mode de préparation du système (S) consiste à introduire sous agitation mécanique le tensio-actif "multicaténaire" (ATMC) dans le milieu apolaire (MApo) porté à une température de l'ordre de 15 à 50°C, généralement de l'ordre de 25 à 35°C, puis l'agent émulsifiant éventuel, l'agent de neutralisation (AN) et l'hydrocolloïde.

Selon une variante de l'invention, des charges solides sont également introduites dans l'eau lors de la préparation de l'agent moussant.

- 30 Ces charges solides peuvent être choisies parmi :
- . la silice naturelle (sable, diatomées, ...) ou synthétique (de précipitation, ...),
 - . le carbonate de calcium, le carbonate de magnésium,
 - . les oxydes métalliques tels que l'oxyde de fer (hématite, magnétite, ...),
 - . les pigment naturels (ocre, ...) ou synthétiques,
 - 35 . des agents régulateurs de mousse tels que le stéarate d'aluminium, la silice hydrophobe, l'éthylène bis stéaramide,
 - . la chaux naturelle, éteinte, hydroïque, ...
 - . le gypse (anhydrite, semihydrate),

- . des matières actives comme des composés phytosanitaires,
- . des composés basiques solubles dans l'eau tels que métasilicates de sodium, polysilicates, argiles (kaolin, smectite, illite), talcs, mica, ...

Les charges solides peuvent représenter au plus 50 % en poids du mélange agent tensio-actif (TA) + système (S) + charges, de préférence au plus 20 %, encore plus préférentiellement au plus 15 %.

La taille de particules est en général comprise entre 0,1 μm et 1 mm, de préférence entre 0,2 μm et 200 μm .

Ces charges solides peuvent être introduites pour tout ou partie dans l'eau par le biais du système préformé (S).

En effet, le système (S) entrant dans la préparation de l'agent moussant selon l'invention peut comprendre éventuellement des charges solides du type de celles définies ci-dessus. Elles peuvent être introduites dans le système (S) une fois qu'il a été préparé. Ainsi tout ou partie de la quantité de charges solides désirées peut être introduite par le biais du système (S).

D'une manière générale, lorsqu'un faible taux de particules solides est introduit dans l'eau, ces dernières sont entièrement introduites par le biais du système préformé (S).

Les charges solides peuvent également être introduites dans l'eau séparément du système préformé (S).

En général l'introduction dans l'eau du système préformé (S), du tensio-actif (TA) et éventuellement des charges solides est suivie d'une légère agitation.

Les quantités respectives en agent tensio-actif (TA) et en système préformé (S) mises en solution dans l'eau peuvent être très variables en fonction de l'application de l'agent moussant. La teneur en tensio-actif peut ainsi être comprise entre 1 et 2000 % en poids par rapport au poids du système préformé (S).

La quantité finale dans l'eau de l'agent tensio-actif est en général comprise entre 0,05 et 25 % en poids par rapport à l'eau, de préférence entre 0,05 et 15 %, encore plus préférentiellement entre 0,2 et 1,5 %.

L'invention concerne également l'utilisation de l'agent moussant selon l'invention pour l'excavation d'un tunnel, notamment au moyen d'un bouclier de creusement, tel qu'un bouclier à pression de terre.

La composition de l'agent moussant en particulier les quantités respectives de l'agent tensio-actif (TA) et du système (S) varient en fonction de la nature du terrain dans lequel un tunnel est excavé. L'homme du métier sait adapter les quantités d'agent tensio-actif (TA) et de système (S) contenant des hydrocolloïdes en fonction du terrain creusé.

La mousse peut ensuite être générée classiquement par introduction d'un gaz comprimé tel l'air ou l'azote, dans l'agent moussant.

- De préférence, l'agent moussant est activé de sorte que le coefficient d'expansion K, mesuré à la pression atmosphérique, soit compris entre 5 et 10, le coefficient K étant déterminé par la relation suivante :

$$K = \frac{V_m}{V_a}$$

- où V_m est le volume de la mousse après activation de l'agent moussant en solution, et V_a est le volume de l'agent moussant en solution avant activation.

L'activation de l'agent moussant peut être réalisée de façon classique dans un générateur de mousse. Cette mousse peut être injectée par des moyens adaptés, à l'avant du disque de coupe et / ou dans la chambre de confinement où elle se mélange avec les déblais.

- La mousse issue de la composition selon l'invention présente plusieurs avantages. Elle permet de diminuer de façon importante les frottements du disque de coupe sur le front de taille.

- Elle présente une bonne stabilité bien qu'elle soit soumise à des pressions supérieures à la pression atmosphérique et des contraintes de cisaillement régnant sur la face avant du cylindre de coupe, dans la chambre de confinement et au niveau de la vis sans fin.

Cette mousse est également facilement pompable du fait de ces propriétés plastiques.

- Elle permet d'améliorer la fluidité des déblais à base d'argile.

Les exemples suivants sont donnés à titre illustratif.

Exemple 1 : agent moussant en milieu sablo-graveleux

- Préparation du système (S)

Le milieu apolaire (MApo) est placé dans un conteneur de 1 litre.

On y introduit l'agent "multicaténaire" (ATMC) à température ambiante, sous agitation à l'aide d'une pale déflocculeuse Rayneri® commercialisée par Rayneri, tournant à 400 tours/minute ; on agite encore pendant 5 minutes.

- On introduit ensuite l'agent de neutralisation (AN) et on agite 5 minutes.

On ajoute enfin l'hydrocolloïde.

Après agitation pendant 5 minutes, on laisse reposer le milieu pendant 2 heures environ.

On prépare selon le mode opératoire ci-dessus, le système suivant :

ingrédients	parties en poids	% en poids
huile de colza	335	67
LUBRHOPHOS LL550 [®] *	10	2
aminométhyl propanol	5	1
RHODOPOL 23 [®] **	150	30

5 * tensio-actif "multicatenaire" à base de diester phosphate éthoxylé en C₈-C₁₄, présentant 5,5 motifs oxyéthylène, contenant de l'eau en quantité inférieure à 2% en poids, commercialisé par Rhône-Poulenc

 ** gomme xanthane commercialisée par Rhône-Poulenc

10 - Préparation de l'agent moussant et de la mousse

 On introduit dans de l'eau :

 . le système (S) à raison de 1 % en poids par rapport au poids d'eau,

 . du Rhodapex ABV de Rhône-Poulenc en tant qu'agent tensio-actif (TA) à raison de 0,5 % en poids par rapport au poids d'eau, puis on agite ce mélange à l'aide d'un

15 agitateur à pâles et on laisse reposer quelques minutes la composition obtenue.

 - Utilisation de la mousse

 La composition est ensuite injectée dans un générateur de mousse et mélangée à un terrain sablo-graveleux saturé à 15 % en eau à raison de 2 % en poids par rapport

20 au poids du terrain et de l'eau dudit terrain.

 Afin de contrôler la fluidité du terrain mélangé à la mousse, on réalise une mesure au cône d'Abrams du terrain : celle-ci est de 15 cm. Cette mesure traduit le comportement plastique du terrain contenant l'agent moussant. On constate d'autre part que le milieu ne sédimente pas.

25 Ce terrain est donc facilement pompable et évacuable contrairement à un terrain sableux sans ajout de mousse qui présente une sédimentation rapide et aucun comportement plastique

 On constate également que le terrain n'adhère pas sur les aciers : l'agent moussant permet donc de diminuer les frottements avec la roue dentée.

30

Exemple 2 : agent moussant en milieu sableux

On utilise le même système (S) que celui de l'exemple 1.

- Préparation de l'agent moussant et de la mousse

5 On introduit dans de l'eau :

- . le système (S) à raison de 1 % en poids par rapport au poids d'eau,
- . du Rhodapex ABV en tant qu'agent tensio-actif (TA) à raison de 0,8 % en poids par rapport au poids d'eau, puis on agite ce mélange à l'aide d'un agitateur à pâles et on laisse reposer quelques minutes la composition obtenue.

10

- Utilisation de la mousse

La composition est ensuite injectée dans un générateur de mousse et mélangée à un terrain sableux, présentant une forte discontinuité granulaire comprise entre 0,1 et 0,3 mm et une teneur en eau de 16 %. La composition est introduite à raison de 3 % en poids par rapport au poids du terrain et de l'eau dudit terrain.

15

Afin de contrôler la fluidité du terrain mélangé à la mousse, on réalise une mesure au cône d'Abrams du terrain : celle-ci est de 15 cm. Cette mesure traduit le comportement plastique du terrain contenant l'agent moussant. On constate d'autre part que le milieu ne sédimente pas.

20

Ce terrain est donc facilement pompable et évacuable contrairement à un terrain sableux sans ajout de mousse qui présente une sédimentation rapide et aucun comportement plastique

On observe également que le terrain n'adhère pas sur les aciers : l'agent moussant permet donc de diminuer les frottements avec la roue dentée.

25

Exemple 3 : agent moussant en milieu argileux

On utilise le même système (S) que celui de l'exemple 1.

30 **- Préparation de l'agent moussant et de la mousse**

On introduit dans de l'eau :

- . le système (S) à raison de 0,1 % en poids par rapport au poids d'eau,
- . du Rhodapex ABV à raison de 1,5 % en poids par rapport au poids d'eau, puis on agite ce mélange à l'aide d'un agitateur à pâles et on laisse reposer quelques minutes la composition obtenue.

35

- Utilisation de la mousse

La composition est ensuite injectée dans un générateur de mousse et mélangée à un terrain limoneux, présentant une teneur en argile comprise entre 15 et 18 % et une teneur en eau de 15 %. La composition est introduite à raison de 10 % en poids par rapport au poids du terrain.

- 5 Afin de contrôler la fluidité du terrain mélangé à la mousse, on réalise une mesure au cône d'Abrams du terrain : celle-ci est de 15 cm. Cette mesure traduit le comportement plastique du terrain contenant l'agent moussant. On constate d'autre part que le milieu ne sédimente pas.

- 10 Ce terrain est donc facilement pompable et évacuable contrairement à un terrain sableux sans ajout de mousse qui présente une sédimentation rapide et aucun comportement plastique

On constate également que le terrain n'adhère pas sur les aciers : l'agent moussant permet donc de diminuer les frottements avec la roue dentée.

REVENDEICATIONS

- 1- Agent moussant caractérisé en ce qu'il est obtenu par mise en solution dans l'eau :
- d'au moins un agent tensio-actif (TA),
 - 5 - et d'au moins un système préformé (S) comprenant :
 - au moins un milieu apolaire (MApo),
 - au moins un agent tensio-actif liquide "multicaténaire" sous forme acide (ATMC), soluble ou dispersable dans ledit milieu apolaire,
 - au moins un agent de neutralisation (AN) dudit agent tensio-actif "multicaténaire",
 - 10 présent en quantité correspondant à environ 2 à 30 fois, de préférence 4 à 20 fois la quantité stoechiométriquement nécessaire à la neutralisation dudit agent tensio-actif "multicaténaire" sous forme acide (ATMC),
 - de l'ordre de 0,2 à 5, de préférence de l'ordre de 0,3 à 3 molécules d'eau par molécule d'agent tensio-actif liquide "multicaténaire" sous forme acide (ATMC),
 - 15 l'eau étant introduite au moins en partie par l'intermédiaire dudit agent tensio-actif "multicaténaire" sous forme acide (ATMC) et/ou par l'intermédiaire dudit agent de neutralisation (AN),
 - et au moins un hydrocolloïde susceptible d'épaissir les milieux aqueux,
- ledit agent tensio-actif (TA) étant choisi parmi ceux susceptibles de former une mousse
- 20 en milieu aqueux avec ledit système (S).
- 2- Agent moussant selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'agent tensio-actif (TA) est choisi parmi :
- . les alkylsulfates de formule $ROSO_3M$, où R représente un radical alkyle ou
 - 25 hydroxyalkyle en C_5-C_{24} , de préférence en $C_{10}-C_{18}$. M représentant un atome d'hydrogène ou un cation alcalin (sodium, potassium, lithium), ammonium substitué ou non substitué (méthyl-, diméthyl-, triméthyl-, tetraméthylammonium, diméthylpiperidinium ...) ou dérivé d'une alcanolamine (monoéthanolamine, diéthanolamine, triéthanolamine, monoisopropanolamine, ...)
 - 30 . les bétaines, les alkylbétaines, les alkyltriméthylbétaines, les alkylamidobétaines, les alkyltriméthylsulfobétaines ;
 - . les mélanges d'alkylamidobétaines et d'alkylsulfosuccinates de sodium où le radical alkyle est en $C_4 - C_{18}$;
 - . les alkyléthersulfates $RO(CH_2CHR_1O)_nSO_3M$ où n est compris entre 0,5 et 30 ,
 - 35 de préférence entre 0,5 et 10, et où R_1 est un groupement alkyl en C_4-C_{18} , et présentant en moyenne de 0,5 à 30 motifs, de préférence de 0,5 à 10 motifs oxyéthylène et/ou oxypropylène, M représentant un atome d'hydrogène ou un cation alcalin (sodium, potassium, lithium), ammonium substitué ou non substitué (méthyl-,

diméthyl-, triméthyl-, tetraméthylammonium, diméthylpiperidinium, ...) ou dérivé d'une alcanolamine (monoéthanolamine, diéthanolamine, triéthanolamine, monoisopropanolamine, ...);

. les alpha oléfines sulfonates ;

5 . les alkylpolyglycosides de formule $R(OCH_2CH_2)_n(G)_m$, où R est un radical hydrocarboné, linéaire ou ramifié, saturé ou insaturé en C_8-C_{24} , G est un sucre réducteur en C_5-C_6 tels le galactose, le glucose ou le fructose, n étant compris entre 0 et 20 et m entre 1 et 10.

10 3- Agent moussant selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le milieu apolaire (MApo) est choisi parmi les triglycérides d'acides gras saturés ou insaturés ayant au moins 12 atomes de carbone et de préférence de 14 à 20 atomes de carbone, les coupes pétrolières aromatiques, les composés terpéniques, les mélanges de diesters succinate/adipate/glutarate de diméthyle, dipropyle, diisobutyle, dibutyle, les
15 hydrocarbures aliphatiques contenant au moins 6 atomes de carbone, les solvants aromatiques, les solvants chlorés et les huiles essentielles.

4- Agent moussant selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'agent de neutralisation (AN) dudit agent tensio-actif "multicaténaire" (ATMC), est liquide et non
20 soluble dans ledit milieu de suspension apolaire.

5- Agent moussant selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'agent tensio-actif "multicaténaire" (ATMC) est choisi parmi les tensio-actifs à base de diesters phosphates d'alcools aliphatiques saturés ou insaturés, linéaires ou ramifiés en C_6-C_{30} , de
25 préférence en C_6-C_{20} , ou d'alkylphénols dont le radical alkyle est en C_6-C_{30} , de préférence en C_6-C_{20} , alkoxylés présentant de 2 à 20, de préférence de 4 à 10 motifs oxyalkylène, de préférence oxyéthylène.

6- Agent moussant selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'agent de
30 neutralisation (AN) est choisi parmi les amines primaires, secondaires ou tertiaires et les alcanolamines.

7- Agent moussant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la quantité d'agent tensio-actif liquide "multicaténaire" (ATMC) est de l'ordre
35 de 0,5 à 10%, de préférence de l'ordre de 1 à 6% en poids par rapport audit système.

8- Agent moussant selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que l'hydrocolloïde susceptible d'épaissir les milieux aqueux est choisi parmi les

polysaccharides d'origine bactérienne, les galactomannanes, les carraghénanes, les alginates, les carboxyméthylcelluloses, les méthylcelluloses, les hydroxypropylcelluloses, les hydroxyéthylcelluloses, les polyacrylates de métaux alcalins, les alcools polyvinyliques, les polyéthylène glycols, les polyvinylpyrrolidones, seuls ou en association entre eux

- 5
- 9- Agent moussant selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'hydrocolloïde susceptible d'épaissir les milieux aqueux est de la gomme xanthane ou la gomme guar.
- 10 10- Agent moussant selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le système préformé (S) comprend en outre un agent émulsifiant susceptible d'émulsifier ledit système dans l'eau ou dans un milieu aqueux.
- 15 11- Agent moussant selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'agent susceptible d'émulsifier ledit système dans l'eau ou dans un milieu aqueux, est choisi parmi les tristyrylphénols éthoxylés, les sulfates ou phosphates de tristyrylphénols éthoxylés et/ou propoxylés, les acides ou les alcools gras éthoxylés et/ou propoxylés, les copolymères blocs éthoxylés/propoxylés, le dodécylbenzène sulfonate de sodium.
- 20 12- Agent moussant selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le système préformé (S) comprend :
- 100 - (a+b+c+d) parties en poids d'au moins un milieu apolaire (MApo)
 - une quantité (a) de l'ordre de 0,5 à 6, de préférence de l'ordre de 1 à 4 parties en poids d'au moins un agent tensio-actif liquide "multicaténaire" sous forme acide (ATMC),
 - 25 soluble ou dispersable dans ledit milieu apolaire
 - une quantité (b) d'au moins un agent de neutralisation (AN) dudit agent tensio-actif "multicaténaire", correspondant à environ 2 à 30 fois, de préférence 4 à 20 fois la quantité stoechiométriquement nécessaire à la neutralisation dudit agent tensio-actif "multicaténaire" sous forme acide (ATMC)
 - 30 - une quantité (c) d'eau correspondant à environ 0,2 à 5, de préférence environ 0,3 à 3 molécules d'eau par molécule d'agent tensio-actif liquide "multicaténaire" sous forme acide (ATMC), l'eau étant introduite au moins en partie par l'intermédiaire dudit agent tensio-actif "multicaténaire" sous forme acide (ATMC) et/ou par l'intermédiaire dudit agent de neutralisation (AN)
 - 35 - et une quantité (d) de l'ordre de 10 à 50, de préférence de l'ordre de 20 à 40 parties en poids d'au moins un hydrocolloïde susceptible d'épaissir les milieux aqueux.

- 13- Agent moussant selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on introduit en outre dans l'eau des charges solides.
- 14- Agent moussant selon la revendication 13, caractérisé en ce que les charges solides sont introduites pour tout ou partie dans l'eau par le biais du système (S).
15. Utilisation de l'agent moussant faisant l'objet de l'une quelconque des revendications précédentes pour l'excavation d'un tunnel.
- 10 16. Utilisation selon la revendication 15 pour améliorer la fluidité des déblais à base d'argile.

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	FR-A-2 690 709 (SEPPIC) * page 2, ligne 29 - ligne 31 * * page 3, ligne 6 - page 5, ligne 12 * * page 6, ligne 9 - ligne 24 * ---	1,2,8, 12,15,16
Y	US-A-4 039 459 (P.W.FISCHER) * colonne 4, ligne 40 - colonne 6, ligne 51 * * colonne 8, ligne 28 - ligne 60 * ---	1,2,8, 12,15,16
A	US-A-4 201 678 (D.S.PYE) * colonne 2, ligne 60 - colonne 3, ligne 35 * * colonne 4, ligne 20 - ligne 60 * * colonne 5, ligne 18 - ligne 36 * ---	1,2,6
Y	EP-A-0 070 076 (THE PROCTER & GAMBLE COMP) * page 1, ligne 25 - page 2, ligne 34 * * page 4, ligne 21 - page 6, ligne 30 * * page 9, ligne 18 - page 10, ligne 30 * ---	1,2
Y	WO-A-94 17154 (CLEARWATER INC.) * page 4, ligne 11 - page 5, ligne 25 * * page 7, ligne 33 - page 8, ligne 15 * * page 6, ligne 5 - ligne 26 * ---	1,2
Y	US-A-5 034 139 (A.L.REID) * colonne 3, ligne 5 - ligne 59 * * colonne 4, ligne 65 - colonne 5, ligne 19 * * colonne 5, ligne 33 - colonne 6, ligne 45 * * colonne 6, ligne 46 - colonne 7, ligne 10; revendications 1-19 * ---	1,3,5
-/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
7 Février 1996		Boulon, A
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>..... & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	EP-A-0 083 957 (THE DOW CHEMICAL COMPANY) * page 3, ligne 29 - page 4, ligne 26 * * page 5, ligne 25 - page 6, ligne 23 * ---	1,3,5
Y A	GB-A-2 084 225 (UNION CARBIDE) * page 1, ligne 5 - ligne 7 * * page 1, ligne 63 - page 3, ligne 5 * ---	1,3,5 6,8,12
A	SOFW-JOURNAL SEIFEN, OELE, FETTE, WASCHE, vol. 116, no. 2, 1 Février 1990 pages 60-68, XP 000136049 BEHLER A ET AL 'NEUE VERDICKUNGSMITTEL FUER TENSIDFORMULIERUNGEN NEW THICKENING AGENTS FOR SURFACTANTS' -----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
7 Février 1996		Boulon, A
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1
EPO FORM 1500 03.82 (P04C13)