

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 03.11.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.05.25 Bulletin 25/19.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : TABATABAI Charles — FR.

72 Inventeur(s) : TABATABAI Charles.

73 Titulaire(s) : TABATABAI Charles.

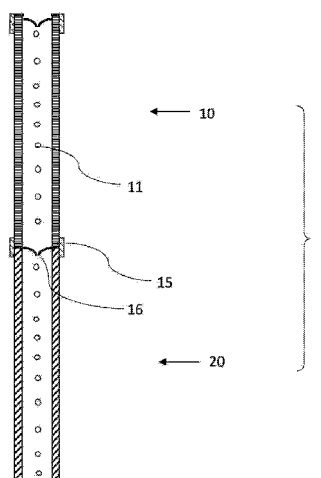
74 Mandataire(s) : IP TRUST.

54 Procédé de traitement de sols sujets à des tassements différentiels.

57 La présente invention concerne un procédé de traite-
ment de sols sujets à des tassements différentiels pour ré-
duire leur sensibilité aux variations hydriques consistant à
injecter une solution aqueuse gélifiante en profondeur dans
le sol, caractérisé en ce que l'on procède préalablement à
une étape d'injection d'un gaz sous une pression supérieure
à 0,5 MPa.

Elle concerne aussi un tube pour mettre en œuvre un tel
procédé.

[FIG 2]



Description

Titre de l'invention : Procédé de traitement de sols sujets à des tassements différentiels

Domaine de l'invention

- [0001] La présente invention concerne le domaine du traitement des sols qui ont une fraction argileuse pour diminuer leur sensibilité aux variations hydriques. Le terme argile désigne à la fois une classe granulométrique ($< 80 \mu\text{m}$) et une nature minéralogique correspondant à la famille des phyllosilicates.
- [0002] À l'échelle microscopique, les minéraux argileux se caractérisent par une structure minéralogique en feuillets. Ceux-ci sont constitués d'un assemblage de silicates (SiO_3) et d'aluminates (Al_2O_3) entre lesquels viennent s'interposer des molécules d'eau. La majorité des minéraux argileux appartient à la famille des phyllosilicates 2:1 (deux couches tétraédriques encadrant une couche octaédrique). La structure des assemblages cristallins est variable selon le type d'argile. Certains d'entre eux, telle que la montmorillonite, présentent des liaisons faibles entre feuillets, ce qui permet l'acquisition ou le départ de molécules d'eau. L'hydratation des cations situés à la surface des feuillets provoque leur élargissement, ce qui se traduit par une augmentation du volume du minéral. C'est le phénomène de gonflement intracristallin ou interfoliaire. Le gonflement est lié au phénomène d'adsorption d'eau sur les sites hydrophiles de l'argile. Ce processus est réversible. Un départ d'eau entraîne une diminution du volume du minéral. C'est le phénomène de retrait. Les phénomènes de retrait-gonflement s'expriment préférentiellement dans les minéraux argileux appartenant au groupe des smectites (montmorillonite, beidellite, nontronite, saponite, hectorite, sauconite) et dans une moindre mesure au groupe des interstratifiés (alternance plus ou moins régulière de feuillets de natures différentes, par exemple illite – montmorillonite). À l'échelle macroscopique, ces micro-agrégats de feuillets s'organisent en assemblages plus ou moins anisotropes et cohérents, en fonction de la forme des particules élémentaires qui les composent, et en fonction de la force des liaisons entre particules.
- [0003] Ces dernières sont assurées par des molécules d'eau intercalées. Ce mode d'assemblage, qui définit la texture du « sol argileux » dépend de la nature minéralogique des argiles, du mode de sédimentation et de l'état de consolidation du matériau. En particulier, une argile vasarde ne présentera pas la même texture – et donc pas la même cohésion – qu'une argile surconsolidée, par exemple à la suite d'un enfouissement à grande profondeur.

- [0004] Les sols argileux se caractérisent donc par leur sensibilité aux variations hydriques qui a pour effet d'engendrer une modification de leur volumes. En géotechnique, on identifie d'ailleurs les différents types de sols argileux sur la base de ce critère. Pour cela on détermine les teneurs en eau (dites limites d'Atterberg) à partir desquelles le comportement du matériau se modifie. Atterberg, puis par la suite Casagrande, ont défini de façon conventionnelle, à partir de la teneur en eau, les limites de divers états de consistance d'un sol donné :
- [0005] - la limite de liquidité WL sépare l'état liquide de l'état solide ; elle correspond à la teneur en eau à partir de laquelle l'argile commence à s'écouler sous son poids propre ;
- [0006] - la limite de plasticité WP sépare l'état plastique de l'état solide (avec retrait) ; elle correspond à la teneur en eau en deçà de laquelle l'argile ne peut plus se déformer sans microfissuration ; L'étendue du domaine plastique compris en ces deux valeurs est dénommée indice de plasticité : $IP = WL - WP$. Elle représente l'aptitude de l'argile à acquérir de l'eau.
- [0007] - la limite de retrait WR : lorsque la teneur en eau diminue en dessous de WP, le volume de sol argileux se réduit progressivement, mais le matériau reste saturé en eau jusqu'à une valeur dite limite de retrait qui sépare l'état solide avec retrait de l'état solide sans retrait. À partir de ce stade, si la dessiccation se poursuit, elle se traduit par une fissuration du matériau. En cas de réhydratation de l'argile, l'eau pourra circuler rapidement dans ces fissures. Au-delà de WR, l'arrivée d'eau s'accompagnera d'une augmentation de volume, proportionnelle au volume d'eau supplémentaire incorporé dans la structure. Les limites d'Atterberg, qui sont des teneurs en eau particulières, s'expriment, comme la teneur en eau W, en %.
- [0008] Les phénomènes de retrait (liés à une diminution de volume du matériau qui se traduit, verticalement par un tassement, et horizontalement par une fissuration), et de gonflement (liés à une augmentation de volume), sont donc essentiellement causés par des variations de teneur en eau. En réalité, cependant, le phénomène est aussi régi par des variations de l'état de contrainte, et plus précisément par l'apparition de pressions interstitielles négatives. Dans le cas d'un sol saturé, la contrainte verticale totale, qui règne dans le sol à une profondeur donnée, est la somme de la pression interstitielle due à l'eau et d'une contrainte dite effective qui régit le comportement de la phase solide du sol (pression intergranulaire). La contrainte totale est constante puisque liée à la charge exercée par les terrains sus-jacents (augmentée éventuellement d'une surcharge due, par exemple, à la présence d'une construction en surface). L'apparition d'une pression interstitielle négative, appelée succion, se traduit donc par une augmentation de la contrainte effective (c'est-à-dire une consolidation du squelette granulaire) et une expulsion d'eau. Un sol argileux situé au-dessus du niveau de la nappe, et qui est saturé, est ainsi soumis à une pression de succion qui lui permet

d'aspirer l'eau de la nappe, par capillarité, et de maintenir son état de saturation. Cette pression de succion peut atteindre des valeurs très élevées à la surface du sol, surtout si celle-ci est soumise à une évaporation intense.

- [0009] Les variations de volume du sol ou des formations lithologiques affleurantes à sub-affleurantes sont dues, d'une part, à l'interaction eau – solide, aux échelles microscopiques et macroscopiques, et, d'autre part, à la modification de l'état de contrainte en présence d'eau.
- [0010] Ces variations peuvent s'exprimer soit par un gonflement (augmentation de volume),
- [0011] soit par un retrait (réduction de volume).
- [0012] Sous un climat tempéré, les argiles situées à faible profondeur sont souvent déconsolidées, humidifiées et ont épuisé leur potentiel de gonflement à l'état naturel. Mais elles sont dans un état éloigné de leur limite de retrait (teneur en eau en dessous de laquelle les déformations dues au phénomène de retrait-gonflement deviennent peu significatif) et peuvent se rétracter si leur teneur en eau diminue de façon notable. Ces phénomènes de retrait-gonflement de certains sols argileux provoquent des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti individuel. Dans ce contexte, les sinistres surviennent sur des bâtiments construits sur de tels sols, surtout lorsqu'une période de sécheresse intense ou prolongée provoque l'apparition de pressions interstitielles négatives dans la tranche superficielle du sol, soumise à évapotranspiration.
- [0013] Les phénomènes météorologiques exceptionnels constituent le principal facteur de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement. Les variations de teneur en eau du sol sont dues à des variations climatiques saisonnières. La profondeur de terrain affectée par les variations saisonnières de teneur en eau ne dépasse guère 1 à 2 m sous nos climats tempérés, mais peut atteindre 3 à 5 m lors d'une sécheresse exceptionnelle, ou dans un environnement défavorable (végétation proche). Les deux paramètres importants sont les précipitations et l'évapotranspiration. En l'absence de nappe phréatique, ces deux paramètres contrôlent en effet les variations de teneur en eau dans la tranche superficielle des sols. L'évapotranspiration est la somme de l'évaporation (liée aux conditions de température, de vent et d'ensoleillement) et de la transpiration (eau absorbée par la végétation). Ce paramètre est mesuré dans certaines stations météorologiques mais sa répartition spatiale est difficile à appréhender car sa valeur dépend étroitement des conditions locales de végétation. On raisonne en général sur les hauteurs de pluies efficaces qui correspondent aux précipitations diminuées de l'évapotranspiration.

Etat de la technique

- [0014] On connaît dans l'état de la technique le brevet FR2637925A1 décrivant un procédé de consolidation des sols meubles et plus particulièrement des sols argileux, caractérisé en ce que l'on procède, dans une première étape, à une floculation des argiles par une solution aqueuse acide en vue de les rendre perméables, et en ce que l'on consolide, dans une seconde étape, le sol argileux floculé par apport de carbonate de sodium sur la surface du sol à traiter, de façon à limiter l'apport d'eau.
- [0015] Cette solution est adaptée des travaux routiers, dans la réalisation de chemins, pistes en sol durci, sols industriels, par des traitements surfaciques. Elle n'est cependant pas adaptée à des traitements en profondeur pour le traitement de sols construits ou constructibles.
- [0016] Le brevet AU732848B2 décrit un autre exemple de traitement de sols argileux dans le but de les rendre sensiblement imperméable à l'eau, par l'application sur le sol d'un sel de calcium soluble dans l'eau qui comprend une solution aqueuse d'acétate de calcium, permettant aux ions calcium présents dans le sel de pénétrer dans le sol, puis l'application d'une solution aqueuse de silicat.
- [0017] On connaît aussi l'article Fleury, Marc & Sissmann, Olivier & Brosse, Etienne & Chardin, M.. (2017). A Silicate Based Process for Plugging the Near Well Bore Formation. Energy Procedia. 114. 4172-4187. 10.1016/j.egypro.2017.03.1558 qui divulgue une méthode de traitement des environs d'un puits à l'aide d'une suspension réactive est étudiée, en utilisant des solutions à base de silicate et en exploitant la précipitation de solutions de silicate de potassium à bas prix, en utilisant un acide faible pour abaisser le pH. Les expériences ont été réalisées entre 20 °C et 60 °C, en ajoutant un composé acide à la solution à base de silice. Les temps de gélification en vrac ont été estimés entre quelques minutes et 4 jours. Une expérience d'injection par carottage a ensuite été réalisée sur un échantillon de grès analogique, représentatif de la formation de CO₂, en utilisant un mélange optimal dont la viscosité est proche de celle de l'eau. Cette solution est adaptée au colmatage d'un puit, mais pas à réduction de la sensibilité hydrique d'un sol en profondeur.

Inconvénients de l'art antérieur

- [0018] Les solution de l'art antérieur ne sont pas satisfaisante car elles concernent le traitement de sols sur une profondeur généralement inférieure à 1m, ce qui n'est pas possible pour des terrains construits et mal adapté pour un traitement en profondeur de terrain destinés à recevoir des constructions.

Solution apportée par l'invention

- [0019] Afin de répondre à ces inconvénients, la présente invention concerne un procédé dont les caractéristiques sont énoncées ci-après.

- [0020] L'invention concerne un procédé de traitement de sols sujets à des tassements différentiels pour réduire leur sensibilité aux variations hydriques consistant à injecter une solution aqueuse gélifiante en profondeur dans le sol, caractérisé en ce que l'on procède préalablement à une étape d'injection d'un gaz sous une pression supérieure à 0,5 MPa.
- [0021] Avantageusement, ladite solution aqueuse gélifiante composée de silice.
- [0022] Selon une variante, ladite solution aqueuse comprend des micro-organismes aptes à provoquer une réaction de calcification des sols.
- [0023] Selon d'autres variantes :
- ledit gaz et ladite solution aqueuse sont successivement injectés à travers des tuyaux introduits dans des trous de forage.
 - l'introduction du tube d'injection de la solution aqueuse gélifiante dans le sol est réalisée par une pression du fluide injectée supérieure à 0.2MPa.
 - postérieurement aux opérations d'injections de fluide aqueux gélifiant, le procédé comporte une étape d'injection de résine expansive polyuréthane afin d'augmenter la portance du sol
 - le procédé comporte une étape de visualisation avec un dispositif d'analyse tomographique de la zone traitée et de comparaison de l'état préalable aux injections avec l'état postérieur à la fin des opérations d'injections et de ré-itération d'une campagne d'injection additionnelle
 - la solution aqueuse gélifiante comprend une solution alcaline de silicate de potassium et un acide
 - ladite solution alcaline comprend en outre un aluminat
 - ledit gaz de préparation du gaz carbonique sous pression
 - ledit gaz est de l'air séché
 - ledit fluide de préparation contient un traceur isotopique
 - ledit fluide de préparation contient un marqueur tomographique.
- [0024] L'invention concerne aussi un tube pour la mise en œuvre du procédé susvisé caractérisé en ce qu'il est constitué par un tuyau est formé par au moins deux segments tubulaire perforés réunis par une bague de liaison comportant un clapet anti-retour.
- [0025] **Description détaillée d'un exemple non limitatif de réalisation**
- [0026] La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, concernant un exemple non limitatif de réalisation illustré par les dessins annexés où :
- [0027] [Fig.1] la [Fig.1] représente une vue en coupe d'un assemblage de deux segments de tubes selon l'invention
- [0028] [Fig.2] la [Fig.2] représente une vue schématique de la mise en œuvre du matériel d'injection

[0029] [Fig.3] la [Fig.3] représente une vue schématique d'une variante de mise en œuvre du matériel d'injection

Principe de l'invention

[0030] L'opération de stabilisation des sols à consolider en remplacement d'une solution de démolition et de reconstruction ou de réparation par des solutions traditionnelles de reprise en sous-œuvre (pieux, longrine, etc.) qui sont par nature très émettrice de carbone, contribue au développement durable et à la protection de l'environnement en améliorant les propriétés du sol afin de les rendre aptes à supporter les charges des constructions fragilisées ou de rendre des sols argileux constructibles

[0031] La cause principale de cette instabilité est liée à la présence d'une fraction argileuse importante dans le sol qui devient source de tassement différentiel du sol à la suite des périodes de sécheresse et de réhydratation.

[0032] L'invention consiste à préparer les sols argileux préalablement à un traitement par injection d'une solution aqueuse gélifiant comprenant par exemple une solution comprenant des silicates, afin d'améliorer l'efficacité de cette injection et la pérennité de la consolidation du sol. Cette première étape consiste à injecter un gaz sous une pression supérieur à 5 bars, dans le sol à traiter. Le gaz est par exemple de l'air ou du gaz carbonique, de préférence à une température supérieure à 20°C.

[0033] Cette étape d'injection d'un gaz a pour effet de modifier la structure du sous-sol pour favoriser ensuite la pénétration de la solution gélifiante et augmenter les surfaces d'interfaces où se produit la réaction entre la solution aqueuse de silicate injectée et les feuillets d'argile. Cette réaction crée des liaisons chimiques entre les silicates des argiles au moyen du gel de silice et forme un liant entre les feuillets d'argile, assurant ainsi la consolidation dans le milieu poreux.

[0034] **Tube d'injection pour la mise en œuvre du procédé :**

[0035] Pour procéder à la succession d'étapes mises en œuvre pour la consolidation du sol, on utilise des équipements pour certains connus de l'homme du métier, et un tube d'injection dont la [Fig.1] représente une vue schématique en coupe.

[0036] Le tuyau d'injection (1) est formé par un assemblage de plusieurs tubes rigides (10, 20) rigides présentant des perforations (11) pour le passage des différents fluides mis en œuvre par le procédé. Deux segments de tube (10, 20) sont réunis par une bague (15) assurant une liaison étanche. Chaque bague (15) intègre une valve anti-retour (16).

Préparation de l'injection

[0037] La première étape du procédé consiste à percer la fondation (100) pour permettre d'introduire dans ce perçage le tube d'injection pour l'enfoncer ensuite dans le sol sous les fondations (100) à stabiliser. Le passage du tube (1) dans le perçage (110) pourrait

être étanchéifié si nécessaire afin d'éviter la fuite de fluide lors des étapes d'injection par un clouage époxy.

Séquences d'injection

- [0038] Une première étape – consiste injecter dans le sol sous la fondation (100) via le tube un gaz, par exemple de l'air chaud - pour micro-fissurer et assécher le sol à traiter. La microfissuration du sol consiste à injecter de l'air comprimé à l'aide d'un compresseur (200) à une pression comprise entre 0,5 MPa et 2 MPa pendant 1 à 10 minutes. Cette microfissuration permet d'une part d'augmenter les surfaces d'échange et de pénétration des liquides injectés lors des étapes suivantes et d'autre part facilite l'exposition des feuillets d'argiles au gel en chassant une partie des molécules d'eau interstitielles existantes afin de les remplacer par celles chargées de la solution d'injection notamment constituée de silicates.
- [0039] Le gaz peut être chargé avec un traceur, par exemple un azote hydrogéné ou un traceur radioactif permettant de réaliser une cartographie du sous-sol et estimer les paramètres de diffusion dans le sous-sol afin d'optimiser l'étape d'injection de la solution. La pression d'injection minimale est de 5 bars. Si la fissuration pneumatique était décidée dans le projet, une pression effective d'injection d'air appelée P_{air} dans le sol serait définie par l'opérateur.
- [0040] La durée totale d'injection sur chaque point ne dépasse pas 1 minute. La pression d'injection sur site est celle à partir de laquelle l'ouvrage à consolider commence à bouger. Le mouvement du bâtiment est détecté par un monitoring laser (30). La pression pneumatique qui sera retenue pour l'injection de l'ensemble des points est égale à 90% de celle pour laquelle il a été détecté un mouvement de l'ouvrage. $P_{air} = P_{max} * 0.9$
- P_{max} = Pression à laquelle le bâtiment commence à bouger, selon les observations par monitoring laser (30)
 - P_{max} est dans tous les cas inférieure à 10 bars. La procédure d'exécution est la suivante :
 - on met en place une première lance d'injection suivant le plan de conception descendue à la profondeur indiquée.
 - Ensuite, On met en place un dispositif de monitoring au laser (30) du bâtiment
 - Ce dispositif de monitoring procède à l'injection de l'air comprimé via un compresseur (200) et détermine $P_{air} = P_{max} * 0.9$. Cette valeur de P_{air} sera utilisée pour l'injection à travers toutes les lances d'injection des parties du bâtiment qui ont la même charge ou un poids supérieur. S'il existe une partie plus légère, un deuxième test devra être réalisé afin de déterminer une nouvelle P_{air} pour cette partie.

- [0041] La deuxième étape consiste à réaliser un relevé tomographique de la zone à traiter avant injection afin de comparer son état après injection et de s'assurer que les travaux d'injection ont bien permis de traiter la zone définie dans le projet.
- [0042] La troisième étape consiste à injecter un liquide alcalin pour produire une réaction avec l'argile de type alcali-activation / géopolymérisation.
- [0043] L'activation alcaline est une réaction entre précurseurs aluminosilicates et des solutions alcalines comme l'hydroxyde potassium (K).
- [0044] Cette troisième étape consiste à préparer une solution aqueuse gélifiante comprenant une solution alcaline de silicate de potassium, un acide acétique, et un aluminat.

Injection de la solution gélifiante

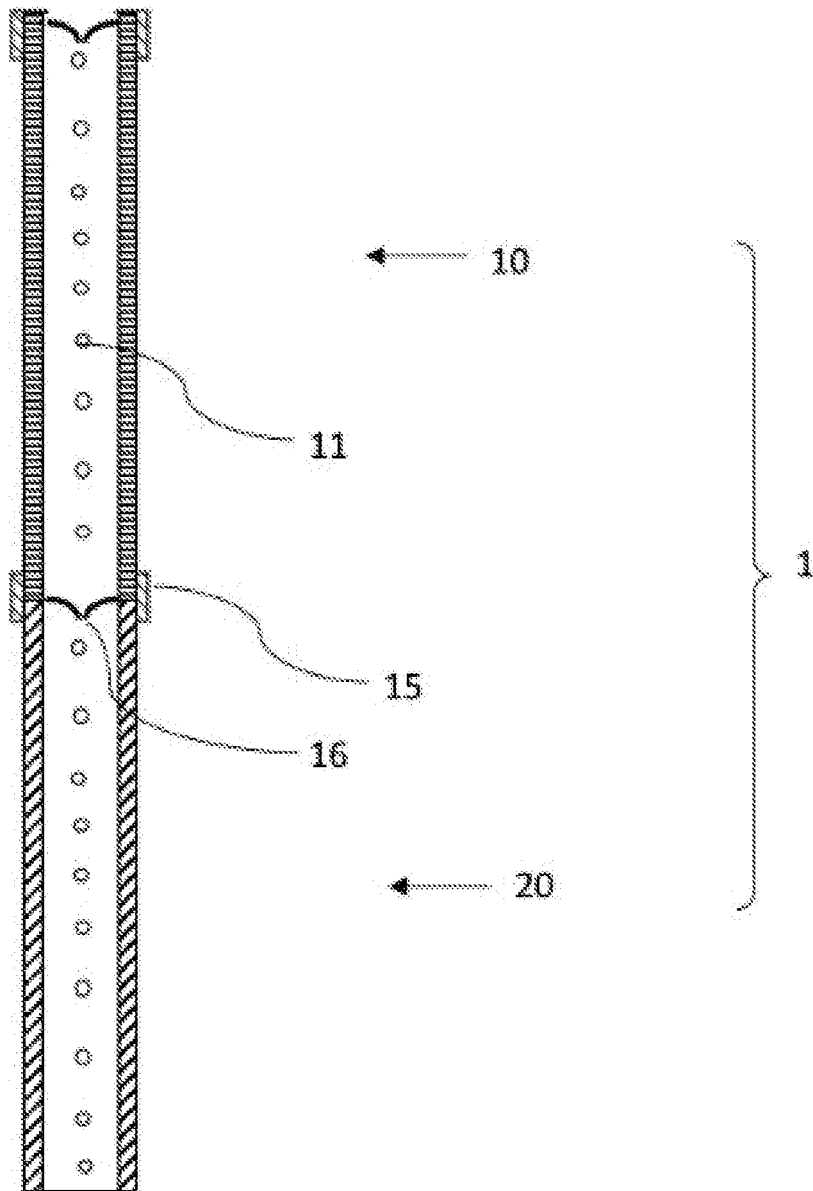
- [0045] Après cette étape de préparation, on procède à l'injection de liquide alcalin de manière usuelle. La préparation selon l'invention peut consister à injecter seulement un fluide aqueux ou gel alcalin, ou de procéder successivement à l'injection d'un gaz puis d'un fluide aqueux gélifiant alcalin.
- [0046] Une option consiste à compléter ce dispositif par une injection complémentaire à celles décrits précédemment. Cette injection complémentaire se caractérise par une injection de résine polyuréthane expansive en cas de nécessité d'augmenter la portance du sol.
- [0047] Cette variante optionnelle a pour but de traiter les sols présentant les caractéristiques précitées mais comportant en plus un défaut de portance le rendant impropre à supporter les charges induites par le bâti qui s'y fonde.
- [0048] Le dispositif de contrôle : à tout moment, le suivi laser (30) des mouvement du bâtiment permet d'arrêter les opérations d'injection.

Revendications

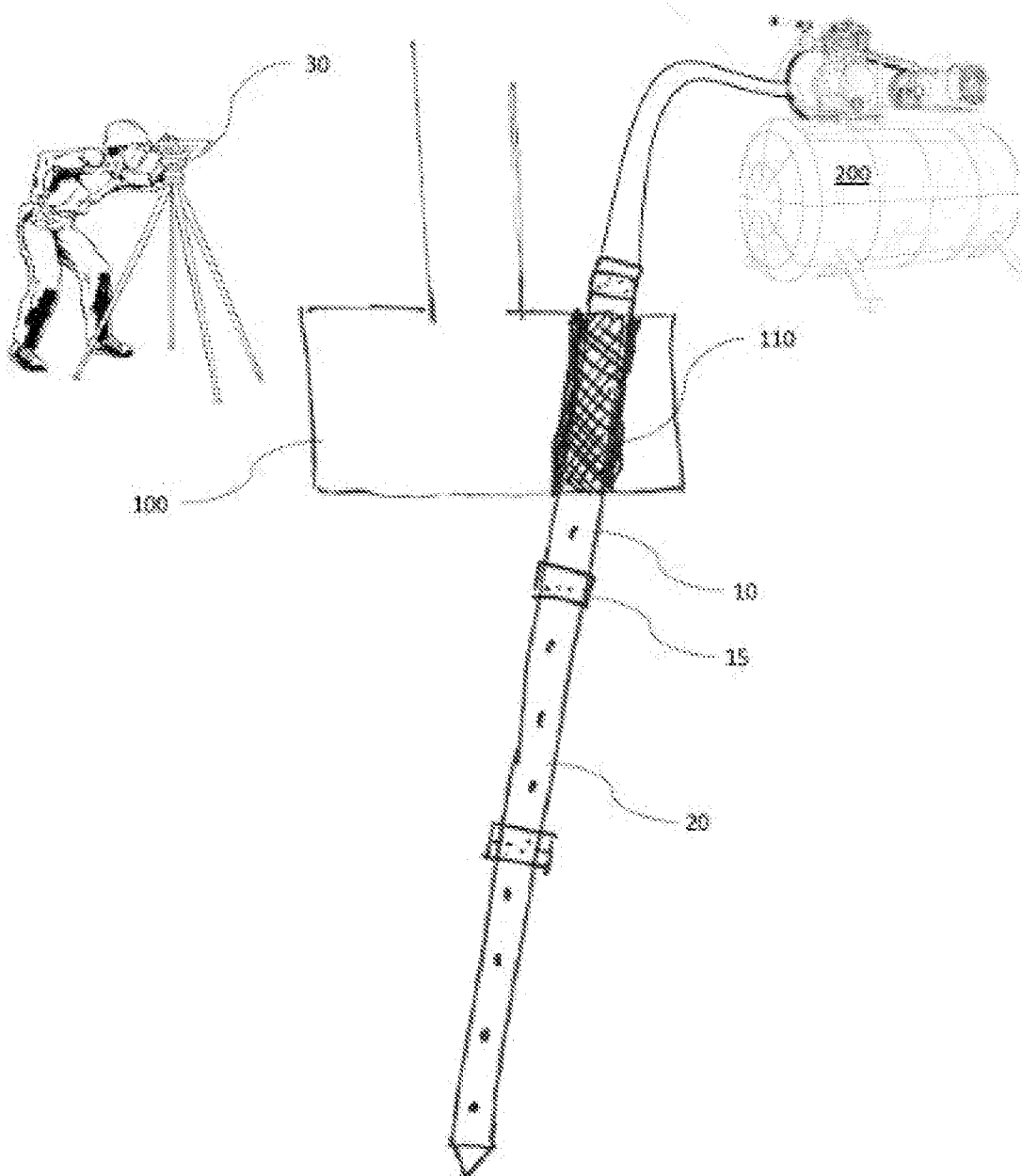
- [Revendication 1] Procédé de traitement de sols sujets à des tassements différentiels pour réduire leur sensibilité aux variations hydriques consistant à injecter une solution aqueuse gélifiante en profondeur dans le sol, caractérisé en ce que l'on procède préalablement à une étape d'injection d'un gaz sous une pression supérieure à 0,5 MPa.
- [Revendication 2] Procédé de traitement de sols sujets à des tassements différentiels selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite solution aqueuse gélifiante est composée de silice.
- [Revendication 3] Procédé de traitement de sols sujets à des tassements différentiels selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite solution aqueuse comprend des micro-organismes aptes à provoquer une réaction de calcification des sols.
- [Revendication 4] Procédé de traitement de sols sujets à des tassements différentiels selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit gaz et ladite solution aqueuse sont successivement injectés à travers des tuyaux introduits dans des trous de forage.
- [Revendication 5] Procédé de traitement de sols sujets à des tassements différentiels selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'introduction du tube d'injection de la solution aqueuse gélifiante dans le sol est réalisée par une pression du fluide injectée supérieure à 0.2MPa.
- [Revendication 6] Procédé de traitement de sols sujets à des tassements différentiels selon la revendication 1 caractérisé en ce que postérieurement aux opérations d'injections de fluide aqueux gélifiant, il comporte une étape d'injection de résine expansive polyuréthane afin d'augmenter la portance du sol.
- [Revendication 7] Procédé de traitement de sols sujets à des tassements différentiels selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte une étape de visualisation avec un dispositif d'analyse tomographique de la zone traitée et de comparaison de l'état préalable aux injections avec l'état postérieur à la fin des opérations d'injections et de répétition d'une campagne d'injection additionnelle.
- [Revendication 8] Procédé de consolidation de sols et de stabilisation de fondations d'édifices selon la revendication 1 caractérisé en ce que la solution aqueuse gélifiante comprend une solution alcaline de silicate de potassium et un acide.

- [Revendication 9] Procédé de consolidation de sols et de stabilisation de fondations d'édifices selon la revendication précédente caractérisé en ce que ladite solution alcaline comprend en outre un aluminat.
- [Revendication 10] Procédé de consolidation de sols et de stabilisation de fondations d'édifices selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit gaz sous une pression supérieure à 0,5 MPa est du gaz carbonique sous pression.
- [Revendication 11] Procédé de consolidation de sols et de stabilisation de fondations d'édifices selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit gaz sous une pression supérieure à 0,5 MPa est de l'air séché.
- [Revendication 12] Procédé de consolidation de sols et de stabilisation de fondations d'édifices selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit gaz sous une pression supérieure à 0,5 MPa contient un traceur isotopique.
- [Revendication 13] Procédé de consolidation de sols et de stabilisation de fondations d'édifices selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit gaz sous une pression supérieure à 0,5 MPa contient un marqueur tomographique.
- [Revendication 14] Tube pour la mise en œuvre du procédé conforme à la revendication 1 caractérisé en ce qu'il est constitué par un tuyau est formé par au moins deux segments tubulaire (10, 20) perforés réunis par une bague de liaison (15) comportant un clapet anti-retour.

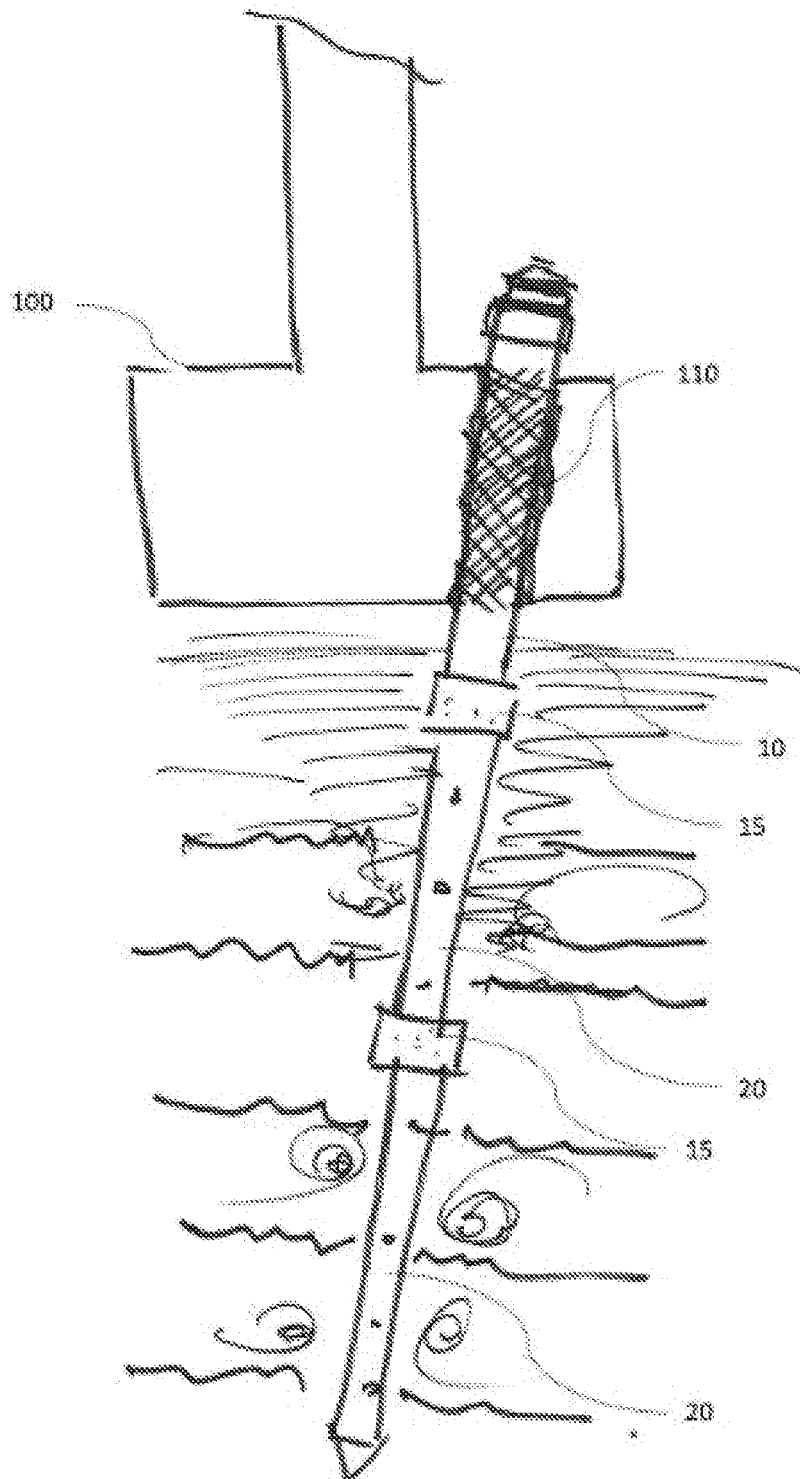
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 934420
FR 2311992

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	JP 2014 114686 A (KYOKADO ENG CO; KYOKADO ENG CO; SUEMASA NAOAKI) 26 juin 2014 (2014-06-26)	1,2,4,5, 9	C09K 17/04 E02D 3/12 C09K 103/00
Y	* le document en entier *	7,8,11, 13	
A		3,6,10, 12,14	
X	-----		
X	US 3 293 864 A (HAGIUS HOMER H ET AL) 27 décembre 1966 (1966-12-27)	1	
A	* colonne 4, ligne 56 - colonne 5, ligne 34; figures 2-6 *	2-14	
X	-----		
X	WO 2021/219318 A1 (IFP ENERGIES NOW [FR]) 4 novembre 2021 (2021-11-04)	1,2,4,5, 8-10	
A	* page 1, lignes 5-8 * * page 12, lignes 11-15; revendications 1,13-15 *	3,6,7, 11-14	
X	-----		
X	US 2020/299918 A1 (MOODY DONALD JAMES [US] ET AL) 24 septembre 2020 (2020-09-24)	14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	* abrégé * * alinéa [0079]; figures 1-5 *	1-13	E02D C09K
Y	-----		
Y	JP S57 149382 A (NITTO CHEMICAL INDUSTRY CO LTD) 14 septembre 1982 (1982-09-14)	8	
A	* alinéa [0002]; figures 1,2 *	9,10	
Y	-----		
Y	EP 0 030 753 A2 (SHELL INT RESEARCH [NL]) 24 juin 1981 (1981-06-24)	11	
A	* abrégé * * page 3, lignes 7-12 *	1	
Y	-----		
Y	EP 1 956 147 A1 (GEOSSEC S R L [IT]) 13 août 2008 (2008-08-13)	7,13	
	* alinéa [0022]; revendications 1,5,8 *		

	- / - -		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 octobre 2024		Koulo, Anicet	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire 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			

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 934420
FR 2311992

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	WO 2021/079346 A1 (SIANO PAOLO [FR]) 29 avril 2021 (2021-04-29) * le document en entier * -----	7,13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 octobre 2024		Koulo, Anicet	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2311992 FA 934420**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **31 - 10 - 2024**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 20141114686 A	26-06-2014	JP 5433888 B1 JP 2014114686 A	05-03-2014 26-06-2014
US 3293864 A	27-12-1966	AUCUN	
WO 2021219318 A1	04-11-2021	EP 4143271 A1 FI 4143271 T3 FR 3109601 A1 US 2023174847 A1 WO 2021219318 A1	08-03-2023 07-08-2024 29-10-2021 08-06-2023 04-11-2021
US 2020299918 A1	24-09-2020	US 2020299918 A1 US 2023101871 A1	24-09-2020 30-03-2023
JP S57149382 A	14-09-1982	JP H0315674 B2 JP S57149382 A	01-03-1991 14-09-1982
EP 0030753 A2	24-06-1981	AU 535428 B2 CA 1141147 A EP 0030753 A2 GB 2065748 A MY 8500919 A NO 154735 B NZ 195833 A OA 06673 A US 4372385 A	22-03-1984 15-02-1983 24-06-1981 01-07-1981 31-12-1985 01-09-1986 30-03-1982 30-09-1981 08-02-1983
EP 1956147 A1	13-08-2008	AT E554235 T1 EP 1956147 A1 ES 2388154 T3	15-05-2012 13-08-2008 09-10-2012
WO 2021079346 A1	29-04-2021	EP 4048841 A1 WO 2021079346 A1	31-08-2022 29-04-2021