



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
30.09.2020 Bulletin 2020/40

(51) Int Cl.:
E21D 9/087 (2006.01) E21D 9/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20159846.3**

(22) Date de dépôt: **27.02.2020**

(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
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **SURMONT, Antoine Thierry Charles**
78960 VOISINS-LE- BRETONNEUX (FR)
• **BONNEMAISON, Quentin Marie Christophe**
92340 BOURG-LA-REINE (FR)
• **TIERCE, Pierre-Marie Pascal**
59310 AIX-EN-PEVELE (FR)

(30) Priorité: **27.02.2019 FR 1902023**

(74) Mandataire: **Regimbeau**
20, rue de Chazelles
75847 Paris Cedex 17 (FR)

(71) Demandeur: **Bouygues Travaux Publics**
78280 Guyancourt (FR)

(54) **DÉCOLMATAGE D'UNE OUVERTURE D'ÉVACUATION D'UN TUNNELIER PAR DES ONDES ULTRASONORES**

(57) L'invention concerne une tête de coupe d'un tunnelier qui comprend :

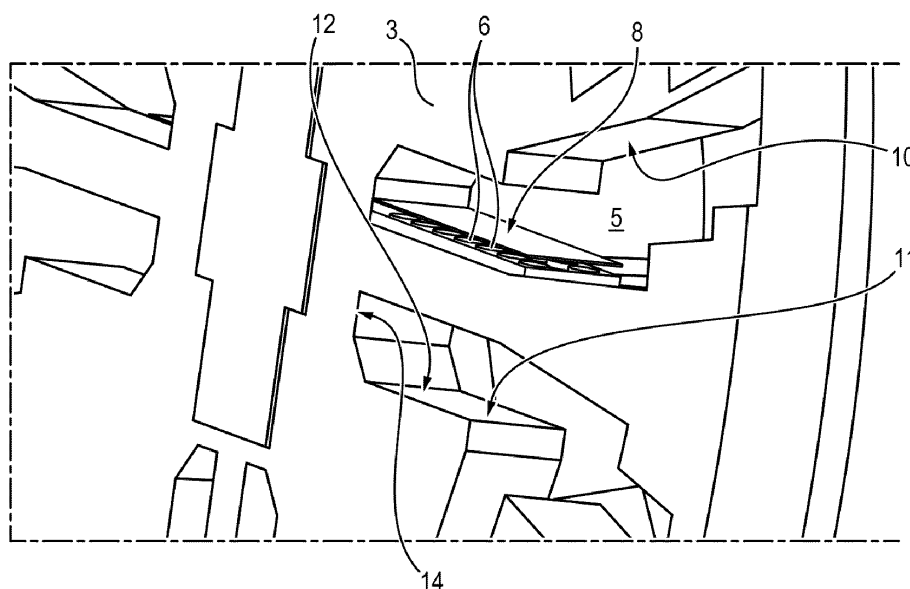
une roue de coupe (3) comprenant au moins une ouverture d'évacuation (5) de matériau délimitée par une paroi circonférentielle (10),

un anneau de fixation (2), l'anneau de fixation et la roue de coupe (3) étant raccordés par une série de bras (4) et délimitant ensemble une chambre de confinement, ladite chambre de confinement s'étendant en aval de l'au

moins une ouverture d'évacuation (5), et

au moins un émetteur (6) ultrason configuré pour générer un mouvement mécanique vibratoire dans une plage de fréquences ultrasonore, ledit émetteur (6) étant fixé contre la paroi circonférentielle (10) de l'ouverture d'évacuation (5) de sorte à transmettre le mouvement mécanique vibratoire à la paroi circonférentielle (10) en vibration et à réduire son coefficient de frottement.

[Fig. 3]



Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne de manière générale le domaine des travaux souterrains mécanisés, plus particulièrement l'excavation à l'aide d'une machine de creusement du type tunnelier. Plus précisément, l'invention s'intéresse ici au colmatage ou blocage des ouvertures d'évacuation de la roue de coupe d'un tunnelier permettant le passage des matériaux vers la chambre d'abat-tage derrière la roue de coupe.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0002] On connaît des machines de creusement de tunnels, appelées tunneliers, qui comportent une structure mobile de grandes dimensions consistant en une grande usine mobile à l'avant de laquelle est disposé un bouclier ayant une section en adéquation avec la forme définitive du tunnel (tunnel de section circulaire, bilobé, ...).

[0003] La partie antérieure du bouclier qui vient en contact avec le front de taille pour réaliser la découpe de la formation géologique traversée par le tunnel comporte une roue de coupe supportant des outils de travail et entraînée en rotation à une vitesse déterminée qui est fonction de la nature du terrain à creuser.

[0004] La roue de coupe d'un tunnelier peut se trouver bouchée ou bloquée lorsque le terrain rencontré en front de coupe comprend des matériaux à forte plasticité, généralement due à la présence d'argiles, et que le conditionnement apporté par le chantier (additifs) ne suffit pas à faciliter l'évacuation de ces matériaux. L'accumulation du matériau aboutit finalement au colmatage des ouvertures prévues pour l'évacuation du terrain, ce qui a pour effet d'empêcher l'avancée de la machine.

[0005] Actuellement, les ouvertures d'évacuation doivent être débouchées à l'aide de jets d'eau haute pression ou d'outils manuels (pioche ou pelle), ce qui implique d'envoyer du personnel derrière la roue de coupe, soit en atmosphère hyperbare et à une température élevée. Cette opération nécessite donc du temps et présente un risque non négligeable pour la santé et la sécurité du personnel.

[0006] Il a déjà donc été proposé d'agir sur la géométrie (« fruit », ou inclinaison des parois) et le revêtement des ouvertures d'évacuation formées dans la roue de coupe afin de faciliter au maximum l'évacuation du terrain et de réduire les risques de colmatage ou de blocage. Toutefois, ces moyens ne permettent pas d'éviter complètement le colmatage.

[0007] Le document JP 2009-228261 a par ailleurs proposé, dans le cas d'un tunnelier comprenant une paroi tournante, d'injecter de l'eau haute pression et de générer des vibrations ultrasonores dans le terrain à l'aide d'émetteurs placés sur la paroi tournante du tunnelier. De la sorte, le terrain qui stagne autour de l'axe de rota-

tion du tunnelier est mis en mouvement, ce qui permet de réduire les risques de blocage de la paroi tournante.

[0008] Le document JP 64052995 quant à lui propose de réduire le colmatage de la chambre d'abatage d'un tunnelier en générant des ondes sonores dans le terrain. La transmission des vibrations a pour effet de mettre en mouvement le terrain et de limiter ainsi le colmatage.

[0009] Dans ces deux documents, les émetteurs ultrasons sont montés sur des silentblochs (silent-blocks en anglais) afin d'empêcher la propagation des vibrations vers le bâti du tunnelier et de maximiser la transmission des ondes au terrain, améliorant ainsi la mise en mouvement du terrain. De plus, le colmatage du terrain est traité au niveau de la chambre qui est située en aval de la roue de coupe et dont le volume est plus grand que les ouvertures d'évacuation, ce qui permet de mettre suffisamment le terrain en mouvement pour le décolmater. Une telle mise en mouvement ne peut en revanche pas être obtenue dans le cas d'une ouverture d'évacuation.

RESUME DE L'INVENTION

[0010] Un objectif de l'invention est donc de proposer une nouvelle solution qui puisse être appliquée au décolmatage des ouvertures d'évacuation de la roue de coupe d'un tunnelier, et qui permette de limiter, voire de supprimer les risques de colmatage et de blocage des dites ouvertures même lorsque le terrain comprend des matériaux à forte plasticité tels que de l'argile. Avantageusement, cette solution pourra s'adapter à tout type et toute taille de tunnelier.

[0011] Pour cela, l'invention propose une roue de coupe d'un tunnelier comprenant au moins une ouverture d'évacuation de matériau, ladite ouverture d'évacuation étant délimitée par une paroi circonférentielle, la roue de coupe étant caractérisée en ce qu'elle comprend en outre au moins un émetteur ultrason configuré pour générer un mouvement mécanique vibratoire dans une plage de fréquences ultrasonore, ledit émetteur étant fixé contre la paroi circonférentielle de sorte à transmettre le mouvement mécanique vibratoire à la paroi circonférentielle en vibration et à réduire son coefficient de frottement.

[0012] Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives de la roue de coupe décrite ci-dessus sont les suivantes prises individuellement ou en combinaison :

- l'émetteur ultrason est fixé directement sur la paroi circonférentielle.
- l'émetteur ultrason est fixé sur une plaque, ladite plaque étant rapportée et fixée directement sur la paroi circonférentielle.
- une rainure est formée dans la plaque de sorte à diminuer localement son épaisseur et l'émetteur est logé au moins partiellement dans la rainure.
- au moins un émetteur est configuré pour générer un mouvement mécanique vibratoire dans une plage de fréquences comprise entre 16 kHz et 25 kHz, de

préférence de l'ordre de 19 kHz.

- au moins deux émetteurs ultrasons, de préférence entre quatre et dix émetteurs ultrasons, sont fixés sur la paroi circonférentielle de l'ouverture d'évacuation.
- les émetteurs ultrasons sont configurés pour générer un mouvement mécanique vibratoire dans une plage à la même fréquence ultrasonore, à 1 % près.
- la paroi circonférentielle de l'ouverture présente deux parois radiales, s'étendant radialement depuis un centre de rotation de la roue de coupe, et deux parois latérales reliant les parois radiales, l'au moins un émetteur étant fixé sur l'une des parois radiales.
- la paroi radiale sur laquelle l'émetteur est fixé présente un bord interne, proche de l'axe de rotation de la roue de coupe, et un bord externe, à distance de l'axe de rotation de la roue de coupe, la paroi radiale présentant une longueur déterminée entre le bord interne et le bord externe, et l'émetteur est fixé à une distance du bord interne comprise entre 5% et 50% de la longueur prédéterminée.

[0013] Selon un deuxième aspect, l'invention propose une tête de coupe d'un tunnelier comprenant une roue de coupe comme décrite ci-dessus et un anneau de fixation, l'anneau de fixation et la roue de coupe étant raccordés par une série de bras.

[0014] Optionnellement, l'au moins un émetteur est fixé sur la paroi circonférentielle entre deux bras adjacents.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0015] D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

La figure 1 est une vue partielle d'un exemple de réalisation d'une tête de coupe comprenant une roue de coupe conforme à l'invention.

La figure 2 est un exemple de réalisation d'un système d'émission comprenant une plaque, un couvercle et des émetteurs ultrason pouvant être utilisés dans la tête de coupe de la figure 1.

La figure 3 est une vue en perspective et en détail de la roue de coupe de la figure 1 sur laquelle a été représenté le système d'émission de la figure 2.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

[0016] De manière classique, un tunnelier comprend, en partie avant, un bouclier ayant une section sensiblement circulaire dont le diamètre correspond au diamètre du tunnel dont on réalise le creusement. Le bouclier loge une tête de coupe 1 qui vient en contact avec le front de

taille pour creuser le tunnel et qui est mobile en rotation autour d'un axe.

[0017] Le tunnelier comporte en outre un train suiveur s'étendant derrière le bouclier et qui avance en même temps que la tête de coupe 1 lors du creusement du tunnel.

[0018] Dans la présente demande, l'amont et l'aval sont définis par rapport au sens d'évacuation de la boue à travers la tête de coupe du tunnelier, le long de l'axe X. Par ailleurs, de manière connue en soi, la direction axiale correspond à la direction de l'axe de rotation de la tête de coupe et une direction radiale est une direction perpendiculaire à cet axe et passant par lui. La direction latérale correspond à une direction perpendiculaire à l'axe et ne passant pas par lui.

[0019] Un exemple de tête de coupe 1 a été illustré sur la figure 1. La tête de coupe 1 comprend en particulier un anneau de fixation 2 configuré pour coopérer avec des roulements permettant la mise en rotation de la roue de coupe 3 autour de l'axe et une roue de coupe 3 portant un ensemble de porte-outils de coupe et d'ouvertures d'évacuation 5. La roue de coupe 3 est raccordée à l'anneau de fixation 2 de manière fixe et solidaire par une pluralité de bras 4, qui s'étendent axialement entre la face arrière de la roue de coupe 3 et l'anneau de fixation 2.

[0020] L'espace délimité par la roue de coupe 3 et l'anneau de fixation 2 au sein du bouclier définit une chambre de confinement. L'anneau de fixation 2, la roue de coupe 3 et l'axe sont coaxiaux.

[0021] La roue de coupe 3 comporte un disque dans lequel sont formés une pluralité de passages traversants. La face avant du disque vient en contact avec le front de coupe tandis que sa face arrière s'étend en regard de la chambre de confinement. Les passages traversants forment soit des logements configurés pour recevoir un porte-outil de coupe et une molette, soit des ouvertures d'évacuation 5 configurées pour évacuer le terrain creusé par les molettes. Les ouvertures d'évacuation 5 sont alors connectées à des tuyaux d'évacuation traversant la chambre de confinement et configurés pour amener le terrain en partie arrière du bouclier, vers le train suiveur, où le terrain est alors traité.

[0022] La chambre de confinement s'étend donc en aval de la face arrière de la roue de coupe 3 et les ouvertures d'évacuation 5 débouchent dans cette chambre de confinement.

[0023] Chaque ouverture d'évacuation 5 s'étend axialement à travers la roue de coupe 3 et est délimitée par une paroi circonférentielle 10, c'est-à-dire une paroi fermée s'étendant entre la face avant et la face arrière de la roue de coupe 3. Cette paroi circonférentielle 10 est donc en contact avec le terrain à évacuer.

[0024] Afin d'éviter que les ouvertures d'évacuation 5 ne soient bouchées ou bloquées par le terrain à évacuer, la roue de coupe 3 comprend au moins un émetteur 6 ultrason, de préférence plusieurs, chaque émetteur 6 ultrason étant configuré pour générer un mouvement mé-

canique vibratoire dans une plage de fréquences ultrasonore. L'émetteur 6 est fixé contre la paroi circonférentielle 10 de sorte à mettre transmettre le mouvement mécanique vibratoire à la paroi circonférentielle 10 en vibration et à réduire son coefficient de frottement. De la sorte, lorsque le terrain comprend des matériaux à forte plasticité, généralement due à la présence d'argiles, l'émission d'ondes sonore à très haute fréquence (ultrasons) a pour effet de modifier le coefficient de frottement de la paroi circonférentielle 10 et de faire glisser le terrain sur la surface, décolmatant ainsi l'ouverture d'évacuation 5.

[0025] Par émetteur 6 ultrason, on comprendra ici un transducteur piézoélectrique, électrostrictif ou magnétostrictif qui est alimenté par un générateur électrique de puissance et qui permet de transformer l'énergie électrique ou électromagnétique fournie par le générateur en un mouvement mécanique vibratoire dans une plage de fréquence du domaine ultrason.

[0026] Les émetteurs 6 étant fixés sur la paroi circonférentielle 10, ils génèrent des vibrations mécaniques vibratoires sur la surface de la paroi circonférentielle 10. Au contraire de l'art antérieur, qui cherche à transmettre les ondes sonores au terrain et à éviter qu'elles ne se propagent dans la structure du tunnelier grâce à des silentbloks, l'invention propose donc de solliciter directement la structure afin de la faire vibrer et de réduire son coefficient de frottement. Ce n'est donc pas une mise en mouvement du terrain au sein des ouvertures d'évacuation 5 qui permet leur décolmatage, mais une augmentation du coefficient de glissement de la paroi circonférentielle 10 qui permet de réduire l'adhésion du terrain sur la paroi et donc de faciliter son évacuation.

[0027] Dans une première forme de réalisation, le ou les émetteurs 6 sont fixés sur la paroi circonférentielle 10 par l'intermédiaire d'une plaque 7, typiquement une plaque métallique afin d'assurer une bonne transmission des ondes ultrasonores. La plaque 7 peut alors être fixée sur la paroi circonférentielle 10 par soudage et/ou boulonnage, ou toute technique de fixation susceptible de supporter l'environnement sévère en front de coupe d'un tunnelier.

[0028] Optionnellement, une rainure non traversante est formée dans la plaque 7, les émetteurs 6 étant alors logés au moins partiellement dans la rainure. La rainure permet ainsi de réduire l'épaisseur de la plaque métallique 7 au niveau des émetteurs 6 et d'améliorer ainsi la transmission des ondes ultrasonores à la paroi circonférentielle 10.

[0029] En variante, le ou les émetteurs 6 peuvent être fixés directement sur la paroi circonférentielle 10, c'est-à-dire sans interface entre chaque émetteur 6 et la paroi circonférentielle 10, par exemple en formant des logements dédiés dans la paroi circonférentielle 10.

[0030] Dans tous les cas, on notera que les émetteurs 6 ne sont fixés sur aucune structure (telle qu'un silent-bloc) susceptible d'empêcher ou de réduire la transmission des vibrations générées par l'émetteur 6 à la structure de la tête de coupe 1.

[0031] De préférence, les émetteurs 6 sont protégés du terrain afin d'éviter leur endommagement. A cet effet, les émetteurs 6 sont recouverts par un couvercle 8 configuré pour délimiter, avec la plaque métallique 7 ou la paroi circonférentielle 10, un logement globalement étanche et capable de résister à l'environnement sévère en front de coupe (atmosphère hyperbare, terrain abrasif, température élevée du terrain).

[0032] Dans l'exemple de réalisation illustré sur la figure 2, le couvercle présente une plaque de recouvrement de dimensions et forme globalement complémentaires de la plaque 7 et une bordure 9 s'étendant depuis la plaque de recouvrement dont la hauteur correspond sensiblement à celle des émetteurs 6. De préférence, l'épaisseur de la plaque de recouvrement présente ne doit pas être trop importante pour garantir une bonne transmission des vibrations à la surface en contact avec le terrain.

[0033] En variante, comme illustré sur la figure 2, la bordure 9 peut être solidaire ou formée intégralement et en une seule pièce avec la plaque métallique 7.

[0034] Un unique couvercle 8 et une unique plaque 7 peuvent être utilisés pour loger plusieurs émetteurs 6 (voir figures 2 et 3).

[0035] Chaque émetteur 6 est connecté à un générateur électrique de puissance par l'intermédiaire d'un câble électrique 6a. Le générateur électrique est lui-même commandé par une unité de traitement adaptée pour exécuter automatiquement ou manuellement le procédé de décolmatage de l'ouverture d'évacuation 5, par exemple un ordinateur (pouvant être logé dans la cabine du tunnelier ou distant et connecté par voie filaire audit tunnelier). Ainsi, l'unité de traitement peut par exemple comprendre une mémoire dans laquelle sont stockées les instructions de code pour l'exécution du procédé de décolmatage et un calculateur de type processeur, microprocesseur, microcontrôleur, etc., configuré pour exécuter lesdites instructions. Le calculateur est en outre configuré pour étudier le comportement des émetteurs 6 pour en déduire la force appliquée par le terrain sur les parois circonférentielles 10 et donc adapter fréquence et puissance pour optimiser la propagation des vibrations sur lesdites parois circonférentielles 10. Optionnellement, le comportement des émetteurs 6 peut être utilisés pour obtenir des informations sur l'état du terrain excavé à destination du pilote du tunnelier.

[0036] Cette unité de traitement reçoit en entrée des paramètres spécifiques de forage, qui peuvent comprendre des mesures obtenues par un ou plusieurs capteurs fixés sur le tunnelier et donnant une information sur le colmatage ou blocage de l'ouverture.

[0037] Dans le cas où plusieurs émetteurs 6 sont fixés sur une même paroi circonférentielle 10, tout ou partie de ces émetteurs 6 peuvent être connectés en parallèle au même générateur électrique. Les émetteurs 6 peuvent par ailleurs être configurés pour générer un mouvement mécanique vibratoire à la même fréquence ultrasonore, à 1 % près. En variante, la fréquence du mou-

vement mécanique vibratoire des émetteurs 6 d'une même paroi circonférentielle 10 peut être différente d'un émetteur 6 à l'autre afin d'adapter la fréquence de chaque émetteur 6 à sa position sur la paroi.

[0038] Le générateur électrique de puissance est de préférence placé derrière la tête de coupe 1, au niveau du train suiveur. Dans ce cas, afin de raccorder un émetteur 6, situé au niveau du front de coupe, au générateur électrique correspondant, un système d'alimentation tel que celui décrit dans le document EP 1 632 645 au nom du Demandeur peut être utilisé. On pourra notamment se référer à la figure 2, qui illustre le fait que le câble électrique 6a passe au niveau des roulements de la tête de coupe 1. Dans un exemple de réalisation, l'énergie électrique est acheminée depuis le tunnelier vers la roue de coupe 3 au moyen d'un collecteur tournant électrique ou joint tournant électrique. Le tunnelier peut par exemple comporter à cet effet une piste, raccordée à une partie stator du tunnelier au niveau des roulements et connectée électriquement au générateur électrique, et un ensemble de balais métalliques, connectés électriquement aux câbles électriques qui alimentent les émetteurs 6, montés solidairement en rotation sur la roue de coupe 3 ou sur l'anneau de fixation 2 de sorte à tourner autour de la piste.

[0039] Par exemple, le générateur électrique peut être configuré pour appliquer un courant de 3 A et une tension comprise entre 300 V et 400 V.

[0040] Les émetteurs 6 ultrasons sont configurés pour émettre des ondes ultrasonores. Par ondes ultrasonores, on comprendra ici des ondes sonores à une fréquence comprise entre 16 kHz et 25 kHz. Cette plage de fréquence permet en effet de faire entrer en vibration la paroi circonférentielle 10 et de modifier suffisamment le coefficient de frottement de la paroi circonférentielle 10 pour décolmater l'ouverture d'évacuation 5. De préférence, les ondes ultrasonores sont émises à une fréquence de l'ordre de 19 kHz (à 10% près).

[0041] Le Demandeur s'est aperçu du fait que les zones des ouvertures d'évacuation 5 les plus touchées par le blocage et le colmatage correspondaient aux parties de la paroi circonférentielle 10 de ces ouvertures qui s'étendent globalement entre deux bras 4 adjacents de la tête de coupe 1. Les émetteurs 6 sont donc de préférence positionnés dans ces parties de la paroi circonférentielle 10, c'est-à-dire dans la portion radiale interne des ouvertures d'évacuation 5. Il est donc possible de ne pas fixer d'émetteurs 6 sur les parois latérales, bien que cela reste envisageable.

[0042] Dans la présente demande, la direction axiale correspond à la direction de l'axe et une direction radiale est une direction perpendiculaire à cet axe et passant par lui. Par ailleurs, la direction latérale correspond à une direction perpendiculaire à l'axe et ne passant pas par lui. Sauf précision contraire, interne et externe, respectivement, sont utilisés en référence à une direction radiale de sorte que la partie ou la face interne d'un élément est plus proche de l'axe que la partie ou la face externe

du même élément.

[0043] La paroi circonférentielle 10 comprend, de manière connue en soi, deux parois radiales 11 s'étendant radialement depuis l'axe et deux parois latérales 14 connectant entre elles les deux parois radiales 11. Chaque paroi radiale 11 présente un bord interne 12, proche de l'axe de rotation de la roue de coupe 3, et un bord externe 13, à distance de l'axe de rotation de la roue de coupe 3. Enfin, chaque paroi radiale 11 présente une longueur déterminée correspondant à la plus courte distance entre le bord interne et le bord externe. Des exemples de parois radiales 11 et latérales 14 d'ouvertures ont été illustrés en figure 3.

[0044] Afin de garantir que les zones les plus sensibles au colmatage soient bien traitées par les émetteurs 6 ultrasons, au moins un émetteur 6 est fixé à une distance du bord interne 12 comprise entre 5% et 50% de la longueur prédéterminée.

[0045] Dans une forme de réalisation, tous les émetteurs 6 d'une paroi radiale 11 donnée peuvent être fixés à une distance de son bord interne 12 comprise entre 5 % et 50 % de la longueur.

[0046] En variante, les émetteurs 6 peuvent être fixés le long de toute la longueur de la paroi radiale 11. Lorsque les deux parois radiales 11 d'une ouverture d'évacuation 5 donnée sont équipées d'émetteurs 6, chaque groupe d'émetteurs 6 associé à une paroi radiale 11 donnée peuvent être alimentés par un générateur électrique de puissance dédié.

[0047] Dans une forme de réalisation, chaque paroi radiale 11 est équipée d'au moins un émetteur 6 ultrason, de préférence de plusieurs émetteurs 6 ultrasons. Par exemple, chaque paroi radiale 11 peut être équipée d'un à cinq émetteurs 6 ultrason selon la dimension de la paroi radiale 11. Par exemple, un émetteur 6 ultrason peut être placé tous les trente ou quarante centimètres le long de la paroi radiale 11, du moins dans la portion de la paroi radiale 11 qui s'étend à une distance du bord interne 12 comprise entre 5% et 50% de la longueur de ladite paroi. Ainsi, pour une paroi radiale 11 ayant une longueur de l'ordre de deux mètres, trois émetteurs 6 ultrasons peuvent être utilisés.

[0048] Le Demandeur a réalisé des essais sur un banc d'essai comprenant une boîte simulant une ouverture d'évacuation 5 d'une roue de coupe 3 dont la paroi circonférentielle 10 comprend deux parois radiales divergentes d'environ 1 m de longueur, une paroi latérale d'environ 0.66 m de longueur et une paroi latérale d'environ 1 m de longueur. Chaque paroi radiale de la boîte a été équipée de trois émetteurs 6 ultrasons alignés et espacés les uns des autres d'environ 25 cm. Les émetteurs 6 étaient montés au fond d'une unique rainure ménagée dans une plaque métallique 7 qui a été fixée par boulonnage sur la paroi radiale correspondante. La boîte formait ainsi un réservoir, qui a été rempli avec un matériau colmatant comprenant de l'argile et de l'eau de sorte à la boucher. La boîte a ensuite été inclinée de 10° afin de simuler la poussée du terrain à l'aide de la gravité, puis

des ondes ultrasonores ont été générées simultanément par les six émetteurs 6 à une fréquence de 19 kHz. Au bout d'une minute, le matériau colmatant s'était décollé de la paroi latérale supérieure de la boîte et il a suffi d'une minute et demie pour décolmater l'ensemble de la boîte simulant l'ouverture d'évacuation 5. En d'autres termes, en une minute et demie, l'ensemble du colmatant matériau bloquant le réservoir de la boîte qui simulait une ouverture d'évacuation 5 était sorti de la boîte.

[0049] Des essais supplémentaires ont montré qu'en augmentant la quantité d'eau dans le matériau, ledit matériau était plus colmaté et la durée d'émission des ondes sonores pour décolmater la boîte pouvait augmenter jusqu'à six minutes.

[0050] L'ensemble formé des émetteurs 6, du couvercle et le cas échéant de la plaque métallique 7 peuvent être montés sur la roue de coupe 3 en usine pendant sa phase de montage ou rapportés et fixés sur la paroi circonférentielle 10 directement sur le chantier.

Revendications

1. Tête de coupe d'un tunnelier comprenant :

une roue de coupe (3) comprenant au moins une ouverture d'évacuation (5) de matériau, ladite ouverture d'évacuation (5) étant délimitée par une paroi circonférentielle (10), et un anneau de fixation (2), l'anneau de fixation et la roue de coupe (3) étant raccordés par une série de bras (4) et délimitant ensemble une chambre de confinement, ladite chambre de confinement s'étendant en aval de l'au moins une ouverture d'évacuation (5),

la tête de coupe (2) étant **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre au moins un émetteur (6) ultrason configuré pour générer un mouvement mécanique vibratoire dans une plage de fréquences ultrasonore, ledit émetteur (6) étant fixé contre la paroi circonférentielle (10) de l'ouverture d'évacuation (5) de sorte à transmettre le mouvement mécanique vibratoire à la paroi circonférentielle (10) en vibration et à réduire son coefficient de frottement.

2. Tête de coupe selon la revendication 1, dans laquelle l'émetteur (6) ultrason est fixé directement sur la paroi circonférentielle (10).

3. Tête de coupe selon la revendication 1, dans laquelle l'émetteur (6) ultrason est fixé sur une plaque (7), ladite plaque (7) étant rapportée et fixée directement sur la paroi circonférentielle (10).

4. Tête de coupe selon la revendication 3, dans laquelle une rainure est formée dans la plaque (7) de sorte à diminuer localement son épaisseur et l'émetteur

(6) est logé au moins partiellement dans la rainure.

5. Tête de coupe selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle au moins un émetteur (6) est configuré pour générer un mouvement mécanique vibratoire dans une plage de fréquences comprise entre 16 kHz et 25 kHz, de préférence de l'ordre de 19 kHz.

6. Tête de coupe selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle au moins deux émetteurs (6) ultrasons, de préférence entre quatre et dix émetteurs (6) ultrasons, sont fixés sur la paroi circonférentielle (10) de l'ouverture d'évacuation (5).

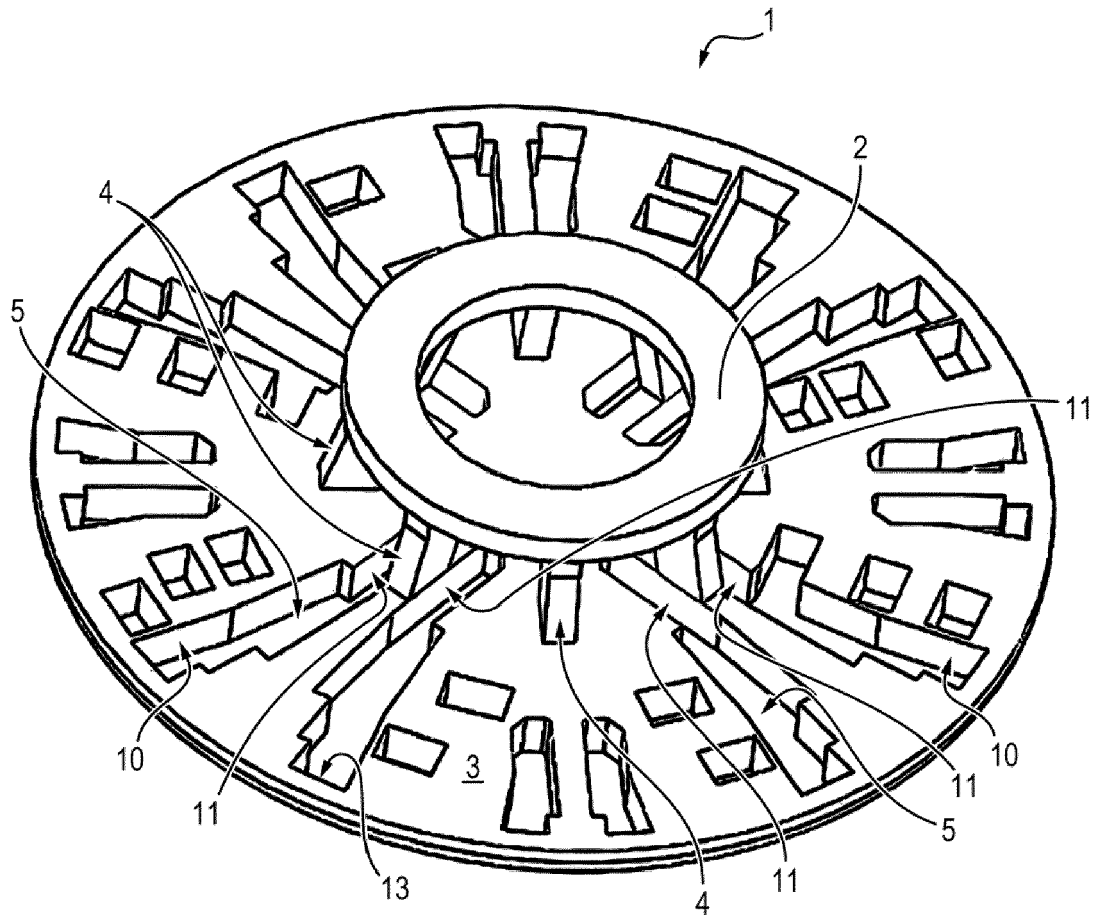
7. Tête de coupe selon la revendication 6, dans laquelle les émetteurs (6) ultrason sont configurés pour générer un mouvement mécanique vibratoire dans une plage à la même fréquence ultrasonore, à 1 % près.

8. Tête de coupe selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle la paroi circonférentielle (10) de l'ouverture présente deux parois radiales (11), s'étendant radialement depuis un centre de rotation de la roue de coupe (3), et deux parois latérales (14) reliant les parois radiales (11), l'au moins un émetteur (6) étant fixé sur l'une des parois radiales (11).

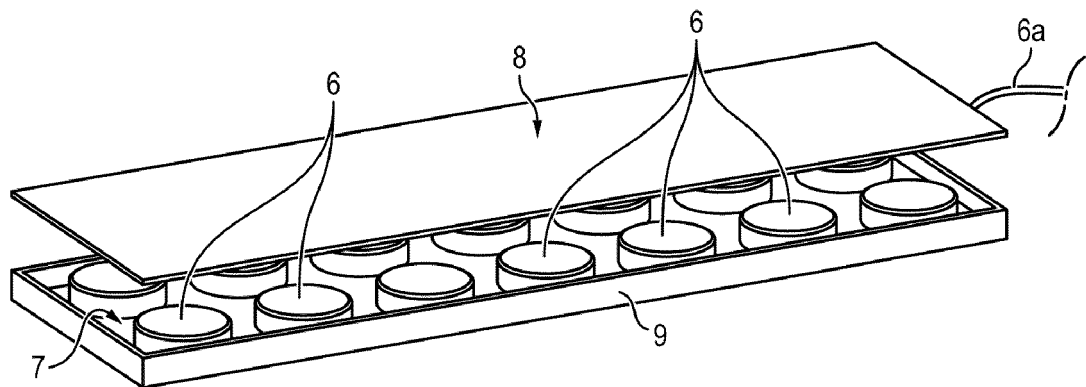
9. Tête de coupe selon la revendication 8, dans lequel la paroi radiale sur laquelle l'émetteur (6) est fixé présente un bord interne (12), proche de l'axe de rotation de la roue de coupe (3), et un bord externe (13), à distance de l'axe de rotation de la roue de coupe (3), la paroi radiale présentant une longueur déterminée entre le bord interne (12) et le bord externe (13), et l'émetteur (6) est fixé à une distance du bord interne (11) comprise entre 5% et 50% de la longueur prédéterminée.

10. Tête de coupe selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle l'au moins un émetteur (6) est fixé sur la paroi circonférentielle (10) entre deux bras (4) adjacents.

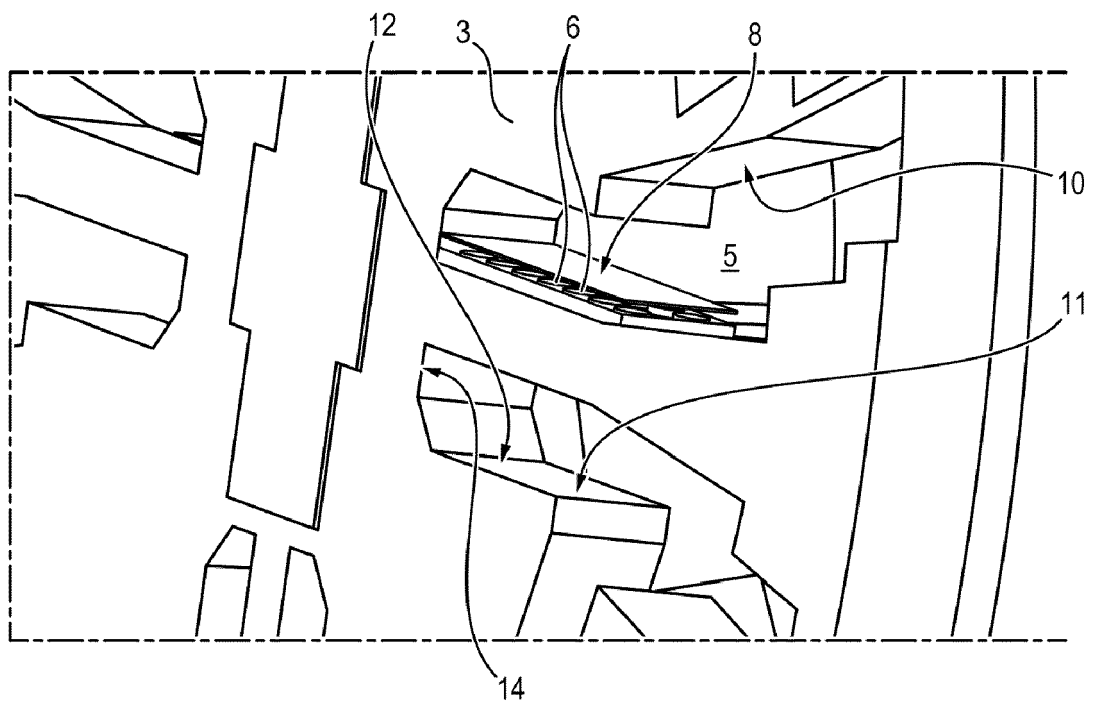
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 15 9846

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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	JP S64 52995 A (OHBAYASHI CORP) 1 mars 1989 (1989-03-01) * figure 1 * -----	1	INV. E21D9/087 E21D9/12
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E21D E21C E21B
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 13 juillet 2020	Examineur Maukonen, Kalle
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : 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 20 15 9846

5 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.
13-07-2020

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
15	JP S6452995 A	01-03-1989	AUCUN	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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

- JP 2009228261 A [0007]
- JP 64052995 B [0008]
- EP 1632645 A [0038]