

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 032 476**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **15 51015**

⑤① Int Cl⁸ : **E 21 B 7/24** (2015.01), E 21 B 1/12, E 21 B 7/02,
E 21 F 17/00

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ MACHINE DE FORAGE VIBRATOIRE POUR GALERIE.

②② Date de dépôt : 09.02.15.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 12.08.16 Bulletin 16/32.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 29.05.20 Bulletin 20/22.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : SOLETANCHE FREYSSINET
Société par actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : BOULADE PASCAL.

⑦③ Titulaire(s) : SOLETANCHE FREYSSINET Société
par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

FR 3 032 476 - B1



Arrière-plan de l'invention

L'invention concerne le domaine des machines conçues pour réaliser des forages dans des tunnels présentant de petites dimensions transversales, ce type de tunnel étant généralement appelé galerie. Il s'agit par exemple de galeries souterraines, ou de galeries spécialement aménagées pour réaliser des travaux de déconstruction, notamment dans des centrales nucléaires, ou tout autre type de galerie.

Le plus souvent, la section transversale d'une telle galerie est circulaire, ovoïde, ou bien encore rectangulaire. La galerie est délimitée par des parois, notamment des parois latérales, supérieure et inférieure, qui sont généralement planes ou concaves.

La présente invention porte plus particulièrement sur une machine permettant de réaliser un forage dans l'une des parois de la galerie, la paroi à forer.

En raison du faible espace disponible, il n'est pas possible d'utiliser une machine de forage conventionnelle, conçue pour opérer en extérieur, pour forer dans une galerie.

C'est pourquoi des machines de forage spécifiques ont été développées pour permettre un forage en galerie. Ces machines sont compactes et comportent généralement des moyens pour caler la machine pendant le forage en prenant appui sur l'une des parois de la galerie.

L'invention concerne une telle machine de forage pour réaliser un forage dans une galerie ayant des parois, la machine de forage comportant :

une tête de forage définissant une direction de forage,
un tube de forage longitudinal connecté à la tête de forage et parallèle à la direction de forage,
un châssis portant la tête de forage,
des moyens de calage pour prendre appui sur au moins une des parois de la galerie afin de maintenir la machine pendant l'opération de forage,

US 2014/0262517 décrit une telle machine de forage, destinée à réaliser un forage dans une galerie souterraine, qui comporte des moyens pour appliquer un couple de rotation à une tige de forage, ainsi qu'un dispositif de calage comprenant une plaque courbée qui est agencée

au-dessus de la machine pour venir en appui sur la voûte d'une galerie pendant l'opération de forage.

5 Cette machine présente toutefois plusieurs inconvénients. Dans cette machine de l'art antérieur, la contre réaction du couple de rotation appliqué au tube de forage est reprise grâce à l'appui de la plaque supérieure sur la voûte. Cependant, la pression exercée par la plaque sur la voûte peut se révéler insuffisante pour reprendre le couple de rotation appliqué sur le tube de forage lors d'une opération de forage dans un terrain très dur.

10 Il peut également arriver que la voûte de la galerie présente des faiblesses mécaniques qui ne lui permettent pas de supporter une pression d'appui importante.

15 Dans ces différents cas, la machine est incapable de reprendre tout le couple de rotation, à la suite de quoi le châssis peut se mettre à pivoter sur lui-même autour de l'axe de forage, ce qui n'est pas désirable. Il peut également se produire une rotation de la plaque, pouvant endommager la voûte de la galerie.

Objet et résumé de l'invention

20 L'invention a pour but d'offrir une machine de forage permettant de réaliser un forage dans une galerie, qui remédie aux inconvénients précités.

25 L'invention atteint son but par le fait que la tête de forage comporte un générateur de vibrations pour générer des vibrations longitudinales le long du tube de forage.

30 Aussi, la machine de forage selon l'invention utilise une technique de forage vibratoire, qui ne nécessite pas d'appliquer un couple de rotation important au tube de forage. Aussi, il n'est pas nécessaire de reprendre un tel couple de rotation appliqué au tube de forage. En conséquence, grâce à l'invention, on évite, ou à tout le moins diminue sensiblement, le risque que le châssis de la machine entre en rotation, et également le risque d'abimer la voûte de la galerie, ce qui pourrait se révéler particulièrement dangereux.

35 Avantageusement, les moyens de calage comportent au moins un premier organe de calage pour prendre appui sur une des parois de la galerie selon une première direction de calage parallèle à la direction de

forage, en exerçant une poussée orientée selon un sens opposé au sens de forage.

On comprend que le premier organe de calage permet, en prenant appui sur une paroi de la galerie, par exemple la paroi supérieure, de
5 maintenir la machine pendant l'opération de forage.

La machine comporte en outre un dispositif pour exercer sur la tête de forage une poussée dirigée selon la direction de forage. Le premier organe de calage a pour fonction de reprendre les efforts de poussée longitudinaux qui sont exercés sur le tube de forage.

10 Selon aspect avantageux de l'invention, la machine comporte en outre un dispositif de positionnement de la tête de forage pour déplacer la tête de forage par rapport au châssis selon au moins une direction de déplacement qui est transversale à la direction de forage.

Aussi, le dispositif de positionnement de la tête de forage permet
15 d'ajuster la position de la tête de forage dans un plan transversal à la direction de forage, et donc du tube de forage, avant de débiter l'opération de forage. Cet ajustement de position est préférentiellement réalisé après avoir positionné le châssis de la machine de forage par rapport aux parois latérales de la galerie.

20 De façon avantageuse, le dispositif de positionnement porte la tête de forage.

Le dispositif de positionnement est donc agencé pour déplacer le support avec la tête de forage selon la direction de déplacement.

25 Avantageusement, le dispositif de positionnement comprend un support ; le support comporte un organe de poussée pour exercer une poussée sur la tête de forage selon une direction parallèle à la direction de forage.

30 De préférence, la poussée exercée par l'organe de poussée est dirigée vers le bas. Elle pourrait toutefois être inclinée par rapport à la verticale.

Généralement, le tube de forage est composé de plusieurs éléments tubulaires, successivement mis bout à bout pendant l'avancement de l'opération de forage. Pour permettre le maintien dans le sol d'un élément tubulaire pendant le montage ou démontage d'un autre élément tubulaire,
35 le support présente une partie inférieure munie de mors de serrage agencés pour pouvoir bloquer le tube de forage qui se trouve dans le sol.

Selon un autre aspect avantageux de l'invention, les moyens de calage sont agencés pour immobiliser le dispositif de positionnement par rapport aux parois de la galerie pendant l'opération de forage.

5 Aussi, pendant l'opération de forage, le dispositif de positionnement est immobile, ce qui empêche avantageusement la tête de forage, une fois positionnée, de se déplacer selon la direction de déplacement.

De manière avantageuse, les moyens de calage sont disposés, au moins en partie, dans le dispositif de positionnement. Un intérêt est d'augmenter l'efficacité du calage de la machine dès lors que le dispositif
10 de positionnement coopère avec la tête de forage. De façon préférentielle, afin d'améliorer la reprise des efforts de poussée, le premier organe de calage est disposé dans le dispositif de positionnement.

Selon un mode de réalisation avantageux, le dispositif de positionnement comporte un chariot monté de manière coulissante à une
15 partie supérieure du châssis, et des moyens pour déplacer le chariot par rapport au châssis selon la direction de déplacement.

Pour ce faire, mais non exclusivement, les moyens pour déplacer le chariot par rapport au châssis comportent des vérins hydrauliques disposés entre le chariot et le châssis.

20 Selon un mode de réalisation préférentiel, le chariot comprend le premier organe de calage, lequel comporte au moins un premier patin télescopique configuré pour se déployer selon la première direction de calage. Autrement dit, le chariot porte à la fois la tête de forage et le premier organe de calage, ce qui permet une reprise efficace des efforts
25 de poussée exercés sur le tube de forage.

Selon un autre aspect particulièrement avantageux de l'invention, les moyens de calage comportent en outre un deuxième organe de calage pour prendre appui sur au moins une paroi latérale de la galerie selon une
30 deuxième direction de calage qui est sensiblement orthogonale à la première direction de calage.

Avantageusement, le deuxième organe de calage est configuré pour prendre appui sur deux parois latérales opposées qui sont disposées de part et d'autre du châssis.

De préférence, le deuxième organe de calage comporte des
35 deuxièmes patins télescopiques configurés pour se déployer selon la

deuxième direction de calage afin de prendre appui sur au moins une, et de préférence deux, parois latérales.

Avantageusement, la deuxième direction de calage est parallèle à la direction de déplacement du dispositif de positionnement.

5 Ainsi, le deuxième organe de calage permet de déplacer et de bloquer le dispositif de positionnement par rapport aux parois de la galerie.

De préférence, le dispositif de positionnement comporte le deuxième organe de calage. Le deuxième organe de calage permet ainsi
10 de caler le dispositif de positionnement dans un plan orthogonal à la direction de forage, notamment dans un plan horizontal.

Dans le mode de réalisation préférentiel, le deuxième organe de calage permet à la fois de déplacer le chariot par rapport au châssis, et de caler la machine en immobilisant le chariot, par rapport aux parois de la
15 galerie, dans un plan orthogonal à la direction de forage.

Avantageusement, le deuxième organe de guidage comporte des deuxièmes patins télescopiques qui sont actionnés par des vérins fixés de part et d'autre du chariot afin de positionner et caler le chariot portant la tête de forage.

20 Pour ajuster la position du châssis, ce dernier comporte une partie inférieure munie de roulettes pour son déplacement sur le sol ; et les moyens de calage comportent en outre un dispositif de soulèvement pour soulever le châssis de sorte que les roulettes ne soient plus en contact avec le sol, le dispositif de soulèvement étant agencé pour régler
25 l'inclinaison de la partie inférieure du châssis par rapport à un plan horizontal.

L'invention porte en outre sur un procédé de forage d'une galerie ayant une paroi à forer et au moins une paroi d'appui, dans lequel, on fournit une machine selon l'invention, on actionne les moyens de calage
30 pour maintenir la machine par rapport à la paroi d'appui, on actionne le générateur de vibrations pour générer des vibrations longitudinales le long du tube de forage, et on exerce une poussée axiale sur le tube de forage dirigée selon la direction de forage afin de réaliser un forage dans la paroi à forer.

Avantageusement, on ajuste la position de la tête de forage en la déplaçant par rapport au châssis dans un plan sensiblement horizontal avant le début du forage.

5 Selon un mode de mise en œuvre préférentiel de l'invention, on réalise les étapes suivantes, après avoir placé la machine de forage selon l'invention dans la galerie :

- on actionne le dispositif de soulèvement pour soulever le châssis et le cas échéant corriger son inclinaison ;
- 10 • on actionne le deuxième organe de calage afin de prendre appui sur les parois latérales opposées de la galerie ;
- on actionne le deuxième organe de calage pour déplacer le chariot selon sa direction de déplacement entre les deux parois latérales, afin d'amener la tête de forage dans sa position de forage ;
- 15 • on actionne le premier organe de calage afin de prendre appui sur la paroi supérieure de la galerie ;
- on actionne le générateur de vibrations longitudinales afin de mettre la tête de forage en vibration ;
- 20 • on exerce une poussée descendante sur la tête de forage munie de son tube de forage, de façon à réaliser un forage dans la paroi inférieure.

Brève description des dessins

25 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure **1** est une vue en perspective de la machine de forage selon l'invention ;
- la figure **2** illustre la machine de forage de la figure **1**, placée 30 dans une galerie, vue selon une coupe longitudinale de la galerie ;
- la figure **3** illustre la première étape d'un exemple de mise en œuvre du procédé de forage selon l'invention au cours de laquelle on soulève la machine de la figure **1** ;

- la figure **4** illustre la deuxième étape au cours de laquelle le deuxième organe de calage est actionné pour prendre appui sur deux parois latérales opposées ;
- 5 - la figure **5** illustre la troisième étape au cours de laquelle on déplace horizontalement le chariot portant la tête de forage ;
- la figure **6** illustre la quatrième étape au cours de laquelle on actionne le premier organe de calage pour prendre appui sur la paroi supérieure de la galerie ; et
- 10 - la figure **7** illustre la cinquième étape au cours de laquelle on met en vibration le tube de forage et on exerce une poussée dirigée vers le bas sur ledit tube de forage.

Description détaillée de l'invention

15 Sur la figure **1**, on a illustré en perspective, une machine de forage **10** conçue pour réaliser un forage dans une galerie **G**. Cette galerie **G** est un tunnel ayant des petites dimensions transversales, de l'ordre de 2.5 mètres et présentant une paroi supérieure **G1**, également appelée voûte, une paroi inférieure **G2**, et des parois latérales **G3** et **G4** opposées l'une à l'autre.

20 Comme on le voit notamment sur la figure **3**, dans cet exemple, la section transversale de la galerie **G** présente une forme sensiblement rectangulaire. Bien entendu, sans sortir du cadre de la présente invention, la machine de forage **10** selon l'invention pourrait être utilisée dans des galeries présentant des sections transversales de forme différente.

25 Sur la figure **2**, on a illustré par la ligne **X** la direction longitudinale de la galerie **G**.

30 La machine de forage **10** selon l'invention comporte un châssis **12** qui comporte une partie inférieure **14** équipée de roulettes **16** qui ont pour fonction de permettre le déplacement de la machine en la faisant rouler sur la paroi inférieure **G2**.

Le châssis **12** comporte en outre une partie supérieure **18** qui est reliée à la partie inférieure **14** par des montants **20**. Comme on le constate sur la figure **1**, les roulettes **16** sont disposées en dessous de chacun des montants **20**.

35 La partie inférieure **14** du châssis **12** est sensiblement constituée de quatre poutres **15** reliées rigidement les unes aux autres, et reliées aux

montants. La partie supérieure **18** comporte quant à elle deux traverses **22, 24**, parallèles entre elles, chacune s'étendant horizontalement entre les extrémités supérieures de deux montants **20** auxquelles elles sont fixées.

5 Aussi, comme on le comprend à l'aide de la figure **1**, dans cet exemple non limitatif, les quatre poutres **15**, les quatre montants **20** et les deux traverses **22** et **24**, fixés rigidement entre eux, définissent l'ossature du châssis **12**.

10 Dans cet exemple, le châssis **12** comporte en outre des barres de rigidification **26** destinées à rigidifier le châssis **12**.

 En se référant à nouveau à la figure **2**, on constate que la machine de forage **10** comporte en outre une tête de forage **30** qui définit une direction de forage **D**. Dans cet exemple, la direction de forage **D** est verticale. Sans sortir du cadre de la présente invention, on peut envisager
15 que la tête de forage et la direction de forage **D** soient inclinées par rapport à une direction verticale.

 La tête de forage **30** porte un tube de forage **32** qui s'étend selon une direction longitudinale. Ce tube de forage **32** est connecté à la tête de forage **30** et parallèle à la direction de forage **D**. Il peut s'agir d'un tube
20 de perçage ou tout autre tube ou tige permettant de forer ou percer le sol.

 Conformément à l'invention, la tête de forage **30** comporte un générateur de vibrations **34** pour générer des vibrations longitudinales le long du tube de forage **32**.

25 Plus précisément, le générateur de vibrations **34** est configuré pour générer des vibrations ou oscillations longitudinales dans le tube de forage **32**. Ces vibrations longitudinales sont des ondes de compression qui se transmettent le long du tube de forage **32** vers son extrémité distale **33** qui porte un organe de coupe **35**. On réalise ainsi un forage vibratoire par
30 le fait que l'organe de coupe, mis en vibration, déstructure le sol. Selon une variante, la tête de forage peut également faire tourner le tube de forage autour de son axe longitudinal à vitesse lente en appliquant un couple de rotation faible afin de modifier la position des dents de coupe de l'organe de coupe relativement par rapport au terrain à forer.

35 La machine de forage **10** selon l'invention comporte en outre des moyens de calage pour prendre appui sur au moins, et de préférence,

plusieurs parois de la galerie afin de maintenir en place la machine de forage pendant l'opération de forage.

En se référant à nouveau à la figure **1**, on constate que la machine de forage **10** selon l'invention comporte en outre un dispositif **50** de positionnement de la tête de forage **30**, qui comporte dans cet exemple un chariot **52** monté de manière coulissante à la partie supérieure **18** du châssis. Plus précisément, le chariot **52** est monté coulissant le long des traverses **22** et **24**.

En se référant à la figure **1**, on comprend que le dispositif **50** de positionnement de la tête de forage **30** a pour fonction de déplacer la tête de forage par rapport au châssis selon une direction de déplacement **T** qui est transversale à la direction de forage **D**. Dans cet exemple, la direction de déplacement **T** est orthogonale à la direction de forage **D**.

Dit autrement, le chariot **52** est configuré pour coulisser le long des traverses **22**, **24** selon cette direction de déplacement **T**.

Le dispositif de positionnement comporte en outre des moyens pour déplacer le chariot par rapport au châssis selon la direction de déplacement **T**, qui seront décrits plus en détail ci-dessous.

En se référant aux figures **4** et **5**, on comprend que le dispositif de positionnement permet d'ajuster la position de la tête de forage et du tube de forage en les déplaçant dans un plan horizontal entre les deux parois latérales.

En se référant à nouveau aux figures **1** et **2**, on constate que le dispositif de positionnement **50**, et plus particulièrement le chariot **52**, comprend un support **54** qui présente ici la forme générale d'une plaque verticale qui est fixée au chariot par son extrémité supérieure. Ce support **54** présente une partie inférieure **56** qui est munie de mors de serrage **58** agencés pour pouvoir bloquer le tube de forage **32**. Ces mors de serrage, connus par ailleurs et par exemple dans FR 2 989 413, présentent un état ouvert dans lequel le tube de forage est libre en déplacement selon la direction de forage **D** et un état bloqué dans lequel le tube de forage **32** est empêché de se déplacer selon la direction de forage **D**.

Comme on le comprend à l'aide des figures **6** et **7**, la tête de forage est montée coulissante le long du support **54** selon une direction parallèle à la direction de forage **D**. Le support **54** comporte, quant à lui, un organe

de poussée **59** constitué ici par des vérins hydrauliques qui ont pour fonction d'exercer une poussée sur la tête de forage **30** dirigée selon une direction parallèle à la direction de forage **D**. L'organe de poussée **59** a également pour fonction de déplacer la tête de forage **30** selon la direction de forage **D** vers le haut et/ou vers le bas.

Conformément à l'invention, la machine de forage **10** comporte en outre des moyens de calage pour prendre appui sur au moins une des parois de la galerie **G** afin de maintenir la machine de forage pendant l'opération de forage.

On comprend donc que les moyens de calage ont pour fonction d'éviter que la machine ne bouge pendant la réalisation du forage.

Les moyens de calage comportent un premier organe de calage **60** pour prendre appui sur la paroi supérieure **G1** de la galerie **G** selon une première direction de calage **C1**, illustrée en figure **6**, qui est parallèle à la direction de forage **D**. Le premier organe de calage **60** est configuré pour exercer une poussée **P1** orientée selon un sens opposé au sens de forage.

Dans cet exemple, le premier organe de calage **60** est disposé dans le chariot **52**. Il comporte deux patins télescopiques **64** visibles en figure **1**, actionnés par des vérins, les premiers patins télescopiques **64** étant configurés pour se déployer vers le haut selon la première direction de calage **C1** afin de prendre appui sur la paroi supérieure **G1** en exerçant une poussée **P1**.

Les moyens de calage comportent en outre un deuxième organe de calage **70** pour prendre appui sur les parois latérales **G3**, **G4** selon une deuxième direction de calage **C2** qui est sensiblement orthogonale à la première direction de calage **C1**. La poussée exercée sur les parois latérales est référencée **P2**.

Comme on le comprend à l'aide de la figure **4**, la deuxième direction de calage, dans cet exemple, est sensiblement horizontale, tandis que la première direction de calage est sensiblement verticale.

On constate également sur cette figure **4** que la deuxième direction de calage **C2** est parallèle à la direction de déplacement **T** du dispositif de positionnement, et donc du chariot **52**.

Selon un aspect avantageux de l'invention, le dispositif de positionnement, dans cet exemple le chariot, comporte le deuxième organe de calage **70**.

Le deuxième organe de calage **70** comporte des deuxièmes patins télescopiques **72, 74** qui sont actionnés par des vérins **76, 78** qui sont fixés de part et d'autre du chariot **52**. On comprend que les patins télescopiques sont configurés pour venir prendre appui sur les parois latérales. Plus précisément, les deuxièmes patins télescopiques **72** sont destinés à venir prendre appui sur la paroi **G3** de la galerie, tandis que les deuxièmes patins télescopiques **74** sont destinés à prendre appui sur l'autre paroi latérale **G4**.

Comme les vérins **76, 78** sont disposés de part et d'autre du chariot, considéré selon la direction de déplacement **T**, on comprend que l'actionnement de ces vérins permet à la fois de positionner et de caler le chariot portant la tête de forage **30**.

Plus précisément, une fois que les deuxièmes patins télescopiques **72, 74** ont été déployés jusqu'à prendre appui sur les deux parois latérales **G3, G4**, les vérins peuvent être à nouveau actionnés afin de déplacer le chariot selon la direction de déplacement **T**.

Le blocage des vérins **76, 78** entraîne l'immobilisation du chariot selon la direction de déplacement **T**.

Ainsi, on immobilise le chariot, et donc la tête de forage selon la deuxième direction de calage **C2** grâce aux deuxièmes patins télescopiques du deuxième organe de calage.

Les moyens de calage comportent en outre un dispositif de soulèvement **80** pour soulever le châssis **12** de sorte que les roulettes **16** ne touchent plus le sol, c'est-à-dire la paroi inférieure **G2**. Dans cet exemple, le dispositif de soulèvement **80** comporte des pieds **82** actionnés par des organes hydrauliques (non représentés ici) qui, une fois actionnés, descendent pour prendre appui sur la paroi inférieure **G2**, réalisant ainsi le soulèvement du châssis, à la suite de quoi, le châssis repose sur les pieds **82**.

Le dispositif de soulèvement **80** est également agencé pour régler l'inclinaison de la partie inférieure du châssis par rapport à un plan horizontal. Cela permet donc de régler l'assiette du châssis avant de débiter l'opération de forage.

A l'aide des figures **2** à **7**, on va maintenant décrire un mode de mise en œuvre du procédé de forage selon l'invention.

Après avoir placé la machine de forage **10** dans la galerie **G**, on actionne le dispositif de soulèvement **80** afin de soulever le châssis, et si nécessaire, régler l'inclinaison de la partie inférieure du châssis par rapport au plan horizontal.

5 Ensuite, comme illustré en figure **4**, on actionne le deuxième organe de calage **70** afin d'amener les deuxième patins **72, 74** en appui contre les parois latérales **G3, G4**.

 Ensuite, on déplace le chariot **52** selon la direction de déplacement **T** en agissant sur les vérins du deuxième organe de calage. Une fois la tête de forage amenée dans sa position de forage, on actionne le premier organe de calage, en déployant le premier patin d'appui afin qu'il prenne appui contre la voûte de la galerie **G**.

10 La machine de forage **10**, et plus particulièrement la tête de forage, est alors calée. On actionne alors le générateur de vibrations pour générer des vibrations longitudinales le long du tube de forage tout en exerçant une poussée axiale sur le tube de forage dirigé vers le bas selon la direction de forage afin de réaliser un forage dans la paroi inférieure **G2**, tel que cela est illustré en figure **7**.

15 De préférence, le tube de forage est constitué d'une pluralité d'éléments tubulaires fixés bout à bout. Dans cet exemple, chaque élément tubulaire présente une longueur d'environ 50 cm.

 Lors de l'opération de forage, on ajoute successivement des éléments tubulaires à ceux déjà introduits dans le sol.

20 Les vibrations longitudinales créées par le générateur de vibrations **34** se propagent alors le long des éléments tubulaires jusqu'à l'organe de coupe **35** situé à l'extrémité distale du tube de forage.

REVENDEICATIONS

1. Machine de forage (10) pour réaliser un forage dans une galerie (G) ayant des parois (G1,G2,G3,G4), la machine de forage comportant :
5 une tête de forage (30) définissant une direction de forage (D),
 un tube de forage (32) longitudinal connecté à la tête de forage (30) et parallèle à la direction de forage (D), le tube de forage ayant une extrémité distale,
10 un châssis (12) portant la tête de forage, des moyens de calage pour prendre appui sur au moins une des parois de la galerie (G) afin de maintenir en place la machine de forage pendant l'opération de forage,
 la machine étant caractérisée en ce que la tête de forage
15 (30) comporte un générateur de vibrations (34) pour générer des ondes de compression longitudinales se transmettant le long du tube de forage (32) vers l'extrémité distale dudit tube de forage.

2. Machine de forage selon la revendication 1, dans laquelle les
20 moyens de calage comportent au moins un premier organe de calage (60) pour prendre appui sur une des parois (G1) de la galerie (G) selon une première direction de calage (C1) parallèle à la direction de forage, en exerçant une poussée (P1) orientée selon un sens opposé au sens de forage.

- 25 3. Machine de forage selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre un dispositif (50) de positionnement de la tête de forage (30) pour déplacer la tête de forage par rapport au châssis selon au moins une direction de déplacement (T) qui est
30 transversale à la direction de forage (D).

4. Machine de forage selon la revendication 3, dans laquelle le
 dispositif de positionnement (50) porte la tête de forage.

- 35 5. Machine de forage selon la revendication 4, caractérisée en ce que le dispositif de positionnement (50) comprend un support (54), et

en ce que le support (54) comporte un organe de poussée pour exercer une poussée sur la tête de forage (30) selon une direction parallèle à la direction de forage (D).

- 5 6. Machine de forage selon la revendication 5, dans laquelle le support (54) présente une partie inférieure (56) munie de mors de serrage (58) agencés pour pouvoir bloquer le tube de forage (32).
- 10 7. Machine de forage selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, dans laquelle les moyens de calage sont agencés pour immobiliser le dispositif de positionnement par rapport aux parois de la galerie pendant l'opération de forage.
- 15 8. Machine de forage selon la revendication 7, dans laquelle les moyens de calage (60) sont disposés, au moins en partie, dans le dispositif de positionnement (50).
- 20 9. Machine de forage selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, dans laquelle le dispositif de positionnement comporte un chariot (52) monté de manière coulissante à une partie supérieure (18) du châssis, et des moyens pour déplacer le chariot par rapport au châssis selon la direction de déplacement (T).
- 25 10. Machine de forage selon les revendications 2 et 9, dans laquelle le chariot (52) comprend le premier organe de calage (60), lequel comporte au moins un premier patin télescopique (64) configuré pour se déployer selon la première direction de calage (C1).
- 30 11. Machine de forage selon la revendication 2 et l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle les moyens de calage comportent en outre un deuxième organe de calage (70) pour prendre appui sur au moins une paroi latérale (G3,G4) de la galerie selon une deuxième direction de calage (C2) qui est sensiblement orthogonale à la première direction de calage (C1).
- 35

12. Machine de forage selon les revendications 3 et 11, dans laquelle la deuxième direction de calage (C2) est parallèle à la direction de déplacement (T) du dispositif de positionnement (50).
- 5 13. Machine de forage selon la revendication 12, dans laquelle le dispositif de positionnement (50) comporte le deuxième organe de calage (70).
- 10 14. Machine de forage selon la revendication 13, dans laquelle le deuxième organe de calage (70) comporte des deuxième patins télescopiques (72,74) qui sont actionnés par des vérins (76,78) fixés de part et d'autre du chariot (52) afin de positionner et caler le chariot portant la tête de forage.
- 15 15. Machine de forage selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel le châssis (12) comporte une partie inférieure (14) munie de roulettes (16) pour son déplacement sur le sol, et dans laquelle les moyens de calage comportent en outre un dispositif de soulèvement (80) pour soulever le châssis (12) de sorte que les roulettes ne soient plus en contact avec le sol, le dispositif de soulèvement (80) étant agencé pour régler l'inclinaison de la partie inférieure du châssis par rapport à un plan horizontal.
- 20
- 25 16. Procédé de forage d'une galerie ayant une paroi à forer et au moins une paroi d'appui, dans lequel, on fournit une machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, on actionne les moyens de calage pour maintenir la machine par rapport à la paroi d'appui, on actionne le générateur de vibrations pour générer des ondes de compression longitudinales se transmettant le long du tube de forage vers l'extrémité distale dudit tube de forage, et on exerce une poussée axiale sur le tube de forage dirigée selon la direction de forage afin de réaliser un forage dans la paroi à forer.
- 30

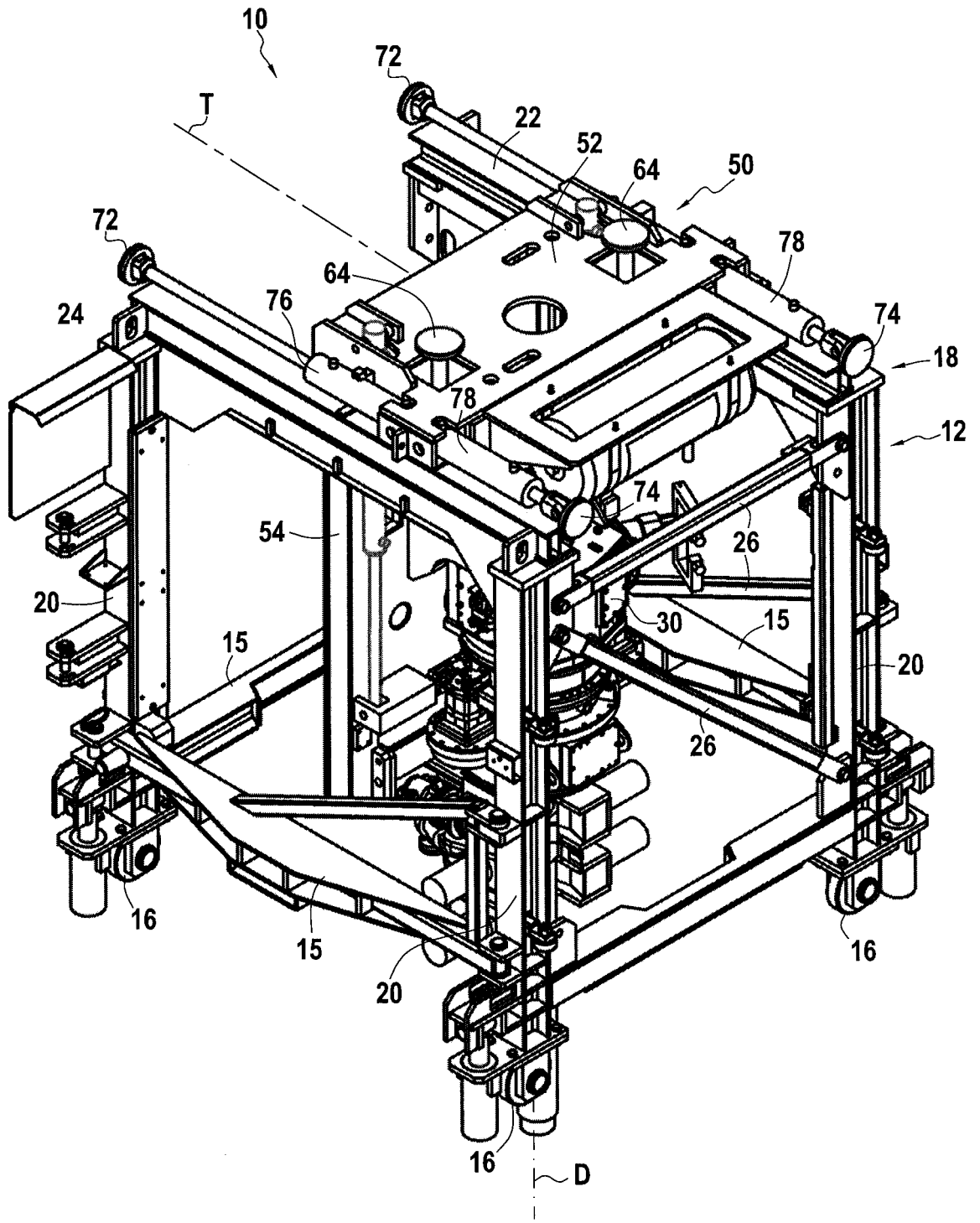


FIG.1

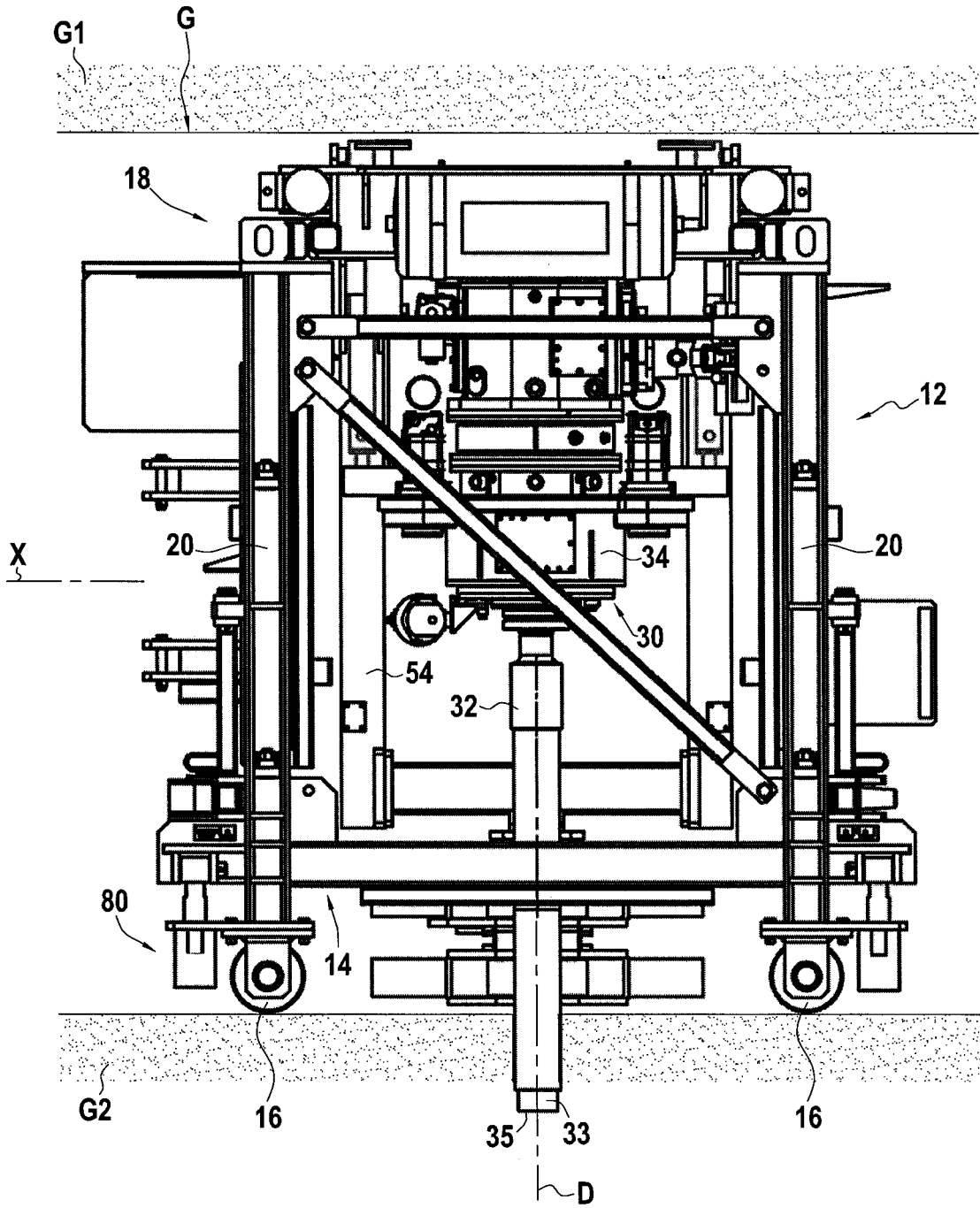


FIG.2

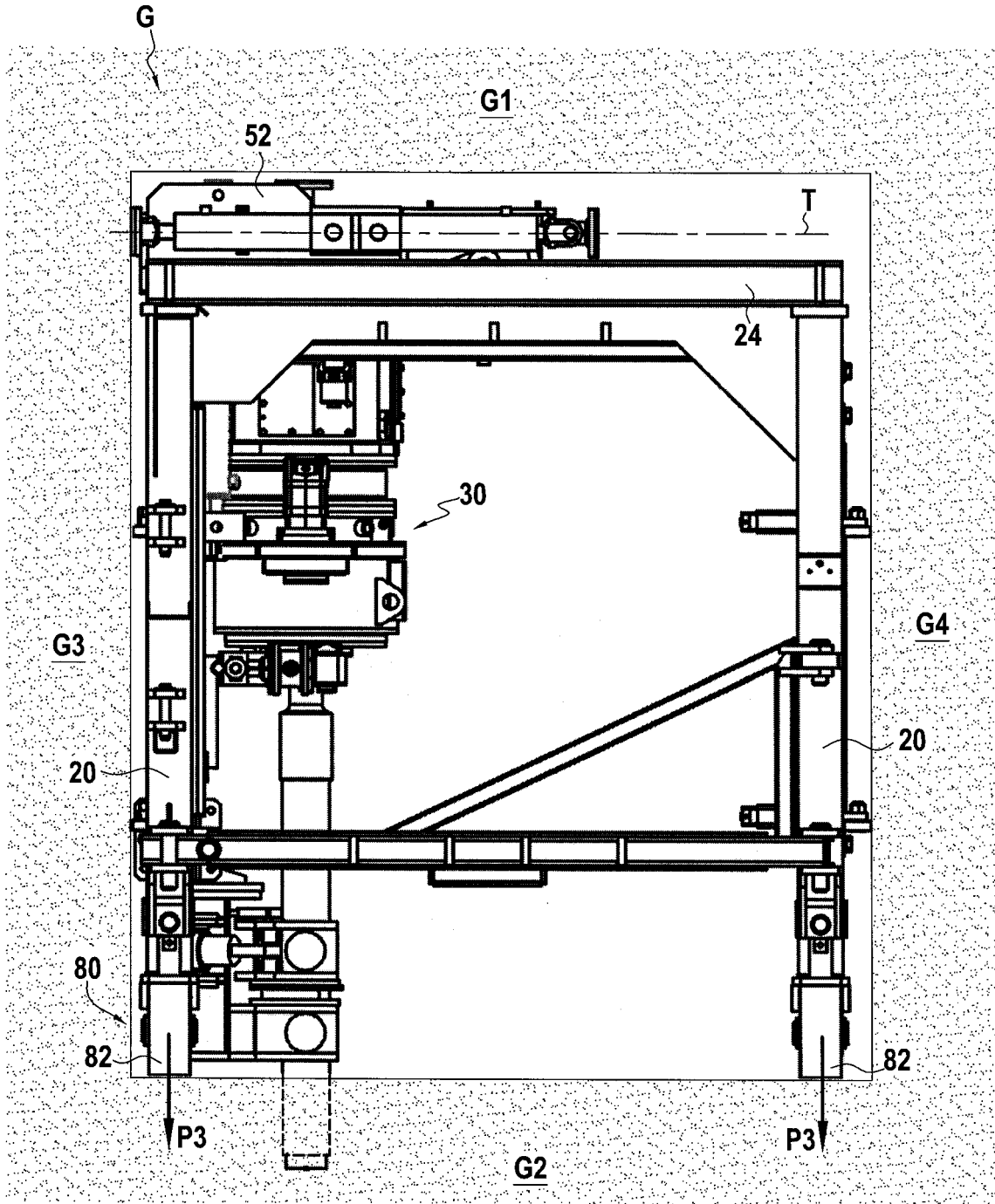


FIG.3

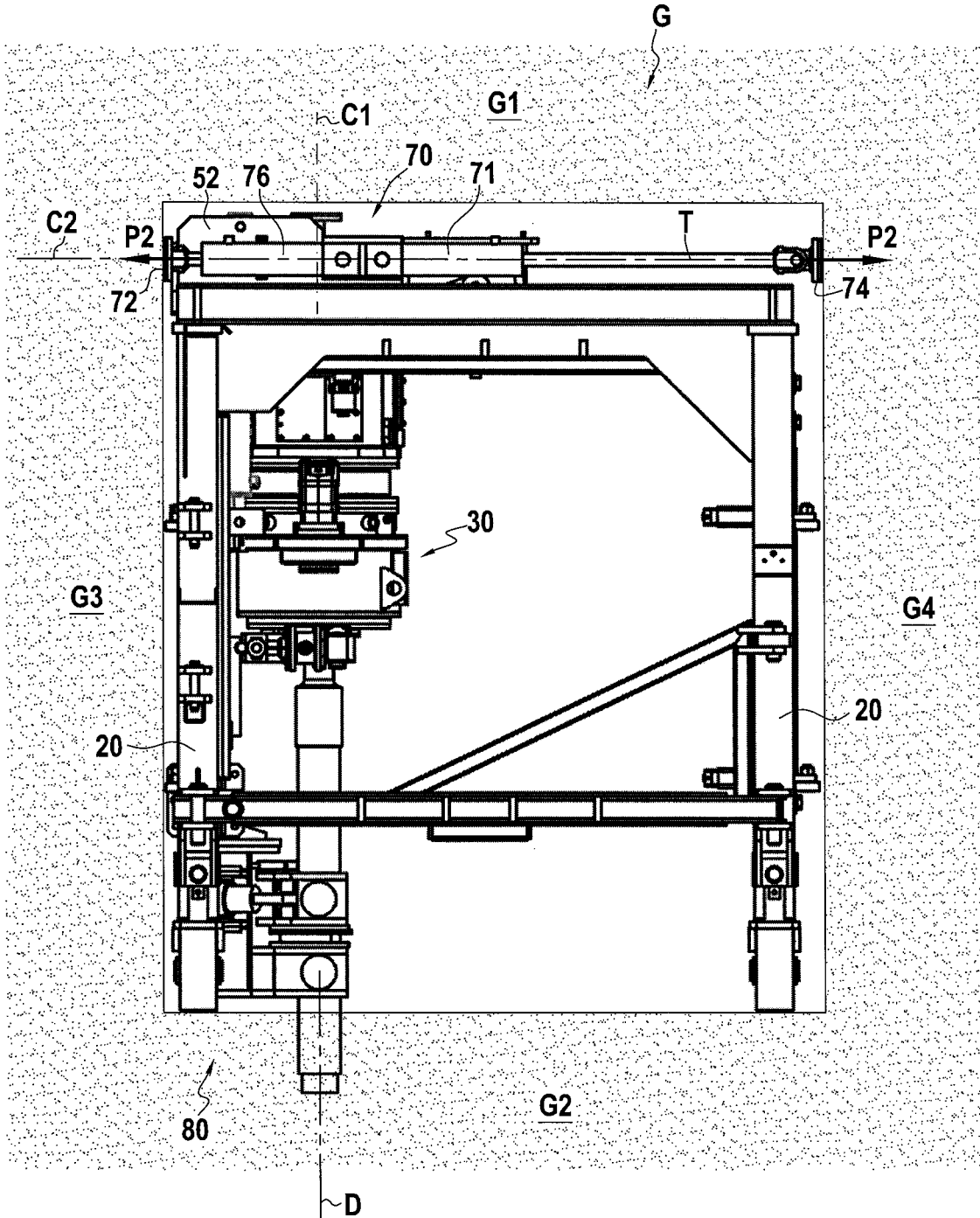


FIG.4

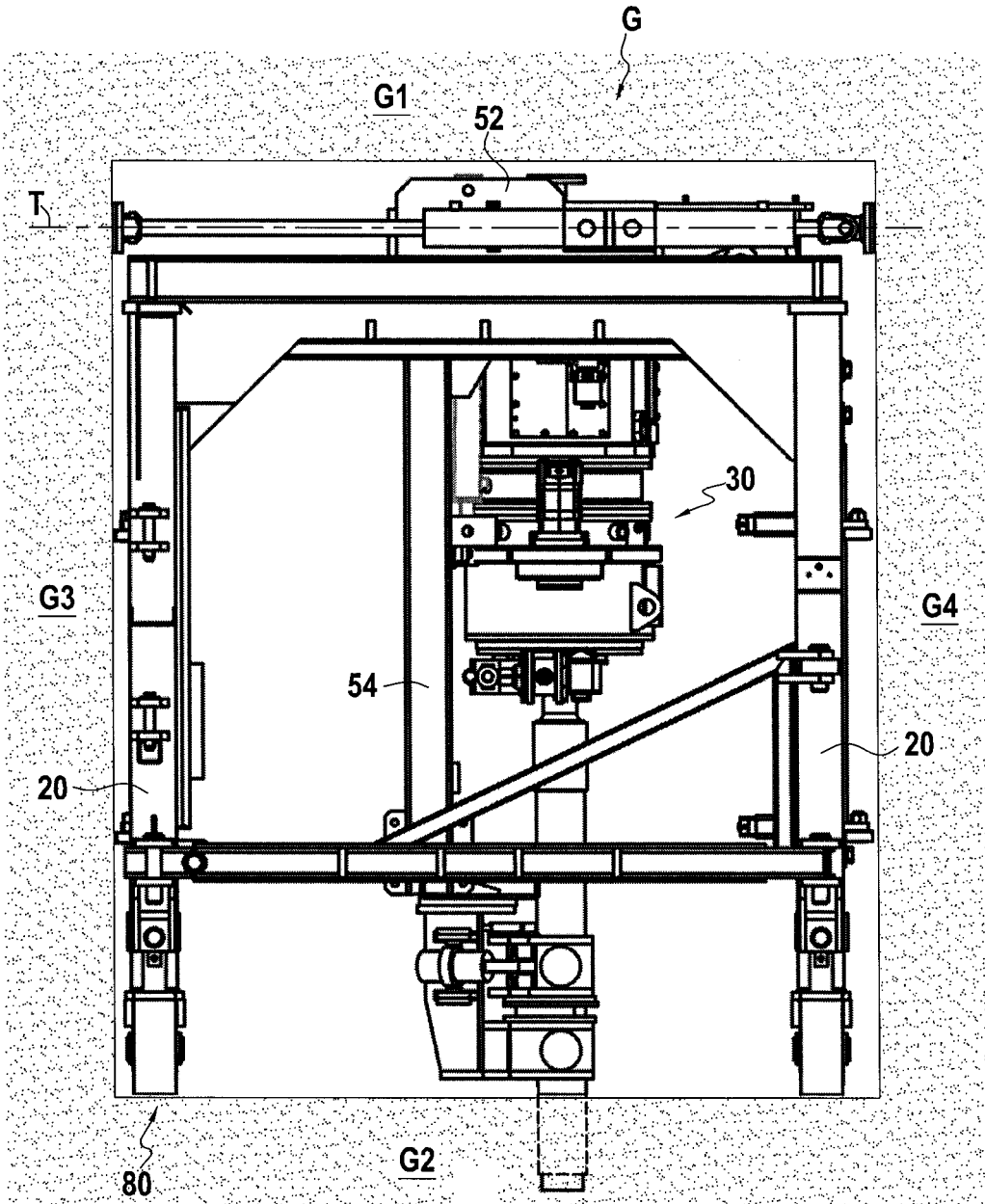


FIG.5

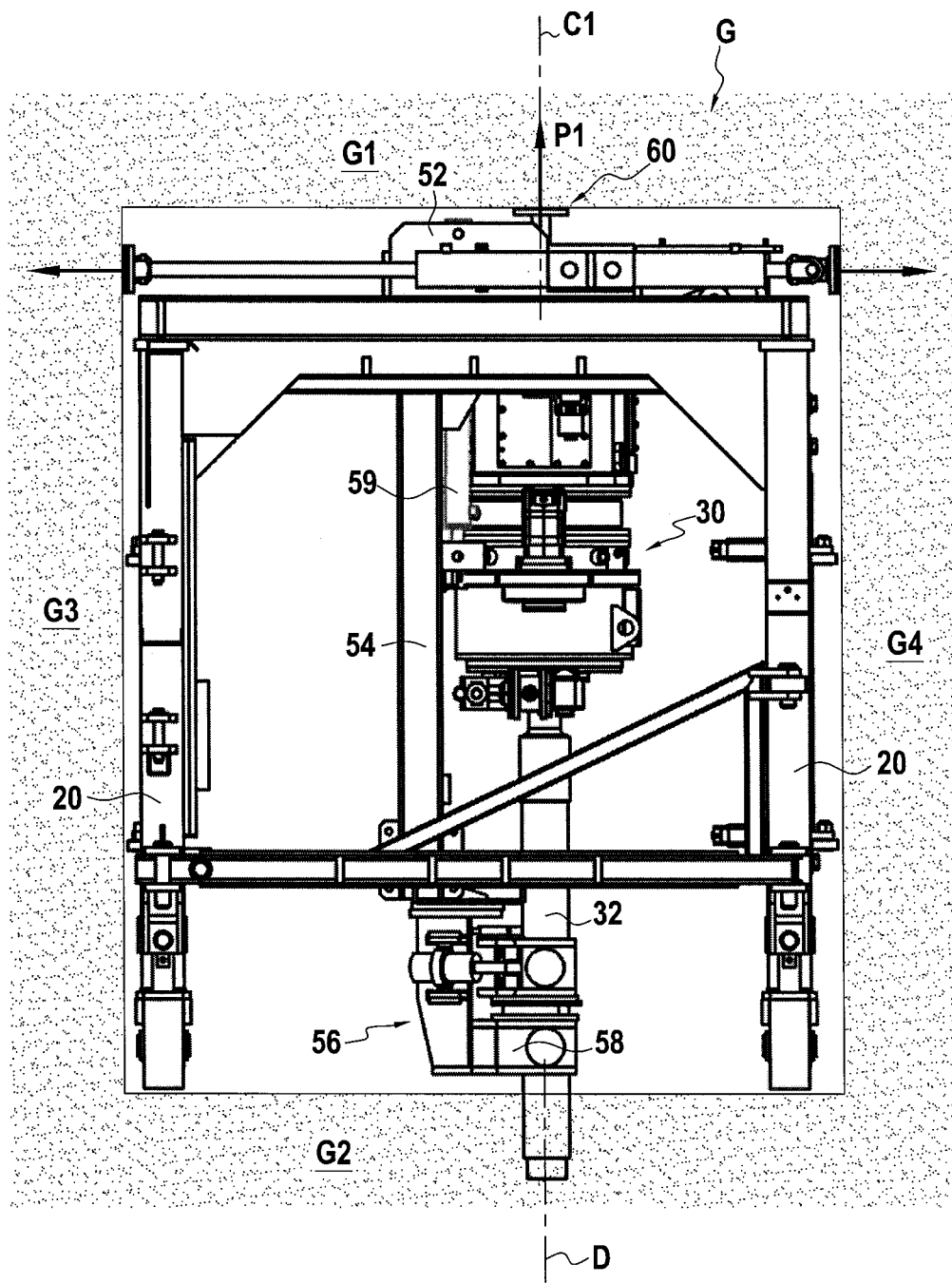


FIG.6

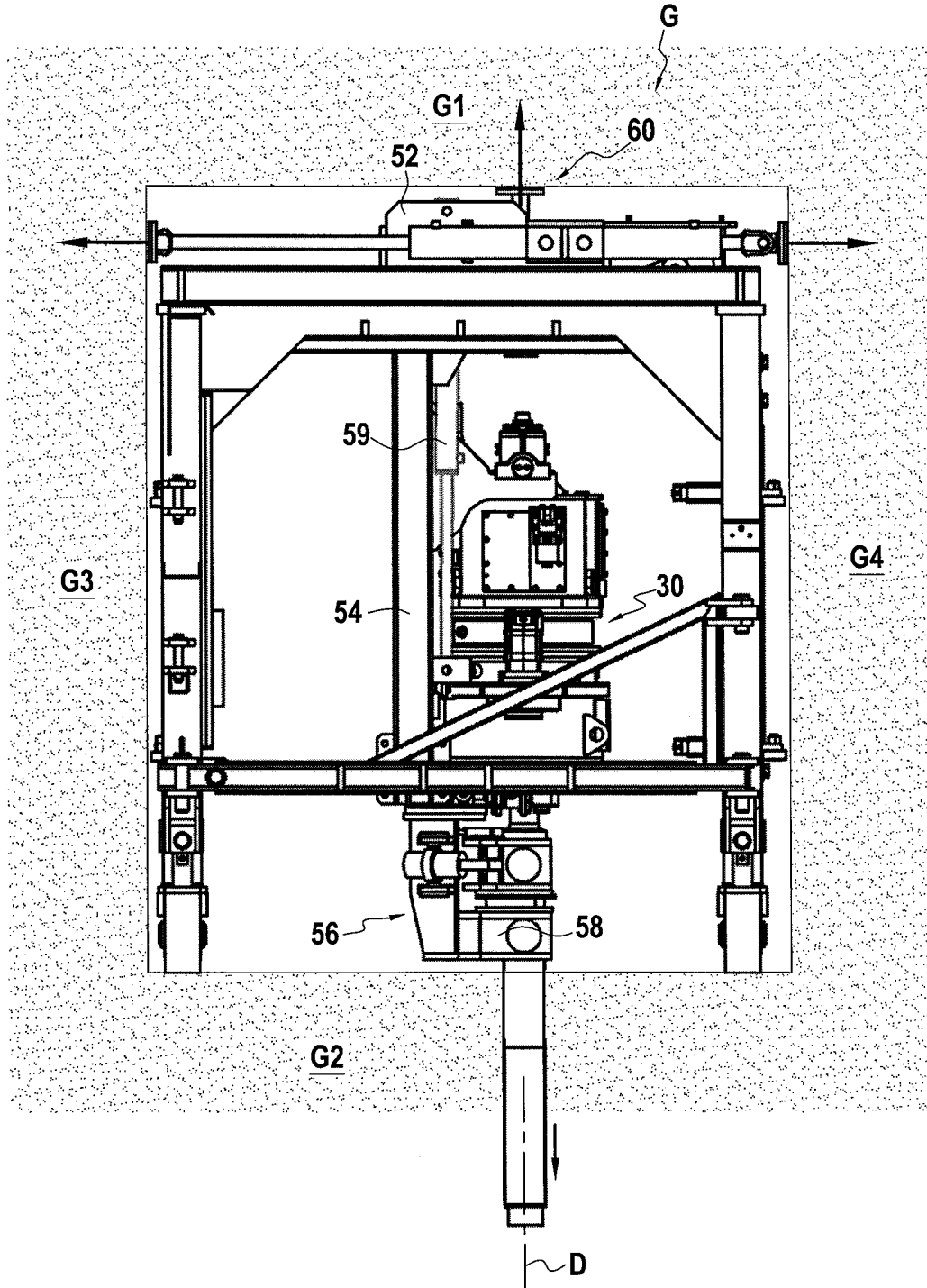


FIG.7

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 3 057 416 A (CARLSON EVERETT C ET AL) 9 octobre 1962 (1962-10-09)

JP 2005 139734 A (RAITO KOGYO KK; SHIMIZU CONSTRUCTION CO LTD) 2 juin 2005 (2005-06-02)

US 2015/000890 A1 (ADELSBACH SCOTT [US]) 1 janvier 2015 (2015-01-01)

US 4 033 419 A (PENNINGTON JAMES R) 5 juillet 1977 (1977-07-05)

US 5 058 688 A (SCOTT HUGH [CA] ET AL) 22 octobre 1991 (1991-10-22)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT