

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 14.04.08.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 16.10.09 Bulletin 09/42.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : SPAC Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : PELLERIN DENIS, FILLIETTE ALEXIS, MATHY PHILIPPE et MEADERS STEVE.

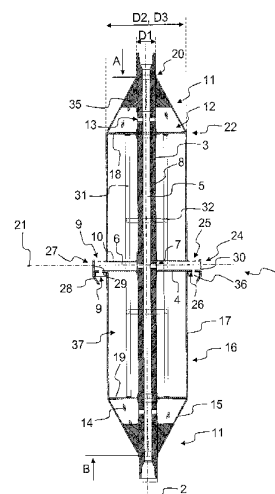
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET HARLE ET PHELIP.

54 DISPOSITIF D'ALÉSAGE DESTINÉ À DES OPÉRATIONS DE FORAGE HORIZONTAL DIRIGÉ ET PROCÉDE DE FORAGE HORIZONTAL DIRIGÉ UTILISANT UN TEL DISPOSITIF.

57 L'invention concerne un dispositif d'alésage destiné à des opérations de forage horizontal dirigé. Le dispositif d'alésage est apte à être entraîné par un train de tiges de forage en translation suivant une direction générale donnée et en rotation autour de cette direction générale donnée, baigne dans un fluide de forage, et comprend un aléseeur (1) comportant un arbre tubulaire (3) présentant un axe central longitudinal (2), ledit arbre tubulaire (3) étant relié à des bras tubulaires (4) répartis circonférentiellement autour de ce dernier. Le dispositif d'alésage comprend également au moins un moyen de centrage (11) traversé par l'arbre tubulaire (3) et fixé à ce dernier. L'invention concerne également un procédé de forage horizontal dirigé comprenant une étape d'alésage mettant en œuvre un tel dispositif d'alésage.

Selon l'invention, le dispositif d'alésage comprend un moyen de flottaison (16) entourant l'arbre tubulaire (3) de l'aléseeur (1), et contribuant à faire supporter une partie du poids du dispositif d'alésage par le fluide de forage lors des opérations de forage.



L'invention concerne un dispositif d'alésage destiné à des opérations de forage horizontal dirigé et un procédé de forage horizontal dirigé utilisant un tel dispositif.

On entend par forage horizontal dirigé, un forage dans une direction
5 générale donnée qui, tout en étant par endroits inclinée par rapport à l'horizontale, est globalement horizontale.

La technique de forage horizontal dirigé est particulièrement utilisée pour la mise en place de conduites destinées au transport de l'eau, du gaz et du pétrole mais aussi pour faire passer des câbles haute tension sous le lit
10 d'une rivière, sous une route ou sous une autre conduite par exemple. Cette technique concerne des conduites de tous diamètres, jusqu'à 1400 mm de diamètre, voir plus.

Le procédé de forage horizontal dirigé comprend habituellement trois étapes dont une étape de forage d'un trou pilote, une étape d'alésage du trou
15 pilote et une étape de tirage d'une conduite dans le trou alésé.

Le trou pilote est réalisé suivant une ligne cible virtuelle bi ou tridimensionnelle entre un point d'entrée, situé devant la plate forme de forage, et un point de sortie situé à l'opposé, de l'autre côté de l'obstacle à contourner.

20 Le sol est creusé par une tête de foreuse reliée à un train de tiges de forage en suivant la ligne cible. Le train de tiges de forage est poussé par la plate forme de forage. On utilise un jet de boue ou d'eau pour désagréger le sol et, selon le type de sol, il est possible d'utiliser également des moyens mécaniques de découpage.

25 Le trou pilote obtenu présente classiquement un diamètre d'environ 250 mm et peut s'étendre sur des longueurs allant jusqu'à 2600 m.

La seconde étape consiste à agrandir le trou pilote avec un aléreur 1 adapté à la nature du sol à creuser, comme illustré sur la figure 1 de l'art antérieur. L'aléreur 1 est tiré du point de sortie b vers le point d'entrée a par
30 un train de tiges de forage e suivant la direction donnée par le trou pilote f et en rotation autour de cette direction donnée. Un fluide de forage (boue bentonitique, par exemple) est constamment pompé dans la tige de tirage e jusqu'à l'aléreur 1 qui comprend des buses d'éjection à travers lesquelles est éjecté le fluide de forage pour désagréger le sol et obtenir un trou alésé g. Le
35 fluide de forage permet de lubrifier l'aléreur 1.

Le diamètre de l'aléreur 1 est adapté à celui de la conduite à tirer dans le trou alésé g. Il classiquement 1,2 à 1,5 fois plus grand que le diamètre de la conduite.

5 Le surplus de boue à l'intérieur du trou alésé g ressort par les points d'entrée a et de sortie b grâce à une pression supérieure à la pression hydrostatique. Elle est classiquement d'environ 1 à 2 bars, plus la pression hydrostatique, et assure la stabilité du trou alésé g.

La dernière étape de forage consiste à tirer une conduite dans le trou alésé g du point de sortie b vers le point d'entrée a.

10 Les aléisseurs de l'art antérieur, connues des documents FR 2 809 449 et US 2007/0187148, et comme représentés sur la figure 2, comprennent une jupe cylindrique 33 et un moyeu tubulaire 3 traversant cette jupe cylindrique à laquelle il est relié par des bras 4 répartis circonférentiellement. Les bras 4 sont munis d'orifices 9 (ou buses d'éjection) à travers lesquelles le fluide de forage sous pression est éjecté pour désagréger le sol. La jupe cylindrique 33
15 peut comprendre des outils de coupe sur sa surface périphérique externe.

Le milieu dans lequel évolue l'aléreur est un milieu qui peut être « mou » (argileux, par exemple), rempli complètement ou partiellement de fluide de forage. On entend par milieu « mou », un milieu déformable, c'est-à-dire
20 dire qui cède facilement au toucher, à la pression, soit en perdant définitivement sa forme, soit en la perdant puis en la reprenant avec élasticité. Le milieu « mou » peut être un milieu formé d'un matériau solide particulière (alluvionnaire par exemple).

L'aléreur est immergé et baigne dans ce fluide de forage. Il s'enfonce
25 dans ce fluide de forage et dans le fond du trou alésé g, sous son propre poids.

Il s'ensuit que l'aléreur n'est plus centré par rapport au trou pilote, ce qui entraîne une déformation du trou alésé qui présente alors une forme ovale. Il s'ensuit également une augmentation très importante du couple nécessaire
30 pour mettre en rotation l'aléreur.

Pour résoudre ce problème, il est connu d'utiliser un centreur en amont de l'aléreur. Le centreur est fixé au moyeu tubulaire et est traversé par ce dernier. On obtient un ensemble d'alésage relativement lourd, pouvant atteindre un poids de l'ordre de 4 à 5 tonnes. L'ensemble d'alésage s'enfonce
35 alors dans le milieu « mou ».

Le passage de cet ensemble d'alésage entraîne une déformation du trou alésé par la formation d'ondulations (« vagues ») dans le trou alésé.

Le milieu dans lequel évolue l'aléreur peut également être un milieu « dur », tel un terrain rocheux, par exemple. Le poids de l'ensemble d'alésage pose un autre problème qui est l'usure accélérée des centreurs et de l'aléreur par abrasion de ces derniers au fond du trou. Les outils de coupe de l'aléreur peuvent casser si l'aléreur n'est pas correctement centré.

L'objectif de la présente invention est donc de proposer un dispositif d'alésage ayant une partie de son poids supportée par le fluide de forage lors des opérations de forage, permettant d'éviter que le dispositif d'alésage ne s'enfonce dans le trou d'alésage, et ne le déforme, lors de l'évolution du dispositif d'alésage dans un milieu « mou ».

Le dispositif d'alésage de l'invention permet également d'éviter l'usure accélérée des centreurs et de l'aléreur ainsi que la détérioration des outils de coupe, lorsque le dispositif d'alésage évolue dans un milieu « dur ».

A cet effet, l'invention concerne un dispositif d'alésage destiné à des opérations de forage horizontal dirigé, apte à être entraîné par un train de tiges de forage en translation suivant une direction générale donnée et en rotation autour de cette direction générale donnée, et baignant dans un fluide de forage. Il comprend :

- un aléreur comportant un arbre tubulaire présentant un axe central longitudinal, ledit arbre tubulaire étant relié à des bras tubulaires répartis circonférentiellement autour de ce dernier, l'intérieur de l'arbre tubulaire communiquant avec l'intérieur des bras tubulaires par des canaux traversant la paroi de l'arbre tubulaire, et l'intérieur des bras tubulaires communiquant avec l'extérieur par des canaux traversant la paroi des bras tubulaires,
- au moins un moyen de centrage traversé par l'arbre tubulaire et fixé à ce dernier, l'intérieur de l'arbre tubulaire communiquant avec l'intérieur du moyen de centrage par des canaux traversant la paroi de l'arbre tubulaire, et l'intérieur du moyen de centrage communiquant avec l'extérieur par des canaux traversant la paroi dudit moyen de centrage.

Selon l'invention, il comprend un moyen de flottaison entourant l'arbre tubulaire de l'aléreur, et contribuant à faire supporter une partie du poids du dispositif d'alésage par le fluide de forage lors des opérations de forage.

Dans différents modes de réalisation possibles, la présente invention
5 concerne également les caractéristiques qui ressortiront au cours de la description qui va suivre et qui devront être considérées isolément ou selon toutes leurs combinaisons techniquement possibles :

- 10 - le moyen de flottaison est constitué d'un caisson creux et étanche, présentant une forme sensiblement cylindrique, ledit moyen de flottaison comprenant une paroi cylindrique et deux parois latérales disposées à chacune de ses extrémités de façon à former une cavité interne fermée, chaque paroi latérale étant traversée en son centre par l'arbre tubulaire,
- 15 - l'aléreur comprend quatre bras tubulaires, lesdits bras tubulaires étant équidistants les uns des autres, et prolongé chacun par une partie formant une saillie sur la paroi cylindrique du moyen de flottaison, vers l'extérieur, ladite partie formant une saillie sur la paroi cylindrique du moyen de flottaison comportant des faces avant et arrière à travers lesquelles débouchent les canaux traversant la paroi des bras tubulaires, et une extrémité latérale,
- 20 - le dispositif d'alésage comprend deux moyens de centrage disposés de chaque côté du moyen de flottaison, chaque moyen de centrage étant creux, de forme conique et comportant une extrémité avant débouchant par un orifice de petit diamètre D1, et une extrémité arrière débouchant par un orifice de grand diamètre D2, l'orifice de petit diamètre D1 étant fermé, de façon étanche, par la paroi de l'arbre tubulaire, et l'orifice de grand diamètre D2 étant fermé, de façon étanche, par une des parois latérales du moyen de flottaison, le moyen de flottaison, l'aléreur et les deux moyens de centrage formant un ensemble intégré,
- 25 - les bras tubulaires de l'aléreur sont contenus dans un plan perpendiculaire à l'axe central longitudinal de l'arbre tubulaire, ledit moyen de flottaison étant centré, dans la direction longitudinale, par rapport audit plan perpendiculaire, de sorte à former un dispositif d'alésage symétrique, le dispositif d'alésage étant équilibré lorsque
- 30
- 35

l'intérieur de l'arbre tubulaire, l'intérieur des bras tubulaires de l'alésoir et l'intérieur des moyens de centrage sont remplis par le fluide de forage,

- 5 - le moyen de flottaison cylindrique présente un diamètre D3 proche du diamètre D2 de l'orifice de grand diamètre de l'extrémité arrière des moyens de flottaison, de façon à assurer une continuité entre la paroi cylindrique du moyen de flottaison et la paroi des moyens de centrage,
- 10 - chaque bras tubulaire est munie d'un patin présentant une surface interne fixée à l'extrémité latérale du bras tubulaire et une surface externe apte à glisser sur des parois de canaux alésés par ledit dispositif d'alésage lors des opérations de forage horizontal dirigé, la surface externe dudit patin étant courbée de façon à être sensiblement parallèle à la paroi cylindrique du moyen de flottaison,
- 15 - la face avant de la partie du bras tubulaire formant une saillie sur la paroi cylindrique du moyen de flottaison comprend des moyens de découpage, tels que pics ou molettes.
- 20 - le moyen de flottaison comprend des moyens de renfort interne comportant plusieurs barres de renfort longitudinales reliées par leurs extrémités à chaque paroi latérale du moyen de flottaison, lesdites barres de renfort longitudinales étant reliées par des barres de renfort transversales, perpendiculaires aux barres de renfort longitudinales.

25 L'invention concerne également un procédé de forage horizontal dirigé comprenant :

- 30 - une étape de forage d'un trou pilote suivant une direction générale donnée,
- une étape d'alésage dudit trou pilote par un dispositif d'alésage, permettant d'obtenir un trou alésé, ledit trou alésé comprenant un fluide de forage dans lequel est immergé le dispositif d'alésage, et
- une étape de tirage d'une conduite dans ledit trou alésé.

35 Selon l'invention, l'opération d'alésage est réalisée avec un dispositif d'alésage tel que défini précédemment, de façon à ce qu'une partie du poids du dispositif d'alésage soit supportée par le fluide de forage lors de l'opération d'alésage.

L'invention permet d'éviter que le dispositif d'alésage ne s'enfonce dans le trou d'alésage, entraînant sa déformation. Le dispositif d'alésage est rendu « plus léger » lorsqu'il est immergé dans le fluide de forage. La masse volumique du dispositif d'alésage est telle que ce dernier peut flotter entre
5 deux eaux. Avantageusement, le dispositif d'alésage présente une flottabilité nulle ou presque. La poussée d'Archimède exercée sur le dispositif d'alésage est sensiblement égale au poids réel de ce dernier. Le poids correspondant au volume de fluide de forage déplacé par le dispositif d'alésage est sensiblement équivalent à celui du dispositif d'alésage.

10 La foreuse doit également fournir moins de puissance pour entraîner en rotation et en translation le dispositif d'alésage car les frottements du dispositif d'alésage sur la paroi du trou alésé, et plus précisément sur le fond du trou alésé, sont moins importants. On obtient une économie d'énergie et de coût de fonctionnement. Il y a également moins d'abrasion sur les outils de coupe
15 qui durent plus longtemps.

De plus, le dispositif d'alésage étant conçu de manière symétrique, il reste équilibré lorsque le fluide de forage est injecté dans ce dernier.

Par rapport aux dispositifs d'alésage de l'art antérieur, le poids réel du dispositif d'alésage selon l'invention est moins élevé avec l'utilisation des
20 moyens de centrage décrits précédemment, qui sont plus légers.

Le dispositif d'alésage est également de conception et d'utilisation plus simples car il se présente en un seul bloc et forme un ensemble intégré. Les moyens de centrage et l'aléreur n'ont plus à être montés avant chaque utilisation, ni démontés après.

25 L'invention sera décrite plus en détail en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente un aléreur lors d'une opération d'alésage, selon l'art antérieur ;
- la figure 2 représente un aléreur de l'art antérieur ;
- 30 - la figure 3 représente un dispositif d'alésage, selon un mode de réalisation de l'invention, en coupe longitudinale selon un plan de coupe C ;
- la figure 4 représente ce dispositif d'alésage en coupe transversale, selon un plan de coupe B ;

- la figure 5 représente ce dispositif d'alésage en coupe transversale, selon un plan de coupe A ;

La figure 2 représente un aléteur 1 de l'art antérieur apte à être entraîné par un train de tiges de forage en translation suivant une direction générale donnée et en rotation autour de cette direction générale donnée.

L'aléteur 1 comprend une jupe cylindrique 33 et un arbre tubulaire 3 traversant la jupe cylindrique 33 à laquelle il est relié par des bras tubulaires 4 répartis circonférentiellement autour de l'arbre tubulaire 3.

Les bras tubulaires 4 sont munis d'orifices 9 (ou buses d'éjection) et de pics ou molettes permettant de désagréger le sol. La jupe cylindrique 33 peut comprendre des outils de coupe sur sa surface périphérique. Cet aléteur 1 comprend des bras de renfort 34 reliant la jupe cylindrique 33 à l'arbre tubulaire 3.

L'aléteur 1 est habituellement relié à un moyen de centrage 11, non représenté sur la figure 2. Ce moyen de centrage 11 est traversé par l'arbre tubulaire 3 et fixé à ce dernier.

Un fluide de forage est injecté dans l'aléteur 1 à travers la tige de tirage. Ce fluide de forage est éjecté par les orifices 9 des bras tubulaires 4 et permet, en combinaison avec les pics ou molettes montés sur la face avant des bras tubulaires, de désagréger une partie de la paroi du trou pilote pour l'agrandir.

Comme vu précédemment, l'ensemble formé par l'aléteur 1 et le moyen de centrage 11 peut évoluer dans des milieux « mou » ou « dur », tels que définis précédemment, et dans lesquels il s'enfonce par son propre poids ou subit une abrasion importante, respectivement.

Pour résoudre ce problème, l'invention propose un dispositif d'alésage comprenant un moyen de flottaison 16, comme représenté sur les figures 3 à 5, entourant l'arbre tubulaire 3 de l'aléteur 1. Ce moyen de flottaison 16 contribue à faire supporter une partie du poids du dispositif d'alésage par le fluide de forage, lors des opérations de forage et lorsque le dispositif d'alésage est immergé dans le fluide de forage. Le moyen de flottaison 16 se comporte comme un ballast. Le dispositif d'alésage peut flotter entre deux eaux, ce qui l'empêche de couler et de s'enfoncer dans le fond du trou alésé.

La figure 3 représente un dispositif d'alésage, selon un mode de réalisation de l'invention, en coupe longitudinale selon le plan de coupe C.

La figure 4 représente ce dispositif d'alésage en coupe transversale selon le plan de coupe B.

La figure 5 représente ce dispositif d'alésage en coupe transversale selon le plan de coupe A.

- 5 Ce dispositif d'alésage comprend un aléseeur 1 comportant un arbre tubulaire 3 présentant un axe central longitudinal 2. Cet arbre tubulaire 3 est relié à des bras tubulaires 4 répartis circonférentiellement autour de ce dernier. L'intérieur 5 de l'arbre tubulaire 3 communique avec l'intérieur 6 des bras tubulaires 4 par des canaux 7 traversant la paroi 8 de l'arbre tubulaire 3, et l'intérieur 6 des bras tubulaires 4 communique avec l'extérieur par des canaux 9 traversant la paroi 10 des bras tubulaires 4.

- Le dispositif d'alésage comprend, en outre, au moins un moyen de centrage 11 traversé par l'arbre tubulaire 3 et fixé à ce dernier. L'intérieur 5 de l'arbre tubulaire 3 communique avec l'intérieur 12 du moyen de centrage par des canaux 13 traversant la paroi 8 de l'arbre tubulaire 3. Ces canaux 13 peuvent avoir un diamètre d'environ 45,2 mm.

L'intérieur 12 du moyen de centrage communique avec l'extérieur par des canaux 14 traversant la paroi 15 du moyen de centrage 11.

- Dans un mode de réalisation de l'invention, le moyen de flottaison 16 est constitué d'un caisson creux et étanche (ou enceinte close), présentant une forme sensiblement cylindrique. Le moyen de flottaison 16 comprend une paroi cylindrique 17 et deux parois latérales 18, 19 disposées à chacune de ses extrémités. Chaque paroi latérale 18, 19 est traversée en son centre par l'arbre tubulaire 3.

- 25 Le caisson peut être en métal (acier, par exemple). Il peut également être constitué de polymères.

D'autres modes de réalisation sont possibles comme l'utilisation de bouées gonflées. De même, le caisson creux et étanche peut être rempli d'un gaz plus léger que l'air tel l'hélium.

- 30 Le caisson doit résister à des pressions extérieures d'au moins 5 bars (pression hydrostatique plus perte de charge le long du trou g). L'épaisseur de la paroi cylindrique 17 est calculée en fonction de la pression extérieure prévisible. Les dimensions du caisson, et plus particulièrement son volume intérieur creux, sont ajustés en fonction du poids du dispositif d'alésage et de

la densité de la boue à l'intérieur du trou alésé qui est typiquement comprise entre 1,15 et 1,25 kg/l.

Par exemple, le caisson peut avoir une longueur de 3450 mm et un diamètre D3 de 1270 mm, et un volume de 4,19 m³.

- 5 Dans un mode de réalisation préféré, l'aléseeur 1 comprend quatre bras tubulaires 4. Les bras tubulaires 4 peuvent avoir une forme cylindrique ou autre.

Les bras tubulaires 4 sont équidistants les uns des autres, et sont prolongés chacun par une partie 24 (ou bras de coupe) formant une saillie sur
10 la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16, vers l'extérieur. Chaque partie 24 formant une saillie sur la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16 forme une protubérance à la périphérie du moyen de flottaison 16.

La partie 24 formant une saillie sur la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16 comporte des faces avant 25 et arrière 26 à travers lesquelles
15 débouchent les canaux 9 traversant la paroi 10 des bras tubulaires 4. Les faces avant 25 et arrière 26 de la partie 24 formant une saillie sur la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16 sont définies par le sens de progression du dispositif d'alésage durant l'opération d'alésage. La partie 24 formant une saillie comporte également une extrémité latérale 27.

20 Par exemple, la partie 24 formant une saillie sur la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16 peut présenter une longueur de 201 mm, pour un moyen de flottaison 16 ayant un diamètre D3 de 1270 mm. La longueur totale de chaque bras tubulaire 4, de son extrémité latérale 27 jusqu'à l'arbre tubulaire 3 est de 691 mm. Le diamètre du bras tubulaire 4 est de 127 mm.

25 La partie 24 formant une saillie sur la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16 peut avoir une longueur de 178 mm pour un moyen de flottaison 16 ayant un diamètre D3 de 1016 mm. La longueur totale de chaque bras tubulaire 4, de son extrémité latérale 27 jusqu'à l'arbre tubulaire 3 est de 589 mm. Le diamètre du bras tubulaire 4 est de 127 mm.

30 L'intérieur 6 des bras tubulaires 4 est creux. Le diamètre intérieur de chaque bras tubulaire 4 peut être d'environ 102 mm.

Le nombre de bras tubulaires 4 peut être différent de quatre.

Dans un mode de réalisation préféré, le dispositif d'alésage comprend deux moyens de centrage 11 disposés de chaque côté du moyen de flottaison

16. Le dispositif d'alésage peut également comprendre un seul moyen de centrage 11, disposé à l'avant du dispositif d'alésage.

Chaque moyen de centrage 11 est creux, de forme conique et comporte une extrémité avant 20 débouchant par un orifice de petit diamètre D1, et une
5 extrémité arrière 22 débouchant par un orifice de grand diamètre D2. Le moyen de centrage 11 peut présenter également une autre forme comme une forme tronconique, une forme ovoïde ou sphérique, par exemple.

L'orifice de petit diamètre D1 est fermé, de façon étanche, par la paroi 8 de l'arbre tubulaire 3. L'arbre tubulaire 3 traverse complètement l'orifice de petit
10 diamètre D1 de chaque moyen de centrage 11. Le petit diamètre D1 est voisin du diamètre de l'arbre tubulaire 3 pour que l'extrémité avant 20 de chaque moyen de centrage 11 soit soudée à la paroi 8 de l'arbre tubulaire 3. Par exemple, le petit diamètre D1 peut être d'environ 254 mm.

L'orifice de grand diamètre D2 est fermé, de façon étanche, par une des
15 parois latérales 18, 19 du moyen de flottaison 16. Le moyen de flottaison 16, l'aléseur 1 et les deux moyens de centrage 11 forment un ensemble unique et intégré.

Dans un mode de réalisation préféré, le moyen de flottaison 16 cylindrique présente un diamètre D3 proche du diamètre D2 de l'orifice de grand diamètre
20 de l'extrémité arrière 22 des moyens de flottaison 16, de façon à assurer une continuité entre la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16 et la paroi 15 des moyens de centrage 11. Ce diamètre D3 peut être de plus de 1016 mm. Le grand diamètre D2 de l'extrémité arrière 22 peut être inférieur au diamètre D3.

25 Dans un exemple de réalisation, le diamètre D3 des parois latérales 18, 19 du moyen de flottaison 16 et le grand diamètre D2 de l'extrémité arrière 22 des moyens de centrage 11 est d'environ 1270 mm. La longueur de la paroi 15 des moyens de centrage 11, entre les extrémités avant 20 et arrière 22 de chaque moyen de centrage 11, est d'environ 981 mm.

30 L'angle d'inclinaison de la paroi 15 des moyens de centrage 11 par rapport à l'axe central longitudinal 2 de l'arbre tubulaire 3 ou par rapport à la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16 peut être, par exemple, d'environ 30°. Il peut être inférieur ou supérieur à 30°.

Les moyens de centrage 11 peuvent comprendre des goussets de renfort
35 de forme triangulaire ou autre. Ils assurent rigidité et solidité aux moyens

de centrage 11. Ils relient la paroi 15 de chaque moyen de centrage 11 à la paroi 8 de l'arbre tubulaire 3, au voisinage de l'extrémité avant 20 de chaque moyen de centrage 11. Les goussets de renfort 35 sont préférentiellement au nombre de quatre et sont perpendiculaires à l'arbre tubulaire 3 et au moyen de centrage 11. Ils se prolongent de l'extrémité avant 20 de chaque moyen de centrage 11 jusqu'à environ la moitié du moyen de centrage 11. Les goussets de renfort 35 peuvent avoir une hauteur de 490 mm et une base de 282 mm, par exemple.

Dans un autre exemple de réalisation, le diamètre D3 des parois latérales 18, 19 du moyen de flottaison 16 et le grand diamètre D2 de l'extrémité arrière 22 des moyens de centrage 11 est d'environ 1016 mm. La longueur de la paroi 15 des moyens de centrage 11, entre les extrémités avant 20 et arrière 22 de chaque moyen de centrage 11, est d'environ 727 mm. Les goussets de renfort 35 ont une hauteur de 330 mm et une base de 187,5 mm, par exemple.

Les bras tubulaires 4 de l'aléreur 1 sont contenus dans un plan perpendiculaire 21 à l'axe central longitudinal 2 de l'arbre tubulaire 3. Le moyen de flottaison 16 est centré, dans la direction longitudinale, par rapport au plan perpendiculaire 21, de sorte à former un dispositif d'alésage symétrique et équilibré lorsque l'intérieur 5 de l'arbre tubulaire 3, l'intérieur 6 des bras tubulaires de l'aléreur 1 et l'intérieur 12 des moyens de centrage sont remplis d'un fluide de forage. Le fluide de forage peut être de la boue ou de l'eau, par exemple.

Les extrémités de l'arbre tubulaire 3 sont aptes à être reliées à des tiges de forage (non représentées sur les figures 2 à 5). Les tiges de forage sont elles même reliées à une foreuse qui entraîne ces dernières en rotation. Le fluide de forage est injecté à l'intérieur 5 de l'arbre tubulaire 3 sous une pression de 20 à 35 bars. Ce fluide de forage ressort du dispositif d'alésage latéralement à travers les canaux 9 traversant la paroi 10 des bras tubulaires 4.

Dans le mode de réalisation comprenant quatre bras tubulaires 4, deux bras tubulaires 4 peuvent comprendre trois canaux 9 débouchant par la face avant 25 du bras tubulaire 4, et les deux autres bras tubulaires 4 peuvent comprendre deux canaux 9 débouchant par la face avant 25 du bras tubulaire 4. Les quatre bras tubulaires 4 peuvent comprendre un seul canal 9 traversant la paroi 10 du bras tubulaire 4 par sa face arrière 26.

Le fluide de forage est apte à être éjecté des parties 24 formant une saillie sur la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16 par l'avant et par l'arrière du dispositif d'alésage. L'éjection du fluide de forage par l'avant des parties 24 formant une saillie sur la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16 permet de désagréger une partie périphérique de la paroi du trou pilote pour l'agrandir.

Le fluide de forage est également éjecté à travers les canaux 14 traversant la paroi 15 de chaque moyen de centrage 11 dans une direction inclinée par rapport à l'axe central longitudinal 2 de l'arbre tubulaire 3 axialement. Le fluide de forage est éjecté par l'avant et par l'arrière du dispositif d'alésage.

Les canaux 14 traversant la paroi 15 de chaque moyen de centrage 11 ont un diamètre d'environ 33 mm, par exemple.

Chaque bras tubulaire 4 peut être munie d'un patin 28 présentant une surface interne 29 fixée à l'extrémité latérale 27 du bras tubulaire 4 et une surface externe 30 apte à glisser sur des parois de canaux alésés par le dispositif d'alésage lors des opérations de forage horizontal dirigé. La surface externe 30 du patin est courbée de façon à être sensiblement parallèle à la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16.

Chaque patin 28 peut être prolongé par une partie s'étendant vers l'arrière du dispositif d'alésage et inclinée vers le moyen de flottaison 16. Cette inclinaison peut être d'un angle de 36°, par exemple, par rapport à la surface externe 30 du patin 28.

Une plaque de renfort 36 peut être fixée sur la face arrière 26 de chaque partie 24 formant une saillie sur la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16. Cette plaque de renfort 36 relie la surface interne 29 du patin 28 à la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16.

La face avant 25 de la partie 24 du bras tubulaire formant une saillie sur la paroi cylindrique 17 du moyen de flottaison 16 peut comprendre des moyens de découpage comme des pics ou des molettes, non représentés sur les figures 3 à 5. Les pics peuvent être en tungstène, par exemple.

Le moyen de flottaison 16 peut comporter des moyens de renfort interne comportant plusieurs barres de renfort longitudinales 31 reliées par leurs extrémités à chaque paroi latérale 18, 19 du moyen de flottaison 16. Les barres de renfort longitudinales 31 sont reliées par des barres de renfort transversales 32, perpendiculairement aux barres de renfort longitudinales 31.

Dans un exemple de réalisation préféré, les moyens de renfort interne sont constitués de quatre barres de renfort longitudinales 31 équidistantes les unes des autres et parallèles entre elles, formant une structure de forme rectangulaire allongée. Les moyens de renfort interne comprennent également
5 deux ensembles formés de quatre barres de renfort transversales 32 reliant les quatre barres de renfort longitudinales 31 dans un plan perpendiculaire aux barres de renfort longitudinales 31, en formant une structure de forme carrée.

Les exemples de réalisation ci-dessus sont donnés pour des dispositifs
10 d'alésage permettant d'obtenir des trous alésés ayant un diamètre compris entre environ 1200 mm et 1600 mm. L'invention permet également d'obtenir des trous alésés ayant un diamètre supérieur à 1600 mm. Le volume de la cavité interne 37 du moyen de flottaison 16 est alors plus important pour une même densité de fluide de forage pour compenser le poids du dispositif
15 d'alésage. Le volume de la cavité interne 37 du moyen de flottaison 16 est fonction du poids du dispositif d'alésage.

Le dispositif d'alésage peut comprendre des moyens de mesure comme des capteurs de pression, par exemple, disposés à l'intérieur de la cavité interne 37 du moyen de flottaison 16.

20 Le dispositif d'alésage est constitué d'acier. Il peut également être constitué d'un autre matériau, tel un alliage léger. Il peut être constitué de plusieurs matériaux.

L'invention concerne également un procédé de forage horizontal dirigé comprenant trois étapes dont une étape de forage d'un trou pilote f, une étape
25 d'alésage du trou pilote f et une étape de tirage d'une conduite dans le trou alésé g.

Comme dit précédemment, le trou pilote f est réalisé suivant une ligne cible virtuelle bi ou tridimensionnelle entre un point d'entrée a, situé devant la plate forme de forage c, et un point de sortie b situé à l'opposé, de l'autre côté de
30 l'obstacle d à contourner.

Le sol est creusé par une tête de foreuse reliée à un train de tiges de forage en suivant la ligne cible. Le train de tiges de forage est poussé par la plate forme de forage c. On utilise un jet de boue pour désagréger le sol et, selon le type de sol, il est possible d'utiliser également des moyens
35 mécaniques de découpage.

Le trou pilote obtenu présente classiquement un diamètre d'environ 185 mm et peut s'étendre sur des longueurs allant jusqu'à 2600 m.

La seconde étape consiste à agrandir le trou pilote f avec un dispositif d'alésage tel que défini ci-dessus et adapté à la nature du sol à creuser. Le
5 dispositif d'alésage est tiré du point de sortie b vers le point d'entrée a par un train de tiges de forage e suivant la direction donnée par le trou pilote f et en rotation autour de cette direction donnée. Un fluide de forage est constamment pompé dans la tige de tirage e jusqu'au dispositif d'alésage qui comprend des orifices 14 à travers lesquelles est éjecté le fluide de forage
10 pour désagréger le sol et obtenir un trou alésé g. Le fluide de forage permet également de lubrifier le dispositif d'alésage.

Le diamètre du dispositif d'alésage est adapté à celui de la conduite à tirer dans le trou alésé g. Il classiquement 1,2 à 1,5 fois plus grand que le diamètre de la conduite.

15 Une partie du poids du dispositif d'alésage est supportée par le fluide de forage lors de l'opération d'alésage.

La dernière étape de forage consiste à tirer une conduite dans le trou alésé g du point de sortie b vers le point d'entrée a. La conduite est tirée par le dispositif d'alésage selon l'invention.

20 Le dispositif d'alésage comprend un moyen d'accrochage de la conduite sur le dispositif d'alésage et un moyen de couplage pour éviter que la conduite soit entraînée en rotation.

Dans un mode de réalisation possible, les étapes d'alésage et de tirage sont réalisées au cours d'une seule opération. Le dispositif d'alésage agrandit
25 le trou pilote e et la conduite est tirée dans le trou alésé g simultanément.

Ainsi, l'invention permet d'éviter que le dispositif d'alésage ne s'enfonce dans le fond du trou d'alésage et ne le déforme, lorsqu'il évolue dans un milieu « mou ».

L'invention permet également d'éviter l'usure accélérée des centreurs
30 et de l'aléreur ainsi que la détérioration des outils de coupe, lorsque le dispositif d'alésage évolue dans un milieu « dur ».

Une partie du poids du dispositif d'alésage est supportée par le fluide de forage. Le dispositif d'alésage est rendu « plus léger » lorsqu'il est immergé dans le fluide de forage. La masse volumique du dispositif d'alésage est telle
35 que ce dernier peut flotter entre deux eaux, dans le fluide de forage.

Avantageusement, le dispositif d'alésage présente une flottabilité nulle ou presque. La poussée d'Archimède exercée sur le dispositif d'alésage est sensiblement égale au poids réel de ce dernier. Le poids correspondant au volume de fluide de forage déplacé par le dispositif d'alésage est
5 sensiblement équivalent à celui du dispositif d'alésage.

La foreuse doit également fournir moins de puissance pour entraîner en rotation et en translation le dispositif d'alésage car les frottements du dispositif d'alésage sur la paroi du trou alésé, et plus précisément sur le fond du trou alésé, sont moins importants. On obtient une économie d'énergie et de coût
10 de fonctionnement.

De plus, le dispositif d'alésage étant conçu de manière symétrique, il reste équilibré lorsque le fluide de forage est injecté dans ce dernier, ce qui lui permet de rester sensiblement horizontal dans le trou, évitant la déformation de ce dernier et l'usure excessive du dispositif d'alésage.

15 Par rapport aux dispositifs d'alésage de l'art antérieur, le poids réel du dispositif d'alésage selon l'invention est moins élevé avec l'utilisation des moyens de centrage décrits précédemment, qui sont plus légers.

Le dispositif d'alésage est également de conception et d'utilisation plus simples car il se présente en un seul bloc (ensemble intégré). Les moyens de
20 centrage et l'aléreur n'ont plus à être montés avant chaque utilisation, ni démontés après.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'alésage destiné à des opérations de forage horizontal dirigé, ledit dispositif d'alésage étant apte à être entraîné par un train de tiges de forage (e) en translation suivant une direction générale donnée et en rotation autour de cette direction générale donnée, et baignant dans un fluide de forage, ledit dispositif d'alésage comprenant :
- un aléteur (1) comportant un arbre tubulaire (3) présentant un axe central longitudinal (2), ledit arbre tubulaire (3) étant relié à des bras tubulaires (4) répartis circonférentiellement autour de ce dernier, l'intérieur (5) de l'arbre tubulaire (3) communiquant avec l'intérieur (6) des bras tubulaires (4) par des canaux (7) traversant la paroi (8) de l'arbre tubulaire (3), et l'intérieur (6) des bras tubulaires (4) communiquant avec l'extérieur par des canaux (9) traversant la paroi (10) des bras tubulaires (4),
 - au moins un moyen de centrage (11) traversé par l'arbre tubulaire (3) et fixé à ce dernier, l'intérieur (5) de l'arbre tubulaire (3) communiquant avec l'intérieur (12) du moyen de centrage par des canaux (13) traversant la paroi (8) de l'arbre tubulaire (3), et l'intérieur (12) du moyen de centrage communiquant avec l'extérieur par des canaux (14) traversant la paroi (15) dudit moyen de centrage (11),
- caractérisé en ce qu'il comprend :
- un moyen de flottaison (16) entourant l'arbre tubulaire (3) de l'aléteur (1), et contribuant à faire supporter une partie du poids du dispositif d'alésage par le fluide de forage lors des opérations de forage.
2. Dispositif d'alésage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de flottaison (16) est constitué d'un caisson creux et étanche, présentant une forme sensiblement cylindrique, ledit moyen de flottaison (16) comprenant une paroi cylindrique (17) et deux parois latérales (18, 19) disposées à chacune de ses extrémités de façon à former une cavité interne

(37) fermée, chaque paroi latérale (18, 19) étant traversée en son centre par l'arbre tubulaire (3).

3. Dispositif d'alésage selon la revendication 2, caractérisé en ce que
5 l'aléreur (1) comprend quatre bras tubulaires (4), lesdits bras tubulaires (4) étant équidistants les uns des autres, et prolongé chacun par une partie (24) formant une saillie sur la paroi cylindrique (17) du moyen de flottaison (16), vers l'extérieur, ladite partie (24) formant une saillie sur la paroi cylindrique (17) du moyen de flottaison (16) comportant des faces avant (25) et arrière
10 (26) à travers lesquelles débouchent les canaux (9) traversant la paroi (10) des bras tubulaires (4), et une extrémité latérale (27).

4. Dispositif d'alésage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend deux moyens de centrage (11) disposés de
15 chaque côté du moyen de flottaison (16), chaque moyen de centrage (11) étant creux, de forme conique et comportant une extrémité avant (20) débouchant par un orifice de petit diamètre D1, et une extrémité arrière (22) débouchant par un orifice de grand diamètre D2, l'orifice de petit diamètre D1 étant fermé, de façon étanche, par la paroi (8) de l'arbre tubulaire (3), et
20 l'orifice de grand diamètre D2 étant fermé, de façon étanche, par une des parois latérales (18, 19) du moyen de flottaison (16), le moyen de flottaison (16), l'aléreur (1) et les deux moyens de centrage (11) formant un ensemble intégré.

25 5. Dispositif d'alésage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les bras tubulaires (4) de l'aléreur (1) sont contenus dans un plan perpendiculaire (21) à l'axe central longitudinal (2) de l'arbre tubulaire (3), ledit moyen de flottaison (16) étant centré, dans la direction longitudinale, par rapport audit plan perpendiculaire (21), de sorte à former un
30 dispositif d'alésage symétrique, ledit dispositif d'alésage étant équilibré lorsque l'intérieur (5) de l'arbre tubulaire (3), l'intérieur (6) des bras tubulaires de l'aléreur (1) et l'intérieur (12) des moyens de centrage (11) sont remplis par le fluide de forage.

6. Dispositif d'alésage selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le moyen de flottaison (16) cylindrique présente un diamètre D3 proche du diamètre D2 de l'orifice de grand diamètre de l'extrémité arrière (22) des moyens de flottaison (16), de façon à assurer une
5 continuité entre la paroi cylindrique (17) du moyen de flottaison (16) et la paroi (15) des moyens de centrage (11).
7. Dispositif d'alésage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque bras tubulaire (4) est munie d'un patin (28)
10 présentant une surface interne (29) fixée à l'extrémité latérale (27) du bras tubulaire (4) et une surface externe (30) apte à glisser sur des parois de canaux alésés par ledit dispositif d'alésage lors des opérations de forage horizontal dirigé, la surface externe (30) dudit patin étant courbée de façon à être sensiblement parallèle à la paroi cylindrique (17) du moyen de flottaison
15 (16).
8. Dispositif d'alésage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la face avant (25) de la partie (24) du bras tubulaire formant une saillie sur la paroi cylindrique (17) du moyen de flottaison (16)
20 comprend des moyens de découpage.
9. Dispositif d'alésage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le moyen de flottaison (16) comprend des moyens de renfort interne comportant plusieurs barres de renfort longitudinales (31)
25 reliées par leurs extrémités à chaque paroi latérale (18, 19) du moyen de flottaison (16), lesdites barres de renfort longitudinales (31) étant reliées par des barres de renfort transversales (32), perpendiculairement aux barres de renfort longitudinales (31).
- 30 10. Procédé de forage horizontal dirigé comprenant :
- une étape de forage d'un trou pilote (f) suivant une direction générale donnée,
 - une étape d'alésage dudit trou pilote (f) par un dispositif d'alésage,
35 permettant d'obtenir un trou alésé (g), ledit trou alésé (g)

comprenant un fluide de forage dans lequel est immergé le dispositif d'alésage, et

- une étape de tirage d'une conduite dans ledit trou alésé (g),

5 caractérisé en ce que :

- ladite opération d'alésage est réalisée avec un dispositif d'alésage tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, une partie du poids du dispositif d'alésage étant supportée par le fluide de forage lors de l'opération d'alésage.

10

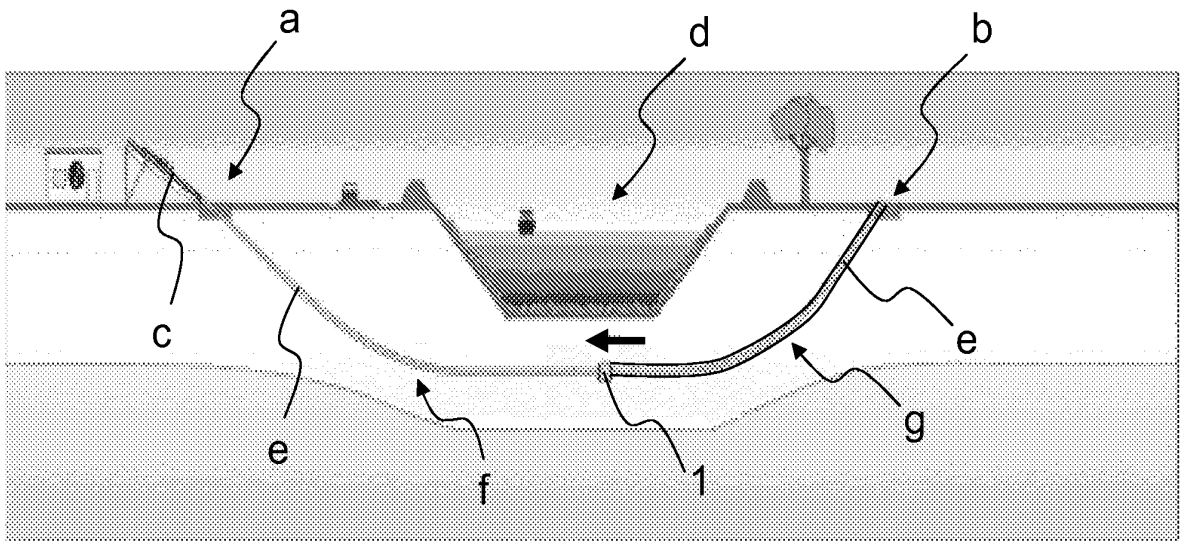


FIGURE 1
ART ANTERIEUR

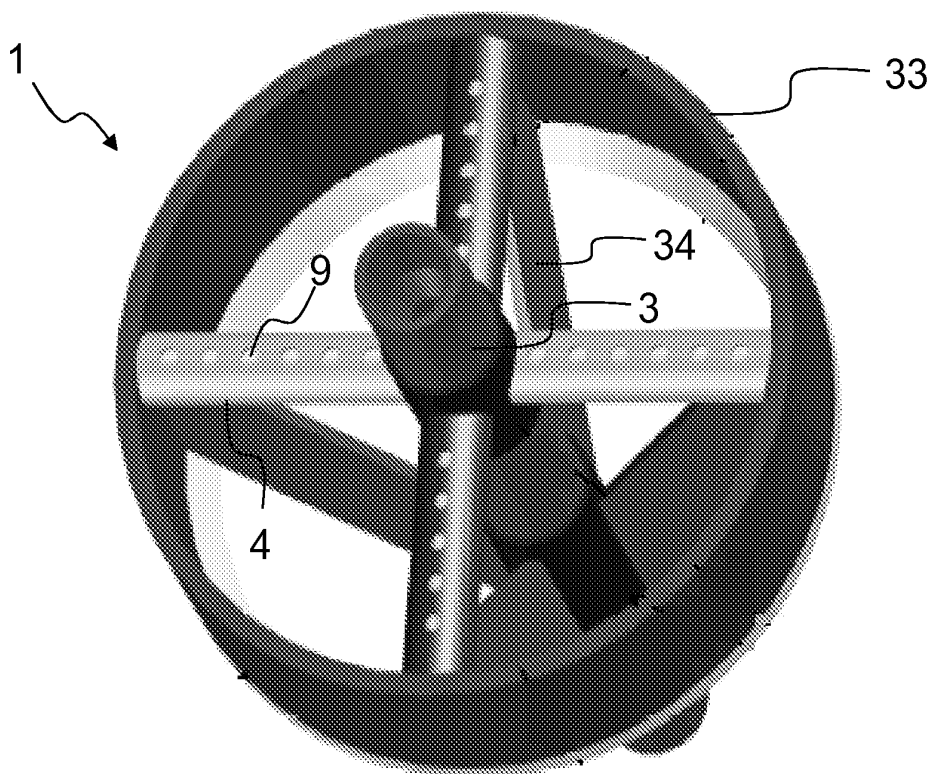


FIGURE 2
ART ANTERIEUR

2/3

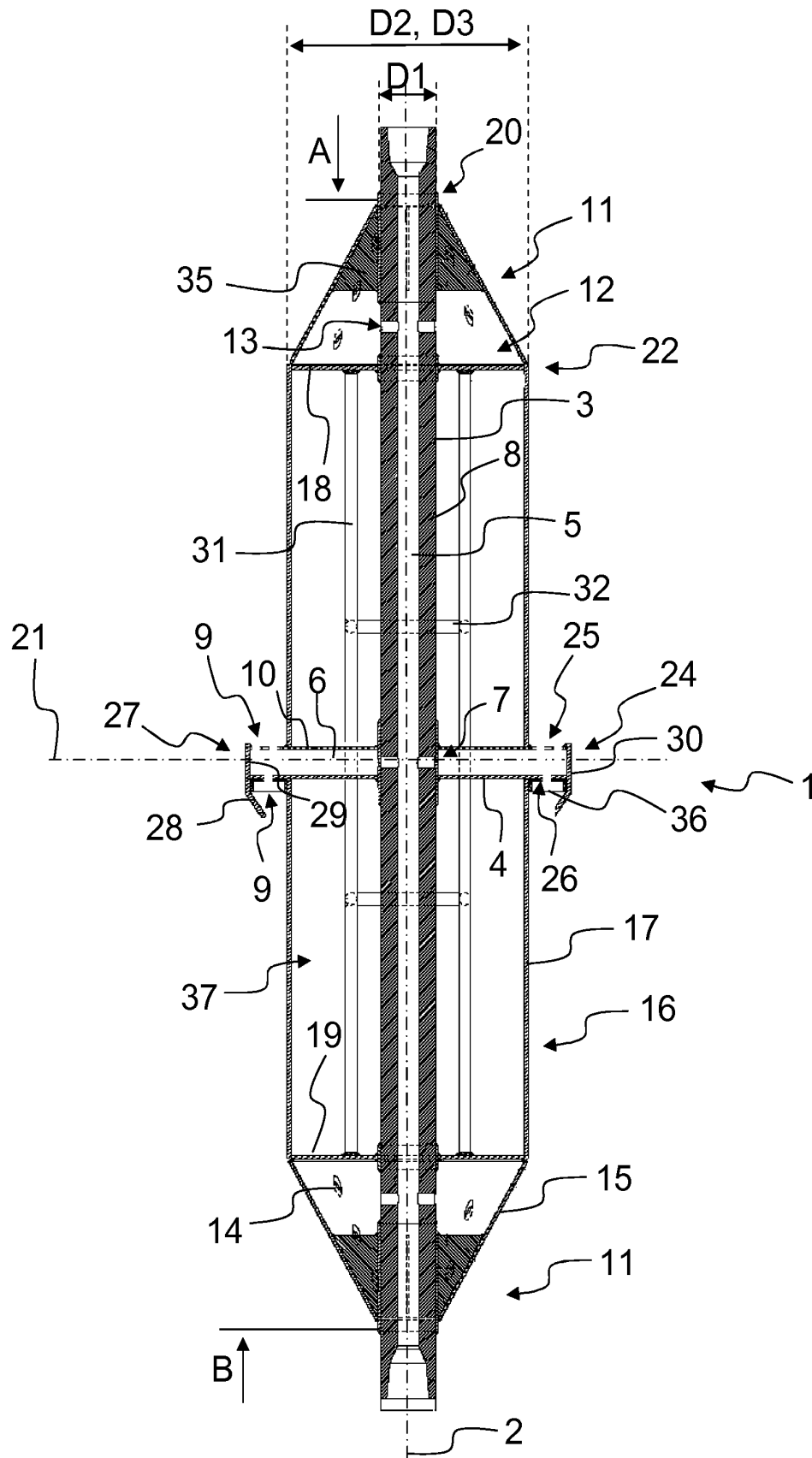


FIGURE 3

3/3

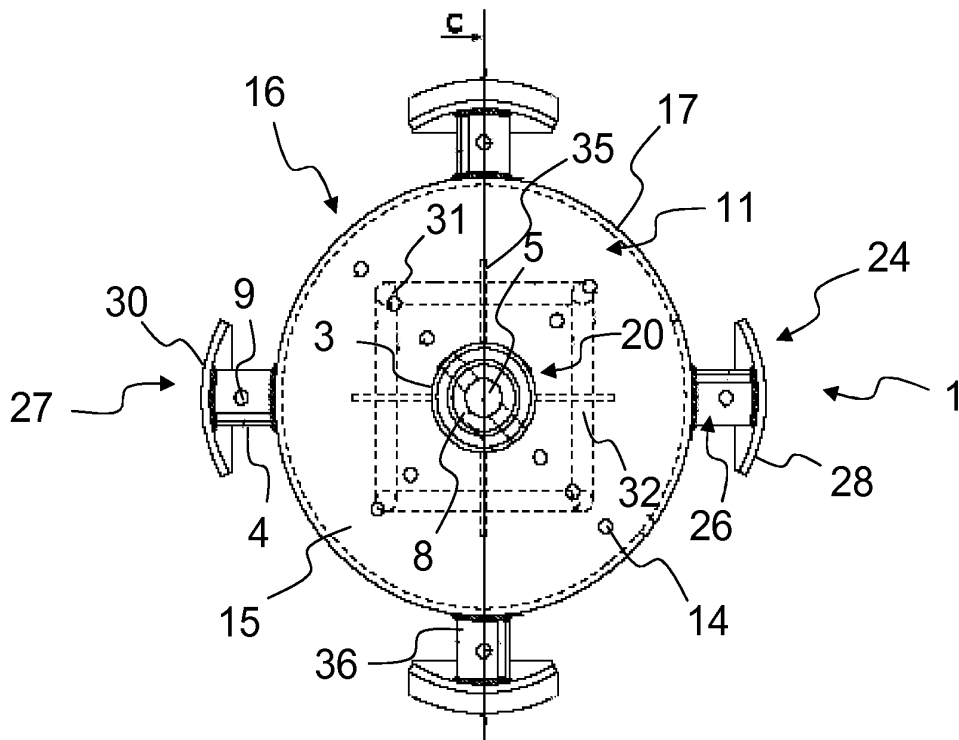


FIGURE 4

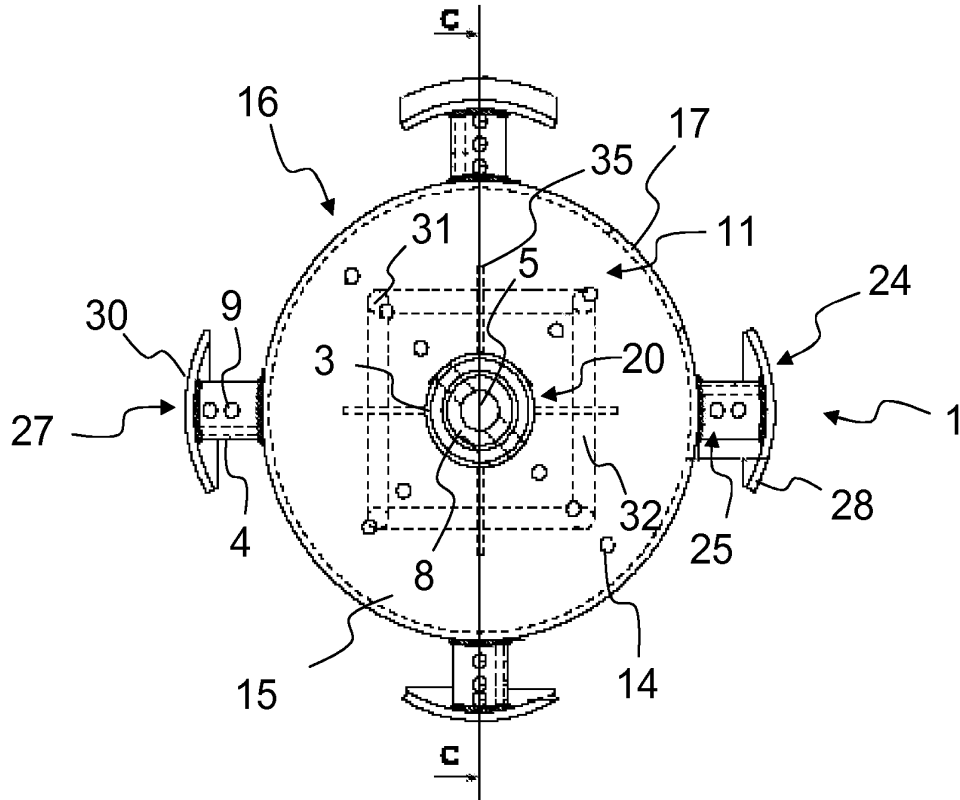


FIGURE 5



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 706072
FR 0852484

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	US 4 319 648 A (CHERRINGTON MARTIN O) 16 mars 1982 (1982-03-16) * colonne 6, ligne 29 - colonne 7, ligne 33; figures 4,5 *	1,2,4-10	E21B7/00 F16L1/028
A	US 5 456 552 A (CHERRINGTON MARTIN D [US]) 10 octobre 1995 (1995-10-10) * colonne 3, ligne 35 - colonne 4, ligne 37; figure 1 *	1	
A	EP 1 186 742 A (HEEREMA HOLDING CONSTRUCTION I [CH]) 13 mars 2002 (2002-03-13) * colonne 5, alinéa 25 - colonne 6, alinéa 26; figure 4 *	1	
A	US 3 894 402 A (CHERRINGTON MARTIN D) 15 juillet 1975 (1975-07-15) * colonne 3, ligne 40 - colonne 4, ligne 48; figure 3 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			E21B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 octobre 2008		Ott, Stéphane	
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	
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		 & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0852484 FA 706072**

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 **29-10-2008**

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
US 4319648	A	16-03-1982	AU 540641 B2	29-11-1984
			AU 6263480 A	09-04-1981
			BE 885348 A1	16-01-1981
			CA 1140106 A1	25-01-1983
			DE 3035876 A1	09-04-1981
			ES 8200430 A1	16-01-1982
			ES 8204491 A1	01-08-1982
			FR 2477216 A1	04-09-1981
			GB 2061357 A	13-05-1981
			GB 2103690 A	23-02-1983
			GB 2131066 A	13-06-1984
			IT 1129273 B	04-06-1986
			JP 1371534 C	07-04-1987
			JP 56055699 A	16-05-1981
			JP 61040840 B	11-09-1986
			MX 151874 A	17-04-1985
			NL 8005279 A	26-03-1981
			NO 802813 A	25-03-1981

US 5456552	A	10-10-1995	AUCUN	

EP 1186742	A	13-03-2002	EP 1072754 A2	31-01-2001
			EP 0890708 A1	13-01-1999

US 3894402	A	15-07-1975	AU 8282875 A	13-01-1977
			BE 831519 A1	17-11-1975
			BR 7504618 A	06-07-1976
			CA 1047481 A1	30-01-1979
			CH 604060 A5	31-08-1978
			DE 2531582 A1	29-01-1976
			EG 11759 A	31-12-1977
			ES 439516 A1	01-06-1977
			FR 2279009 A1	13-02-1976
			GB 1501919 A	22-02-1978
			JP 1336349 C	11-09-1986
			JP 51036711 A	27-03-1976
			JP 60059398 B	25-12-1985
			NL 7508627 A	21-01-1976
			YU 183175 A1	28-02-1982
