(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
15 mai 2003 (15.05.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/040515 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] : E21B 7/04, 7/128, 7/20

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR02/03596

(22) Date de dépôt international :
21 octobre 2002 (21.10.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
01/13710 24 octobre 2001 (24.10.2001) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **SAIPEM SA** [FR/FR]; Energies, 1/7 avenue San Fernando, F-78180 Montigny-le-Bretonneux (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **ANRES, Stéphane** [FR/FR]; 1 bis, rue de l'Assemblée Nationale, F-78000 Versailles (FR).

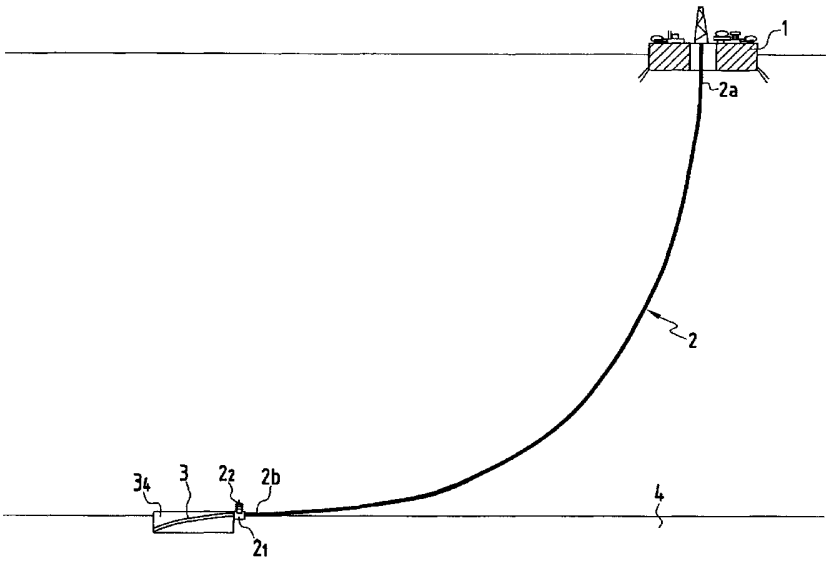
(74) Mandataire : **DOMANGE, Maxime**; Cabinet Beau de Loménie, 232, avenue du Prado, F-13295 Marseille Cedex 08 (FR).

(81) États désignés *(national)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,

*[Suite sur la page suivante]*

(54) Title: GUIDE DEVICE IN AN OFFSHORE DRILLING INSTALLATION

(54) Titre : DISPOSITIF DE GUIDAGE DANS UNE INSTALLATION DE FORAGE EN MER ET PROCEDE DE REALISATION




(57) Abstract: The invention relates to a guide device (3) which is used in an offshore drilling installation in which at least one drilling riser (2) extends from a floating support (1) to the guide device (3) on the seabed. The inventive guide device (3) is characterised in that it comprises a sunken guide pipe (3) which comprises, successively: a front end which rests horizontally on the seabed; a curved, intermediary portion of guide pipe which is sunk into the seabed subsoil with a large radius of curvature, preferably a radius greater than 500 m; and, better still, an essentially-linear, inclined rear portion at the rear end of said guide pipe (3) which is sunk into the seabed subsoil along a given inclination ($\alpha$) of between 5 and 60°. Said guide pipe (3) co-operates with controlled driving means (3 $_4$).

*[Suite sur la page suivante]*

WO 03/040515 A1

LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) **États désignés** *(régional)* **:** brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**(57) Abrégé :** La présente invention concerne un dispositif de guidage (3) utile dans une installation de forage en mer, installation dans laquelle au moins un riser de forage (2) s'étend depuis un support flottant (1), ledit dispositif de guidage (3) étant caractérisé en ce qu'il comprend une conduite de guidage (3) dans une position enfoncée dans laquelle ladite conduite de guidage (3) comprend successivement: une extrémité avant reposant horizontalement sur le fond de la mer, une portion intermédiaire courbe de conduite de guidage enfoncée dans le sous-sol du fond de la mer selon un grand rayon de courbure, de préférence un rayon de courbure supérieur à 500 m et de préférence encore, une portion arrière sensiblement linéaire inclinée à l'extrémité arrière de ladite conduite de guidage (3) enfoncée dans le sous-sol du fond de la mer selon une dite inclinaison donnée ($\alpha$) de 5 à 60° et ladite conduite de guidage (3) coopérant avec des moyens d'enfoncement contrôlé ($3_4$).

# DISPOSITIF DE GUIDAGE DANS UNE INSTALLATION DE FORAGE EN MER

La présente invention concerne le domaine connu du forage en mer à partir d'un support flottant ancré en surface et plus particulièrement des dispositifs de guidage des trains de tiges de forage installés au niveau du fond de la mer.

Elle concerne plus particulièrement le forage dévié en eau profondes, de manière à atteindre des points éloignés de la verticale de l'axe de l'engin de forage en surface.

Dès que la profondeur d'eau devient importante l'exploration et l'exploitation des champs de production notamment des champs pétroliers s'effectue en général à partir d'un support flottant. Ce support flottant comporte en général des moyens d'ancrage pour rester en position malgré les effets des courants, des vents et de la houle.

Dans le cas des opérations de forage, il comporte aussi en général des moyens de manutention des trains de tiges, ainsi que des équipements de guidage associés à des systèmes de sécurité installés au niveau du fond de la mer.

Les forages sont habituellement réalisés à la verticale de l'engin de forage, puis pénètrent le sol verticalement sur des hauteurs de plusieurs centaines de mètres. Ensuite, lesdits forages sont poursuivis jusqu'à la nappe de pétrole appelée "réservoir", soit selon la verticale, soit avec une déviation angulaire progressive, de manière à atteindre des points dudit réservoir, plus ou moins éloignés.

En procédant ainsi au forage de plusieurs puits déviés, il est alors possible de constituer un réseau de puits en forme de parapluie issus d'une même position du support flottant en surface, ce qui permet de regrouper, pendant toute l'exploitation du champ, l'ensemble des équipements de surface en un même lieu. De telles installations sont appelées DTU (Dry Tree Units), c'est à dire unités à têtes de puits sèches, car dans ce cas les têtes de puits sont rassemblées en surface, hors d'eau. L'exploitation est ainsi grandement facilitée, car il est possible d'avoir accès à l'un

quelconque des puits depuis le DTU, pour effectuer toutes les opérations de contrôle et de maintenance sur les puits, et ce pendant toute la durée de vie des installations qui atteint 20 à 25 ans et voire même plus.

De tels forages ne sont possibles que si les réservoirs sont à grande profondeur, par exemple 2000 à 2500 m, car il est impératif d'avoir une longueur verticale de plusieurs centaines de mètres dans le fond marin, avant d'initier la déviation du puits dont le rayons de courbure des conduites constitutives du puits sont de l'ordre de 500 à 1000 m.

On connaît les brevets EP 0 952 300 et EP 0 952 301 qui décrivent des méthodes et dispositifs permettant d'effectuer des forages déviés en tirant profit de la tranche d'eau pour s'écarter au maximum de la verticale de l'engin de forage et pour reposer dans le fond marin de manière sensiblement tangentielle à l'horizontale.

Dans ces brevets, les dispositifs de guidage installés au fond de la mer pénètrent dans le sol et permettent d'assurer l'amorçage du puits de forage dans le fond marin selon une inclinaison d'un angle donnée par rapport à la verticale. Le dispositif de guidage est relié à l'engin de forage par une conduite appelée "riser de forage" qui guide le train de tiges de forage qui les traverse et assure la remontée des boues et des débris de forage.

Cet élément de guidage installé au fond de la mer doit permettre de respecter des rayons de courbure importants de 500 à 1000 m et par conséquent doit être de grandes dimensions, tout en restant très résistant pour absorber les efforts considérables engendrés par le train de tige de forage qui sera lui aussi contraint à épouser le même rayon de courbure, ce qui induit des frottement très importants et des risques de déstabilisation de l'ensemble au cours du forage.

De plus cet élément de guidage de dimensions et de masse considérable doit être préinstallé dans les ultra grands fonds, c'est à dire dans des profondeurs d'eau de 1000 à 2500 m, voire plus.

Plus précisément dans EP 0 952 301, le dispositif de guidage comprend un élément de conduite appelé "conducteur" qui est en fait le tube guide du puits de forage déployé à partir du support flottant à travers

le riser de forage jusqu'à une structure appelée "skid" reposant sur le fond de la mer. Cette structure – skid maintient et guide le tube conducteur horizontalement au dessus du fond de la mer à une certaine hauteur. Puis ce conducteur adopte une courbure en direction du fond de la mer sous l'effet de sa propre gravité. Le conducteur lors de son déploiement coopère avec des outils de forage pour qu'il s'enfonce partiellement dans le fond de la mer. La mise en place d'un tel dispositif de guidage et notamment du conducteur depuis le support flottant représente une contrainte opérationnelle importante. En outre ce dispositif de guidage ne permet aucun contrôle de la courbure du conducteur. D'autre part, pour respecter un grand rayon de courbure, notamment supérieur à 500 m, il est nécessaire que le conducteur se déploie tangentiellement à l'horizontale sur plusieurs dizaines de mètres au delà du point d'appui qui assure son guidage sur la structure skid.

Enfin, aucun moyen n'est décrit dans ces brevets pour permettre la réalisation de la mise en place dudit conducteur selon un grand rayon de courbure comme cela est nécessaire pour que le train de tiges, et surtout les éléments de cuvelage puissent opérer avec un minimum de frottement latéral à l'intérieur de la conduite.

Pour un rayon de 600 m, si la tête de puit est à 2 m au dessus du sol, le conducteur n'atteindra le sol que 50 m plus loin ce qui signifie une portion de conducteur de 50 m, en porte-à-faux, libre et non maintenu, ce qui est inacceptable car le conducteur risque de casser ou de plier en raison d'une courbure trop forte, car incontrôlée. De plus, le porte-à-faux ainsi créé risque d'être préjudiciable à un bon fonctionnement lors des opérations de forage ainsi que pendant toute la durée de vie qui peut dépasser 25 ans.

Le problème selon la présente invention est donc de fournir un dispositif de guidage qui puisse être mis en place selon un grand rayon de courbure de façon fiable, c'est à dire en pouvant contrôler la courbure selon un grand rayon de courbure notamment supérieur à 500 m et dont la réalisation et la mise en place soient faciles à réaliser.

Pour ce faire la présente invention fournit un dispositif de guidage utile dans une installation de forage en mer, installation dans laquelle au moins un riser de forage s'étend depuis un support flottant jusqu'audit dispositif de guidage au fond de la mer, ledit riser de forage déviant progressivement depuis une position sensiblement verticale au niveau dudit support flottant jusqu'à une position sensiblement horizontale ou tangentielle à l'horizontale au fond de la mer, ledit forage pouvant être réalisé depuis ledit support flottant à travers ledit riser de forage et ledit dispositif de guidage de manière à ce que le puits de forage dans le fond de la mer soit amorcé selon une inclinaison donnée $\alpha$ par rapport à l'horizontale de préférence de 5 à 60°, de préférence encore 25 à 45°, ledit dispositif de guidage étant caractérisé en ce qu'il comprend une conduite de guidage dans une position enfoncée dans laquelle ladite conduite de guidage comprend successivement :

. une extrémité avant reposant sensiblement horizontalement sur le fond de la mer,

. une portion intermédiaire courbe de conduite de guidage enfoncée dans le sous-sol du fond de la mer selon un grand rayon de courbure, de préférence un rayon de courbure supérieur à 500 m et de préférence encore,

. une portion arrière, sensiblement linéaire, inclinée à l'extrémité arrière de ladite conduite de guidage enfoncée dans le sous-sol du fond de la mer selon une dite inclinaison donnée $\alpha$,

ladite conduite de guidage coopérant avec des moyens d'enfoncement contrôlé permettant l'enfoncement de ladite conduite de guidage dans le fond de la mer lorsque ladite conduite de guidage est tractée au fond de la mer à son extrémité avant, depuis une position initiale où ladite conduite de guidage repose entièrement par-dessus le fond de la mer dans une position sensiblement horizontale, jusqu'à une dite position enfoncée dans le sous-sol du fond de la mer.

La courbure de la conduite de guidage est donc formée par l'enfoncement contrôlé de la conduite de guidage.

Les moyens d'enfoncement de la conduite de guidage permettent d'obtenir par enfoncement de la conduite, une courbure de la conduite avec un grand rayon de courbure à une valeur voulue et contrôlée, le rayon de courbure étant en effet dépendant des caractéristiques et de l'agencement desdits moyens d'enfoncement.

On comprend que ladite portion linéaire inclinée se trouve dans le prolongement tangentiel de ladite portion courbe et, c'est l'inclinaison de cette portion linéaire qui détermine ledit angle $\alpha$ d'amorçage du puits de forage.

On comprend également qu'on entend par "horizontal au fond de la mer", une position sensiblement horizontale en fonction du relief du fond de la mer.

Dans un mode particulier de réalisation, ladite conduite de guidage présente une longueur de 100 à 600 m, de préférence 250 à 450 m avec une dite inclinaison donnée $\alpha$ de la conduite de guidage d'environ 10 à 60°, de préférence 25 à 45°. La courbure recherchée de la conduite de guidage correspond alors à une augmentation d'inclinaison d'environ 1° par portion de longueur de conduite de guidage de 10 m, soit un rayon de courbure d'environ 560 m.

Dans un mode préféré de réalisation, ladite extrémité avant de la conduite de guidage est encastrée dans une embase comprenant une charge reposant sur une semelle avant de sorte que ladite embase maintient ladite extrémité avant de ladite conduite de guidage sensiblement horizontalement sur le fond de la mer lorsque celle-ci est tractée. Ladite embase empêche l'enfoncement de l'extrémité avant de la conduite de guidage, ainsi que sa rotation autour d'un axe sensiblement horizontal perpendiculaire à l'axe de traction.

La présente invention fournit également un procédé de réalisation d'un dispositif de guidage selon l'invention, caractérisé en ce qu'on réalise des étapes dans lesquelles :

- on met en place une dite conduite de guidage dans une dite position initiale reposant sensiblement horizontalement et de

façon rectiligne sur le fond de la mer, ladite conduite de guidage coopérant avec desdits moyens d'enfoncement contrôlé, et

- on réalise une traction au fond de la mer de ladite extrémité avant de ladite conduite de guidage, de préférence dans la direction longitudinale axiale de ladite conduite de guidage, depuis ladite position initiale jusqu'à une dite position enfoncée.

La présente invention a également pour objet une installation de forage en mer comprenant un riser de forage s'étendant depuis un support flottant jusqu'à un dispositif de guidage selon l'invention auquel ledit riser de forage est connecté, ledit riser de forage déviant progressivement depuis une position sensiblement verticale au niveau dudit support flottant jusqu'à une position sensiblement horizontale ou tangentielle à l'horizontale au fond de la mer, le forage pouvant être réalisé depuis ledit support flottant à travers ledit riser de forage et ledit dispositif de guidage de manière à ce que le puit de forage s'amorce dans le fond de la mer selon une inclinaison donnée $\alpha$ par rapport à la verticale, de préférence de 10 à 80°.

La présente invention a également pour objet un procédé de réalisation d'une installation de forage selon l'invention caractérisé en ce que on réalise des étapes dans lesquelles:

- on réalise un dispositif de guidage selon un procédé selon l'invention, et
- on réalise la connexion d'au moins dudit riser de forage à ladite extrémité avant de la conduite de guidage reposant sur le fond de la mer.

La présente invention a enfin pour objet un procédé de forage à l'aide d'une installation de forage selon l'invention caractérisé en ce qu'on réalise des opérations de forage et on construit un puits de forage en déployant des trains de tiges coopérant avec des outils de forage et des colonnes de tubes ou cuvelages, à travers un dit riser de forage et un dit dispositif de guidage enfoncé dans le fond de la mer.

On comprend plus précisément que le train de tiges permet dans un premier temps de déployer les outils de forage, puis de déployer les éléments de tubes, appelés "colonnes de tubes ou cuvelages" qui

constituent le puits de forage au fur et à mesure du forage et de leur mise en place dans le fond de la mer.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière de la description de plusieurs exemples de réalisation préférés qui vont suivre, en référence aux figures suivantes dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue de côté d'un support de surface de type DTU équipé d'un riser de forage connecté à un dispositif de guidage préinstallé sur le fond de la mer.
- les figures 2 et 3 sont des vues de côté d'un dispositif de guidage associé à une ancre assurant la pénétration dans le sol, représenté respectivement avant et après pénétration dans le fond marin,
- les figures 4 et 5 sont des coupes en vue de côté selon les plans de coupe respectifs AA et BB du dispositif de guidage,
- les figures 6 et 7 sont des vues de côté d'un dispositif de guidage équipé d'ailerons latéraux assurant une pénétration variable dans le sol, représenté respectivement avant et après pénétration dans le fond marin,
- la figure 8 est une vue de gauche du dispositif de guidage selon la figure 6 détaillant les ailerons latéraux,
- la figure 9 est une vue de côté d'un dispositif de guidage équipé de conduites secondaires de lançage facilitant la dé-cohésion du sol lors de la phase de pénétration dans le fond marin,
- la figure 10 est la vue en coupe de la section courante relative à la figure 9,
- les figures 11 et 12 sont des vues de côté d'une structure associée au dispositif de guidage selon les figures 2 et 3, limitant l'enfoncement lors de la pénétration dans le sol, représenté respectivement avant et après ladite pénétration dans le fond marin,
- les figures 13 et 14 sont les sections selon les plans CC et DD relatifs à la figure 11.

- **les figures 15 et 16 sont des épures représentant les valeurs des angles $\alpha_i$ et des espacements des déflecteurs pour obtenir la courbure recherchée relatives aux figures 7 et 12 respectivement.**

La figure 1 est une vue de côté d'un support de surface 1 de type DTU équipé d'un engin de forage et d'équipements de traitement. Un riser de forage 2 en configuration de chaînette, est connecté à une conduite de guidage 3 au moyen d'un connecteur automatique sous marin $2_1$. La structure $3_4$ schématise les moyens d'enfoncement contrôlé. Un ensemble de contrôle de puits sous-marin $2_2$ est associé à cette entrée du puits et permet de fermer le puits en cas d'éruption. Le forage est effectué de manière conventionnelle depuis la surface à travers le riser de forage 2 et à travers le dispositif de guidage 3-$3_4$, jusqu'à atteindre le réservoir.

Ledit riser de forage 2 dévie progressivement depuis une position sensiblement verticale 2a au niveau dudit support flottant 1 jusqu'à une position sensiblement horizontale ou tangentielle à l'horizontale 2b au fond de la mer, le forage pouvant être réalisé depuis ledit support flottant 1 à travers ledit riser de forage 2 et ledit dispositif de guidage 3 de manière à ce que le puit de forage s'amorce dans le fond de la mer selon une inclinaison donnée $\alpha$ par rapport à l'horizontale, de préférence de 10 à 80°. Les moyens d'enfoncement contrôlé $3_4$, $5_1$-$5_3$, $7_1$-$7_3$, 8-9 ,13 permettent l'enfoncement de ladite conduite de guidage 3 dans le fond de la mer lorsque ladite conduite de guidage 3 est tractée T au fond de la mer à son extrémité avant $3_1$,

- depuis une position initiale A1 où ladite conduite de guidage 3 repose entièrement par-dessus le fond de la mer dans une position sensiblement horizontale,
- jusqu'à une position enfoncée A2 dans le sous-sol du fond de la mer, position enfoncée dans laquelle ladite conduite de guidage 3 comprend successivement :
  - . une extrémité avant $3_1$ reposant sensiblement horizontalement sur le fond de la mer,
  - . une portion intermédiaire courbe de conduite de guidage enfoncée dans le sous-sol du fond de la mer selon un grand

rayon de courbure, de préférence un rayon de courbure supérieur à 500 m et,

. une portion arrière sensiblement linéaire inclinée $3_3$ à l'extrémité arrière de ladite conduite de guidage 3 enfoncée dans le sous-sol du fond de la mer selon une dite inclinaison donnée $\alpha$.

Exemple 1

Dans un premier mode préféré de l'invention, lesdits moyens d'enfoncement contrôlé comprennent :

- une semelle avant $5_1$ posée sur le fond de la mer et supportant ladite extrémité avant $3_1$ de la conduite de guidage et solidaire de celle-ci,
- au moins une semelle intermédiaire $5_2$, $5_3$ supportant ladite portion intermédiaire courbe $3_2$ et/ou de la portion arrière $3_3$ de ladite conduite de guidage et solidaire de celle-ci, dont la surface est plus petite que celle de ladite semelle avant $5_1$, de préférence plusieurs dites semelles intermédiaires $5_2$, $5_3$ réparties le long desdites portion intermédiaire $3_2$ et portion arrière $3_3$ de ladite conduite de guidage 3 dont la surface est de plus en plus petite par rapport à ladite semelle avant au fur et à mesure qu'elles sont plus proches de ladite extrémité arrière $3_3$ de la conduite de guidage, et
- une ancre 13 reliée 12 à ladite extrémité arrière $3_3$ et apte à s'enfoncer dans le sol sous l'effet de ladite traction de ladite extrémité avant $3_1$.

La figure 2 illustre cette première version du dispositif de guidage selon l'invention, dans laquelle, le dispositif de guidage est remorqué sur site par l'intermédiaire d'un câble 10 relié à l'avant du dispositif de guidage par l'intermédiaire d'une tête de traction 11, l'arrière dudit dispositif de guidage étant relié par un second câble 12 à une ancre à très hautes performances 13 de type Stevpriss® ou Stevmanta® de la Société VRYHOFF (Hollande). La partie avant $3_1$ du dispositif de guidage est solidaire d'une semelle $5_1$ de surface importante et reposant sur le fond de la mer de manière à limiter la pénétration dans le sol. De la même manière des semelles $5_2$, $5_3$ de dimensions plus faibles sont réparties le long de la

conduite de guidage, leur surface portante diminuant au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'arrière $3_3$ de ladite conduite de guidage. L'avant $3_1$ est de plus stabilisée par une embase comprenant une charge 6 solidaire de la semelle $5_1$ créant ainsi un encastrement du dispositif de guidage dans ladite embase 6, comme illustré dans la figure 3.

En exerçant une traction sur le câble de remorquage 10, l'ensemble entraîne l'ancre qui commence alors à s'enfoncer 25, entraînant 24 de ce fait l'extrémité arrière $3_3$ de la conduite de guidage. La forme circulaire de la conduite de guidage ne freine que modérément la pénétration, alors que les semelles $5_2$, $5_3$ réparties sur la longueur s'opposent à la pénétration avec une force proportionnelle à leur surface. La semelle avant $5_1$ étant quant à elle de grandes dimensions, l'avant du dispositif de guidage reste en surface et le corps-mort 6 stabilise l'ensemble de telle manière que l'axe du dispositif de guidage reste sensiblement horizontal, donc parallèle au fond de la mer 4.

Un procédé de réalisation d'un dispositif de guidage de ce type consiste à réaliser une traction de l'extrémité avant $3_1$ de ladite conduite de guidage 3 jusqu'à ce que lesdites semelle intermédiaires $5_2$, $5_3$ se retrouvent enfoncées dans le sol de plus en plus profond au fur et à mesure qu'elles sont plus proches de l'extrémité arrière $3_3$ de conduite de guidage pour obtenir la courbure recherchée R, de préférence un rayon de courbure supérieur à 500 m de préférence encore entre 500 et 1000 m.

Exemple 2

Dans un autre mode de réalisation préféré de l'invention, illustré sur les figures 6, 7 et 8, lesdits moyens d'enfoncement contrôlé comprennent au moins un déflecteur $7_1$,$7_2$,$7_3$ solidaire de ladite conduite de guidage 3 dans ladite portion intermédiaire $3_2$ ou ladite portion arrière $3_3$ de la conduite de guidage comprenant des surfaces planes, de préférence symétriques par rapport au plan axial vertical XX', YY' de ladite conduite de guidage dans la direction longitudinale lorsque celle-ci est en position horizontale rectiligne, et lesdites surfaces planes des déflecteurs étant inclinées par rapport à un plan axial horizontale XX', ZZ' de ladite conduite de guidage lorsque celle-ci est en position horizontale sur le fond

de la mer, ledit déflecteur $7_1$, $7_2$, $7_3$ étant incliné d'un angle $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$ de manière à créer un enfoncement de ladite conduite de guidage lorsque celle-ci est tractée depuis ladite position initiale A1 sensiblement horizontale jusqu'à une dite position enfoncée A2 dans le fond de la mer.

Ces déflecteurs $7_1$, $7_2$, $7_3$ permettent de contrôler la courbure de la conduite de guidage enfoncée dans le fond de la mer car, une fois que lesdits déflecteurs sont en position horizontale, comme représenté sur la figure 7, ils empêchent l'enfoncement supplémentaire de la conduite et la stabilisent dans la position recherchée A2. On comprend que c'est l'espacement et l'inclinaison **αi** des déflecteurs qui déterminent la courbure et plus généralement la forme de la conduite de guidage en position enfoncée A2.

De préférence, le dispositif de guidage comprend une pluralité de déflecteurs **7i** ($7_1$-$7_3$) répartis le long de ladite conduite de guidage inclinés selon des angles αi ($\alpha_1$-$\alpha_3$) se réduisant au fur et à mesure que ledit déflecteur **7i** ($7_1$-$7_3$) est plus proche de ladite extrémité avant $3_1$.

La conduite de guidage est donc équipée de plusieurs déflecteurs $7_1$-$7_3$ solidaires de la conduite de guidage et orientés $\alpha_1$-$\alpha_3$ par rapport à l'axe XX' de cette dernière. Le déflecteur $7_1$-$7_3$ est par exemple une simple tôle plane, de préférence renforcée, de préférence symétrique selon les plans axiaux verticaux XX', YY' et horizontaux XX', ZZ' de la conduite de guidage, soudée sur la conduite de guidage dispositif de guidage comme illustré sur la figure 8. Cet angle est ajusté préalablement lors de la fabrication du dispositif de guidage, de manière à agir comme l'ancre 13 décrite dans les figures 2-3, c'est à dire à créer un enfoncement de la conduite de guidage, cet enfoncement étant limité du fait de l'angle α. En effet, lors de la traction T exercée sur le câble 10 de remorquage, les déflecteurs $7_1$-$7_3$ s'enfoncent, entraînant 24 localement la conduite de guidage, jusqu'à ce que le déflecteur soit sensiblement parallèle à l'effort de traction sur le câble 10, c'est à dire sensiblement parallèle au fond de la mer 4, ou encore sensiblement horizontal, position dans laquelle il n'exercera alors plus d'effort vertical vers le bas, tendant à faire descendre l'ensemble.

On disposera avantageusement le long du dispositif de guidage une multitude de déflecteurs $7_1$-$7_3$, identiques ou non, chacun d'entre eux présentant un angle $\alpha_1$- $\alpha_3$ se réduisant au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'extrémité avant $3_1$, comme illustré sur la figure 6. Lors de la pénétration 24 dans le sol, on obtient alors, dès que l'ensemble des déflecteurs $7_1$-$7_3$ ont atteint une position sensiblement horizontale, la courbure recherchée, comme illustré sur la figure 7.

Un procédé de réalisation d'un dispositif de guidage selon ce deuxième mode de réalisation consiste à réaliser une traction T de l'extrémité avant $3_1$ de ladite conduite de guidage 3 jusqu'à ce que lesdits déflecteurs $7_1$, $7_2$, $7_3$ se retrouvent enfoncés dans le sol dans une position horizontale pour obtenir une dite courbure recherchée de préférence à un rayon de courbure supérieur à 500 m de préférence encore entre 500 et 1000 m.

**Sur la figure 15, on a représenté l'épure d'une conduite de guidage 3 de longueur 400m reposant initialement horizontalement sur le fond, puis en position enfoncée avec successivement une partie avant $3_1$ en configuration droite, une partie centrale $3_2$ en configuration courbe et une partie arrière $3_3$ sensiblement droite, équipée de moyens d'enfoncement 7i ($7_1$-$7_7$) tel que décrit en liaison avec la figure 7. Lesdits déflecteurs 7i sont espacés le long de ladite conduite et inclinés d'un angle αi par rapport à cette dernière selon des valeurs représentées au tableau 1 ci-dessous, de façon à obtenir un rayon de courbure R=550 m.**

**Tableau 1**

| ***Déflecteur*** | $7_1$ | $7_2$ | $7_3$ | $7_4$ | $7_5$ | $7_6$ | $7_7$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| abscisse | 48m | 96m | 144m | 192m | 240m | 288m | 336m |
| αi | 2.5° | 5° | 7.5° | 10° | 12.5° | 15° | 17.5° |

Exemple 3

Les figures 9 et 10 illustrent une autre version préférée de l'invention dans laquelle lesdits moyens d'enfoncement contrôlé comprennent :

- des conduites secondaires 8 de lançage de fluide 18 solidaires de ladite conduite de guidage 3, s'étendant parallèlement à celle-ci et en sous-face de celle-ci, et

- lesdites conduites secondaires 8 présentant un diamètre réduit par rapport à celui de la conduite de guidage 3 et comprenant des perforations 9 en sous-face permettant d'expulser un fluide 18 en direction du fond de la mer lorsque lesdites conduites secondaires 8 sont alimentées par un dit fluide 18 sous pression.

De préférence, lesdites conduites secondaires 8 sont reliées par leurs extrémités $8_1$, $8_2$ aux extrémités avant et arrière $3_1$, $3_3$ de ladite conduite de guidage et communiquent avec lesdites extrémités avant $3_1$ et arrière $3_3$ de sorte qu' il est possible de les alimenter par une même conduite d'alimentation 19 depuis ladite extrémité avant $3_1$ de ladite conduite de guidage 3.

Sur la figure 10, on a représenté deux conduites secondaires 8 disposées symétriquement par rapport à la conduite de guidage 3.

Sur la figure 9, la conduite secondaire 8 est reliée à leurs deux extrémités, à la conduite de guidage 3 par des clapets anti-retour $8_1$,$8_2$. Ladite conduite de guidage 3 est elle-même hermétiquement fermée à ses deux extrémités, d'une part par la tête de traction 11 et d'autre part par un bouchon 14. Un orifice est relié par une conduite d'alimentation en eau 35, au navire de surface 1 disposant des moyens de pompage nécessaires. Ainsi, lors du remorquage, la conduite de guidage peut être allégée par remplissage de gaz sous pression à travers la conduite, l'excédent de pression s'échappant par les clapets anti-retour $8_1$, $8_2$, puis par les orifices 9 des conduites secondaires 8. Dès que l'ensemble est déposé sur le fond 4, on injecte, par les mêmes conduites 8, avantageusement de l'eau sous forte pression, ce qui aura pour effet d'alourdir l'ensemble par remplissage de la conduite de guidage 3, puis d'effectuer une dé-cohésion du sol en sous face, ce qui facilite l'enfoncement de la conduite de guidage.

Un procédé de réalisation d'un dispositif de guidage de ce type comprend des étapes dans lesquelles :

- on injecte un gaz sous pression dans lesdites conduites secondaires 8 lorsque l'on veut remorquer la conduite de guidage 3 sur le fond de la mer et

- on injecte un liquide sous pression de préférence de l'eau dans lesdites conduites secondaires 8 et de préférence dans ladite conduite de guidage 3 obturée à ces extrémités $3_1$, $3_2$ et communicant avec lesdites extrémités $8_1$, $8_2$ desdites conduites secondaires 8 lorsqu'on veut enfoncer ladite conduite de guidage 3.

Exemple 4

Dans une autre version préférée de l'invention illustrée sur les figures 11 à 14, on adjoint avantageusement à l'un quelconque des dispositifs selon les figures 2 à 10, une structure supérieure externe rigide 20, encastrée sur l'avant $3_1$ de la conduite de guidage 3, l'ensemble reposant sur le sol par l'intermédiaire de semelles latérales 21, comme illustré sur la figure 14, détaillant la section selon le plan DD.

Plus précisément, le dispositif de guidage comprend :

- une structure supérieure externe rigide 20 recouvrant et maintenant rectiligne ladite conduite de guidage 3 lorsque celle-ci est sensiblement horizontale et repose sur le fond de la mer,
- ladite structure externe 20 présentant une ouverture centrale longitudinale en sous-face permettant à ladite conduite de guidage 3 de s'enfoncer dans le sol lorsque celle-ci est tractée T, et
- au moins un lien $17_1$, $17_2$, $17_3$ reliant au moins la partie arrière $3_3$ de ladite conduite de guidage à ladite structure externe 20 de manière à empêcher un enfoncement de celle-ci au delà d'une profondeur donnée de manière à limiter la courbure R de ladite portion courbe, et
- ladite structure supérieure externe 20 reposant sur le sol au fond de la mer 4 de préférence par l'intermédiaire de semelles latérales 21 situées de part et d'autre de ladite ouverture centrale longitudinale 22, lesdites semelles latérales 21 empêchant l'enfoncement de ladite structure externe rigide 20, et
- ladite structure externe 20 étant solidaire de ladite embase 6 dans laquelle ladite portion avant $3_1$ de la conduite de guidage 3 est encastrée.

La portion courante de la conduite de guidage est libre de se déplacer verticalement à travers l'ouverture centrale 22 de la structure 20, comme illustré sur la figure 13 détaillant la section selon le plan CC, des éléments de structure 23 limitant les déplacements latéraux.

De préférence, le dispositif de guidage comprend :

- une pluralité de liens souples $17_1$, $17_2$, $17_3$ répartis le long de la conduite de guidage 3 et présentant une longueur croissante au fur et à mesure qu'ils sont plus proches de l'extrémité arrière $3_3$ de la conduite de guidage 3 et dont la longueur est telle que ladite conduite de guidage présente une dite portion courbe à la courbure R voulue et une dite portion arrière $3_3$ linéaire.

Ces liens souples $17_1$, $17_2$, $17_3$ sont par exemple des câbles ou des chaînes reliés d'une part sur la structure externe 20 en 26 et sur la conduite de guidage en 27. Lesdits points d'accrochage 26-27 sont représentés sur la figure 12. Ces liaisons souples $17_1$-$17_3$ sont réparties le long de la conduite de guidage, de manière uniforme ou non, et présentent une longueur variable, décroissante lorsque l'on se rapproche de l'avant $3_1$ de la conduite de guidage. Leur position et leur longueur sont déterminées, de telle manière qu'en fin de pénétration dans le sol, lorsqu'elles sont toutes en tension, la courbe recherchée est obtenue comme illustré sur la figure 12. Pour éviter l'enfoncement dans le sol de la structure 20, une multitude de semelles latérales 21 est installée en sous-face, de manière à créer une assise suffisante.

Un procédé de réalisation d'un dispositif de guidage de ce type consiste essentiellement à réaliser une traction T de l'extrémité avant $3_1$ de ladite conduite de guidage 3 de ladite structure externe rigide 20 solidaire de ladite conduite de guidage jusqu'à ce que le ou lesdits liens $17_1$-$17_3$ empêchent un enfoncement supplémentaire d'au moins ladite partie arrière $3_3$ de ladite conduite de guidage pour obtenir la courbure recherchée R de préférence un rayon de courbure supérieur à 500 m, de préférence encore entre 500 et 1000 m.

**Sur la figure 16, on a représenté une épure d'une conduite de guidage 3 de longueur 400 m équipée de moyens d'enfoncement**

**conformes à ceux de la figure 12, l'enfoncement de la conduite de guidage étant limité par une pluralité de liens souples 17i ($17_1$-$17_7$) reliant ladite conduite en $a_i$ à un bâti de la structure 20 (non représenté). Le tableau 2 ci-dessous donne à titre illustratif les valeurs de la longueur li et d'espacement desdits liens souples 17i, correspondant à une courbure de la conduite d'un rayon de courbure = 550 m.**

**Tableau 2**

| *point N°* | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_6$ | $a_7$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| abscisse | 48m | 96m | 144m | 192m | 240m | 288m | 336m |
| li | 2.1m | 8.4m | 18.8m | 33.4 | 52.1 | 74.8 | 101.6 |

Tous ces moyens d'enfoncement contrôlé $5_1$-$5_3$, $7_1$-$7_3$, 13, 20, $17_1$-$17_3$ selon l'invention décrits dans les exemples 1 à 4 ci-dessus peuvent être mis en œuvre, soit individuellement, soit en combinaison, la nature du sol nécessitant dans le cas de fortes cohésion des moyens extrêmement puissants.

A titre d'illustration la conduite de guidage 3 présente un diamètre de 0,40 à 0,76 m (16 à 30") et mesure environ 200-400 m pour une masse de 30 à 80 tonnes. La structure externe 20 est de préférence continue le long de la conduite de guidage et représente une masse supplémentaire de 25 à 75 tonnes. Le lançage est effectué avec de l'eau pressurisé depuis la surface à des pressions de 20 à 100 bars dans des conduites secondaires 8.

# REVENDICATIONS

1. Dispositif de guidage (3) utile dans une installation de forage en mer, installation dans laquelle au moins un riser de forage (2) s'étend depuis un support flottant (1) jusqu'audit dispositif de guidage (3) au fond de la mer (4), ledit riser de forage (2) déviant progressivement depuis une position sensiblement verticale (2a) au niveau dudit support flottant (1) jusqu'à une position sensiblement horizontale ou tangentielle à l'horizontale (2b) au fond de la mer (4), ledit forage pouvant être réalisé depuis ledit support flottant à travers ledit riser de forage (2) et ledit dispositif de guidage (3) de manière à ce que le puit de forage dans le fond de la mer soit amorcé selon une inclinaison donnée ($\alpha$) par rapport à l'horizontale de préférence de 5 à 60°, de préférence encore de 25 à 45°, ledit dispositif de guidage (3) étant caractérisé en ce qu'il comprend une conduite de guidage (3) dans une position enfoncée (A2) dans laquelle ladite conduite de guidage (3) comprend successivement :

. une extrémité avant ($3_1$) reposant sensiblement horizontalement sur le fond de la mer,

. une portion intermédiaire courbe de conduite de guidage enfoncée dans le sous-sol du fond de la mer selon un grand rayon de courbure, de préférence un rayon de courbure supérieur à 500 m et de préférence encore,

. une portion arrière, sensiblement linéaire, inclinée à l'extrémité arrière ($3_3$) de ladite conduite de guidage (3) enfoncée dans le sous-sol du fond de la mer selon une dite inclinaison donnée ($\alpha$),

ladite conduite de guidage (3) coopérant avec des moyens d'enfoncement contrôlé ($3_4$, $5_1$-$5_3$, $7_1$-$7_3$, 8-9 ,13) permettant l'enfoncement de ladite conduite de guidage (3) dans le fond de la mer lorsque ladite conduite de guidage (3) est tractée (T) au fond de la mer à son extrémité avant ($3_1$), depuis une position initiale (A1) où ladite conduite de guidage (3) repose entièrement par-dessus le fond de la mer dans une position sensiblement horizontale, jusqu'à une dite position enfoncée (A2) dans le sous-sol du fond de la mer.

2. Dispositif de guidage selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite conduite de guidage (3) présente une longueur de 100 à 600 m, de préférence 250 à 450 m avec dite inclinaison donnée ($\alpha$) de la conduite de guidage d'environ 10 à 60°, de préférence 25 à 45°.

3. Dispositif de guidage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite extrémité avant ($3_1$) est encastrée dans une embase (6) comprenant une charge reposant sur une semelle avant ($5_1$) de sorte que ladite embase (6) maintient ladite extrémité avant ($3_1$) de ladite conduite de guidage sensiblement horizontalement sur le fond de la mer lorsque celle-ci est tractée (T).

4. Dispositif de guidage selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits moyens d'enfoncement contrôlé comprennent :

- une semelle avant ($5_1$) posée sur le fond de la mer et supportant ladite extrémité avant ($3_1$) de la conduite de guidage et solidaire de celle-ci,
- au moins une semelle intermédiaire ($5_2$, $5_3$) supportant ladite portion intermédiaire courbe ($3_2$) et/ou de la portion arrière ($3_3$) de ladite conduite de guidage et solidaire de celle-ci, dont la surface est plus petite que celle de ladite semelle avant ($5_1$), de préférence plusieurs dites semelles intermédiaires ($5_2$, $5_3$) réparties le long desdites portion intermédiaire ($3_2$) et portion arrière ($3_3$) de ladite conduite de guidage (3) dont la surface est de plus en plus petite par rapport à ladite semelle avant au fur et à mesure qu'elles sont plus proches de ladite extrémité arrière ($3_3$) de la conduite de guidage, et
- une ancre (13) reliée (12) à ladite extrémité arrière ($3_3$) et apte à s'enfoncer dans le sol sous l'effet de ladite traction de ladite extrémité avant ($3_1$).

5. Dispositif de guidage suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits moyens d'enfoncement contrôlé comprennent au moins un déflecteur ($7_1$,,$7_2$,,$7_3$) solidaire de ladite conduite de guidage (3) dans ladite portion intermédiaire ($3_2$) ou ladite portion arrière ($3_3$) de la conduite de guidage comprenant des surfaces planes de préférence

symétriques par rapport au plan axial vertical (XX', YY') de ladite conduite de guidage dans la direction longitudinale lorsque celle-ci est en position horizontale rectiligne, et lesdites surfaces planes des déflecteurs étant inclinées par rapport à un plan axial horizontale (XX', ZZ') de ladite conduite de guidage lorsque celle-ci est en position horizontale sur le fond de la mer, ledit déflecteur ($7_1$ ,$7_2$ ,$7_3$) étant incliné d'un angle ($\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$) de manière à créer un enfoncement de ladite conduite de guidage lorsque celle-ci est tractée depuis ladite position initiale (A1) sensiblement horizontale jusqu'à une dite position enfoncée (A2) dans le fond de la mer.

6. Dispositif de guidage selon la revendication 5, caractérisé en ce que il comprend une pluralité de déflecteurs ($7_1$,,$7_2$,,$7_3$) répartis le long de ladite conduite de guidage inclinés selon des angles ($\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$) se réduisant au fur et à mesure que ledit déflecteur ($7_1$,,$7_2$,,$7_3$) est plus proche de ladite extrémité avant ($3_1$).

7. Dispositif de guidage selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lesdits moyens d'enfoncement contrôlé comprennent :

- des conduites secondaires (8) de lançage de fluide (18) solidaires de ladite conduite de guidage (3), s'étendant parallèlement à celle-ci et en sous-face de celle-ci, et
- lesdites conduites secondaires (8) présentant un diamètre réduit par rapport à celui de la conduite de guidage (3) et comprenant des perforations (9) en sous-face permettant d'expulser un fluide (18) en direction du fond de la mer lorsque lesdites conduites secondaires (8) sont alimentées par un dit fluide (18) sous pression.

8. Dispositif de guidage selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites conduites secondaires (8) sont reliées par leurs extrémités ($8_1$, $8_2$) aux extrémités avant et arrière ($3_1$, $3_3$) de ladite conduite de guidage et communiquent avec lesdites extrémités avant ($3_1$) et arrière ($3_3$) de sorte qu' il est possible de les alimenter par une même conduite d'alimentation (19) depuis ladite extrémité avant ($3_1$) de ladite conduite de guidage (3).

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le dispositif de guidage comprend :

- une structure supérieure externe rigide (20) recouvrant et maintenant rectiligne ladite conduite de guidage (3) lorsque celle-ci est sensiblement horizontale et repose sur le fond de la mer,
- ladite structure externe (20) présentant une ouverture centrale longitudinale en sous-face permettant à ladite conduite de guidage (3) de s'enfoncer dans le sol lorsque celle-ci est tractée (T), et
- au moins un lien ($17_1$, $17_2$, $17_3$) reliant au moins la partie arrière ($3_3$) de ladite conduite de guidage à ladite structure externe (20) de manière à empêcher un enfoncement de celle-ci au delà d'une profondeur donnée de manière à limiter la courbure (R) de ladite portion courbe, et
- ladite structure supérieure externe (20) reposant sur le sol au fond de la mer (4) de préférence par l'intermédiaire de semelles latérales (21) situées de part et d'autre de ladite ouverture centrale longitudinale (22), lesdites semelles latérales (21) empêchant l'enfoncement de ladite structure externe rigide (20), et
- ladite structure externe (20) étant solidaire de ladite embase (6) dans laquelle ladite portion avant ($3_1$) de la conduite de guidage (3) est encastrée.

10. Dispositif de guidage selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de liens souples ($17_1$, $17_2$, $17_3$) répartis le long de la conduite de guidage (3) et présentant une longueur croissante au fur et à mesure qu'ils sont plus proches de l'extrémité arrière ($3_3$) de la conduite de guidage (3) et dont la longueur est telle que ladite conduite de guidage présente une dite portion courbe à la courbure (R) voulue et une dite portion arrière ($3_3$) linéaire.

11. Procédé de réalisation d'un dispositif de guidage selon les revendication 1 à 10, caractérisé en ce qu'on réalise des étapes dans lesquelles :

- on met en place une dite conduite de guidage dans une dite position initiale (A1) reposant sensiblement horizontalement et

de façon rectiligne sur le fond de la mer, ladite conduite de guidage (3) coopérant avec desdits moyens d'enfoncement contrôlé ($3_4$, $5_1$-$5_3$, $7_1$-$7_3$, 8-9 ,13), et

- on réalise une traction (T) au fond de la mer de ladite extrémité avant ($3_1$) de ladite conduite de guidage (3), de préférence dans la direction longitudinale axiale XX' de ladite conduite de guidage, depuis ladite position initiale (A1) jusqu'à une dite position enfoncée (A2).

12. Procédé de réalisation d'un dispositif de guidage selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'on utilise des dispositifs de guidage selon la revendication 3 ou 4 et on réalise une traction (T) de l'extrémité avant ($3_1$) de ladite conduite de guidage (3) jusqu'à ce que lesdites semelles intermédiaires ($5_2$, $5_3$) se retrouvent enfoncées dans le sol de plus en plus profond au fur et à mesure qu'elles sont plus proches de l'extrémité arrière ($3_3$) de conduite de guidage pour obtenir la courbure recherchée (R), de préférence un rayon de courbure supérieur à 500 m de préférence encore entre 500 et 1000 m.

13. Procédé de réalisation d'un dispositif de guidage selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce qu'on utilise un dispositif de guidage selon la revendication 5 ou 6 et on réalise une traction (T) de l'extrémité avant ($3_1$) de ladite conduite de guidage (3) jusqu'à ce que lesdits déflecteurs ($7_1$,$7_2$,$7_3$) se retrouvent enfoncés dans le sol dans une position horizontale pour obtenir une dite courbure recherchée de préférence à un rayon de courbure supérieur à 500 m de préférence encore entre 500 et 1000 m.

14. Procédé de réalisation d'un dispositif de guidage selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce qu'on utilise un dispositif de guidage selon l'une des revendications 7 ou 8 et

- on injecte un gaz sous pression dans lesdites conduites secondaires (8) lorsque l'on veut remorquer la conduite de guidage (3) sur le fond de la mer et

- on injecte un liquide sous pression de préférence de l'eau dans lesdites conduites secondaires (8) et de préférence dans ladite

conduite de guidage (3) obturée à ces extrémités ($3_1$, $3_2$) et communicant avec lesdites extrémités ($8_1$, $8_2$) desdites conduites secondaires (8) lorsqu'on veut enfoncer ladite conduite de guidage (3).

15. Procédé de réalisation d'un dispositif de guidage selon l'une des revendications 11 à 14, caractérisé en ce qu'on utilise un dispositif de guidage selon l'une des revendications 9 ou 10 et on réalise une traction (T) de l'extrémité avant ($3_1$) de ladite conduite de guidage (3) de ladite structure externe rigide (20) solidaire de ladite conduite de guidage jusqu'à ce que le ou lesdits liens ($17_1$-$17_3$) empêchent un enfoncement supplémentaire d'au moins ladite partie arrière ($3_3$) de ladite conduite de guidage pour obtenir la courbure recherchée (R) de préférence un rayon de courbure supérieur à 500 m, de préférence encore entre 500 et 1000 m.

16. Installation de forage en mer comprenant un riser de forage (2) s'étendant depuis un support flottant (1) jusqu'à un dispositif de guidage auquel ledit riser de forage est connecté selon l'une des revendications 1 à 10, ledit riser de forage (2) déviant progressivement depuis une position sensiblement verticale (2a) au niveau dudit support flottant (1) jusqu'à une position sensiblement horizontale ou tangentielle à l'horizontale (2b) au fond de la mer, le forage pouvant être réalisé depuis ledit support flottant (1) à travers ledit riser de forage (2) et ledit dispositif de guidage (3) de manière à ce que le puit de forage s'amorce dans le fond de la mer selon une inclinaison donnée ($\alpha$) par rapport à l'horizontale, de préférence de 10 à 80°.

17. Procédé de réalisation d'une installation de forage selon la revendication 16 caractérisé en ce que on réalise des étapes dans lesquelles:

- on réalise un dispositif de guidage selon un procédé selon l'une des revendications 11 à 15, et
- on réalise la connexion d'au moins dudit riser de forage (2) à ladite extrémité avant ($3_1$) de la conduite de guidage reposant sur le fond de la mer (4).

18. Procédé de forage à l'aide d'une installation de forage selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'on réalise des opérations de forage et

on construit un puits de forage en déployant des trains de tiges coopérant avec des outils de forage et des colonnes de tubes ou de cuvelages, à travers un dit riser de forage (2) et un dit dispositif de guidage (3) enfoncé dans le fond de la mer (4).

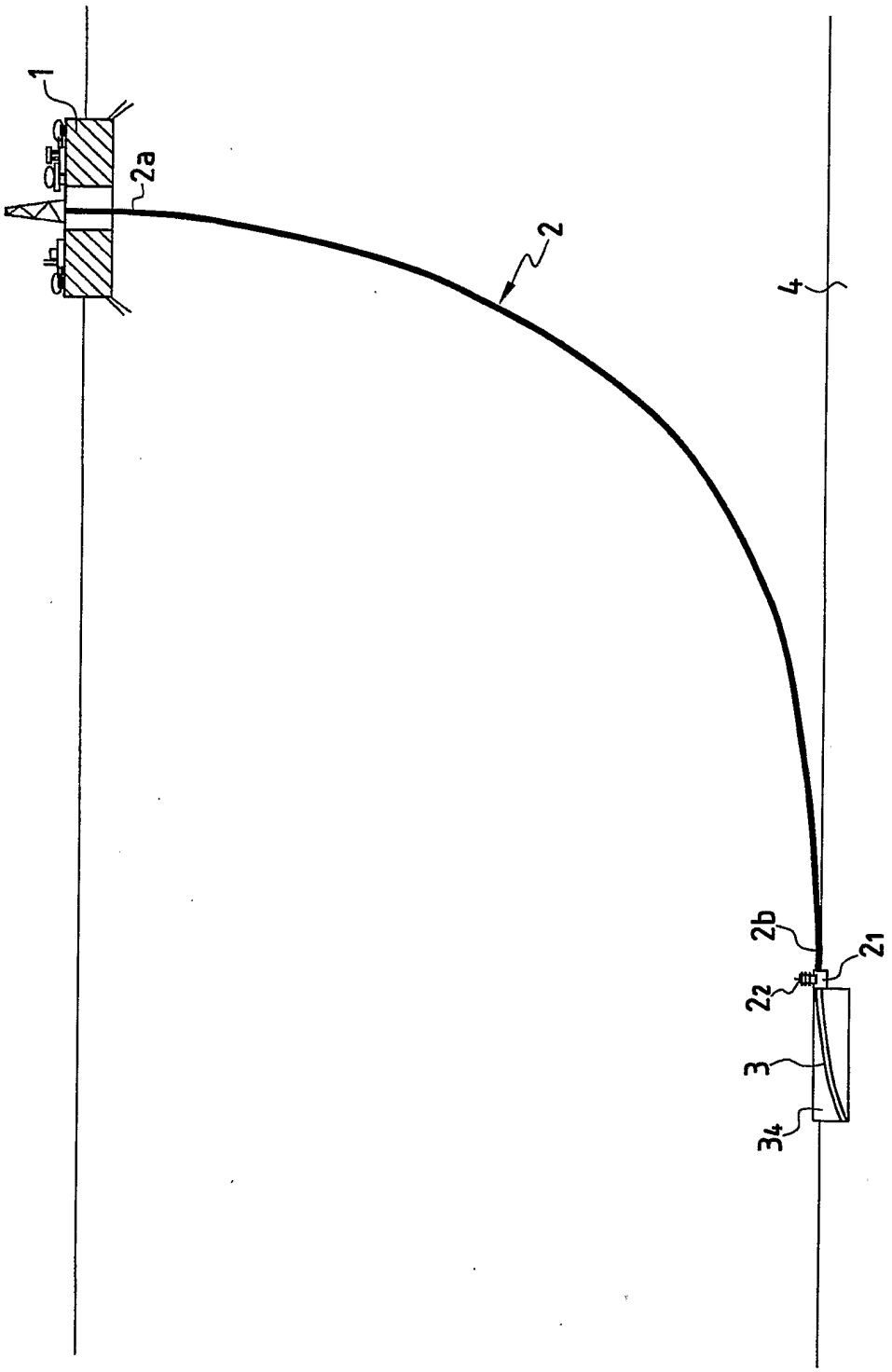



FIG.1

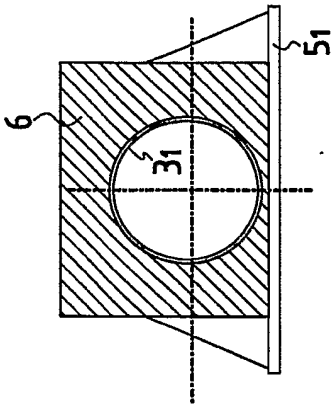



FIG.5

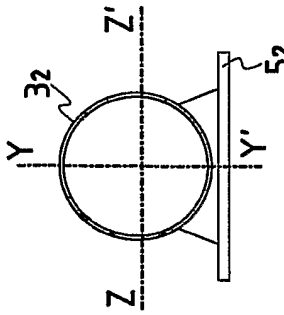



FIG.4

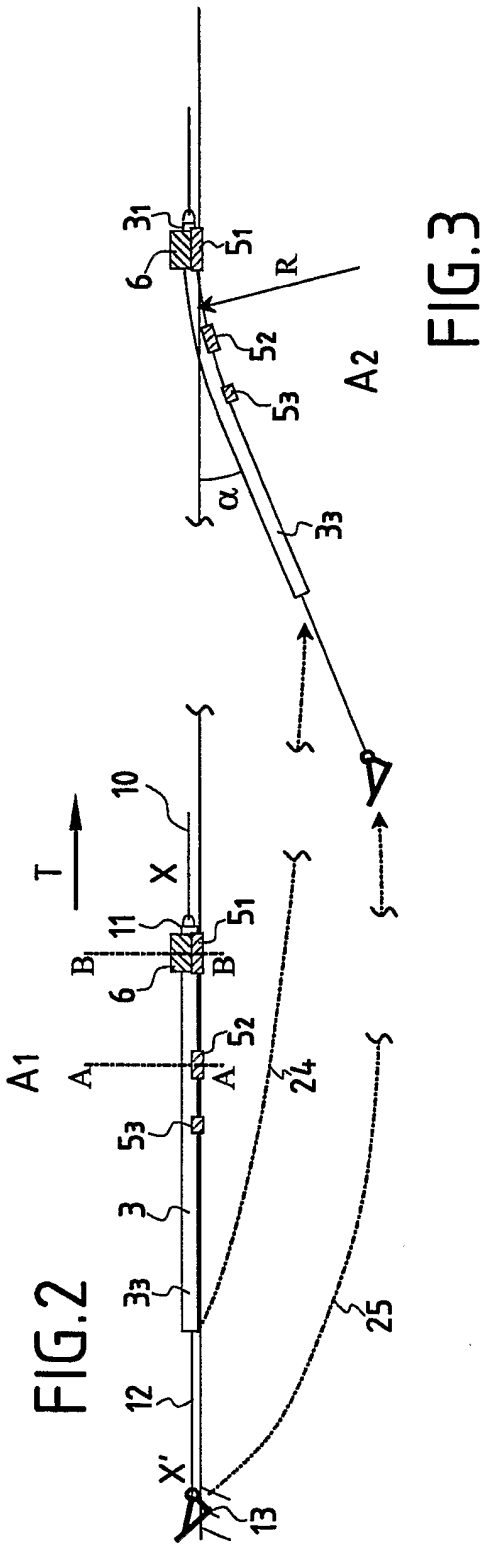



FIG.2

FIG.3

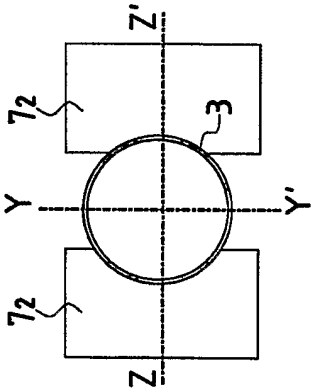



FIG.8

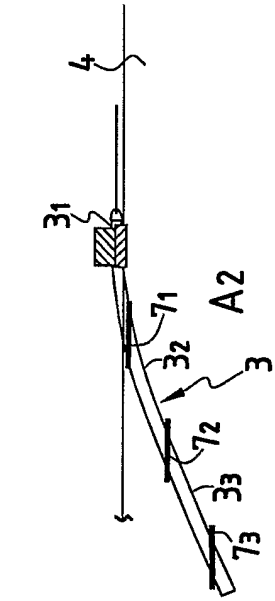



FIG.7

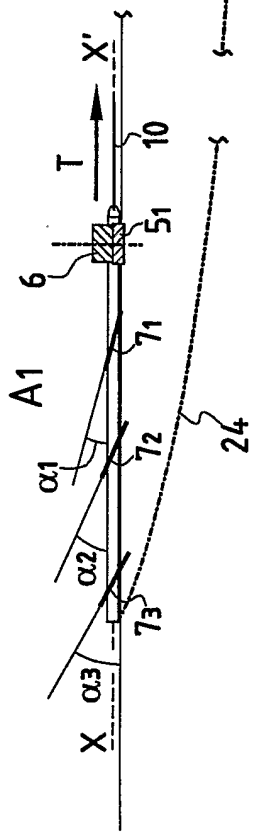



FIG.6

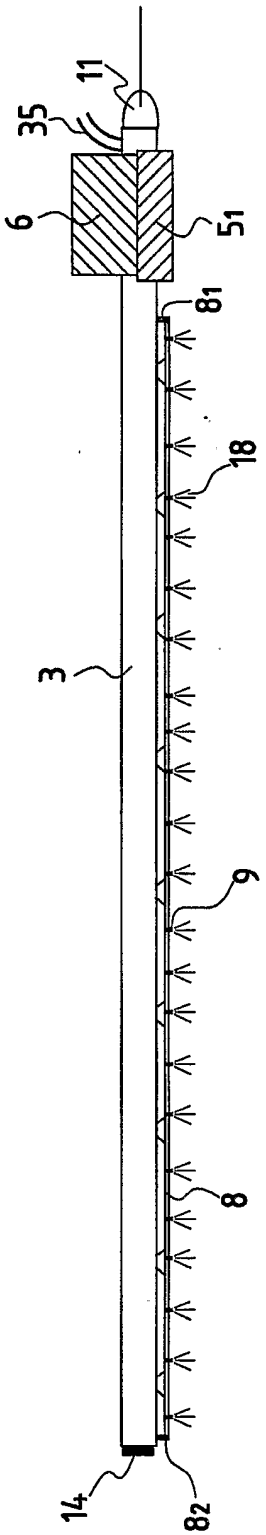



FIG.9

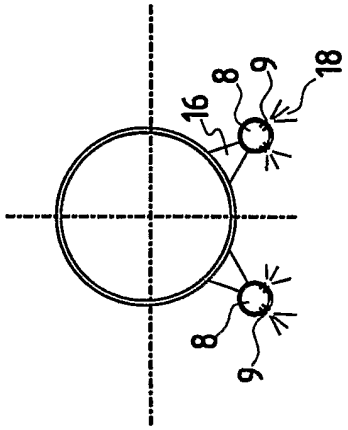



FIG.10

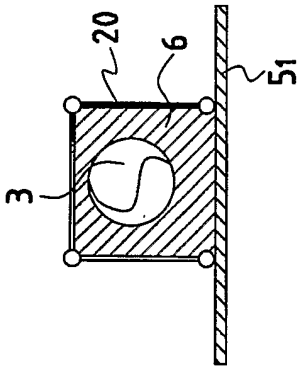



FIG.14

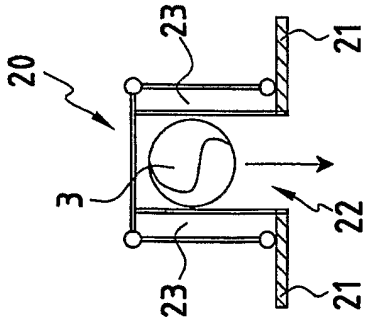



FIG.13

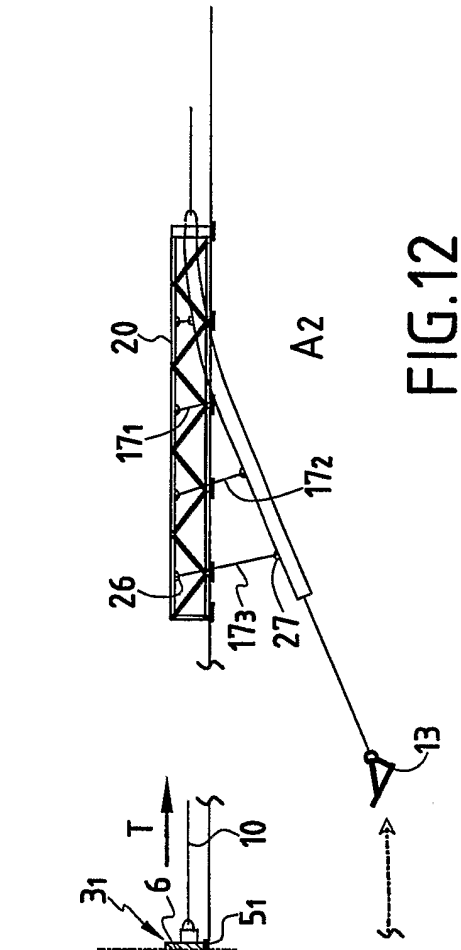
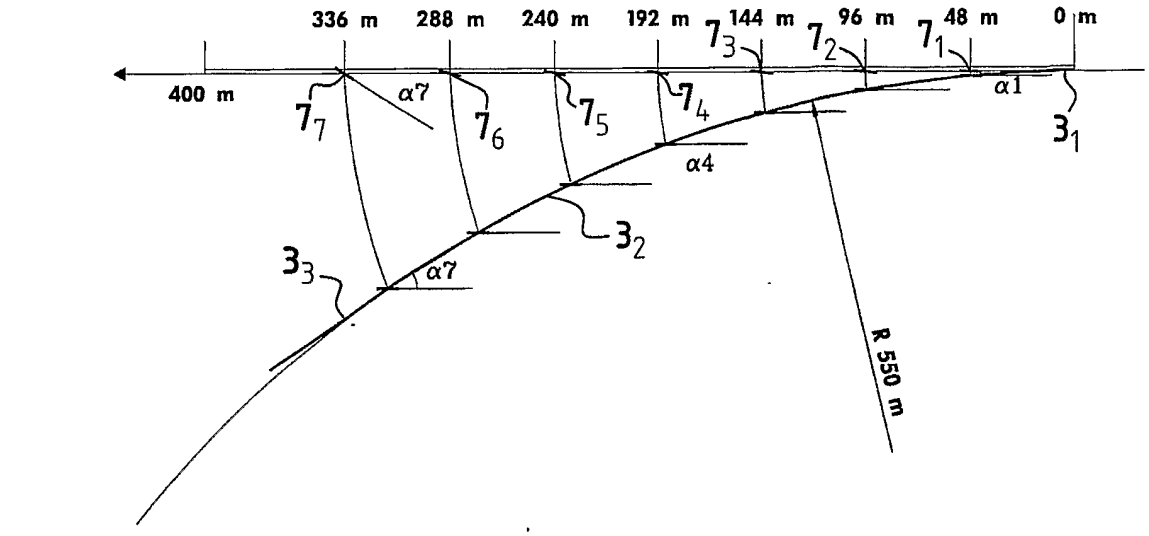



FIG.12

FIG.11

FIG.15


336 m
288 m
240 m
192 m
144 m
96 m
48 m
0 m
400 m
α7
α4
α1
R 550 m

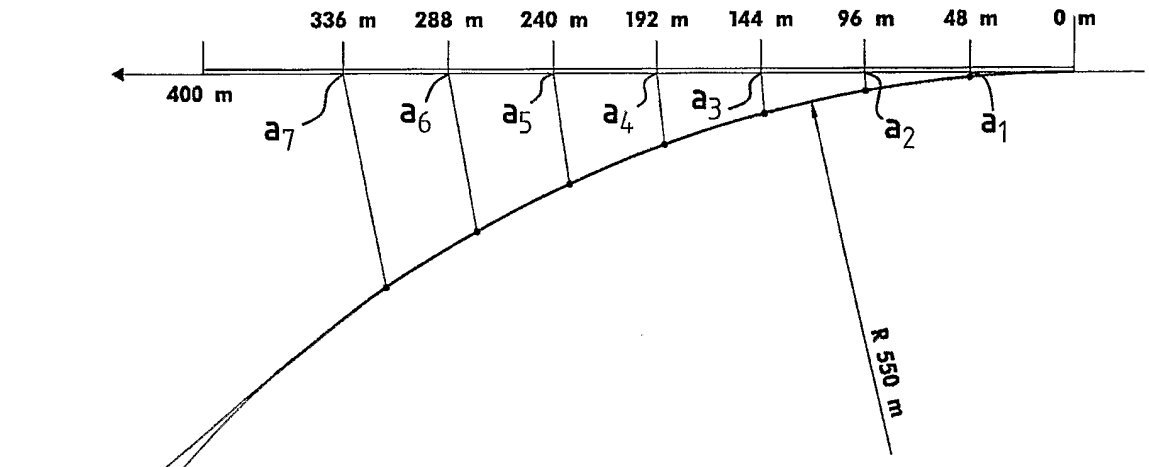

336 m
288 m
240 m
192 m
144 m
96 m
48 m
0 m
400 m
R 550 m

FIG.16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 02/03596

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 E21B7/04 E21B7/128 E21B7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, TULSA

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | EP 0 952 301 A (COOPER CAMERON CORP)<br>27 October 1999 (1999-10-27)<br>cited in the application<br>column 4, line 31 - line 44 | 1-18 |
| A | US 2 783 027 A (GILBERT WALTON E)<br>26 February 1957 (1957-02-26)<br>column 1, line 37 - line 50; figure 2 | 1-18 |
| A | US 4 223 737 A (O'REILLY DALE)<br>23 September 1980 (1980-09-23)<br>column 5, line 46 - line 66; figure 2 | 1-18 |
| A | FR 2 027 067 A (BALT CORP)<br>25 September 1970 (1970-09-25)<br>page 15, line 2 - line 32; figure 9 | 1-18 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 27 January 2003 | 03/02/2003 |

| Name and mailing address of the ISA | Authorized officer |
|---|---|
| European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL – 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Garrido Garcia, M |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 02/03596

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| EP 0952301 A | 27-10-1999 | EP 0952301 A1 | 27-10-1999 |
| | | AU 2140599 A | 07-10-1999 |
| | | BR 9901204 A | 28-03-2000 |
| | | NO 991478 A | 28-09-1999 |
| | | SG 77669 A1 | 16-01-2001 |
| | | US 2002157866 A1 | 31-10-2002 |
| | | US 2001047869 A1 | 06-12-2001 |
| US 2783027 A | 26-02-1957 | NONE | |
| US 4223737 A | 23-09-1980 | NONE | |
| FR 2027067 A | 25-09-1970 | CA 923379 A1 | 27-03-1973 |
| | | ES 374918 A1 | 16-05-1972 |
| | | FR 2027067 A5 | 25-09-1970 |
| | | HK 49376 A | 06-08-1976 |
| | | JP 49025713 B | 02-07-1974 |
| | | NL 6919447 A ,B, | 26-06-1970 |
| | | NO 129894 B | 10-06-1974 |
| | | US 3685479 A | 22-08-1972 |
| | | GB 1294303 A | 25-10-1972 |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 02/03596

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**
CIB 7 E21B7/04 E21B7/128 E21B7/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 E21B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, TULSA

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

| Catégorie ° | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|---|---|---|
| A | EP 0 952 301 A (COOPER CAMERON CORP)<br>27 octobre 1999 (1999-10-27)<br>cité dans la demande<br>colonne 4, ligne 31 - ligne 44 | 1-18 |
| A | US 2 783 027 A (GILBERT WALTON E)<br>26 février 1957 (1957-02-26)<br>colonne 1, ligne 37 - ligne 50; figure 2 | 1-18 |
| A | US 4 223 737 A (O'REILLY DALE)<br>23 septembre 1980 (1980-09-23)<br>colonne 5, ligne 46 - ligne 66; figure 2 | 1-18 |
| A | FR 2 027 067 A (BALT CORP)<br>25 septembre 1970 (1970-09-25)<br>page 15, ligne 2 - ligne 32; figure 9 | 1-18 |

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

| *Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée* | *Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale* |
|---|---|
| 27 janvier 2003 | 03/02/2003 |

| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale | Fonctionnaire autorisé |
|---|---|
| Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL – 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31–70) 340–3016 | Garrido Garcia, M |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 02/03596

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | | Date de publication |
|---|---|---|---|---|---|
| EP 0952301 | A | 27-10-1999 | EP | 0952301 A1 | 27-10-1999 |
| | | | AU | 2140599 A | 07-10-1999 |
| | | | BR | 9901204 A | 28-03-2000 |
| | | | NO | 991478 A | 28-09-1999 |
| | | | SG | 77669 A1 | 16-01-2001 |
| | | | US | 2002157866 A1 | 31-10-2002 |
| | | | US | 2001047869 A1 | 06-12-2001 |
| US 2783027 | A | 26-02-1957 | AUCUN | | |
| US 4223737 | A | 23-09-1980 | AUCUN | | |
| FR 2027067 | A | 25-09-1970 | CA | 923379 A1 | 27-03-1973 |
| | | | ES | 374918 A1 | 16-05-1972 |
| | | | FR | 2027067 A5 | 25-09-1970 |
| | | | HK | 49376 A | 06-08-1976 |
| | | | JP | 49025713 B | 02-07-1974 |
| | | | NL | 6919447 A ,B, | 26-06-1970 |
| | | | NO | 129894 B | 10-06-1974 |
| | | | US | 3685479 A | 22-08-1972 |
| | | | GB | 1294303 A | 25-10-1972 |