



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **92440017.9**

(51) Int. Cl.⁵ : **E21D 20/02, E21D 21/00**

(22) Date de dépôt : **10.02.92**

(30) Priorité : **12.09.91 FR 9111524**

(43) Date de publication de la demande :
17.03.93 Bulletin 93/11

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES GB GR IT LI LU NL SE

(71) Demandeur : **TECHNIPORT S.A.**
101 rue Pasteur
F-59520 Marquette (Nord) (FR)

(72) Inventeur : **Bernard, Alain**
19 rue l'Abbé Lemire
F-59700 Marcq-en-Baroeul (FR)

(74) Mandataire : **Lepage, Jean-Pierre**
Cabinet Lepage & Aubertin Innovations et
Prestations S.A. 23/25, rue Nicolas Leblanc
B.P. 1069
F-59011 Lille Cédex 1 (Nord) (FR)

(54) **Procédé de consolidation de parois de tunnels, galeries ou similaires, tiges d'ancrage autorisant la mise en oeuvre dudit procédé, et procédé de réalisation de telles tiges d'ancrage.**

(57) L'invention est relative à un procédé de consolidation de parois de tunnels, galeries ou similaires, à une tige d'ancrage autorisant la mise en oeuvre dudit procédé de consolidation ainsi qu'à un procédé de réalisation d'une telle tige d'ancrage.

Elle trouvera notamment son application dans le domaine de la construction, du forage et/ou de l'exploitation du sol.

Selon le procédé de consolidation de l'invention, on fore la roche (3) pour constituer un conduit (5) de section supérieure à celle des tiges d'ancrage, on place dans chaque conduit une tige d'ancrage creuse et on injecte à l'intérieur des tiges un coulis durcissable qui traverse la dite tige puis vient remplir l'espace (7) compris entre la roche et l'extérieur de la tige.

Par ailleurs, la tige d'ancrage se présente sous la forme d'un tube (2) dont au moins l'enveloppe extérieure (16) présente des protubérances hélicoïdales (15).

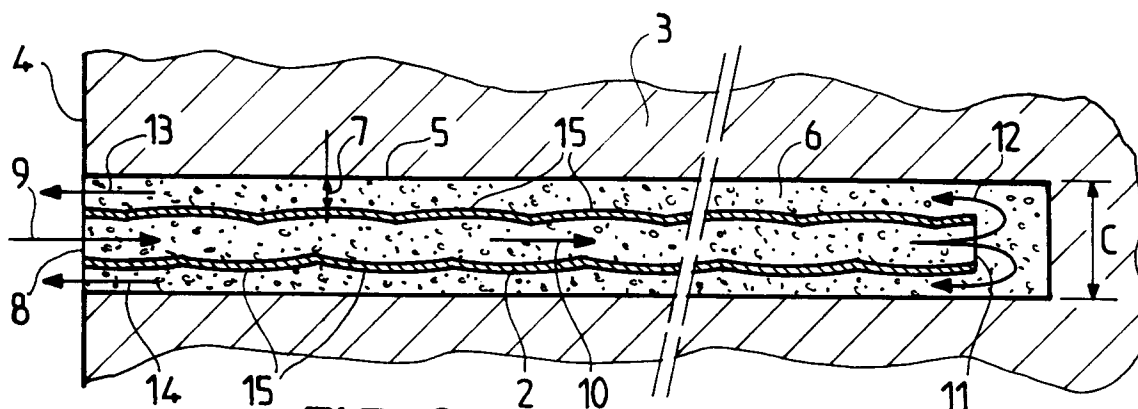


FIG. 2

L'invention est relative à un procédé de consolidation de parois de tunnels, galeries ou similaires, à une tige d'ancrage autorisant la mise en oeuvre dudit procédé, ainsi qu'à un procédé de réalisation de telles tiges d'ancrage.

Elle trouvera son application dans le domaine de la construction, du forage et/ou de l'exploitation du sol.

Dans ce domaine, lorsque l'on creuse des galeries, tunnels ou similaires dans le sol, il est nécessaire de consolider la paroi pour éviter son effritement et la renforcer. Ceci est mis en oeuvre aussi bien dans les phases provisoires que définitives.

Pour réaliser une telle consolidation, il est connu d'enfoncer dans la dite roche une ou plusieurs tiges d'ancrage, encore appelées clous ou boulons d'ancrage.

Selon la roche et selon les conditions, on enfonce généralement des tiges d'environ 30 millimètres de diamètre, dont la longueur peut aller jusque 6 mètres, ce à raison de 3 à 6 tiges par m² de parois.

A cet égard, on connaît des boulons d'ancrage, constitués d'un corps sensiblement annulaire fendu d'un bout à l'autre de sa longueur, que l'on va introduire dans des conduits préalablement percés dans la paroi de la roche dont le diamètre est sensiblement voisin de celui du boulon.

Dans ce cas, afin de permettre l'introduction du boulon dans le conduit, on maintient le corps du boulon d'ancrage comprimé afin qu'il présente un diamètre sensiblement inférieur au diamètre du dit conduit. Une fois introduit, on libère le corps du boulon d'ancrage, afin que grâce à son élasticité il se détende pour venir en contact avec la paroi rocheuse environnante et s'y accroche.

L'un des principaux inconvénients de cette technique réside dans la réalisation des perforations préalables de la paroi qui sont effectuées avec des tarières de diamètre voisin de 30 millimètres qui cassent facilement lors du forage, ceci étant amplifié par la longueur importante de la perforation à effectuer.

Une autre difficulté consiste dans le maintien du boulon d'ancrage à l'état comprimé au moment de l'introduction. Par ailleurs, si l'effort d'expansion est faible, et selon la qualité des roches, on constate des glissements relatifs entre le boulon et la paroi lorsque l'effort appliqué sur le boulon est important.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé de consolidation de parois de tunnels, galeries ou similaires, ainsi que des tiges d'ancrage permettant la mise en oeuvre dudit procédé qui permettent de pallier les inconvénients des systèmes connus, notamment en provoquant moins de casse lors du perçage de la paroi, et d'autre part en facilitant la mise en oeuvre du procédé de consolidation.

Un autre but de la présente invention est de proposer des tiges d'ancrage, destinées à la consolidation de parois de tunnels, galeries ou similaires dont

la structure permet une adhérence importante, la tige d'ancrage installée dans la paroi pouvant supporter des efforts de traction supérieurs à 5 tonnes.

Un autre but de la présente invention est de proposer des tiges d'ancrage, de structure simple, dont le procédé de réalisation est facile à mettre en oeuvre.

Un autre but de la présente invention est de proposer une tige d'ancrage dont la structure permet de répartir l'accrochage sur toute la longueur en évitant des points d'ancrage ponctuels au niveau desquels se concentreraient les contraintes.

D'autres buts et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description qui n'est cependant donnée qu'à titre indicatif qui n'a pas pour but de la limiter.

Selon la présente invention, le procédé de consolidation de parois de tunnels, galeries ou similaires, par lequel on évite notamment l'effritement de la roche formant la paroi en enfonçant dans la dite roche une ou plusieurs tiges d'ancrage est caractérisé par le fait que :

- on fore la roche pour constituer un conduit de section supérieure à celle des dites tiges,
- on place dans chaque conduit une tige d'ancrage creuse,
- on injecte à l'intérieur des tiges un coulis durcissable qui traverse la dite tige puis vient remplir l'espace compris entre la roche et l'extérieur de la tige.

Cela étant, la tige d'ancrage, autorisant la mise en oeuvre du procédé d'invention, est caractérisée par le fait qu'elle se présente sous la forme d'un tube dont au moins l'enveloppe extérieure présente des protubérances hélicoïdales.

Selon le procédé de réalisation de la tige d'ancrage de l'invention, on part d'un tube cylindrique que l'on vrille pour créer, au moins à l'extérieur, les dites protubérances hélicoïdales.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante, accompagnée des dessins en annexes qui en font partie intégrante.

La figure 1 montre, à titre d'exemple, une vue en coupe d'une galerie consolidée par des tiges d'ancrage.

La figure 2 montre une vue en coupe d'une tige d'ancrage selon la présente invention insérée dans la roche pour consolider la paroi.

La figure 3 montre une vue, avec coupe partielle, de la tige d'ancrage illustrée à la figure 2.

Les figures 4a et 4b illustrent une vue de face et une vue de côté d'une tige d'ancrage selon l'invention pendant sa fabrication.

L'invention concerne un procédé de consolidation de parois de tunnels, galeries ou similaires, une tige d'ancrage autorisant la mise en oeuvre dudit procédé, ainsi qu'un procédé de réalisation de telles tiges d'ancrage.

Dans le domaine de la construction, du forage

et/ou de l'exploitation du sol, il est usuel lors de la réalisation de tunnels, galeries ou similaires de consolider les parois pour éviter que la roche ne s'effrite. Généralement, on consolide les parois enfonçant dans la roche une ou plusieurs tiges d'ancrage par m².

Ces tiges présentent communément un diamètre voisin de 30 millimètres et, en fonction de la nature de la roche et de la consolidation à effectuer, présentent des longueurs de trois à six mètres.

La figure 1 illustre schématiquement la mise en oeuvre d'une telle consolidation d'une galerie 1 au moyen de tiges d'ancrage 2 enfoncées dans la roche 3 formant la paroi de la galerie.

La figure 2 montre une vue en coupe d'une tige d'ancrage 2 selon l'invention insérée dans la roche.

Pour ce, selon le procédé de l'invention, on fore préalablement la roche 3 pour constituer un conduit 5 de section "C" supérieure à celle des dites tiges 2.

Ensuite, on place dans chaque conduit 5 une tige d'ancrage 2 creuse que l'on va maintenir en place dans le conduit, et par suite dans la roche, par apport de matières 6 telles que ciment ou résine par exemple.

A cet égard, selon le procédé de l'invention, on injecte à l'intérieur des tiges 2 creuses un coulis durcissable 6 qui traverse la dite tige 2 puis vient remplir l'espace 7 compris entre l'enveloppe rocheuse du conduit et l'extérieur de la tige 2.

Sur la figure 2, les flèches simulent l'injection du dit coulis durcissable que l'on introduit au niveau de la paroi 4 à l'entrée 8 du tube 2, comme le représente la flèche 9. Ce coulis est ensuite véhiculé par la canalisation que forme la partie interne du tube 2, comme le simule la flèche 10, pour s'évacuer à l'extrémité distale 11 du tube au niveau du fond du conduit 5.

De ce fait, comme le simulent les flèches 12, au niveau du fond du conduit, le coulis durcissable est refoulé autour du tube dans le conduit 5 vers la paroi 4 de la galerie.

Lorsque le coulis s'évacue au niveau de l'entrée du conduit 5, autour du tube 2, comme le simulent les flèches 13 et 14, on arrête l'injection et on laisse se dérouler la prise du coulis durcissable.

De ce fait, la tige est complètement englobée dans la roche et, après la prise, on a une adhérence de la tige dans la roche. Il est à noter qu'on a obtenu de bons résultats en injectant un coulis de ciment ou de résine à quelques kilos de pression, et en prévoyant un conduit 5 de diamètre voisin de 60 millimètres pour un tube d'ancrage dont le diamètre est voisin de 30 à 40 millimètres.

Aussi, on peut réaliser dans la roche des perforations de diamètre plus important avec des tarières de résistances supérieures de par leur diamètre. Ainsi, on constate un gain car on casse beaucoup moins de tarières, ce qui se répercute inévitablement sur le coût de revient du chantier.

Par ailleurs, l'injection centrale dans le tube et le refoulement du coulis à l'extérieur du tube permet d'éviter les bulles d'air, ce qui serait préjudiciable au coefficient d'adhérence.

A ce sujet, selon le procédé de l'invention, on augmente le coefficient d'adhérence de la tige 2 par déformation de son enveloppe.

Pour cela, selon un mode avantageux de la présente invention, on vrille la tige pour créer, au moins à l'extérieur, des protubérances 15, tout en conservant une section moyenne constante pour le remplissage. Ceci est particulièrement illustré sur la figure 3 qui montre une vue avec coupe partielle d'une tige d'ancrage selon un mode de réalisation de la présente invention.

Comme précisé précédemment, la tige se présente sous la forme d'un tube 2 dont au moins l'enveloppe extérieure 16 présente des protubérances hélicoïdales 15.

La forme de telles protubérances permet de donner un pas à des zones d'accrochage sur toute la longueur du tube. En outre, celles-ci vont permettre également de renforcer le tube et éviter qu'il ne se torde selon son axe longitudinal afin qu'il reste rectiligne.

Il est également à noter que la déformation hélicoïdale permet d'obtenir un diamètre moyen constant, ce qui va d'une part favoriser la résistance du tube et d'autre part l'écoulement du coulis durcissable.

En effet, s'agissant de la résistance, la déformation hélicoïdale de l'enveloppe ne provoquera pas de point d'ancrage ponctuel évitant ainsi les concentrations de contraintes localisées et les ruptures à ce niveau.

En ce qui concerne l'écoulement, le coulis va circuler de façon constante pendant la phase de remplissage et on évitera les "bulles d'air" qui pourraient être provoquées dans des zones masquées par des protubérances importantes et saillantes.

Il est à noter qu'on a obtenu de bons résultats avec un pas "p" des protubérances hélicoïdales compris entre 5 et 20 cm pour un tube de diamètres 30, 50 millimètres.

Comme précisé ci-dessus, pour réaliser ces protubérances hélicoïdales, on vrille un tube cylindrique pour faire apparaître, au moins à l'extérieur du tube, une torsade telle que schématisée à la figure 3.

Pendant cette phase de vrillage, on va légèrement raccourcir le tube, et au fur et à mesure former des renflements "a" disposés en hélicoïdes. L'alternance des formes concaves et convexes ainsi créées permettra l'accrochage du tube dans le coulis et par suite par rapport à la roche.

Les figures 4 a et b schématisent le procédé de réalisation de la dite tige d'ancrage selon la présente invention, et montrent notamment le tube 2 dont l'enveloppe 16 est cylindrique au départ.

On immobilise une des extrémités du tube, 11 par

exemple, puis on applique sur l'autre extrémité, 8 dans ce cas, un couple de rotation jusqu'à l'obtention de la dite déformation en torsade de l'enveloppe.

Pour immobiliser l'extrémité 11 du tube, on peut par exemple introduire à l'intérieur du tube, au moins localement, un morceau de tube carré 17 que l'on va immobiliser en rotation, comme le schématisent les flèches 18, au moyen d'un étau par exemple. Ensuite, on va venir serrer l'extrémité 11 de la tige 2 sur ce tube carré 17 pour l'immobiliser également en rotation, comme le simulent les flèches 19.

Pour l'entraînement en rotation de l'autre extrémité 8, telle que le simule la flèche 20, on peut utiliser un autre morceau de tube carré 21 qui permettra d'entraîner l'extrémité 8 du tube qui sera alors déformée sur le carré.

On peut également imaginer d'entraîner en rotation cette extrémité par tout autre moyen, par exemple en filetant l'extrémité du tube et en utilisant un écrou et contre écrou.

A cet égard, il est à noter que généralement les extrémités des tiges d'ancrage, au moins côté paroi, présentent un filetage qui permet la fixation d'une plaque d'appui sur la roche, non représentée sur les figures.

Afin de ne pas amoindrir la résistance du tube par le filetage, selon la présente invention, on refoule une de ses extrémités 8, afin que l'on puisse réaliser un filetage sur la partie refoulée 22.

On effectuera ce refoulement 22 avantageusement préalablement à la déformation en torsade de la tige 2. Pour ce, on augmente l'épaisseur de l'enveloppe 16 de la tige 2 par refoulement à chaud tel qu'elle soit au moins égale à l'épaisseur nominale du tube majoré de la profondeur du filetage.

Autrement dit, si comme représenté sur la figure 3, le diamètre extérieur du tube 2 est repéré par " ϕ_e ", le diamètre intérieur du tube 2 est repéré par " ϕ_i ", le diamètre du refoulement est repéré par "D" et le diamètre à fond de filet du filetage est repéré par "d",

Dans ces conditions, le refoulement "D" est tel que l'on puisse réaliser un filetage dont le diamètre à fond de filet d est au moins égale à " ϕ_e ". C'est-à-dire qu'en dessous de ce diamètre reste une quantité de matière équivalente à l'épaisseur du tube $(\phi_e - \phi_i)/2$.

Cela étant, on pourra utiliser avantageusement la présence de ce filetage, comme précisé ci-dessus dans la phase de vrillage du tube, et c'est cette extrémité que l'on va mettre en rotation 20 en y plaçant par exemple un écrou et un contre-écrou, non représentés sur la figure afin de la mettre en rotation.

Naturellement d'autres mises en oeuvre de la présente invention, à la portée de l'Homme de l'Art, auraient pu être envisagées, sans pour autant sortir du cadre de celle-ci.

Revendications

1. Procédé de consolidation de parois de tunnels, galeries (1) ou similaires, par lequel on évite notamment l'effritement de la roche (3) formant la paroi (4) en enfonçant dans la dite roche une ou plusieurs tiges d'ancrage (2), caractérisé par le fait que :
 - on fore la roche (3) pour constituer un conduit (5) de section "C" supérieure à celle des dites tiges (2),
 - on place dans chaque conduit (5) une tige d'ancrage (2) creuse,
 - on injecte à l'intérieur des tiges (2) un coulis durcissable (6) qui traverse la dite tige (2) puis vient remplir l'espace (7) compris entre la roche et l'extérieur de la tige (2).
2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé par le fait que l'on injecte un coulis de ciment ou de résine à quelques kg de pression.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on augmente le coefficient d'adhérence de la tige (2) par déformation de son enveloppe (16).
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé par le fait que l'on vrille la tige (2) pour créer, au moins à l'extérieur, des protubérances (15), tout en conservant une section moyenne constante pour le remplissage.
5. Tige d'ancrage (2), destinée à la consolidation de parois de tunnels, galeries (1) ou similaires, autorisant la mise en oeuvre du procédé de consolidation selon la revendication 1, caractérisée par le fait qu'elle se présente sous la forme d'un tube dont l'enveloppe extérieure (16) présente des protubérances hélicoïdales (15).
6. Tige selon la revendication 5, caractérisée par le fait que le pas "p" des protubérances hélicoïdales est compris entre 5 et 20 centimètres.
7. Procédé de réalisation d'une tige d'ancrage, selon la revendication 5, caractérisé par le fait que l'on vrille un tube (2) cylindrique pour créer, au moins à l'extérieur, des protubérances hélicoïdales (15).
8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé par le fait que l'on immobilise une extrémité (11) du tube (2) et on applique sur l'autre extrémité (8) un couple de rotation (20) jusqu'à déformation en torsade de l'enveloppe (16).
9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé par

le fait que préalablement à la déformation de la tige (2), on refoule une de ses extrémités (11) telle que l'on puisse réaliser un filetage sur la partie refoulée (22).

5

- 10.** Procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait que l'on augmente l'épaisseur de l'enveloppe de la tige (2) par refoulement à chaud telle qu'elle soit au moins égale à l'épaisseur nominale $(\phi_e - \phi_i)/2$ majorée de la profondeur du filetage $(D - d)/2$.

10

15

20

25

30

35

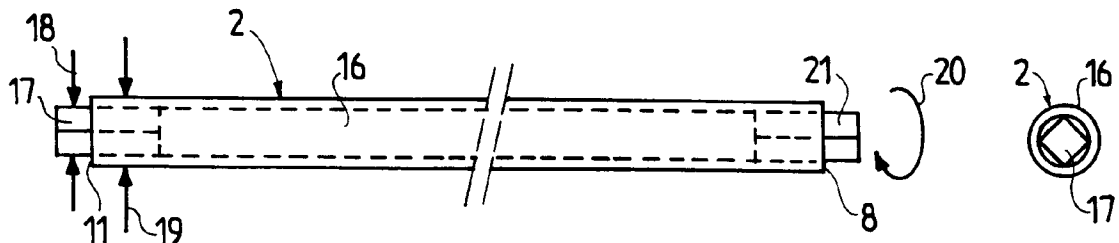
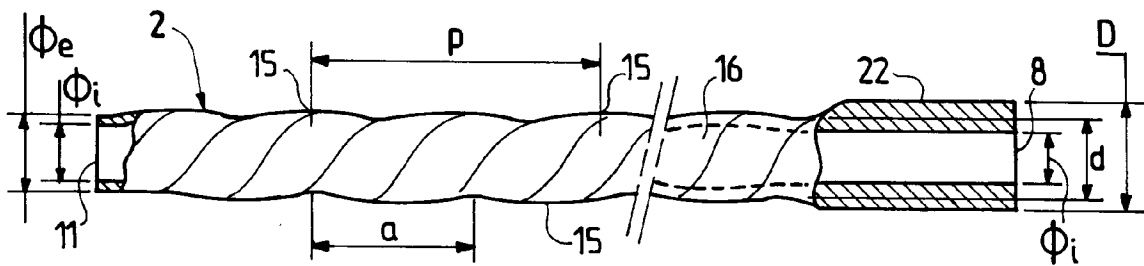
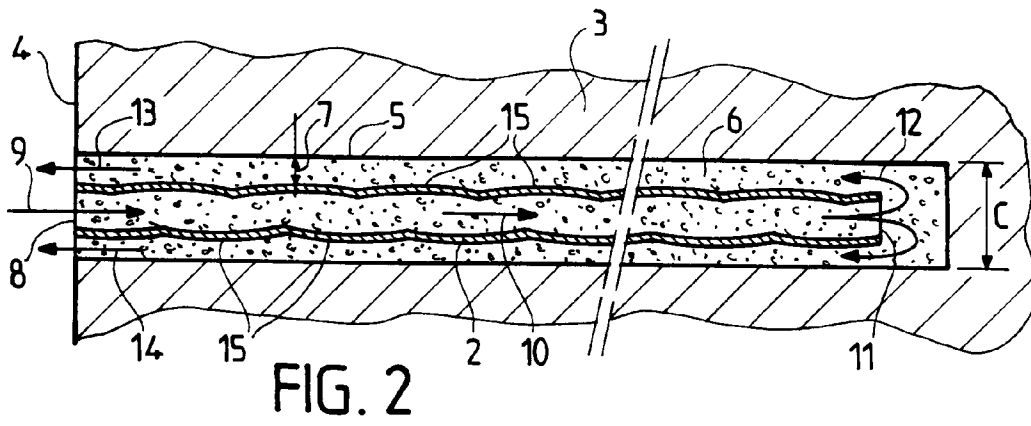
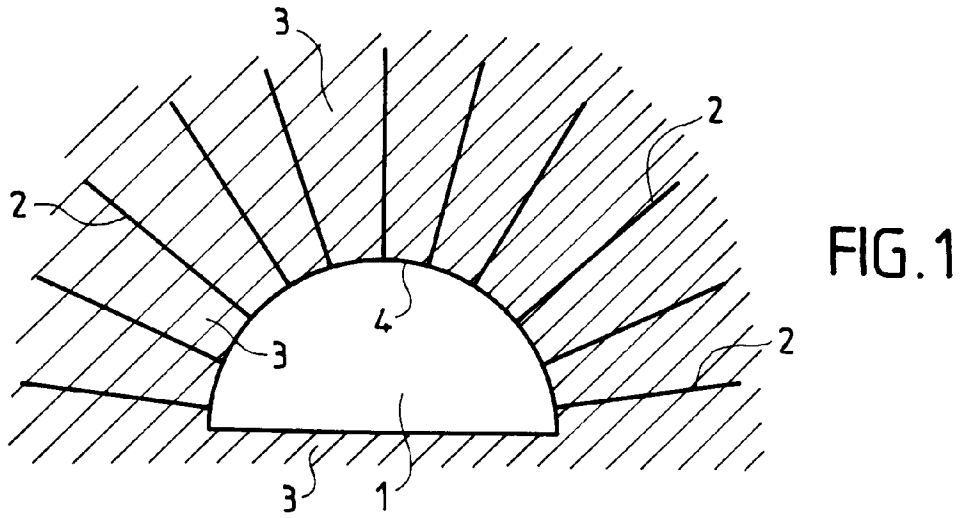
40

45

50

55

5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 44 0017

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	FR-A-2 569 765 (FIP INDUSTRIALE SPA) * revendication 1; figures *	1,2	E21D20/02 E21D21/00
Y	---	3,4	
X	DE-A-2 108 264 (WILLIAMS) * page 4, alinéa 3 - page 5, alinéa 1; figures *	5	
Y	---	3,7-9	
Y	US-A-4 317 353 (GEPPELT ET AL.) * abrégé; figure 7 *	4,7,8	
Y	FR-A-1 528 706 (HERTEL) * le document en entier *	9	
X	DE-A-3 717 024 (WILLICH GMBH) * abrégé; figure 1 *	5	
A	DE-C-3 403 688 (BOCHUMER EISENHUTTE HEINTZMANN GMBH & CO KG) * abrégé; figure 1 *	4,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			E21D B21D B21J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 MAI 1992	Examineur RAMPELMANN J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons Δ : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 01.82 (P0402)