

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 884 452 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
16.12.1998 Bulletin 1998/51

(51) Int Cl.6: **E21D 9/00, E21D 9/06,
E21D 9/10**

(21) Numéro de dépôt: **98400980.3**

(22) Date de dépôt: **22.04.1998**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: **09.06.1997 FR 9707121**

(71) Demandeur: **NFM Technologies
92084 La Défense Cédex (FR)**

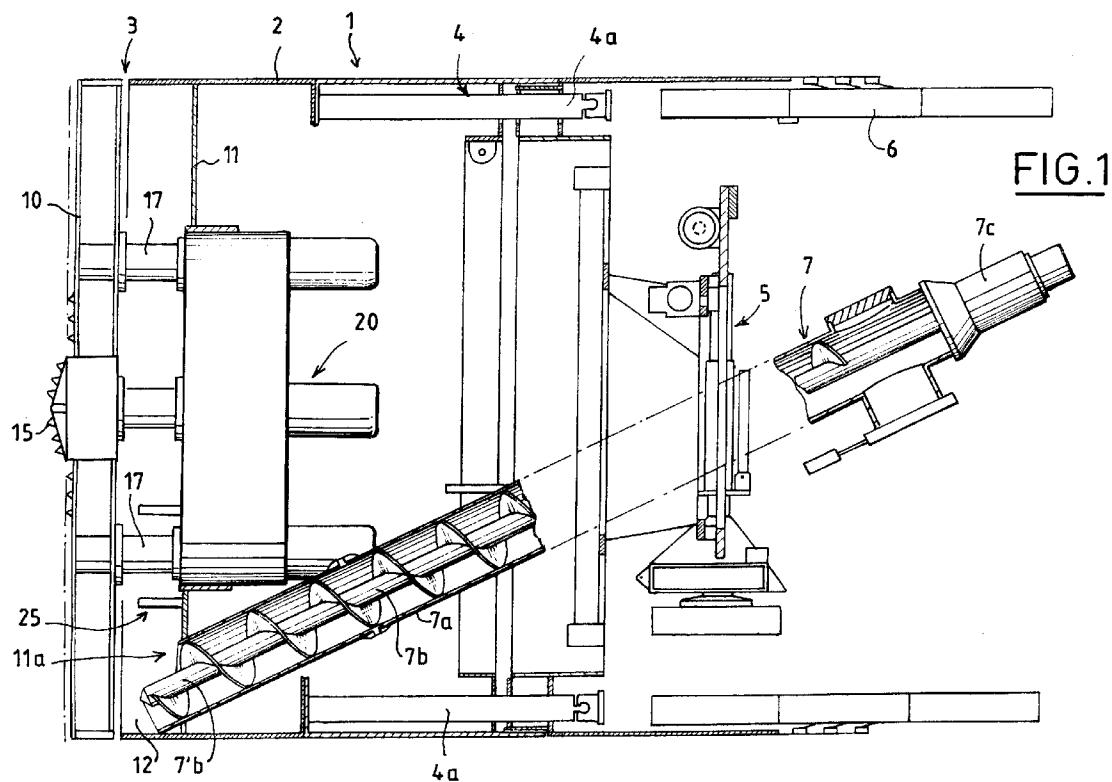
(72) Inventeur: **Bibes, Jean-Paul
69270 Fontaine S/Saone (FR)**

(74) Mandataire: **Lanceplaine, Jean-Claude et al
CABINET LAVOIX
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)**

(54) Machine de creusement d'un tunnel

(57) L'invention a pour objet une machine de creusement d'un tunnel comprenant une enveloppe cylindrique (2) à l'avant de laquelle sont disposées une tête de coupe (10) et une cloison (11) verticale et fixe formant avant ladite tête de coupe (10) une chambre de malaxage (12) du matériau arraché avec un produit additionnel. La cloison (11) est munie à sa partie inférieure d'une

ouverture dans laquelle débouche un transporteur à vis (7). La chambre de malaxage (12) comporte, à sa partie inférieure, des moyens (25) de détection de la pression du matériau dans ladite chambre de travail (12) reliés à des moyens de commande de la vitesse de rotation de la vis (7b) du transporteur (7) et/ou de la tête de coupe (10) et/ou de la vitesse de déplacement en translation de ladite tête de coupe.



Description

La présente invention a pour objet une machine de creusement d'un tunnel.

On connaît des machines de creusement de tunnel, appelées tunneliers, qui comportent une structure mobile de grandes dimensions comprenant une enveloppe cylindrique à l'avant de laquelle est disposé un bouclier ayant une section sensiblement circulaire dont le diamètre correspond au diamètre du tunnel dont on réalise le creusement.

La partie antérieure du bouclier qui vient en contact avec le front de taille pour réaliser le découpage de la formation traversée par le tunnel, comporte une tête de coupe formée par un plateau circulaire entraîné en rotation autour d'un axe qui correspond sensiblement à l'axe longitudinal du tunnelier, à une vitesse déterminée qui est fonction de la nature du terrain à creuser.

Le tunnelier comporte aussi des moyens de déplacement axialement de la tête de coupe, un magasin de stockage de voussoirs, un dispositif de pose de ces voussoirs à l'intérieur du tunnel ainsi qu'un système d'évacuation du matériau résultant de l'abattage du terrain sous l'avance du tunnelier.

Le plateau circulaire formant la tête de coupe comporte des ouvertures délimitées par des bras s'étendant radialement et supportant des outils de travail destinés à l'abattage du terrain sous l'avance du tunnelier.

La partie antérieure de l'enveloppe cylindrique comporte également une cloison verticale fixe disposée derrière la tête de coupe et formant avec celle-ci une chambre de malaxage du matériau arraché avec un produit additionnel, comme par exemple de la mousse, de l'eau ou de la boue relativement fluide.

Ce produit additionnel permet également de lubrifier les outils de travail ainsi que le front de taille ce qui a pour effet de réduire le couple de la tête de coupe au cours du creusement.

La chambre de malaxage est munie à sa partie inférieure d'une ouverture dans laquelle débouche un transporteur à vis d'évacuation des matériaux mélangés au produit additionnel afin d'aérer la terre provenant du front de taille de façon à obtenir une patte compressible pouvant être facilement évacuée au moyen du transporteur à vis.

Lors de l'avancement du tunnelier, la chambre de travail est remplie en partie par le produit additionnel et également par le matériau provenant du front de taille.

Le volume du matériau dans la chambre de malaxage doit être suffisant pour permettre d'assurer de façon constante le recouvrement de l'orifice dans lequel débouche le transporteur à vis de façon à alimenter en continu ledit transporteur à vis.

En effet, la diminution de la hauteur du matériau par rapport au point le plus haut de l'orifice ménagé dans la cloison fixe, favorise la communication entre la chambre de malaxage et l'extérieur si bien que ce produit additionnel est entraîné par la vis du transporteur et se ré-

pand de façon incontrôlée à l'arrière du tunnelier ce qui peut nuire aux appareillages électriques et entraîne un arrêt prolongé de la machine de creusement.

De plus, il se produit une perte de pression dans la

chambre de malaxage. De ce fait, le produit additionnel dans cette chambre de malaxage n'est plus sous pression et n'assure pas sa fonction de volume tampon qui est nécessaire au bon fonctionnement de la tête de coupe du tunnelier et à son avancement pour procéder au creusement du tunnel.

L'invention a pour but d'éviter ces inconvénients.

L'invention a donc pour objet une machine de creusement d'un tunnel, du type comprenant une enveloppe cylindrique à l'avant de laquelle sont disposées, d'une part, une tête de coupe formée par un plateau circulaire entraîné en rotation et comportant des ouvertures délimitées par des bras radiaux supportant des outils de travail et, d'autre part, une cloison verticale fixe disposée derrière la tête de coupe et formant avec celle-ci une chambre de malaxage du matériau arraché avec un produit additionnel, munie à sa partie inférieure d'une ouverture dans laquelle débouche un transporteur à vis d'évacuation du matériau mélangé au produit additionnel, caractérisée en ce que la chambre de malaxage comporte, à sa partie inférieure, des moyens de détection de la pression du matériau dans ladite chambre de travail reliés à des moyens de commande de la vitesse de rotation de la vis du transporteur et/ou de la tête de coupe et/ou de la vitesse de déplacement en translation de ladite tête de coupe.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- les moyens de détection sont formés par au moins une jauge de contrainte placée dans une enveloppe métallique disposée dans la chambre de malaxage à proximité de ladite ouverture et fixée sur la face correspondante de la cloison verticale,
- les moyens de détection sont formés par trois jauge de contrainte placées chacune dans une enveloppe métallique disposée dans la chambre de malaxage à proximité de ladite ouverture et fixée sur la face correspondante de la cloison verticale,
- chaque jauge de contrainte est reliée par un câble aux moyens de commande de la vitesse de rotation de la vis du transporteur et/ou de la tête de coupe et/ou de la vitesse de déplacement en translation de ladite tête de coupe.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig. 1 est une vue schématique en coupe axiale d'une machine de creusement conforme à l'invention,
- la Fig. 2 est une vue de face en élévation de la tête de coupe de la machine de creusement,

- la Fig. 3 est une vue schématique suivant F de la Fig. 1,
- la Fig. 4 est une vue schématique en coupe d'une jauge de contrainte des moyens de détection du niveau du matériau dans la chambre de malaxage de la machine de creusement.

Sur la Fig. 1, on représente schématiquement une machine de creusement 1, appelée tunnelier, et qui se compose, de manière classique, d'une enveloppe 2 généralement cylindrique à l'avant de laquelle est disposé un bouclier désigné dans son ensemble par la référence 3.

La machine de creusement 1 comporte également des moyens 4 de déplacement axialement du bouclier 3, un dispositif 5 de pose de voussoirs 6 à l'intérieur du tunnel et un transporteur à vis désigné dans son ensemble par la référence 7 et destiné à l'évacuation du matériau arraché et mélangé à un produit additionnel, comme on le verra ultérieurement.

Les voussoirs 6 constitués par des plaques courbes en béton préfabriqué ou en fonte sont destinés à consolider la paroi interne du tunnel creusé par la machine de creusement 1.

Les moyens 4 de déplacement axialement du bouclier 3 sont formés par une couronne de vérins 4a disposé à la périphérie arrière de la machine de creusement 1 à une extrémité opposée au bouclier 3.

Pour déplacer ce bouclier 3, les vérins 4a, par exemple hydrauliques, viennent en appui contre la tranche des voussoirs 6 posés à l'intérieur du tunnel de façon à exercer sur ledit bouclier 3 la poussée nécessaire à l'excavation des terrains traversés.

Les variations de direction du bouclier 3 sont obtenues par des écarts de poussée entre les différents vérins 4a répartis à la périphérie arrière de la machine de creusement 1.

Les vérins 4a sont alimentés par un circuit hydraulique, non représenté, contenu dans le volume de la machine de creusement 1.

Le bouclier 3 est formé par une tête de coupe 10 et par une cloison 11 verticale et fixe, disposée derrière ladite tête de coupe 10 et ménageant avec celle-ci une chambre de malaxage 12.

Ainsi que représenté à la Fig. 2, la tête de coupe 10 est formée par un plateau circulaire 13 entraîné en rotation et sur lequel sont disposé des bras 14 s'étendant radialement et de support d'outils de travail 15, comme par exemple des outils d'abattage et/ou des molettes de concassage.

Le plateau 13 comporte également des ouvertures 16 ménagées entre les bras 14 et qui permettent le passage du matériau arraché dans la chambre de malaxage 12.

Ainsi que représenté sur les Figs. 1 et 3, la tête de coupe 10 est portée par des axes 17 répartis de façon équidistante sur un cercle A concentrique à l'axe principal de la tête de coupe 10.

Chaque axe 17 supportant la tête de coupe 10 présente une longueur correspondant à la largeur de la chambre de malaxage 12.

Les extrémités libres des axes 17 coopèrent avec des moyens 20 d'entraînement en rotation autour de l'axe principal de la tête de coupe 10 de l'ensemble constitué par ladite tête de coupe 10 et les axes 17.

Les moyens 20 d'entraînement en rotation sont constitués, de manière classique, par des moto-réducteurs portant chacun un pignon denté coopérant avec une couronne dentée solidaire des extrémités libres des axes 17.

Comme représenté à la Fig. 1, le transporteur à vis 7 est formé par un fourreau 7a dans lequel est disposée une vis sans fin 7b entraînée en rotation par un moteur 7c.

L'extrémité libre 7'b de la vis sans fin 7b passe à travers une ouverture 11a ménagée à la partie inférieure de la cloison verticale 11 et débouche à la partie inférieure de la chambre de malaxage 12.

La chambre de malaxage 12 comporte, à sa partie inférieure, des moyens 25 de détection de la pression du matériau dans ladite chambre 12.

Comme représenté à la Fig. 4, ces moyens 25 de détection sont formés par au moins une jauge de contrainte 26 placée dans une enveloppe métallique 27 disposée dans la chambre de malaxage 12 à proximité de l'ouverture 11a et fixée, par exemple par soudage, sur la face correspondante de la cloison verticale 11.

De préférence et comme représenté à la Fig. 3, les moyens 25 de détection sont formés par trois jauge de contrainte 26 disposées dans la chambre de malaxage 12 à proximité de l'ouverture 11a et répartis en alternance par rapport au cercle A décrit par les axes 17 dans ladite chambre de malaxage 12.

Ainsi, une jauge de contrainte 26 est disposée à l'intérieur du cercle A et au-dessus de l'orifice 11a et les deux autres jauge de contrainte 26 sont disposées à l'extérieur du cercle A et de part et d'autre de l'ouverture 11a.

Dans ce cas également, chaque jauge de contrainte 26 est placée dans une enveloppe métallique 27 fixée, par exemple par soudage, sur la face correspondante de la cloison verticale 11.

La ou les jauge de contrainte 26 sont reliées par un câble 28 à des moyens, non représentés, de commande de la vitesse de rotation de la vis 7b du transporteur 7 et/ou de la tête de coupe 10.

Dans la chambre de malaxage 12 est injecté, par des moyens appropriés non représentés, un produit additionnel constitué par de la mousse ou de l'eau ou de la boue relativement fluide.

Ce produit additionnel a pour objectif de lubrifier les outils de travail 15 et également le front de taille afin de réduire le couple de la tête de coupe 10 pendant le creusement du tunnel et également d'aérer le matériau dans la chambre de travail 12 de façon à obtenir une pâte compressible pouvant être facilement évacuée par la vis

sans fin 7b du transporteur à vis 7.

Lors de l'avancement de la machine de creusement 1, la chambre de malaxage 12 est remplie en partie par le produit additionnel et également par le matériau provenant du front de taille et qui est déversé dans ladite chambre de malaxage 12 en passant par les ouvertures 16 ménagées dans la tête de coupe 10.

Le volume du matériau à la partie inférieure de la chambre de malaxage 12 doit être suffisant pour permettre d'assurer de façon constante le recouvrement de l'orifice IIa dans lequel débouche la vis sans fin 7b du transporteur 7 et permettre l'évacuation du matériau mélangé au produit additionnel.

En effet, la perte de ce niveau dans la chambre de malaxage 12 favorise la communication entre cette chambre de malaxage 12 et l'extérieur par l'intermédiaire du transporteur à vis 7.

Lors du creusement du tunnel, la tête de coupe 10 et les axes 17 sont entraînés en rotation autour de l'axe principal de ladite tête de coupe 10.

Ces axes 17 se déplacent donc dans la chambre de malaxage 12 et passent régulièrement à proximité des jauge de contrainte 26 ce qui crée un effet de cisaillement sur le matériau se trouvant à la partie inférieure de cette chambre de malaxage 12.

Cet effet de cisaillement exerce sur les jauge de contrainte 26 une pression qui est donc immédiatement détectée et l'information est fournie au système de visualisation. Ainsi le pilote peut agir en conséquence sur les différents paramètres de forage tels que les rotations de la vis 7b du transporteur 7 et/ou de la tête de coupe 10 et/ou la vitesse de translation des vérins 4a.

Dans le cas où le niveau de matériau à la partie inférieure de la chambre de malaxage 12 descend au-dessous d'un niveau extrême constitué par exemple par le point le plus haut de l'orifice IIa ménagé dans la cloison verticale 11, les jauge de contrainte 26 ne subissent plus de pression et l'information est délivrée immédiatement aux moyens de commande.

Ces moyens de commande ralentissent en conséquence la vitesse de rotation de la vis sans fin 7b du transporteur à vis 7 et si cela ne suffit pas ils augmentent la vitesse de rotation de la tête de coupe 10 pour obtenir rapidement le remplissage suffisant de la chambre de malaxage 12.

Dans le cas où le niveau de matériau dans la chambre de malaxage 12 dépasse le niveau acceptable, la pression exercée sur les jauge de contrainte 26 dépasse un seuil prédéterminé et l'information est immédiatement transmise aux moyens de commande.

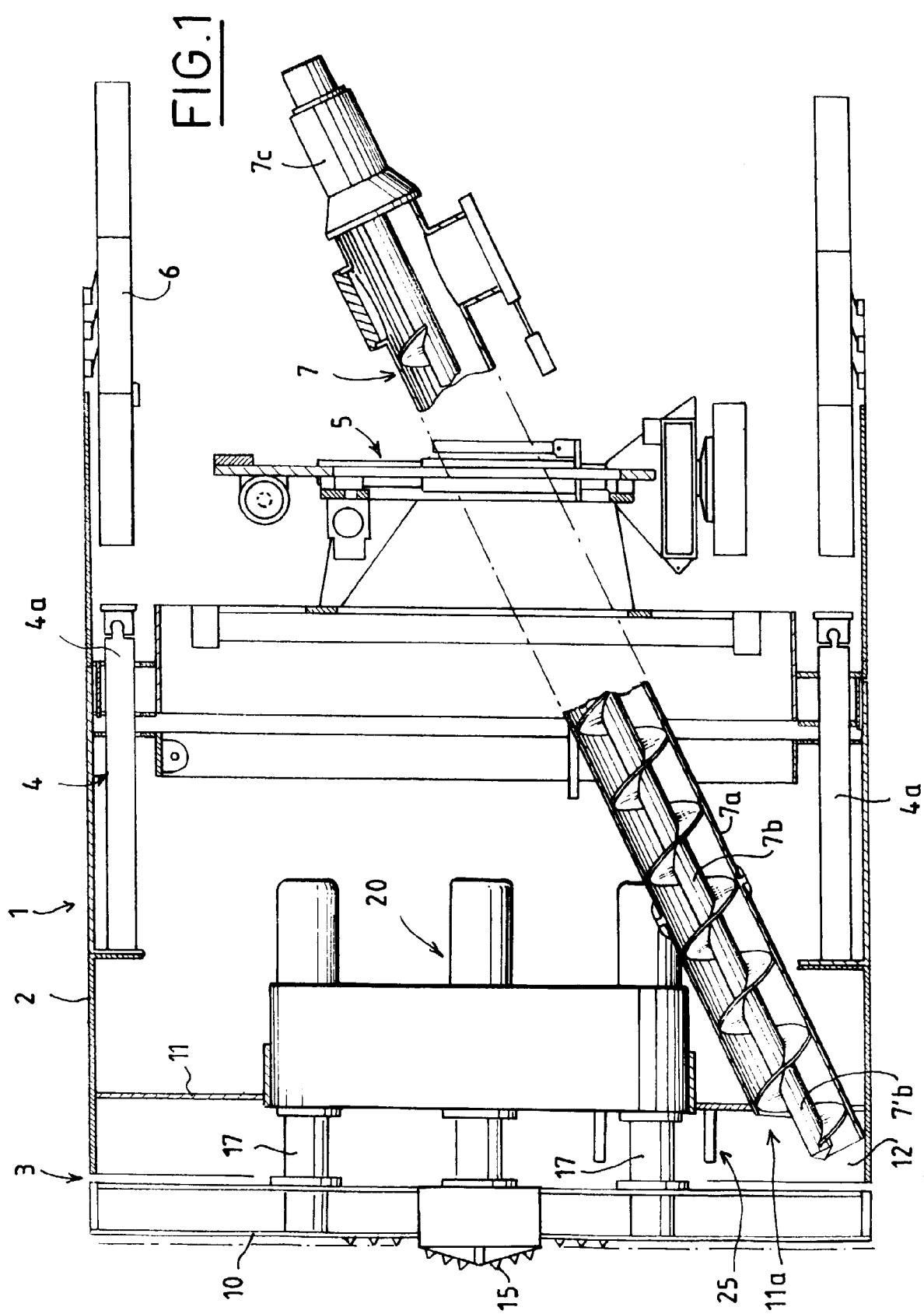
Dans ce cas, les moyens de commande augmentent la vitesse de rotation de la vis sans fin 7b du transporteur 7 afin d'augmenter l'évacuation du matériau de ladite chambre de malaxage 12 et si cela ne suffit pas la vitesse de rotation de la tête de coupe 10 est ralenti pour abaisser rapidement le niveau de matériau dans ladite chambre de malaxage 12.

Les moyens de détection du niveau de matériau

dans la chambre de malaxage 12 permettent donc de pouvoir contrôler en permanence ce niveau et ainsi d'agir sur la vitesse de rotation de la vis sans fin du transporteur et/ou sur la vitesse de rotation de la tête de coupe afin de ramener le niveau de matériau dans la chambre de malaxage au niveau idéal pour optimiser le rendement du tunnelier.

10 Revendications

1. Machine de creusement d'un tunnel, du type comprenant une enveloppe cylindrique (2) à l'avant de laquelle sont disposées, d'une part, une tête de coupe (10) formée par un plateau circulaire (13) entraîné en rotation et comportant des ouvertures (16) délimitées par des bras radiaux (14) supportant des outils de travail (15) et, d'autre part, une cloison (11) verticale et fixe disposée derrière ladite tête de coupe (10) et formant avec celle-ci une chambre de malaxage (12) du matériau arraché avec un produit additionnel munie à sa partie inférieure d'une ouverture (IIa) dans laquelle débouche un transporteur à vis (7) d'évacuation du matériau mélangé au produit additionnel, caractérisée en ce que la chambre de malaxage (12) comporte, à sa partie inférieure, des moyens (25) de détection de la pression du matériau dans ladite chambre de travail (12) reliés à des moyens de commande de la vitesse de rotation de la vis (7b) du transporteur (7) et/ou de la tête de coupe (10) et/ou de la vitesse de déplacement en translation de ladite tête de coupe (10).
2. Machine de creusement selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens (25) de détection sont formés par au moins une jauge de contrainte (26) placée dans une enveloppe métallique (27) disposée dans la chambre de malaxage (12) à proximité de ladite ouverture (11a) et fixée sur la face correspondante de la cloison verticale (11).
3. Machine de creusement selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens (25) de détection sont formés par trois jauge de contrainte (26) placées chacune dans une enveloppe métallique (27) disposée dans la chambre de malaxage (12) à proximité de ladite ouverture (11a) et fixée sur la face correspondante de la cloison verticale (11).
4. Machine de creusement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que chaque jauge de contrainte (26) est reliée par un câble (28) aux moyens de commande de la vitesse de rotation de la vis (7b) du transporteur (7) et/ou de la tête de coupe (10) et/ou de la vitesse de déplacement en translation de ladite tête de coupe (10).



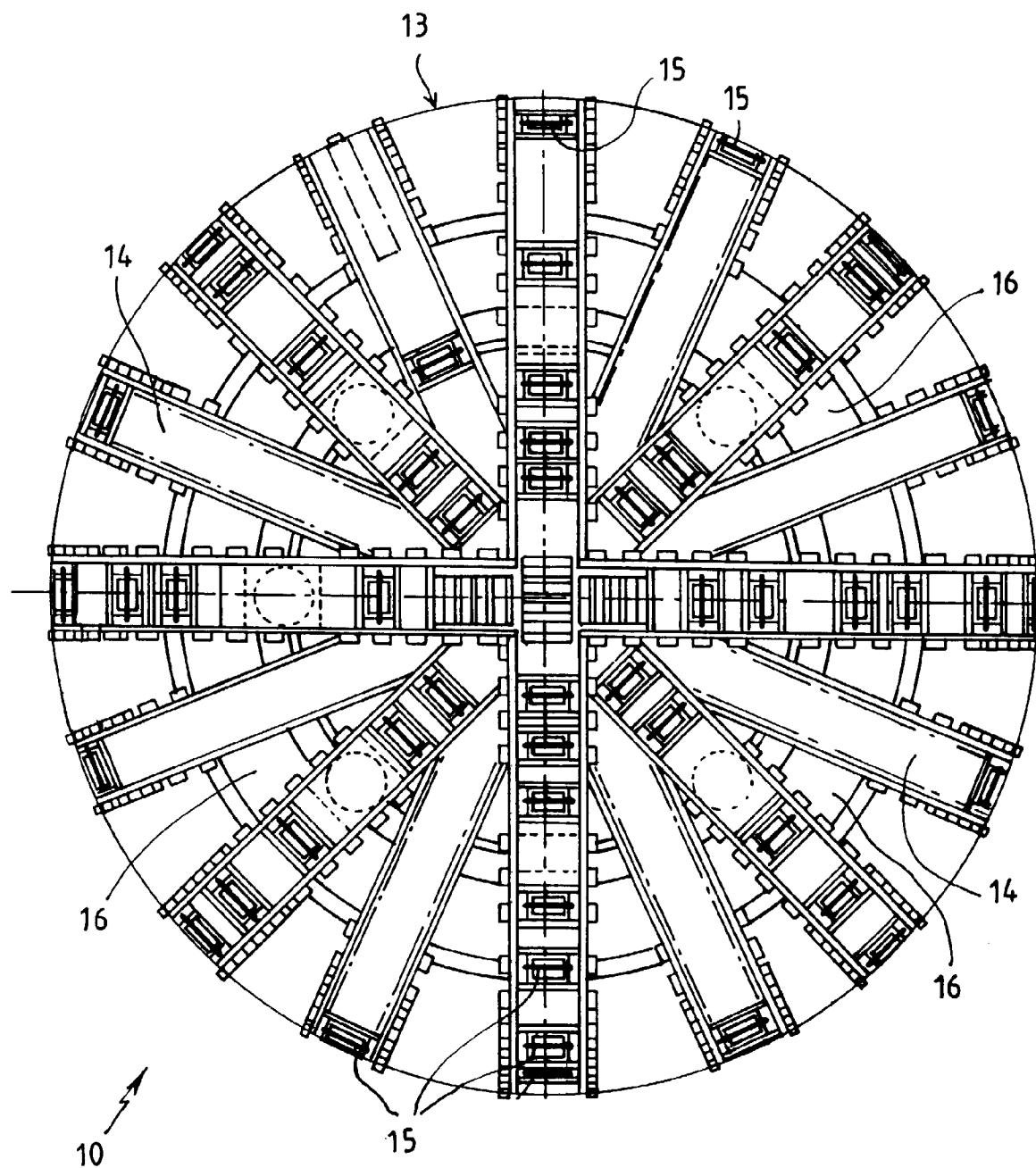


FIG. 2

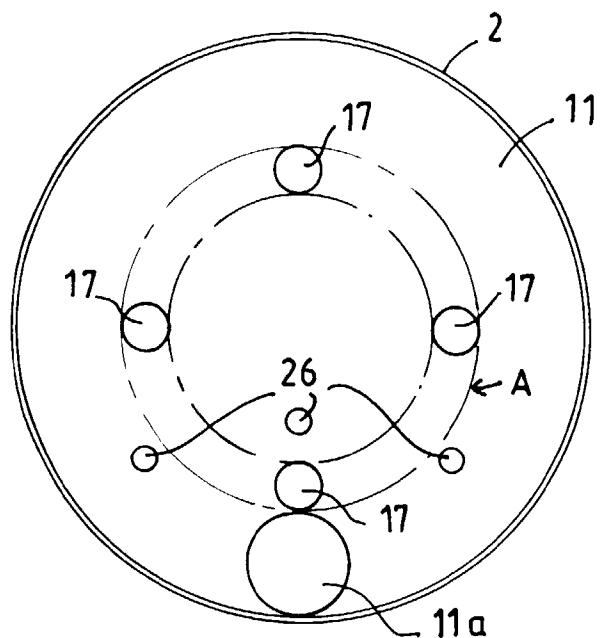


FIG. 3

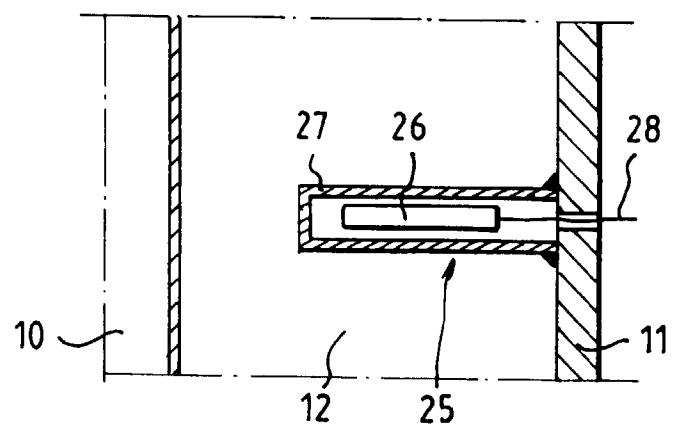


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 40 0980

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	US 4 167 289 A (ONO KOZO ET AL) 11 septembre 1979 * le document en entier * ----	1,4	E21D9/00 E21D9/06 E21D9/10
X	GB 1 570 329 A (DAIKO CONST) 25 juin 1980 * page 3 - page 4; figures * ----	1	
A	FR 2 679 959 A (GTM BTP) 5 février 1993 * le document en entier * ----	1-4	
A	FR 2 347 719 A (TEKKEN CONSTR CO) 4 novembre 1977 * le document en entier * ----	1,4	
A	US 5 438 860 A (KAWAI KAZUNARI ET AL) 8 août 1995 * figure 9 * ----	2,3	
A	US 4 732 427 A (LOVAT RICHARD) 22 mars 1988 * revendications * ----	1-4	
A	FR 2 526 855 A (DAIHO CONSTRUCTION CO LTD) 18 novembre 1983 * le document en entier * ----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) E21D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	27 août 1998	Fonseca Fernandez, H	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention		
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date		
A : arrière-plan technologique	D : cité dans la demande		
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons		
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant		