

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 560 281

(21) N° d'enregistrement national :

84 02813

(51) Int Cl⁴ : E 21 C 45/00.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 24 février 1984.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 35 du 30 août 1985.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : *CHANTIERS DU NORD ET DE LA ME-
DITERRANEE, société anonyme.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Jean-Pierre Moreau.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Lavoix.

(54) Installation pour l'extraction de minerais des fonds marins.

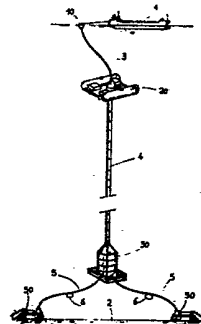
(57) La présente invention concerne une installation pour l'ex-
ploitation de l'extraction de minerais sur les fonds marins.

L'installation comprend :

- un navire de surface 1 fournissant l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'ensemble sous-marin et assurant le stockage du minerai,
- un bloc relais 30 raccordé au navire 1 par une conduite 3-4 de remontée du minerai et comportant des moyens de stockage, de tri et de lavage intermédiaire du minerai ainsi que des moyens pour la remontée dudit minerai,
- et des véhicules 50 évoluant sur le fond marin 2 et comportant chacun un système de propulsion et un système de ramassage, de lavage et de traitement du minerai.

Cette installation comporte également une station sous-marine 20 intermédiaire intercalée entre le navire de surface 1 et le bloc relais 30, et immergée à une certaine profondeur en dessous du niveau de l'eau, de façon à être constamment à l'abri des effets de la houle.

L'invention s'applique au ramassage des nodules polymétalliques à grande profondeur.



FR 2 560 281 - A1

Installation pour l'extraction de minerais des fonds marins

La présente invention concerne d'une façon générale une installation pour l'exploitation et l'extraction de quantités importantes de minerais par exemple des nodules polymétalliques présents sur les fonds marins.

On sait qu'il existe, sur les fonds marins, des quantités extrêmement importantes de minerais et en particulier qu'il existe des nodules riches en minéraux dans de nombreuses parties du monde. Ils contiennent essentiellement du manganèse et aussi d'autres métaux comme le fer, le nickel, le molybdène, le cobalt et le cuivre, et constituent de ce fait une source de minerais inépuisable très recherchée. Mais ces nodules sont généralement
5 trouvés à des profondeurs importantes, par exemple à 5500 mètres en-dessous de la surface de la mer ce qui entraîne pour leur exploitation des problèmes technologiques extrêmement délicats.

En effet le ramassage des nodules sur le fond marin dans des océans profonds, puis la remontée de ces nodules sur une telle distance jusqu'à la surface est une opération difficile à réaliser de façon efficace,
15 car à cette profondeur la pression est importante et de plus il faut tenir compte de l'action du vent et de la houle en surface ainsi que des courants sous-marins.

Pour l'extraction de ces nodules, il existe des appareils ou des procédés qui utilisent à partir d'un navire ou d'une plate-forme en surface, des systèmes d'aspiration, des dragues à godets ou des moyens équivalents, mais ces différents dispositifs n'ont pas donné entièrement satisfaction en raison d'une part des difficultés pour commander ou guider avec précision les appareils à ces profondeurs, et d'autre part de la puissance à
25 mettre en oeuvre pour remonter les nodules du fond jusqu'à la surface.

On connaît également des installations qui utilisent des engins susceptibles de se déplacer sur le fond marin et équipés de moyens de ramassage et de stockage des nodules. Ces engins peuvent être tractés par un câble depuis la surface ou être autopropulsés et programmés préalablement pour opérer sur le fond marin. Certains d'entre eux ayant leur propre source d'énergie peuvent de plus être réalisés de façon à assurer non seulement le prélèvement des nodules mais également leur remontée à la surface.
30

Mais ces différentes installations ont notamment pour inconvénient de ne pas permettre un rendement suffisant de prélèvement du minerai
35 dans un temps donné et pour une surface balayée déterminée.

La présente invention concerne précisément une installation pour l'extraction de minerais des fonds marins à une grande profondeur qui permet notamment d'optimiser de façon notable le rendement d'exploitation d'un gisement et d'apporter la souplesse d'utilisation nécessaire en fonction des conditions d'exploitation.

L'installation comporte donc :

- un navire de surface fournissant l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'ensemble sous-marin et assurant le stockage du minerai,
 - un bloc relais raccordé au navire par une conduite de remontée du minerai et comportant des moyens de stockage, de tri et de lavage intermédiaire du minerai ainsi que des moyens pour la remontée dudit minerai,
 - et des véhicules évoluant sur le fond marin et comportant chacun un système de propulsion et un système de ramassage, de lavage et de traitement du minerai,
- ladite installation étant caractérisée par le fait qu'elle comporte également une station sous-marine intermédiaire intercalée entre le navire de surface et le bloc relais, et immergée à une certaine profondeur en-dessous du niveau de l'eau de façon à être constamment à l'abri des effets de la houle.

Les caractéristiques de l'invention ressortiront plus particulièrement de la description suivante, donnée à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement l'ensemble de l'installation d'extraction de minerais selon un mode de mise en oeuvre de l'invention ;
- les figures 2 et 3 représentent deux vues schématiques de la station sous-marine intermédiaire de l'installation ;
- les figures 4 et 5 représentent schématiquement deux vues du bloc-relais sous-marin de l'installation ;
- les figures 6, 7 et 8 sont différentes vues du véhicule de ramassage du minerai.

L'installation d'exploitation et de ramassage du minerai sur les fonds marins à une grande profondeur, représentée à la figure 1, se compose d'un navire 1 flottant sur la surface de l'eau, et de plusieurs véhicules 50 de ramassage du minerai, évoluant sur le fond marin 2 par exemple à 5500 mètres en-dessous du niveau de la mer. La liaison entre le navire 1 et les véhicules 50, pour la fourniture de l'énergie et la remontée du minerai est réalisée de la façon suivante. Tout d'abord le navire 1 est raccordé par une conduite souple 3 à une station sous-marine 20 immergée à une profon-

deur de l'ordre de 300 à 350 mètres, qui elle-même supporte par une conduite rigide 4 un bloc relais 30 immergé à une profondeur d'environ 4500 à 5000 mètres. Chaque véhicule 50 est relié au bloc relais 30 par un ensemble de câbles et de tuyaux 5 assurant d'une part la transmission de l'énergie et l'asservissement des commandes et d'autre part la remontée du minerai jusqu'au bloc-relais 30. Ces câbles et tuyaux 5 sont maintenus par des flotteurs 6 de façon à ne pas transmettre d'efforts parasites aux véhicules 50.

Le navire 1 constituant la base de vie fournit l'énergie aux différents moteurs et pompes nécessaires au fonctionnement de l'ensemble de l'installation et assure le stockage du minerai recueilli entre deux rotations des minéraliers.

La station sous-marine intermédiaire 20, représentée plus en détails sur les figures 2 et 3, est située à environ 300-350 mètres en-dessous du niveau de l'eau, afin d'être à l'abri des effets de la houle. Elle comprend principalement un tablier 21 sur lequel sont montés un caisson de raccordement 22 entre la conduite souple 3 et la conduite rigide 4, et plusieurs pompes primaires 23 capables de pomper le mélange de minerais et d'eau de mer depuis le bloc relais 30 par la conduite 4 et de refouler ce mélange jusqu'au navire 1 de surface par la conduite 3. Un flotteur longitudinal 24 est monté de chaque côté du tablier 21 pour maintenir en altitude la station ; ces flotteurs peuvent éventuellement servir de stockage tampon du minerai, pour un fonctionnement d'une dizaine d'heures environ, soit par exemple 3000 m³ par flotteur, notamment en cas de déconnexion de la liaison avec le navire, comme on le verra ultérieurement. A cet effet chaque flotteur est relié par une canalisation 25 au caisson de raccordement 22.

Cette station sous-marine 20 comporte également un système de propulseurs 26 longitudinaux et verticaux pour la maintenir en cap et en altitude, ainsi qu'un système 27 de contrôle recevant les ordres du navire et de commande des pompes 23 et des propulseurs 26. L'électricité nécessaire au fonctionnement de la station est fournie par le navire 1, mais en cas de déconnexion de la liaison avec ledit navire, un ou plusieurs groupes électrogènes de secours 28 montés sur le tablier 21 fournissent l'électricité nécessaire.

Le bloc relais 30 situé à 4500-5000 mètres en-dessous du niveau de l'eau, est accroché à la station sous-marine 20 par l'intermédiaire de la conduite de remontée 4 et de câbles non représentés. Il regroupe principalement tout ce qui n'est pas indispensable sur les véhicules 50 afin de

limiter au strict nécessaire l'énergie à apporter à ces derniers.

Ce bloc relais (figures 4 et 5) comprend une plate-forme 31 supportant un silo 32 pour permettre entre autres un stockage tampon d'environ 500 tonnes de minerai entre les véhicules 50 et la station 20. Sur cette plate-forme sont également montés des groupes hydrauliques 33 à eau de mer et un système de contrôle et de commande 34. Les groupes hydrauliques 33, fournissant l'eau sous pression pour actionner les moteurs hydrauliques des véhicules 50, sont mus par des moteurs électriques 35 recevant l'énergie du navire par l'intermédiaire de la station sous-marine 20. Le système de contrôle 34 est capable d'une part, d'assurer un certain nombre de tâches pré-programmées et, d'autre part, d'exécuter les ordres donnés depuis le navire en fonction des éléments transmis à ce dernier.

Le silo 32 comporte à sa partie supérieure des entrées multiples 36 tangentielles pour former un tourbillon; ces entrées communiquent chacune par l'intermédiaire d'une pompe 37 avec un tuyau 5 pour la remontée du minerai dans le silo à partir d'un véhicule 50. Chaque entrée 36 est donc raccordée à un véhicule ce qui permet la remontée du minerai à partir de plusieurs véhicules, simultanément. Au-dessous des entrées 36 est placé, à l'intérieur du silo 32, une grille 38 en forme de cône dirigé vers le bas, de façon à effectuer par gravité le tri et le lavage final du minerai. La conduite supérieure 4 de remontée du minerai vers le navire par la station 20 pénètre à l'intérieur du silo 32 et débouche au-dessus de la grille 38. Pour maintenir le cap du bloc relais 30 par rapport à la station 20, ledit bloc relais comporte des propulseurs 39 ainsi que des stabilisateurs verticaux 40 disposés de chaque côté du silo 32.

Le ramassage du minerai sous-marin, par exemple des nodules polymétalliques, est effectué par les véhicules 50 (figures 6, 7 et 8) qui se composent principalement d'un châssis porteur, d'un système de propulsion, d'un système de ramassage du minerai, et d'un système de lavage et de traitement du minerai.

Le châssis 51 constitué de poutres métalliques 52 garnies intérieurement de mousse supporte les différents éléments du véhicule et notamment le système de propulsion 53. Ce système de propulsion 53 est formé par exemple par une paire de chenilles 54 et 55 situées de chaque côté du châssis 51. Chaque chenille (54-55) est entraînée par des roues 56 qui sont elles-mêmes entraînées par des moteurs hydrauliques 57 logés dans la jante. L'eau sous pression pour les moteurs hydrauliques 57 est fournie par les groupes hydrauliques 33 du bloc relais 30. Chaque roue 56 est mue par un mo-

teur hydraulique 57 de façon à assurer une grande mobilité du véhicule. Les chenilles (54, 55) en structure mixte métallique et composite, sont munies de crans intérieurement pour la liaison avec les roues 56 et extérieurement pour assurer une emprise sur le sol.

5 A l'avant du véhicule est monté sur le châssis 51 le système de ramassage du minerai qui se compose de deux trains de chaînes à godets 58 disposés en ligne de façon à couvrir une largeur suffisante.

L'affouillement du sol est facilité par la présence de dents ménagées dans les godets et ceux-ci sont munis de trous afin de ne pas remonter
10 inutilement de l'eau et de la vase en suspension. Chaque train de chaînes à godets 58 est indépendant et peut pivoter autour d'un axe 59 situé à la partie supérieure. Ce pivotement est commandé par un vérin 60 et permet d'adapter chaque train à la configuration du sol. De plus, les chaînes sans fin 61, support des godets, passent sur des roues 62 montées sur des bras (63-
15 64), reliés entre eux de façon élastique, par exemple par des ressorts 65, de telle sorte que lorsqu'un godet heurte un obstacle (grosse pierre, rocher), le bras inférieur 64 se relève et le godet passe au-dessus de l'obstacle au lieu de s'arc-bouter dessus. La protection des godets est également assurée par des pare-chocs 66.

20 Les godets déversent leur collecte dans un système de traitement et de lavage comprenant deux tapis roulants (67-68) superposés et constitués d'un grillage à mailles calibrées pour la sélection des nodules. Les trop gros nodules ainsi que les sédiments sont évacués dans une trémie 69. Un premier lavage est assuré par des rampes 70 situées au-dessus du tapis
25 67. Les nodules ainsi sélectionnés sont ensuite transportés dans un bac 71, à l'aide d'une vis 72 dans laquelle ils sont débarrassés de la gangue qui peut subsister et où ils subissent un deuxième lavage. Le bac 71 est raccordé au tuyau 5 de remontée des nodules vers le bloc relais 30.

Chaque véhicule 50 est bien entendu équipé d'un dispositif d'ob-
30 servation sous-marin, d'un dispositif de détection ou d'un système acoustique de visualisation, afin d'assurer des conditions de fonctionnement sûres et aisées, même dans le cas où l'eau est trouble et où la visibilité est réduite.

L'installation de ramassage du minerai fonctionne de la manière
35 suivante.

L'ensemble : - station sous-marine 20 et bloc relais 30 raccordé à ladite station par la conduite 4 est maintenu, grâce aux propulseurs 26 et éventuellement de ballasts, dans une position telle que la station 20 se

trouve à environ 300-350 mètres en-dessous du niveau de l'eau. Cet ensemble peut également évoluer suivant les ordres donnés depuis le navire 1. D'autre part, le personnel sur le navire contrôle le fonctionnement de l'installation et peut intervenir à tout instant.

- 5 Par ailleurs, l'énergie nécessaire pour le fonctionnement de l'installation et notamment des différents éléments des véhicules 50 est fournie par le navire 1 et l'eau sous pression pour la propulsion desdits véhicules est fournie par les groupes hydrauliques 33 du bloc relais 30. Les véhicules 50 se déplacent donc sur le fond 2 et ramassent le minerai.
- 10 Dans chaque véhicule, les deux trains de chaînes à godets 58 déversent leur collecte sur le tapis supérieur 67 où un premier lavage est réalisé par les rampes 70. Ce tapis 67 laisse passer les nodules d'un calibre maximum donné ainsi que les sédiments et retient les nodules trop gros, lesquels sont évacués par la trémie 69. Le deuxième tapis roulant 68, situé en-dessous du
- 15 premier, recueille les nodules acceptés et laisse passer les sédiments qui sont également rejetés vers la trémie d'évacuation 69. Ensuite les nodules transportés par la vis 72 sont débarrassés de la gangue et subissent un deuxième lavage, avant de tomber dans le bac 71.

- Le mélange de minerais et d'eau de mer recueilli dans le bac de
- 20 chaque véhicule est remonté sous l'effet des pompes 37 jusqu'au bloc relais 30. La disposition des entrées tangentielles 36 dans le silo 32 est telle que les nodules subissent, sous l'effet du tourbillon ainsi créé, un nettoyage supplémentaire et naturel sans apport d'énergie. Ils subissent également un nouveau tri par l'intermédiaire de la grille 38 et sont stockés momentanément à l'intérieur du silo 32.
- 25

Les pompes primaires 23 de la station 20 aspirent par la conduite de remontée 4, le mélange de minerais et d'eau de mer depuis le bloc relais 30 et refoulent ce mélange par la conduite de chargement 3 jusqu'au navire de surface.

- 30 L'utilisation d'une station sous-marine intermédiaire 20 entre le bloc relais 30 et le navire 1 présente de nombreux avantages. Cette station est maintenue à une profondeur d'environ 300 à 350 mètres en-dessous du niveau de l'eau, afin d'être constamment à l'abri des effets de la houle. En cas de tempête ou de mer agitée, il suffit de déconnecter le navire 1 de la
- 35 conduite de chargement 3 qui est repérée en surface par une bouée 10 (figure 1). L'ensemble de l'installation sous-marine peut rester en place et être maintenu en position par les différents propulseurs qui sont alimentés en énergie par les groupes électrogènes 28 placés sur la station 20. La po-

sition de cet ensemble est contrôlée en permanence par le système de contrôle et de commande 27 également disposé sur la station 20.

De plus, pendant la déconnexion de l'installation sous-marine avec le navire, les groupes électrogènes 28 fournissent l'énergie nécessaire pour alimenter d'une part les pompes primaires 23 afin de remonter le mélange de minerai qui se trouve dans la conduite 4 et le silo 32 du bloc relais 30 et d'autre part les pompes 37 dudit bloc relais et les véhicules de ramassage pour que la collecte du minerai se poursuive. Dans ce cas, le mélange remonté est orienté par l'intermédiaire du caisson de raccordement 22 et les canalisations 25 vers les flotteurs 24 de la station 20 (figure 2) pour y être stocké, ce qui permet à l'installation de fonctionner encore pendant quelques heures après la déconnexion avec le navire. Dès que les flotteurs 24 sont remplis, le système de contrôle 27 coupe l'alimentation des pompes et des véhicules de ramassage en attendant que la connexion avec le navire puisse de nouveau se réaliser.

Cette disposition permet par conséquent d'éviter le démontage de l'installation sous-marine en cas d'intempéries et de maintenir un rendement suffisant de prélèvement du minerai.

Il est bien entendu que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre purement illustratif et non limitatif et que des variantes et des modifications peuvent y être apportés dans le cadre de la présente invention.

REVENDICATIONS

1. Installation pour l'extraction de minerais des fonds marins à une grande profondeur comprenant:
 - un navire de surface fournissant l'énergie nécessaire au fonctionnement
 - 5 de l'ensemble sous-marin et assurant le stockage du minerai,
 - un bloc relais raccordé au navire par une conduite de remontée et disposé à une certaine hauteur au-dessus du fond marin ; ledit bloc relais comportant des moyens de stockage, de tri et de lavage intermédiaire du minerai ainsi que des moyens pour la remontée dudit minerai,
 - 10 - et des véhicules évoluant sur le fond marin et comportant chacun un système de propulsion et un système de ramassage, de lavage et de traitement du minerai,
- caractérisée par le fait qu'elle comporte également une station sous-marine intermédiaire (20) intercalée entre le navire de surface (1) et le bloc re-
- 15 lais (30), et immergée à une certaine profondeur en-dessous du niveau de l'eau de façon à être constamment à l'abri des effets de la houle.
2. Installation selon la revendication 1,
- caractérisée par le fait que la station sous-marine (20) raccordée d'une part au bloc relais (30) par une conduite (4) de remontée du minerai et
- 20 d'autre part au navire (1) par une conduite de chargement (3) comporte :
 - des pompes primaires (23) capables de pomper le minerai depuis le bloc relais (30) et de le refouler jusqu'au navire (1),
 - des flotteurs longitudinaux (24),
 - un ou plusieurs groupes électrogènes de secours (28),
 - 25 - un système de propulseurs (26) longitudinaux et verticaux pour maintenir en cap et en altitude ladite station,
 - et un système (27) de contrôle et de commande des pompes (23) et des propulseurs (26).
3. Installation selon la revendication 2,
- 30 caractérisée par le fait que les flotteurs longitudinaux (24) servent également de réservoir de stockage tampon du minerai et sont reliés par des canalisations (25) à un caisson (22) de raccordement des conduites (3-4) de remontée et de chargement dudit minerai.
4. Installation selon la revendication 2,
- 35 caractérisée par le fait que les groupes électrogènes (28) fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement de la station sous-marine (20), du bloc relais (30) et des véhicules de ramassage (50) en cas de déconnexion avec le navire de surface (1).

5. Installation selon la revendication 1,

caractérisée par le fait que le bloc relais (30) comporte en plus :

- un dispositif (34) de contrôle et de commande capable d'assurer un certain nombre de tâches pré-programmées et d'exécuter des ordres donnés depuis le navire (1) ou la station sous-marine (20), par le système de contrôle (27),
- un ensemble de propulseurs (39) et de stabilisateurs verticaux (40) pour maintenir un cap par rapport à la station sous marine (20),
- et des moteurs électriques (35) pour actionner des groupes hydrauliques (33) fournissant l'eau sous pression nécessaire au fonctionnement des moteurs hydrauliques des véhicules (50).

6. Installation selon les revendications 1 et 5,

caractérisée par le fait que les moyens de stockage, de tri et de lavage du minerai du bloc relais (30) sont constitués par un silo (32) monté sur une plateforme (31).

7. Installation selon la revendication 6,

caractérisée par le fait que le silo (32) comporte à sa partie supérieure des entrées multiples (36) tangentielles pour former à l'intérieur dudit silo un tourbillon naturel ; chacune de ces entrées étant raccordée par l'intermédiaire d'une pompe (37) à un tuyau (5) pour la remontée du minerai à partir d'un véhicule de ramassage (50).

8. Installation selon les revendications 6 et 7,

caractérisée par le fait qu'une grille (38) en forme de cône dirigé vers le bas est placée, à l'intérieur du silo (32) et au-dessous des entrées (36) de façon à réaliser par gravité le tri du minerai.

9. Installation selon les revendications 6 à 8,

caractérisée par le fait que la conduite (4) de remontée du minerai vers le navire (1) par la station sous-marine (20) pénètre à l'intérieur du silo (32) et débouche au-dessus de la grille (38).

10. Installation selon la revendication 1,

caractérisée par le fait que, pour chaque véhicule (50), le système de traitement du minerai ramassé par des trains de chaînes à godets (58), connus en soi, est constitué par :

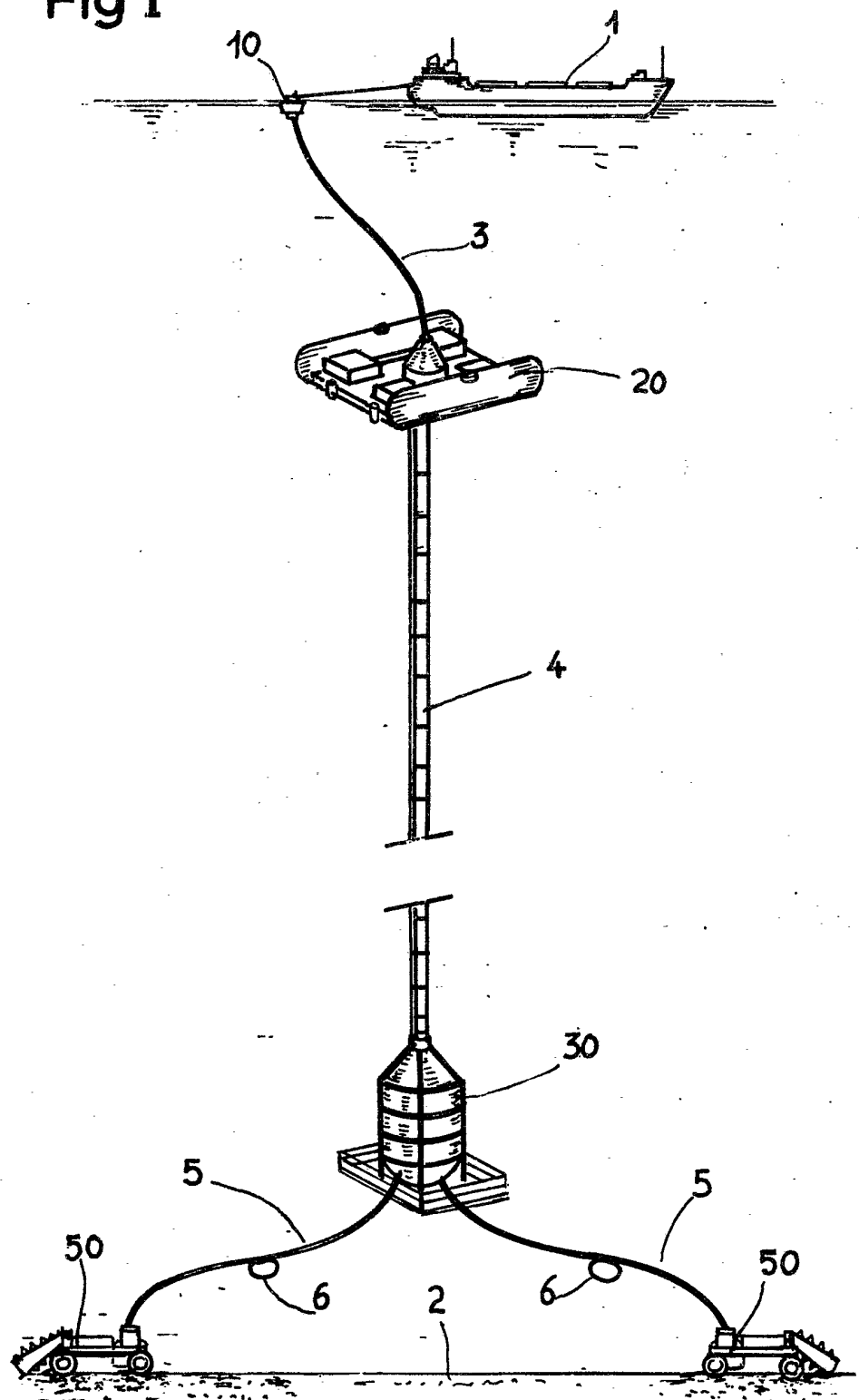
- un ensemble de tapis roulants (67, 68) superposés qui effectuent le tri du minerai en rejetant par l'intermédiaire d'une trémie (69) le minerai non sélectionné et les sédiments,
- une vis (72) disposée sous les tapis roulants (67, 68) qui enlève la gangue du minerai et le déverse dans un bac (71)

- et des rampes de lavage (70) disposées au-dessus des tapis roulants (67-68).

11. Installation selon la revendication 10, caractérisée par le fait que les tapis roulants (67-68) sont formés par un
5 grillage à mailles calibrées.

12. Installation selon la revendication 10, caractérisée par le fait que le bac (71) est raccordé au tuyau (5) de remontée du minerai dans le silo (32) du bloc relais (30).

Fig 1



2/5

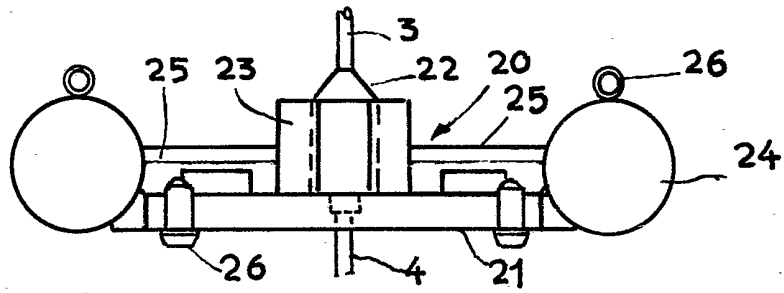


Fig 2

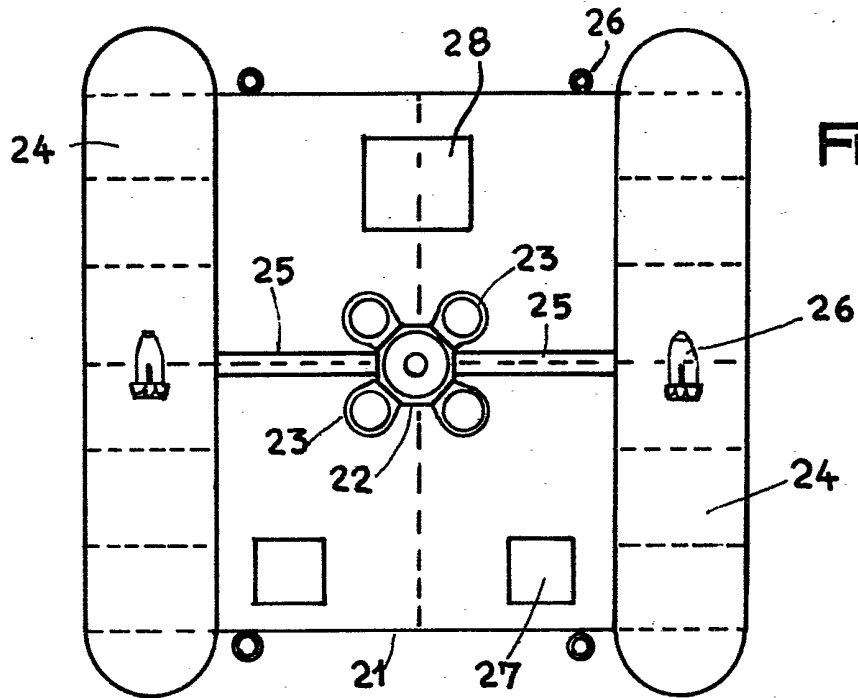


Fig 3

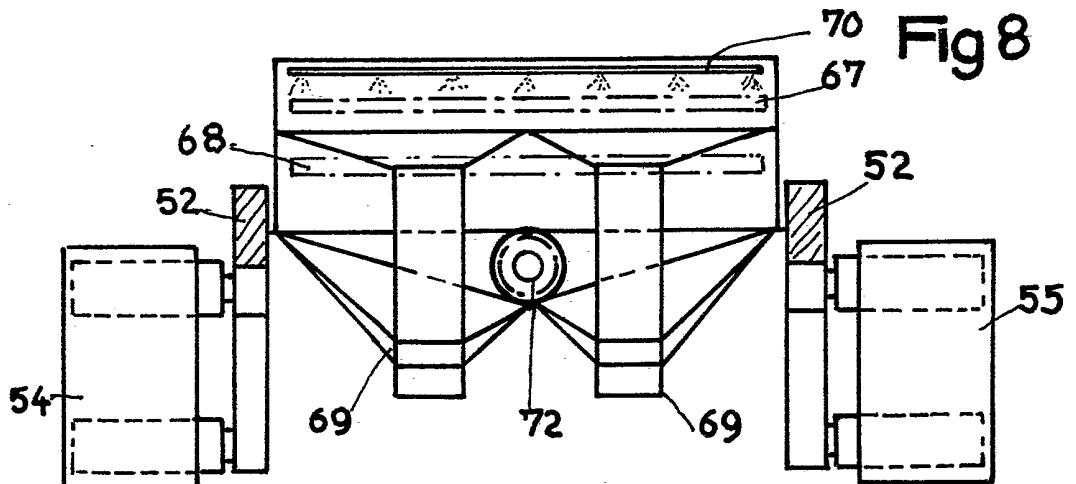


Fig 8

3/5

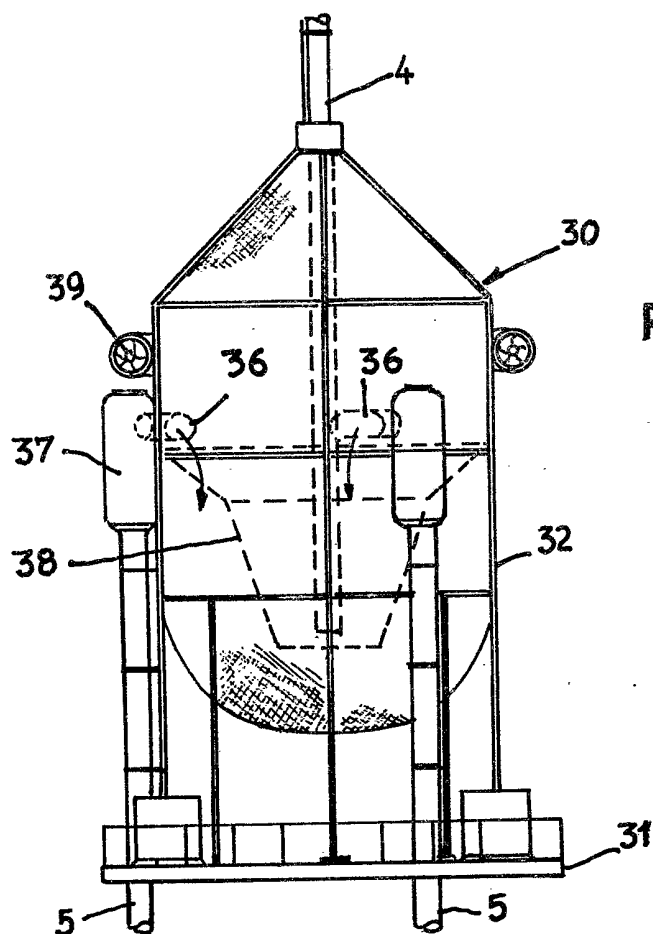


Fig 4

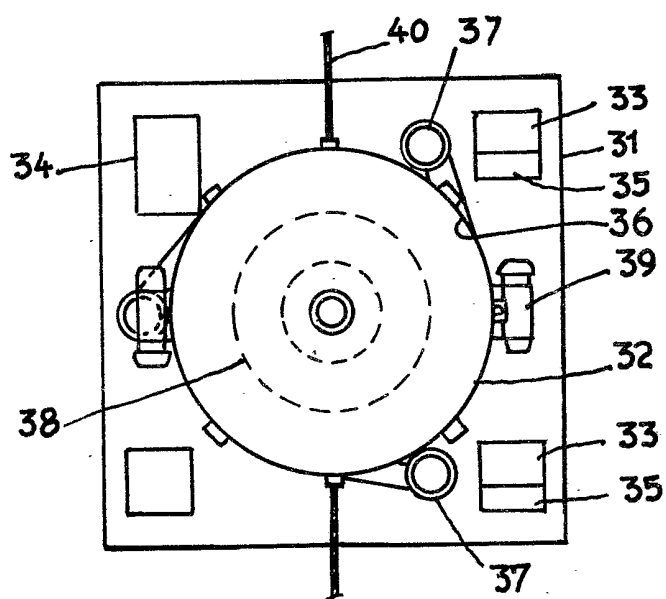


Fig 5



+

Fig 7

