

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 80400553.6

(22) Date de dépôt: 23.04.80

(51) Int. Cl.³ **E 21 C 45/00**
E 02 F 5/00, E 02 F 7/00
B 63 C 11/40, B 63 B 3/13

(30) Priorité: 27.04.79 FR 7910776

(43) Date de publication de la demande:
12.11.80 Bulletin 80/23

(84) Etats Contractants Désignés:
BE DE GB IT NL SE

(71) Demandeur: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Etablissement de Caractère Scientifique Technique et
Industriel
B.P. 510
F-75752 Paris Cedex 15(FR)

(72) Inventeur: Lemerrier Pierre
15, rue du 16 Août 1944
F-38000 Saint Martin Le Vinoux(FR)

(72) Inventeur: Ligozat, Henri
Villa No 7 Lotissement Lafetola
Le Fontanil F-38120 Saint Egreve(FR)

(72) Inventeur: Marchal, Paul
1-13 Résidence du Parc du Château de Courcelles
F-91190 Gif-Sur-Yvette(FR)

(72) Inventeur: Moreau, Jean-Pierre
Bortierlaan 46
B-8470 De Panne(BE)

(72) Inventeur: Vertut, Jean
3, rue J.E. Voisembert
F-92130 Issy Les Moulineaux(FR)

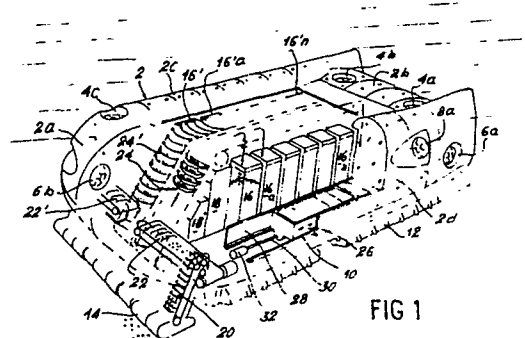
(74) Mandataire: Mongredien, André et al,
c/o Brevatome 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

(54) Véhicule sous-marin de dragage et de remontée de minéraux à grande profondeur.

(57) Véhicule sous marin pour le ramassage et la remontée de matériaux reposant sur un fond marin à grande profondeur.

Le véhicule se caractérise en ce qu'il comprend une structure porteuse (2) réalisée en un matériau de flottabilité, ladite structure ayant la forme d'un anneau présentant un plan de symétrie longitudinal et définissant l'étrave (2a), l'arrière(2b) et les flancs (2c et 2d) du véhicule et ménageant ainsi un espace libre central, la face externe de la structure (2) réalisant la carène du véhicule. Des silos de stockage (16a...16n) sont ménagés dans l'espace central. Le véhicule comprend également des éléments de ramassage (14) disposés en avant de l'étrave et des propulseurs principaux (12) fixés sous la structure porteuse.

Application au ramassage de nodules polymétalliques.



VEHICULE SOUS-MARIN DE DRAGAGE ET DE REMONTEE DE
MINERAUX A GRANDE PROFONDEUR

La présente invention a pour objet un véhicule sous-marin pour le dragage et la remontée de minéraux reposant sur les fonds marins à grande profondeur.

Le dragage de minéraux et en particulier de nodules polymétalliques et leur remontée à partir d'une grande profondeur sont généralement envisagés par deux engins distincts : d'une part, l'engin de dragage généralement placé au bas d'une longue conduite et un dispositif hydraulique permettant de faire remonter dans la conduite les minéraux récoltés jusqu'à un support de surface.

On connaît un procédé utilisant des engins de ramassage et de remontée. Ces engins sont rendus lourds par rapport au milieu marin ambiant par la très forte compression de gaz régnant dans ses ballasts, le reste du poids des structures étant compensé par des produits de flottabilité connus résistant aux grandes pressions et qui sont nécessaires pour le séjour à grande profondeur. Lorsque l'engin approche du fond, la détente du gaz contenu dans ces ballasts assure en même temps l'énergie de ramassage et de progression du véhicule sur le fond marin. Cette détente, en fin d'opération, produit un allègement du véhicule permettant ainsi sa remontée.

Ce sous-marin de dragage et de remontée de nodules à énergie pneumatique dispose de peu de possibilités de guidage pendant sa descente ou pendant son déplacement sur le fond marin. Par ailleurs, l'énergie pneumatique emmagasinée sur ces engins de dragage est nécessaire tant au dragage lui-même qu'à la remontée des matériaux collectés sur le fond et le rendement énergétique est très mauvais.

La demande de brevet français n° 77 01288 déposée au nom du demandeur le 18 Janvier 1977 décrit un autre procédé dans lequel l'énergie nécessaire aux manoeuvres précises du véhicule et au dragage sur le fond marin est emmagasinée

dans les engins sous forme connue, par exemple sous forme électrique mais où l'énergie nécessaire à la descente et à la remontée du véhicule est apportée sous forme d'une énergie potentielle. Plus précisément, elle est produite
5 par un léger excès de lest permettant la descente. Ce lest est progressivement largué au fur et à mesure du dragage et l'excès de lest restant encore après le dragage est largué à la fin de l'opération pour rendre l'engin léger afin de permettre sa remontée. Cette remontée et cette
10 descente peuvent être guidés avec précision par la forme hydrodynamique de l'engin sous-marin qui se comporte comme un "planeur" sous l'excès de poids apparent nécessaire à la descente ou sous l'excès de flottabilité nécessaire à la remontée.

15 Ce procédé présente comme avantage de permettre une économie importante d'énergie dans toutes les phases de l'opération de ramassage et de remontée des nodules. Des propulseurs alimentés en énergie pour la progression sur le fond sont les seuls à fonctionner pendant une durée importante, alors
20 que les propulseurs auxiliaires de manoeuvre sont peu utilisés (uniquement pour les manoeuvres précises d'atterrissage sur le fond-marin et/ou de rendez-vous lors du retour à la surface).

On connaît par ailleurs de nombreux engins sous-marins ou véhicules qui, pour de faibles profondeurs, trouvent
25 leur flottabilité dans l'étanchéité de leur coque et qui, pour les grandes immersions, utilisent des produits de flottabilité résistant aux très hautes pressions pour constituer un "sous-marin humide". Celui-ci, outre l'éventuelle capsule étanche résistante où se trouvent les passagers
30 si l'engin est habité, comporte une structure formant une armature tubulaire ou autre, reliant les divers éléments pesants entre eux. Sur cette armature, est fixé en général le produit de flottabilité sous forme de blocs de faibles
35 ou moyennes dimensions. Ces sous-marins humides comportent ou non une carène hydrodynamique qui, si elle existe, se présente sous forme d'un carénage mince mais en aucun cas

ce carénage ne se confond avec la surface externe du produit de flottabilité. On comprend que les structures précédemment évoquées interviennent largement dans le bilan de poids apparent dans l'eau des engins sous-marins ainsi réalisés.

5 Cela entraîne en conséquence l'augmentation de la masse de produit de flottabilité nécessaire à la réalisation de la flottabilité nulle ou positive.

Parmi ces véhicules, on peut citer celui qui est décrit et revendiqué dans la demande de brevet n° 77 29460
10 déposée le 30 septembre 1977 au nom du demandeur.

La présente invention a précisément pour objet un véhicule sous-marin perfectionné pour le ramassage et la remontée de matériaux (en particulier de nodules) qui pallie les inconvénients cités ci-dessus.

15 L'engin de dragage et de remontée, objet de la présente invention s'applique plus particulièrement au procédé qui vient d'être évoqué et concerne un véhicule assurant la descente et la remontée sous forme d'énergie potentielle transformée en propulsion longitudinale à l'aide
20 des formes hydrodynamiques externes du véhicule l'amenant à planer à la descente comme à la remontée, ayant pour fonction essentielle de se déplacer au contact des fonds marins à l'aide de propulseurs principaux alimentés par une énergie stockée en même temps que cette dernière énergie actionne
25 des mécanismes de dragage situés à l'avant dudit véhicule et sur toute sa largeur frontale, l'appui et la propulsion sur le fond étant réalisés par lesdits propulseurs principaux de forme cylindrique rotatifs comportant des filets d'hélice placés de part et d'autre du véhicule par unité ou par paire.

30 Il se distingue des sous-marins pour grande profondeur connus en ce qu'il permet la remontée de masses importantes de minéraux collectés sur le fond avec le rapport maximal entre la masse totale et la charge utile remontée. Par charge utile, on entend la charge remontée, laquelle diffère pour les engins
35 selon l'invention le moins possible de la charge de lest nécessaire descendue et la différence entre les deux constituant

l'énergie potentielle. Par charge, on entend ici poids apparent dans l'eau. Pour mémoire, il est rappelé que les sous-marins habités connus pour grande immersion peuvent remonter tout au plus une masse équivalente à 10 % de leur propre masse ainsi que le bathyscaphe dont le flotteur est liquide. Le véhicule selon l'invention permet de remonter au moins 30 % de sa masse totale.

Pour obtenir ces résultats selon l'invention, le véhicule sous-marin pour le ramassage et la remontée de matériaux reposant sur un fond marin à grande profondeur, qui est du type comportant une structure porteuse, des éléments de ramassage des matériaux, des silos de stockage des matériaux ramassés et/ou de matériau de lest, des moyens de transfert entre lesdits éléments de ramassage et lesdits silos ; et des propulseurs principaux pour faire avancer ledit véhicule sur le fond marin, se caractérise en ce que ladite structure porteuse est réalisée en un matériau de flottabilité, ladite structure ayant la forme d'un anneau ayant un plan de symétrie longitudinal et définissant l'étrave, l'arrière et les flancs dudit véhicule et ménageant ainsi un espace libre central, la face externe de ladite structure réalisant la carène dudit véhicule, lesdits silos de stockage étant disposés dans l'espace libre central et fixés à ladite structure porteuse, lesdits éléments de ramassage étant disposés en avant et en dessous de ladite étrave, lesdits propulseurs principaux étant fixés sur la face inférieure de ladite structure porteuse.

Selon une caractéristique préférée de réalisation, ladite structure porteuse est réalisée par association côte à côte d'éléments modulaires réalisés en un matériau de flottabilité, lesdits éléments modulaires étant solidarisés entre eux, par des éléments d'assemblage travaillant à la traction, la face latérale externe de chaque élément modulaire définissant la portion correspondante de la carène.

Selon une autre caractéristique préférée de réalisation, les éléments de ramassage sont disposés côte à côte et

occupent sensiblement toute la largeur du véhicule ; lesdits silos de stockage sont disposés selon au moins deux lignes parallèles au plan de symétrie longitudinal dudit véhicule et placés symétriquement par rapport à ce plan, chaque ligne occupant sensiblement toute la longueur dudit espace libre central ; et lesdits moyens de transfert consistent en un premier ensemble de convoyeurs se déplaçant dans la direction de la longueur du véhicule, chaque convoyeur du premier ensemble étant associé à un élément de ramassage, un deuxième ensemble de convoyeurs constitué par au moins deux convoyeurs symétriques par rapport audit plan longitudinal et aptes à ramener vers ledit plan longitudinal les matériaux transférés par les convoyeurs du premier ensemble, et un troisième ensemble de convoyeurs constitué par au moins deux convoyeurs disposés symétriquement par rapport au plan longitudinal et passant au-dessus de l'ouverture supérieure des silos desdites lignes et permettant le déversement par gravité desdits matériaux dans lesdits silos.

De toutes façons l'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux figures annexées sur lesquelles :

- la fig. 1 est une vue simplifiée en perspective du véhicule sous-marin,
- 25 - la fig. 2a est une vue en perspective de la structure porteuse constituant en même temps le corps de flottabilité et la carène,
- la fig. 2b est une vue en coupe horizontale de la structure porteuse,
- 30 - la fig. 2c est une demi-vue en coupe verticale de la structure porteuse,
- la fig. 3a est une vue partielle en coupe longitudinale du véhicule montrant un convoyeur principal,
- les fig. 3b et 3c sont des vues de détail de la fig. 3a montrant la façon dont on commande le basculement des godets du convoyeur au-dessus d'un silo non totalement rempli,

- la fig. 4 est une demi-vue en coupe verticale du véhicule montrant la structure d'un silo de stockage de nodules et/ou de lest,

5 - la fig. 5a est une vue simplifiée en perspective d'un élément de ramassage, et

- la fig. 5b est une vue en coupe verticale de l'élément de ramassage de la fig. 5a.

Sur la fig. 1 on a représenté en perspective partiellement écorchée l'ensemble du véhicule selon l'invention. Ce
10 véhicule comprend une structure porteuse 2 ayant la forme d'un anneau, elle comprend une partie frontale 2a formant étrave, une partie arrière 2b et deux montants latéraux ou flancs 2c et 2d. Selon une caractéristique essentielle de l'invention, cette structure porteuse 2 est constituée par un
15 matériau de flottabilité résistant aux grandes pressions que le véhicule est amené à supporter. Il est important d'observer que la structure 2 constitue par sa face externe la carène du véhicule. Dans ce matériau de flottabilité, sont prévus un certain nombre d'orifices permettant de loger des propulseurs
20 auxiliaires du véhicule pour permettre les manoeuvres de celui-ci. On trouve d'une part quatre propulseurs verticaux 4a, 4b, 4c (le quatrième propulseur n'est pas visible sur la fig. 1). On trouve également des propulseurs latéraux tels que 6a et 6b, les autres propulseurs n'étant pas
25 visibles et enfin, des propulseurs longitudinaux, seul le propulseur 8a étant visible. Fixé sur la face inférieure de la structure porteuse de flottabilité 2, on trouve un châssis d'assemblage 10 sur la face inférieure duquel sont fixés des propulseurs principaux de déplacement sur le sol
30 portant la référence générique 12. Dans le cas considéré et comme on le verra mieux sur les autres figures, de chaque côté du véhicule, on trouve quatre propulseurs 12 montés par paire en boggies. Ces propulseurs sont de préférence constitués par des vis d'Archimède comme cela est décrit
35 dans la demande de brevet français n° 77 01288.

A la partie avant de la structure porteuse 2, on

trouve des éléments de ramassage 14 disposés côte à côte. Ils sont tous identiques et occupent toute la largeur du véhicule. Ces éléments de ramassage 14 peuvent correspondre à ceux qui ont déjà été décrits dans la demande de brevet français n° 77 29460. De préférence, ils sont constitués
5 comme on va le décrire en liaison avec les fig. 5a et 5b.

Dans l'espace interne de la structure porteuse 2, est logé un ensemble de silos de stockage, de nodules disposés selon deux alignements parallèles au plan de symétrie longitudinal du véhicule. Ces silos verticaux sont référencés 16,
10 16a.... 16n et pour l'autre ligne 16', 16'a.... 16'n. En avant de ces deux alignements de silos, on trouve des silos référencés 18 et 18' dont on expliquera ultérieurement le fonctionnement.

Le transfert des nodules prélevés par les organes de ramassage 14 jusque dans les silos de stockage 16, 16' se fait par trois ensembles de convoyeurs. On trouve tout d'abord une première série de convoyeurs 20, chacun de ces convoyeurs étant associé à un élément de ramassage 14. Ces convoyeurs
20 20 transfèrent les matériaux dans un plan parallèle au plan longitudinal. De part et d'autre du plan de symétrie, la moitié des convoyeurs se déversent dans un des convoyeurs 22 et 22'. Ces deux convoyeurs transfèrent le matériau dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie du véhicule.
25 Chacun des convoyeurs 22 récupère les nodules entraînés par la moitié correspondante des convoyeurs 20. Enfin, les nodules transférés par ces deux convoyeurs 22 sont acheminés vers un troisième ensemble constitué par deux convoyeurs 24 et 24' qui transfèrent les nodules des convoyeurs 22 jusque dans les
30 silos 16, 16'. On voit que la partie supérieure du convoyeur 24 ou 24' passe au-dessus respectivement des silos 16 et des silos 16'. On décrira plus en détail ultérieurement la structure de ces convoyeurs et en particulier celle des convoyeurs 24 et 24'.

35 L'énergie électrique nécessaire pour alimenter les divers propulseurs ainsi que par exemple les moteurs d'entraî-

nement des convoyeurs et autres organes annexes qui seront décrits ultérieurement est assurée par deux ensembles de batteries tels que 26 montés symétriquement de part et d'autre du plan longitudinal du véhicule. De préférence, ces
5 batteries sont montées coulissantes dans une structure à glissière 28 solidaire du châssis inférieur 10. Un système de vis-écrou actionné par un moteur 32 permet de déplacer selon la direction longitudinale du véhicule l'ensemble de batteries 26. Comme on le précisera ultérieurement, cela
10 permet de régler l'assiette longitudinale du véhicule.

Sur les fig. 2a à 2c, on a représenté le mode de réalisation préféré de la structure porteuse constituant en même temps la carène et le corps de flottabilité. Comme on l'a déjà indiqué, cette structure porteuse comporte une
15 partie avant 2a formant étrave, une zone arrière 2b qui de préférence est munie d'ailerons 2'b et 2''b et de deux poutres longitudinales ou flancs 2c et 2d. En fait, ces structures sont modulaires comme on le voit mieux sur la fig. 2b. Chacun de ces quatre éléments est constitué par un assemblage
20 d'éléments modulaires portant la référence générale 40. Ces éléments modulaires comportent dans leur face de contact, soit une partie faisant saillie 42, soit une partie en creux 42'. Les divers éléments modulaires 40 constituant un des quatre éléments 2a à 2d sont maintenus entre eux par des
25 tirants horizontaux 44 et 46. Des tirants servent également à solidariser entre elles les quatre parties de la structure porteuse. Bien entendu, le profil de chaque élément modulaire 40 est adapté à la forme externe de la carène à réaliser et aux évidements internes pour créer l'espace interne dans
30 lequel sont placés les silos de stockage et les convoyeurs. En outre, comme on l'a déjà exposé, certains de ces éléments modulaires 40 comportent des alésages qui permettent en particulier la mise en place des divers propulseurs. Sur la
fig. 2c, on a représenté schématiquement la liaison entre
35 ces divers éléments de la structure porteuse 2 et le châssis d'assemblage 10. Cette liaison se fait également par des

tirants qui sont alors verticaux et qui portent la référence 48, ces tirants étant fixés à leur extrémité inférieure sur le châssis 10. Dans les éléments modulaires, sont prévus des évidements pour permettre en particulier l'implantation des batteries 26. Le châssis 10 assemble essentiellement les propulseurs principaux à vis d'Archimède 12, les silos de stockage 16 et 16' entre eux et l'ensemble sur la structure porteuse 2.

Chaque élément modulaire 40 de la structure porteuse qui constitue en même temps l'élément de flottabilité peut avantageusement être réalisé en un matériau aggloméré résistant à la pression. Ce matériau peut consister en des sphérules de verre creuses entre lesquelles peuvent s'agglomérer des sphères de diamètre plus important. Chaque élément modulaire peut être moulé. Il faut ajouter que pour éviter, du fait des tirants, l'introduction de concentrations de contraintes excessives, on peut appliquer entre les surfaces en contact des volumes convenables d'élastomère répartissant les contraintes.

Si l'on considère l'ensemble de la structure porteuse 2, on peut observer que sa forme générale est aplatie et présente un coefficient C_x optimal, un coefficient C_z très élevé et un coefficient C_y moyen. On constate que la structure porteuse ainsi constituée permet de rapprocher autant que faire se peut, le centre de flottabilité globale et le centre de gravité de l'ensemble du véhicule. En effet, une structure dans laquelle les parties pondéreuses seraient situées vers le bas et les parties légères vers le haut, aurait un couple de rappel hydrostatique très élevé. Or, pour permettre la descente du véhicule selon l'invention, il faut pouvoir donner au véhicule lors de cette phase, une assiette longitudinale négative importante, cette assiette pouvant atteindre 45° . Il est nécessaire que le couple de rappel positif soit suffisamment faible pour que 10 % d'excès de lest placé à l'avant lors de la descente, soit capable d'entraîner la position angulaire inclinée requise de 45°

environ. Cette disposition est donc d'une part optimale pour la réalisation de la stabilité transversale et longitudinale limitée, d'autre part, du fait que les silos de stockage occupent une position centrale, on minimise au maximum les
5 couples dus à des défauts de symétrie latérale ou longitudinale de la charge utile. On expliquera ultérieurement comment se fait le remplissage des silos.

A titre d'exemple, la structure porteuse et donc l'ensemble du véhicule, grâce à l'assemblage des modules
10 élémentaires, peut permettre de constituer de très grands volumes. La largeur du véhicule peut atteindre 12 mètres, la longueur 30 mètres et la hauteur 7,50 m.

On voit par ailleurs, que grâce à la structure porteuse selon l'invention que l'on vient de décrire, on peut
15 aisément effectuer l'enlèvement global de tous les autres composants (le propulseur sur le sol 12, la batterie 26, les silos 16, 16' et 18, les éléments de convoyeur, les éléments de ramassage 14) par simple élévation verticale. Le châssis d'assemblage 10 n'apporte que la résistance nécessaire lors
20 du montage et de la maintenance du véhicule.

Les différents éléments essentiellement pondéreux et/ou mécaniques qui viennent d'être cités sont, grâce à la disposition annulaire de la structure porteuse, répartis
25 de telle façon que les masses importantes ne soient pas placées trop bas dans cette structure. A cet effet, les batteries 26 pourront être placées en dessous de la structure porteuse comme on l'a décrit ou en fonction de la répartition des masses, placées au-dessus des poutres longitudinales 2c
30 et 2d. A l'exception des batteries 26 (qui représentent à peu près 50 tonnes sur les 800 tonnes de l'engin chargé), si celles-ci sont placées en partie supérieure, on voit que la totalité des éléments pondéreux est disposée en dessous de la structure porteuse et exerce en permanence une traction sur les
35 modules 40 de la structure porteuse constituant la carène.

Sur les fig. 3a à 3c, on a représenté le mode de réalisation et de fonctionnement du convoyeur 24 de remplissage

des silos. Ce convoyeur est de préférence constitué par deux courroies parallèles (seule la courroie 24a étant visible) sur lesquelles sont montés pivotants des godets tels que 24b. Le tracé du convoyeur 24 comporte une phase de

5 chargement 50, une phase de chargement avec déplacement horizontal 52, une phase de descente 54 et une phase de retour 56. Ces différentes phases sont définies par des poulies de renvoi 58a, 58b, et 58c et par une roue d'entraînement 58d actionnée par un moteur (non représenté).

10 Sur la figure simplifiée 3a, on voit que les godets 24b, dans la phase montante 50, restent dans une position horizontale retenant ainsi les modules en se déplaçant depuis une goulotte de chargement 60 disposée en dessous du convoyeur 22 jusqu'au tracé horizontal 52.

15 Lorsqu'un godet passe au-dessus du premier silo non rempli, par exemple le silo 16, le godet bascule (godet 24'b) pour déverser par gravité son chargement dans le silo correspondant. Après ce basculement, le godet 24'b reste dans la même position et ne se retrouve redressé qu'en position 24''b au-dessus du

20 silo plein 16b. Il rebascule au-delà de la roue 58b.

Sur les figures de détail 3b et 3c, on a représenté un mode d'actionnement de ces godets pour assurer que le déversement des modules se produit effectivement comme on l'a indiqué. Sur cette figure, on voit que chaque godet 24b est

25 muni sur sa face externe d'une tige 62 portant à son extrémité libre un galet 64. Dans la région correspondant à la phase montante 50, une rampe inclinée 66 est montée parallèle au trajet du convoyeur 24. Cette rampe est disposée de telle façon que le galet 64 qui est en appui sur la rampe 66,

30 maintient le godet 24b dans une position horizontale assurant la rétention des nodules. Cette rampe 66 au-delà de la poulie 58a se poursuit par une rampe horizontale 68 qui assure que, lorsque le galet 64 est en appui sur cette rampe 68, les godets sont maintenus en position horizontale.

35 Au droit de chaque silo à remplir par les nodules, la rampe 68 présente un décrochement 70 raccordé à la rampe 68 par des portions inclinées 76, 76'. Chaque silo de stockage

16, 16a... et 16', 16'a... comporte deux portions de rampe mobile 74 sur lesquelles sont fixés deux volets inclinés 72 et 72'. Les deux portions de rampe 74 et les volets 72 et 72' ménagent entre eux un orifice de remplissage des silos. Les
5 deux portions de rampe 74 sont solidaires de tiges de guidage 77 maintenues dans des guides 77'.

Les volets 72 sont fixés sur les guides 77 à travers des fenêtres 75 ménagées dans la paroi du silo. Lorsque le silo 16 ou 16' correspondant n'est pas rempli, les portions de
10 rampe 74 sont en position basse et raccordées à la rampe 68 par des plans inclinés 76. En conséquence, lorsque le godet 24b arrive au droit du premier silo non rempli, le galet 64 entre en contact avec les portions inclinées 76 et la rampe mobile 74 et on provoque ainsi le basculement du godet
15 24b qui se déverse dans le silo. Au contraire, lorsque le silo correspondant 16 ou 16' est rempli, les volets inclinés 72 sont remontés par le remplissage en nodules du silo, de telle façon que la portion de rampe de guidage 74 arrive en alignement avec le reste de la rampe de guidage 68.
20 Ainsi, lorsqu'un nouveau godet 24b se présente au droit du silo 16 ou 16' rempli, la rampe sur laquelle est appliqué le galet 64 ne présente pas de discontinuité à ce niveau. Il y a un léger enfoncement de la rampe mobile 74 ne provoquant qu'un déversement très réduit de nodules hors du godet. Ce
25 basculement complet ne se produira qu'au droit du premier silo où la portion de rampe correspondante 74 se trouve en position basse.

Comme on l'a déjà indiqué, la descente et la remontée du véhicule sont provoquée par un jeu sur le poids apparent
30 de celui-ci, ce poids apparent étant réglé par un lest constitué par du minerai stérile logé ou extrait des silos de stockage. Sur la fig. 4, on a précisément représenté le dispositif qui permet d'évacuer le matériau stérile stocké dans un silo de stockage 16 ou 16' avant le remplissage de
35 celui-ci par des nodules prélevés. Dans ce but et comme on le voit sur la fig. 4, les silos 16 comportent à leur partie

inférieure un fond 80. Le silo se prolonge par une tubulure 82 disposée perpendiculairement au plan de symétrie longitudinal du véhicule. Une vis d'Archimède 84 est logée au-dessus du fond 80 et se poursuit dans la conduite 82. Cette vis
5 est entraînée par un moteur 86 fixée à l'extrémité de la vis, comme on le voit sur la fig. 4. Le fond 80 et la tubulure 82 sont munis d'orifices 88 qui permettent l'échappement du matériau stérile pour provoquer le délestage. Ces orifices 88 sont disposés de telle façon que le stérile
10 délesté symbolisé par les références A se répande sensiblement sur la moitié de la largeur du véhicule pour réaliser ainsi une bonne répartition du stérile délesté. On notera que le stérile (voir brevets cités) peut provenir du traitement des nodules et se présente sous la forme d'une boue de haute
15 densité. Le silo 16 comporte à sa partie supérieure une conduite 90 de chargement en stérile et vers son fond, il est prévu dans chaque silo 16 ou 16' une conduite 92 d'injection d'eau pour transformer la boue compactée en une boue fluidisée qui pourra être évacuée et distribuée par les
20 vis d'Archimède 84. Ainsi, on peut commander séparément le délestage pour chaque silo.

Comme on l'a déjà indiqué, le ramassage des nodules sur le fond marin se fait par l'intermédiaire d'un certain nombre d'éléments de ramassage individuels 14 qui occupent
25 sensiblement toute la largeur du véhicule. Compte tenu du fait que le fond marin peut présenter des inégalités locales, il est intéressant de prévoir des éléments de ramassage qui peuvent s'adapter à ces inégalités de façon aussi précise que possible. En effet, pour assurer un taux de ramassage, il
30 est nécessaire que l'ensemble des éléments de ramassage se conforme au profil du fond marin. Dans ce but, on a représenté sur les fig. 5a et 5b un mode préféré de réalisation des éléments de ramassage 14.

Chaque élément 14 est monté à cardan à l'extrémité
35 inférieure de deux tiges 100. Les tiges sont montées coulissantes par rapport à la structure porteuse 2 par l'intermédiaire

d'un certain nombre de galets de guidage tels que 102. De plus, un élément de flottabilité 104 est fixé à l'extrémité supérieure des tiges 100. A leur extrémité inférieure, les tiges 100 sont raccordées par une traverse 106 dans laquelle
5 une fourche 108 est montée pivotante autour de l'axe XX'. Les extrémités 108a et 108b de la fourche 108 sont montées tourillonnantes dans les flancs 110a et 110b du corps 110 de l'élément de ramassage 14. Comme on le voit mieux sur la fig. 5b, le corps 110 comporte un fond arrière 112 et un fond
10 avant 114 séparés par un évidement. Dans cet évidement, on trouve un rateau 116 de ramassage de nodules qui est incliné. Le corps 110 comporte à l'avant une carène 118 raccordée au fond 114.

A la sortie du rateau 116, des moyens connus
15 mécaniques ou hydrodynamiques entraînent les nodules N vers la partie inférieure du convoyeur 20 associé à l'élément de ramassage. En N' on a représenté un nodule placé dans un godet 20a du convoyeur 20.

Un rouleau 122 sur lequel passe le convoyeur 20 est
20 monté tournant dans des pièces 124 solidaires de l'extrémité inférieure des tiges 100. Le convoyeur 20 passe également sur des rouleaux de renvoi 126, 128 et 130 montés tourillonnants par rapport aux tiges 100. L'un de ces rouleaux assure l'entraînement du convoyeur 20 et est associé à un moteur
25 (non représenté).

Au-delà du rouleau 128, les nodules tombent sur un des convoyeurs 22 et 22'.

Le fonctionnement d'un élément de ramassage 14 est le suivant. Grâce aux possibilités de coulissement des tiges 100
30 par rapport à la structure porteuse 2 et grâce au montage à cardan des éléments de ramassage 14 par rapport aux tiges 100, les rateaux 116 et les surfaces 114 et 112 se conforment à la surface du sol marin. De plus, l'élément de flottabilité 104 permet de compenser le poids apparent de l'élément de
35 ramassage avec son convoyeur, afin d'adapter la pression d'appui à une valeur convenable sur les sédiments du fond

marin. En fait, ceux-ci ne tolèrent qu'une charge unitaire très faible pour permettre un glissement convenable du "traîneau" constitué par le corps 110 de l'élément de ramassage. En outre, la zone d'appui 112 (en arrière de la zone de dragage) complète l'appui au sol réalisé par la zone d'appui avant 114. Cette surface d'appui permet, lors du dragage, de tolérer un certain poids apparent de l'ensemble de dragage par l'intermédiaire du montage à cardan.

A titre d'exemple, chaque élément de ramassage peut avoir une largeur de l'ordre d'un mètre, et le véhicule comporte douze ensembles identiques, six d'entre eux étant associés au convoyeur 22 et les six autres au convoyeur 22'.

Au vu de la description précédente du mode de réalisation préféré du véhicule, on va décrire le mode de mise en oeuvre de celui-ci.

Auprès de la station de surface, on remplit de matériau stérile certains des silos de stockage de la façon suivante : les silos 16_a à 16_n et 16'_a à 16'_n sont remplis de matériau stérile ainsi que le silo 18 jusqu'à pesée indifférente du véhicule mesurable par dynamométrie de ses réactions sur la station de surface. L'ajustage du poids d'équilibre est réalisé à l'aide des derniers silos situés auprès du centre de gravité, le silo 16 restant vide. On remplit ensuite le silo extrême avant 18' dont l'excès de poids va provoquer la descente du véhicule. En outre, le réglage de la position des ensembles d'accumulateurs permet d'ajuster l'assiette pour la descente. Eventuellement, on peut ajuster la trajectoire de descente par les propulseurs auxiliaires verticaux. Avant l'atterrissage, le recul des batteries et une vidange partielle éventuelle du silo extrême avant rétablissent l'assiette horizontale et la forme avec C_z élevé assure l'atterrissage en douceur, et on met en route les propulseurs.

Une fois que le véhicule repose sur le sol, on commande, comme cela est bien connu, la descente des éléments de dragage à l'aide de dispositifs de montée et de descente

(non représentés sur la fig. 5b) qui permettent en particulier de remonter les éléments de ramassage lors des déplacements verticaux du véhicule pour en améliorer l'hydrodynamisme et on effectue en même temps le dragage. Le comportement des
5 éléments de ramassage 14 a déjà été décrit. Il faut cependant noter que, en cas de non fonctionnement d'un élément de ramassage, le rateau 116 peut se retourner, ce qui n'empêche pas l'élément de glisser sur la surface des nodules non ramassés. Ainsi, la défaillance d'un élément
10 de ramassage n'entraîne qu'une perte de production, mais pas l'arrêt du véhicule.

Au fur et à mesure du ramassage, les nodules sont entraînés par les convoyeurs 20 et ramenés par les convoyeurs 22 et 22' à l'entrée des convoyeurs principaux 24 et 24'.
15 Ces convoyeurs remplissent successivement les silos vides comme on l'a expliqué en liaison avec les figures 3a et 3c. Simultanément et avec un silo d'avance, on vide la boue stérile de lestage des silos, pour permettre le remplissage en nodules. Cette vidange est assurée par les vis d'Archimède.
20 On maintient à une valeur sensiblement constante le poids apparent du véhicule.

Il faut ajouter que même s'il y a une différence entre la quantité de nodules gradués par les éléments de ramassage associés au convoyeur 24 par rapport à ceux qui
25 sont associés au convoyeur 24', il y a néanmoins remplissage complet des silos. En effet, le convoyeur associé à la ligne de silos déjà remplis continue à fonctionner en rejetant les nodules prélevés au-delà de la poulie 58b (Fig. 3a) pendant que l'autre convoyeur termine le remplissage de l'autre
30 ligne de silos. Ainsi, on maintient autant que possible l'assiette transversale du véhicule.

Lorsque le remplissage des silos est achevé, on vide le lest des silos avant 18 et 18', ce qui d'une part assure un poids négatif apparent permettant la remontée du véhicule et
35 d'autre part, réalise la prise d'assiette positive voulue du véhicule pour la remontée. Cette prise d'inclinaison peut

être complétée en déplaçant vers l'arrière les ensembles d'accumulateurs 26.

5 Il découle de la description précédente que le véhicule objet de l'invention, présente de nombreux avantages par rapport à ceux de l'art antérieur. Certains de ses éléments constitutifs remplissent plusieurs fonctions.

10 La structure porteuse constitue en plus l'élément de flottabilité et la carène du véhicule nécessaire à son "planage", les accumulateurs jouent en plus le rôle de masse d'équilibrage pour assurer l'assiette longitudinale du véhicule pour les phases de descente et de remontée. Enfin, les silos de stockage servent à la fois pour le lest et pour le stockage des nodules.

15 De plus, le véhicule permet un chargement maximum en nodules par rapport à son poids "à vide". Les éléments de ramassage assurent une collecte efficace des nodules, même si le fond marin a un profil irrégulier. Enfin, les moyens de transfert des nodules vers les silos de stockage assurent un remplissage complet de ceux-ci, sans créer de
20 déséquilibre transverse du véhicule, malgré des variations statistiques de la densité des nodules sur le fond marin parcouru par le véhicule.

REVENDEICATIONS

1. Véhicule sous-marin pour le ramassage et la remontée de matériaux reposant sur un fond marin à grande profondeur, du type comportant une structure porteuse (2), des éléments de ramassage (14) des matériaux, des silos de stockage (16) des matériaux ramassés et/ou de matériau de lest, des moyens de transfert (20, 22, 24) entre lesdits éléments de ramassage et lesdits silos et des propulseurs principaux (12) pour faire avancer ledit véhicule sur le fond marin, ledit véhicule se caractérisant en ce que ladite structure porteuse (2) est réalisée en un matériau de flottabilité, ladite structure ayant la forme d'un anneau ayant un plan de symétrie longitudinal et définissant l'étrave (2a), l'arrière (2b) et les flancs (2c, 2d) dudit véhicule et ménageant ainsi un espace libre central, la face externe de ladite structure réalisant la carène dudit véhicule, lesdits silos de stockage (16) étant disposés dans l'espace libre central et fixés à ladite structure porteuse, lesdits éléments de ramassage (14) étant disposés en avant et sous ladite étrave (2a), lesdits propulseurs principaux (12) étant également fixés sur la face inférieure de ladite structure porteuse.

2. Véhicule selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite structure porteuse (2) est réalisée par association côte à côte d'éléments modulaires (40) réalisés en un matériau de flottabilité, lesdits éléments modulaires étant solidarisés entre eux par des éléments d'assemblage (44, 46) travaillant en traction, la face latérale externe de chaque élément modulaire définissant la portion correspondante de carène.

3. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdits éléments de ramassage (14) sont disposés côte à côte et occupent sensiblement toute la largeur du véhicule, en ce que

lesdits silos de stockage (16) sont disposés selon au moins deux lignes (16, 16') parallèles au plan de symétrie longitudinal dudit véhicule et placés symétriquement par rapport à ce plan, chaque ligne occupant sensiblement toute la longueur dudit espace libre central, et en ce que lesdits moyens de transfert consistent en un premier ensemble de convoyeurs (20) se déplaçant dans la direction de la longueur du véhicule, chaque convoyeur du premier ensemble étant associé à un élément de ramassage (14), un deuxième ensemble de convoyeurs constitué par au moins deux convoyeurs symétriques (22) par rapport audit plan longitudinal et aptes à ramener vers ledit plan longitudinal les matériaux transférés par les convoyeurs du premier ensemble (20), et un troisième ensemble de convoyeurs constitué par au moins deux convoyeurs (24) disposés symétriquement par rapport au plan longitudinal et passant au-dessus de l'ouverture supérieure des silos desdites lignes (16, 16') et permettant le déversement par gravité desdits matériaux dans lesdits silos.

4. Véhicule selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend deux lignes de silos de stockage (16, 16'), en ce que les deuxième et troisième ensembles de convoyeurs comportent chacun deux convoyeurs (22, 22' ; 24, 24'), chaque convoyeur du troisième ensemble se déplaçant au-dessus d'une ligne de silos, chaque convoyeur du troisième ensemble et chaque silo étant munis de moyens (64, 74, 76) pour ne permettre le déversement dudit matériau que dans tout silo (16) non rempli rencontré dans le sens de déplacement du convoyeur (24).

5. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend deux ensembles d'accumulateurs d'énergie électrique (26), chaque ensemble étant disposé symétriquement par rapport au plan longitudinal, chaque ensemble étant monté sur des moyens de déplacement en translation (30) selon la direction dudit plan longitudinal.

6. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que chaque élément de ramassage (14) est constitué par un corps de ramassage monté à cardan à l'extrémité inférieure de deux tiges de supportage (100) montées coulissantes par rapport à ladite structure porteuse (2), ledit corps de ramassage étant muni d'un râteau (116) apte à ramasser les matériaux sur le fond marin.

7. Véhicule selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit corps de ramassage comporte une première surface d'appui (114) disposée en avant dudit râteau et une deuxième surface d'appui (112) disposée en arrière dudit râteau (116) par rapport au sens de déplacement du véhicule et en ce que lesdites tiges (100) sont munies à leur extrémité supérieure d'un élément de flottabilité (104) apte à réduire la pression d'appui desdites surfaces lors du ramassage des matériaux.

8. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que chaque silo (16) comporte à son extrémité inférieure des moyens (84, 88) pour évacuer le lest qui les remplit initialement.

9. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend, dans la partie avant de la zone interne des silos (18) aptes à recevoir du lest pour la descente du véhicule et aptes à rejeter ce lest pour la remontée du véhicule.

10. Véhicule selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits convoyeurs du troisième ensemble (24) sont du type à godets, lesdits godets (24b) étant montés pivotants par rapport aux courroies (24a) de chaque convoyeur, chaque godet comportant un galet (64) apte à coopérer avec une rampe (66, 68) parallèle au tracé dudit convoyeur, ladite rampe présentant des décrochements (70) au droit de chaque silo (18) permettant le

5 basculement desdits godets, chaque silo étant muni d'une portion de rampe mobile (74) apte à prendre une position haute prolongeant ladite rampe (66, 68) et une position basse de niveau avec lesdits décrochements (70), ladite rampe étant munie sur sa face tournée vers le silo, de moyens (72) pour amener en position haute ladite portion de rampe lorsque le silo est plein.

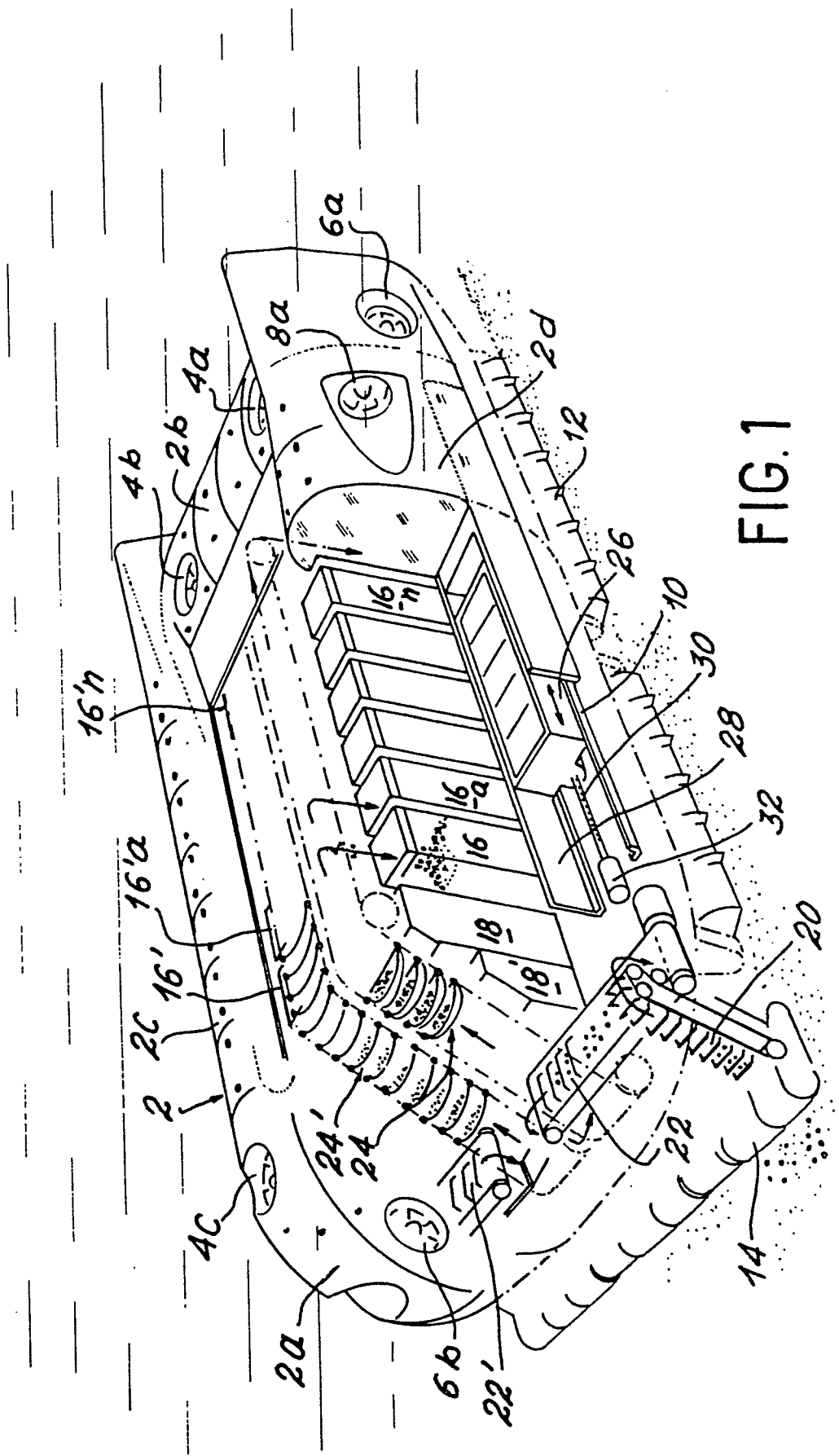


FIG. 1

2 / 7

FIG. 2a

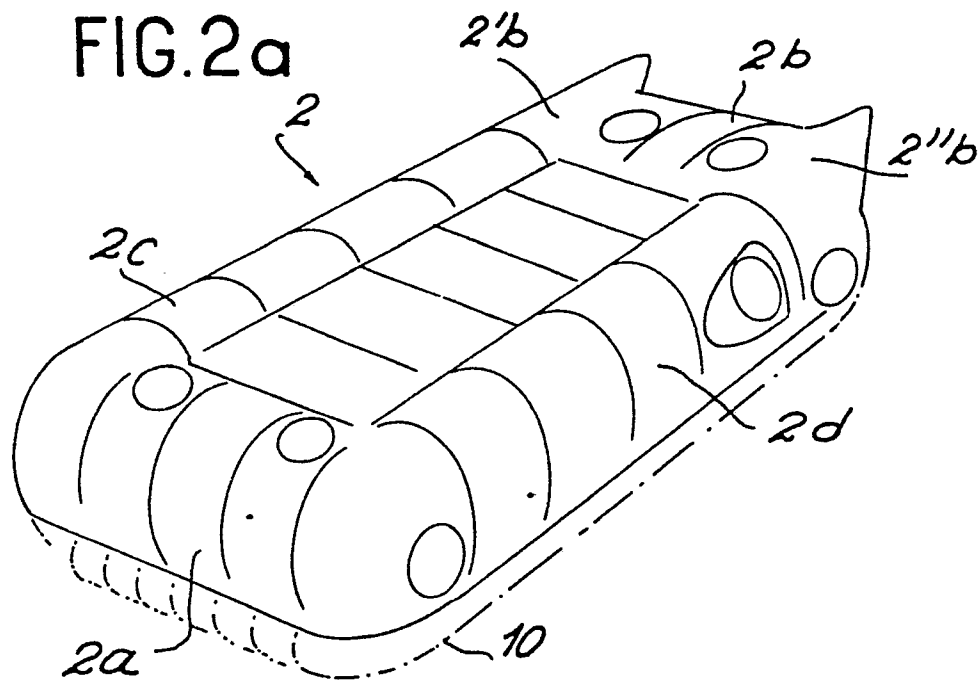


FIG. 2c

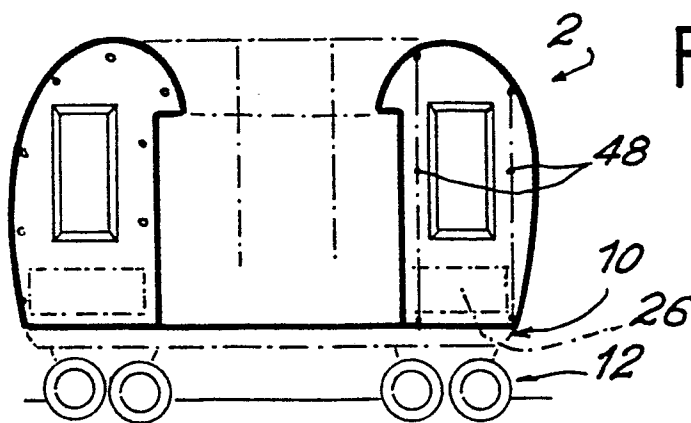
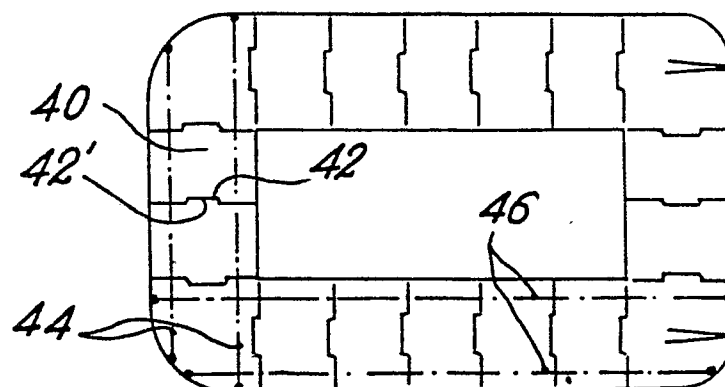
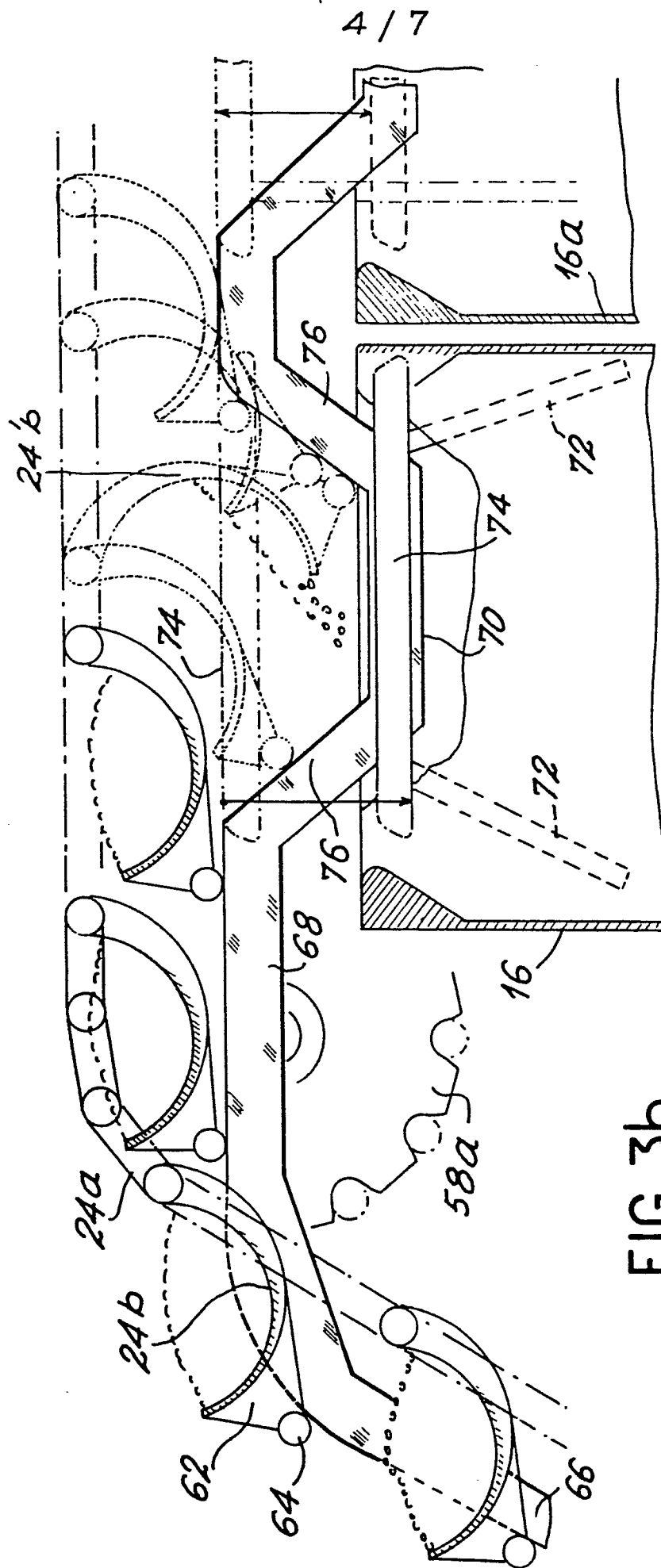
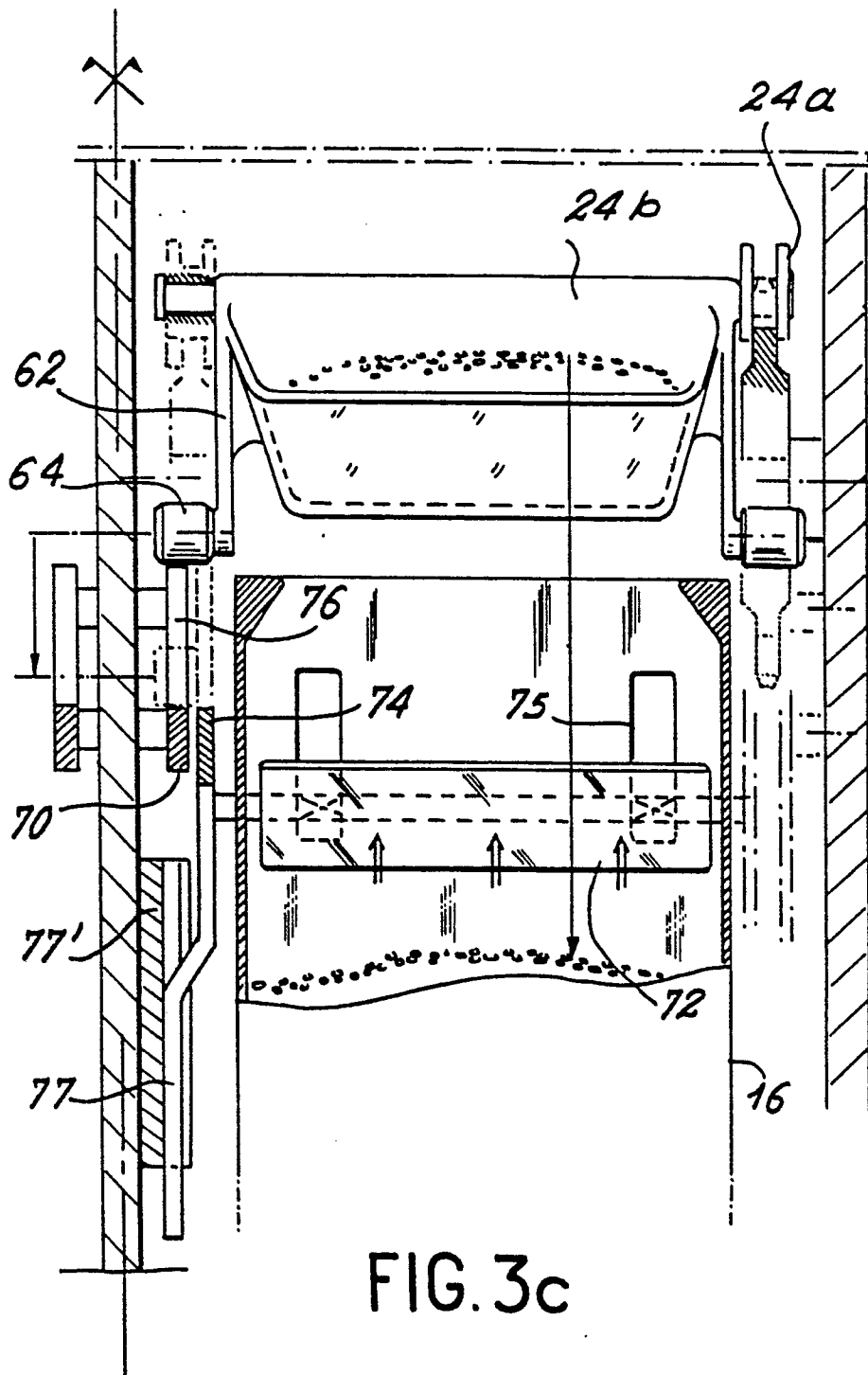


FIG. 2b







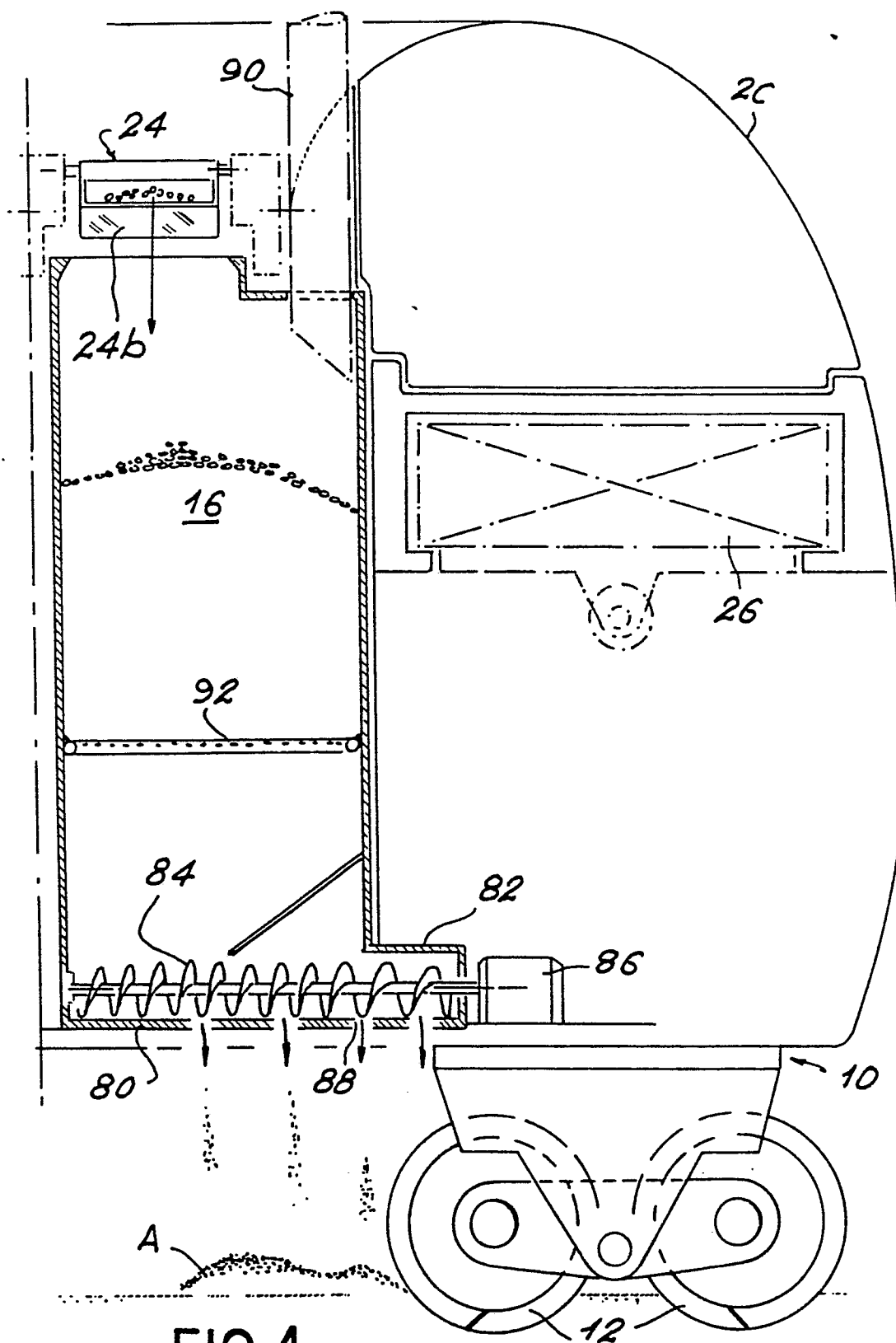


FIG. 4

OES Form 1503.2 06.78