



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 34995 B1** (51) Cl. internationale : **E21C 41/26**  
(43) Date de publication : **03.04.2014**

- 
- (21) N° Dépôt : **35202**  
(22) Date de Dépôt : **11.09.2012**  
(30) Données de Priorité : **13.09.2011 FR 1158121**  
(71) Demandeur(s) : **BRUNONE RENE, 46, RUE DU GENERAL LECLERC 27950 SAINT-MARCEL (FR)**  
(72) Inventeur(s) : **BRUNONE, René**  
(74) Mandataire : **CABINET PATENTMARK**

---

(54) Titre : **PROCÉDÉ D'EXPLOITATION D'UNE MINE À CIEL OUVERT**

- (57) Abrégé : Le procédé consiste à transférer des matières extraites à partir d'une première zone d'excavation (8) à un dispositif de séparation (12). Une fraction stérile et une fraction utile contenant un produit minéral dans les matières extraites sont séparées dans le dispositif de séparation. La fraction stérile séparé est transféré à un convoyeur mobile (14) qui s'étend longitudinalement le long d'une deuxième zone excavée. Une troisième zone d'excavation (2) est remplie en déchargeant la fraction stérile du transporteur mobile et en déplaçant le convoyeur mobile transversalement à travers la troisième zone excavée. Les zones excavées sont tranchées longitudinales. Une revendication indépendante est également inclus pour un dispositif pour exploiter une mine de produits minéraux à l'air libre.

**ABREGÉ****Procédé d'exploitation d'une mine à ciel ouvert**

Le procédé d'exploitation d'une mine d'un produit minéral à ciel ouvert comprend les étapes suivantes :

- excavation successive d'une pluralité de zones (2, 4, 6, 8) de la mine, la pluralité de zones comprenant au moins une zone déjà excavée (2) et une zone en cours d'excavation (8), l'excavation étant réalisée par extraction et évacuation des matériaux constituant le sol de la zone;
- pour la zone (8) en cours d'excavation, transfert des matériaux extraits depuis la zone en cours d'excavation (8) jusqu'à un dispositif de séparation (12),
- dans le dispositif de séparation (12), séparation des matériaux extraits en une fraction stérile et une fraction utile contenant le produit minéral ;
- transfert de la fraction stérile jusqu'à un convoyeur mobile (14) s'étendant longitudinalement le long de la zone déjà excavée (7);
- comblement de la zone déjà excavée (2) par déversement de la fraction stérile depuis le convoyeur mobile (14) dans la zone déjà excavée (2) et déplacement du convoyeur mobile (14) transversalement à travers la zone déjà excavée (2).

Figure 1 -

1 01 AVR 2014

**Procédé d'exploitation d'une mine à ciel ouvert**

L'invention concerne en général l'exploitation des mines à ciel ouvert.

Certaines mines de phosphate sont exploitées en excavant successivement des tranchées, parallèles les unes aux autres.

5 On excave ainsi d'abord une première tranchée, présentant longitudinalement une longueur de plusieurs kilomètres, et transversalement une largeur d'environ 30 mètres. Cette tranchée est excavée sur une profondeur d'environ 40 mètres.

10 On excave ensuite une seconde tranchée, sensiblement de mêmes dimensions que la première, et jouxtant la première tranchée. Les matériaux issus des couches stériles de la seconde tranchée sont repoussés dans la première tranchée. Les matériaux issus des couches contenant du phosphate sont évacués par des camions appelés « dumpers » jusqu'à un dispositif de criblage situé à plusieurs kilomètres des tranchées.

Les matériaux issus des couches stériles de la troisième tranchée, qui jouxte la seconde tranchée, sont repoussés dans la seconde tranchée, etc ...

15 Un tel procédé présente plusieurs désavantages.

Après excavation des tranchées et comblement par les matériaux issus des couches stériles, l'état du terrain est dégradé. Il est difficile notamment de reconstituer une surface régulière. Ainsi, les terrains peuvent être difficilement réutilisés.

20 De plus, le matériau issu des couches contenant le phosphate, traité dans l'installation de criblage fixe, est séparé en une fraction contenant du phosphate et une fraction ne contenant que les stériles. Ces stériles sont stockés à proximité de l'installation de criblage. Pour des raisons d'économie, on rassemble ces matériaux stériles sous forme de monticules, similaire aux terrils qu'on peut voir à proximité des mines de charbon. Ces stériles ne sont pas ramenés jusqu'aux zones excavées et restent en place.

25 Par ailleurs, la noria de dumpers utilisés pour transférer les matériaux contenant du phosphate jusqu'à l'installation de criblage fixe consomme une quantité de carburant importante.

30 Enfin, le sol de la mine est généralement constitué d'une pluralité de couches contenant essentiellement des matériaux stériles, et d'une pluralité de couches contenant du phosphate intercalées entre les couches stériles. Les couches stériles, pour une tranchée donnée, sont directement repoussées par des bulldozers dans la tranchée voisine. Ceci est facile pour les couches stériles supérieures, qui sont situées à des niveaux plus élevés que le fond de la tranchée excavée voisine. Ceci est plus difficile quand on atteint les couches stériles inférieures. En effet, la tranchée voisine a déjà été  
35 partiellement comblée par les couches stériles supérieures. Les couches stériles

inférieures sont donc situées à un niveau inférieur à celui de la tranchée voisine déjà partiellement comblée.

Dans ce contexte, l'invention vise à proposer un procédé d'exploitation qui permette de s'affranchir des inconvénients mentionnés ci-dessus.

5 A cette fin, l'invention porte selon un premier aspect sur un procédé d'exploitation d'une mine d'un produit minéral à ciel ouvert, le procédé comprenant les étapes suivantes :

10 - excavation successive de pluralité de zones de la mine, la pluralité de zones comprenant au moins une zone déjà excavée et une zone en cours d'excavation, l'excavation étant réalisée par extraction et évacuation des matériaux constituant le sol de la zone ;

- pour la zone en cours d'excavation, transfert des matériaux extraits depuis la zone en cours d'excavation jusqu'à un dispositif de séparation ;

15 - dans le dispositif de séparation, séparation des matériaux extraits en une fraction stérile et une fraction utile contenant le produit minéral ;

- transfert de la fraction stérile jusqu'à un convoyeur mobile s'étendant longitudinalement le long de la zone déjà excavée ;

20 - comblement de la zone déjà excavée par déversement de la fraction stérile depuis le convoyeur mobile dans la zone déjà excavée et déplacement du convoyeur transversalement à travers la zone déjà excavée.

Ainsi, dans le procédé de l'invention, l'ensemble des matériaux stériles est transféré jusqu'au convoyeur mobile permettant de disperser ces matériaux stériles dans la zone déjà excavée. L'utilisation d'un tel convoyeur mobile permet une dispersion uniforme des matériaux stériles dans la zone déjà excavée. L'état du terrain, après 25 comblement de la zone déjà excavée, est meilleur. Notamment, le terrain est beaucoup moins irrégulier.

Tous les matériaux stériles, y compris ceux qui sont excavés avec le produit minéral à extraire, sont renvoyés dans les zones déjà excavées pour comblement de ces zones. Le procédé n'entraîne donc pas la création de monticules, à distance des zones 30 excavées.

Les zones excavées successivement sont par exemple des tranchées longitudinales, parallèles les unes aux autres et se jouxtant les unes les autres.

En variante, les zones ont d'autres formes, et ne sont pas nécessairement des tranchées de forme allongée.

35 Dans le dispositif de séparation, la séparation des matériaux extraits en une fraction stérile et une fraction utile, se fait de préférence par criblage, sur la base de la

granulométrie des matériaux extraits. La fraction utile est de granulométrie plus faible, la fraction stérile correspondant au matériau de granulométrie plus élevé. Toutefois, il est envisageable d'utiliser toutes sortes de méthodes de séparation, basées sur la densité, ou sur tout autre critère.

5 Le convoyeur mobile s'étend sur toute la longueur de la zone déjà excavée. Ainsi, si la zone déjà excavée est une tranchée de plusieurs kilomètres de long, le convoyeur mobile aura une longueur de plusieurs kilomètres. La zone déjà excavée ne jouxte pas nécessairement la zone en cours d'excavation. Au contraire, elle est généralement décalée par rapport à la zone en cours d'excavation, de manière à ne pas perturber le  
10 travail d'excavation. Par exemple, quand les zones sont des tranchées parallèles les unes aux autres et se jouxtant les unes les autres, la mine comportera à tout instant donné plusieurs tranchées déjà excavées et non encore comblées, situées côte à côte. La zone comblée par les matériaux provenant de la zone en cours d'excavation sera séparée de celle-ci par plusieurs autres zones déjà excavées.

15 Le procédé est applicable à toutes les mines à ciel ouvert. Il est applicable notamment aux mines de phosphate à ciel ouvert.

Le procédé est particulièrement avantageux quand le sol comprend une pluralité de couches stériles contenant une proportion de produit minéral inférieure à une première limite déterminée, et une pluralité de couches utiles contenant une proportion de produit  
20 minéral supérieure à une seconde limite prédéterminée, les couches stériles et utiles étant superposées alternativement les unes aux autres, les matériaux extraits des couches stériles étant transférés jusqu'au dispositif de criblage.

Ainsi, les matériaux extraits des couches stériles sont dispersés dans une zone déjà excavée par l'intermédiaire du convoyeur mobile, ce qui permet un comblement très  
25 uniforme de ladite zone déjà excavée par les matériaux stériles. Les matériaux des couches utiles sont eux aussi transférés jusqu'au dispositif de séparation. La fraction stérile contenue dans les couches utiles suit le même chemin que les matériaux provenant des couches stériles. Ces deux flux sont dirigés vers le convoyeur mobile pour être déversés dans la zone déjà excavée.

30 Il est à noter que le dispositif de séparation comporte un organe de séparation réalisant la séparation entre la fraction utile et la fraction stérile des matériaux. Avantageusement, cet organe peut être bipassé. Ainsi, quand les matériaux à traiter proviennent des couches stériles, l'organe de séparation est bipassé et les matériaux sont orientés directement vers le convoyeur mobile. Au contraire, quand les matériaux à traiter  
35 proviennent des couches utiles, l'organe de séparation n'est pas bipassé. Seule la fraction

stérile est orientée vers le convoyeur mobile. La fraction utile comportant le produit minéral est orientée vers une usine de traitement.

Le convoyeur mobile est avantageusement un convoyeur à bande du type décrit dans la demande **FR 2 834501**. Comme indiqué dans cette demande, il comporte un ensemble de châssis de support reposant sur le sol, et une bande transporteuse supportée par les châssis de support. La bande transporteuse transporte la fraction stérile. Le convoyeur comporte encore un brin souple filiforme, typiquement un câble d'acier, dont les extrémités sont ancrées par rapport au sol. Le brin souple filiforme s'étend le long de tout le convoyeur. Chacun des châssis de support est relié au brin souple filiforme. Un engin autopropulsé se déplace le long du convoyeur. Cet engin comporte un organe de sollicitation transversale du brin souple filiforme, agencé de telle sorte que le mouvement longitudinal de l'engin le long du convoyeur provoque un déplacement transversal du brin filiforme, qui entraîne à son tour les châssis de support.

Les stations de support sont déplacées successivement, à partir d'une extrémité du convoyeur jusqu'à l'autre extrémité du convoyeur, au fur et à mesure du déplacement de l'engin mobile

L'engin mobile effectue des allers-retours le long du convoyeur mobile. A chaque passage de l'engin mobile, les châssis de support sont déplacés de plusieurs dizaines de centimètres, suivant la direction transversale.

L'engin mobile comporte typiquement un dispositif à tapis transporteur, déversant la fraction stérile depuis le convoyeur mobile dans la zone déjà excavée.

Le dispositif à tapis transporteur transfère transversalement la fraction stérile et la projette dans la zone déjà excavée. Le tapis transporteur du dispositif est court, sa longueur n'excédant pas quelques mètres.

Pour permettre le transfert de la fraction stérile du convoyeur mobile au dispositif à tapis transporteur, le convoyeur mobile possède un sous-ensemble qui se déplace le long du convoyeur mobile de manière synchronisée avec le dispositif à bande transporteuse. Ce sous-ensemble comporte une trémie, placée au-dessus du tapis transporteur. Par ailleurs, le sous-ensemble comporte une structure agencée pour dévier localement la bande transporteuse jusqu'à un rouleau de retournement situé au niveau de la trémie. La bande est ainsi soulevée localement au-dessus des châssis de support. Après passage autour du rouleau de retournement, la bande est ramenée par la structure sur les châssis de support. Le rouleau de retournement est lié à la structure. La structure est déplaçable longitudinalement le long du convoyeur mobile, de manière continue sans qu'il soit nécessaire d'interrompre la circulation de la bande transporteuse. De préférence, la structure est liée à l'engin mobile.

La fraction stérile est ainsi transportée d'une extrémité de chargement du convoyeur mobile jusqu'au rouleau de retournement, déversée dans la trémie et tombe depuis la trémie sur le tapis transporteur. Le tapis la projette dans la zone déjà excavée.

5 La surface sur laquelle la fraction stérile est épandue se déplace longitudinalement le long de la zone déjà excavée au fur et à mesure du déplacement de l'engin mobile. Elle se déplace également transversalement au fur et à mesure du déplacement du convoyeur mobile. Ainsi, on comble progressivement la totalité de la zone déjà excavée.

10 Quand la partie de la zone déjà excavée est entièrement comblée, le convoyeur mobile vient progressivement se positionner sur cette partie comblée, ce qui permet d'atteindre d'autres parties de la zone à combler.

En variante, le convoyeur mobile peut être déplacé transversalement par tout autre moyen adapté. Par ailleurs, le transfert de la fraction stérile du convoyeur mobile dans la zone déjà excavée peut être réalisé par tout autre moyen adapté, par exemple un convoyeur à godets ou à chaînes.

15 De préférence, les matériaux extraits sont transférés depuis la zone en cours d'excavation jusqu'au dispositif de séparation par un convoyeur d'évacuation. Ce convoyeur d'évacuation est typiquement un convoyeur à bande. Ainsi, l'essentiel du transport est assuré non pas par des norias de camions mais par un dispositif du type convoyeur, beaucoup moins gourmand en énergie. Le convoyeur peut ne pas être un  
20 convoyeur à bande, mais être plutôt un convoyeur à godets ou à chaînes

Dans ce cas, les matériaux extraits de la zone en cours d'excavation passent d'abord dans un dispositif de séparation préalable, avant chargement sur le convoyeur d'évacuation, ce dispositif de séparation préalable séparant les matériaux de granulométrie supérieure à une limite prédéterminée.

25 La fonction du dispositif de séparation préalable est d'éliminer les matériaux dont la granulométrie n'est pas adaptée à un transport par convoyeur d'évacuation. Par exemple, le dispositif de séparation préalable sépare par criblage les matériaux dont la granulométrie est supérieure à 100 mm, de préférence supérieure à 200 mm. La quantité de matériaux séparés dans le dispositif de séparation préalable est par exemple de l'ordre  
30 de 10% de la masse totale des matériaux extraits.

Les matériaux extraits sont typiquement transférés jusqu'au convoyeur d'évacuation par des camions. Les camions sont par exemple chargés en matériaux extraits par des chargeurs, par exemple des pelles. Ainsi, les camions n'assurent le transport que sur une faible distance, depuis la zone en cours d'excavation jusqu'à  
35 l'extrémité de chargement du convoyeur d'évacuation. L'extrémité de chargement du convoyeur d'évacuation est située à proximité de la zone en cours d'excavation.



Cette extrémité de chargement est déplacée au fur et à mesure que de nouvelles zones de la mine sont excavées. Ainsi, la distance sur laquelle les matériaux sont transportés par camion reste toujours modérée.

Typiquement, le dispositif de séparation est situé hors des zones excavées, les matériaux extraits étant remontés depuis un fond de la zone en cours d'excavation jusqu'au dispositif de séparation essentiellement par le convoyeur d'évacuation.

Le dispositif de séparation est situé au niveau du sol, c'est-à-dire à un niveau nettement plus haut que le fond de la zone en cours d'excavation. Dans le cas d'une mine de phosphate, le fond de la zone en cours d'excavation est situé à environ 40 m au-dessous du sol, c'est-à-dire à un niveau de 40 m au-dessous du dispositif de séparation. L'extrémité de chargement du convoyeur d'évacuation est située sensiblement au niveau du fond de la zone en cours d'excavation. Elle est située par exemple dans une zone ayant été déjà excavée, mais n'ayant pas encore été comblée par déversement de la fraction stérile provenant d'une autre zone. Ainsi, le parcours effectué par les camions de la zone en cours d'excavation jusqu'à l'extrémité de chargement du convoyeur d'évacuation présente un faible dénivelé. Les camions n'ont pas à remonter chargés, pour sortir des zones excavées ou en cours d'excavation. La consommation en carburant des camions est de ce fait réduite.

L'essentiel du travail de remontée des matériaux extraits hors de la zone en cours d'excavation est effectué par le convoyeur d'évacuation, ce qui est particulièrement économique en énergie.

Les matériaux de forte granulométrie séparés par le dispositif de séparation préalable sont dirigés directement vers la zone déjà excavée jouxtant la zone en cours d'excavation. Typiquement, ces matériaux s'accumulent à côté du dispositif de séparation préalable. Ils sont laissés en place ou, en variante, sont dispersés par des bulldozers.

Typiquement, la fraction stérile est transférée depuis le dispositif de séparation jusqu'au convoyeur mobile par un convoyeur de retour s'étendant suivant la direction transversale, le convoyeur mobile se déplaçant transversalement le long du convoyeur de retour, le convoyeur de retour comportant un sous-ensemble de transfert de la fraction stérile depuis le convoyeur de retour vers le convoyeur mobile, ce sous-ensemble se déplaçant transversalement de manière synchronisée avec le convoyeur mobile. Ainsi, l'extrémité amont du convoyeur mobile se déplace transversalement le long du convoyeur de retour. Le convoyeur de retour est typiquement un convoyeur à bande. Il comprend une bande transporteuse prévue pour transporter la fraction stérile, et des châssis de support de la bande, agencés le long du convoyeur de retour.



Le sous-ensemble de transfert de la fraction stérile est semblable au sous-ensemble décrit ci-dessus, permettant de transférer la fraction stérile depuis le convoyeur mobile jusqu'au dispositif à tapis transporteur. Il comprend lui aussi une trémie placée au-dessus de l'extrémité amont de la bande transporteuse du convoyeur mobile, un rouleau de retournement et une structure permettant de dévier localement la bande du convoyeur de retour jusqu'au rouleau de retournement. Après passage autour du rouleau de retournement, la structure ramène la bande transporteuse sur les châssis de support du convoyeur de retour.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée donnée ci-dessous, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux figures annexées parmi lesquelles :

- la Figure 1 est une vue d'ensemble d'une partie d'une mine de phosphate à ciel ouvert ;
- la Figure 2 est un diagramme d'étape décrivant les principales étapes du procédé de l'invention ;
- la Figure 3 est une vue schématique en coupe de la structure du sol de la mine ;
- la Figure 4 est une vue schématique du dispositif permettant d'excaver la zone en cours d'excavation, et de transférer les matériaux extraits vers le convoyeur d'évacuation ;
- la Figure 5 est une représentation schématique du dispositif de chargement du convoyeur d'évacuation ;
- la Figure 6 est une représentation schématique partielle du convoyeur mobile permettant de combler la zone déjà excavée, en vue de dessus ;
- la Figure 7 est une vue de côté du dispositif de criblage et du convoyeur de retour de la fraction stérile ;
- la Figure 8 est une vue de côté du convoyeur mobile et du dispositif à tapis transporteur ;
- la Figure 9 est une vue agrandie d'un détail de la Figure 6 ; et
- la Figure 10 est une vue de côté du dispositif à tapis transporteur qui déverse la fraction stérile depuis le convoyeur mobile dans la zone déjà excavée.

La Figure 1 représente une partie d'une mine de phosphate à ciel ouvert. La mine comporte plusieurs parties, exploitées selon le même procédé, avec des équipements analogues. Seul le procédé d'exploitation d'une partie de la mine sera donc décrit ici.

Les principales étapes de ce procédé sont représentées sur la Figure 2. Le procédé comprend les étapes suivantes :

- excavation successive d'une pluralité de zones 2, 4, 6, 8, chaque zone étant excavée par extraction et évacuation des matériaux constituant le sol de la zone ;
- pour la zone 8 en cours d'excavation, criblage préalable des matériaux extraits ;
- transport par camion des matériaux extraits depuis la zone en cours d'excavation jusqu'à une trémie de chargement d'un convoyeur d'évacuation des matériaux extraits 10 ;
- transport des matériaux extraits par le convoyeur d'évacuation jusqu'à un dispositif de criblage 12 ;
- criblage des matériaux extraits, de manière à séparer ces matériaux en une fraction stérile et une fraction utile contenant le phosphate ;
- transport de la fraction utile contenant le phosphate vers une usine de traitement ;
- transport de la fraction stérile jusqu'à un convoyeur mobile 14 ;
- comblement d'une zone 2 déjà excavée par la fraction stérile.

Comme visible sur la Figure 1, les zones 2, 4, 6 et 8 qui sont excavées successivement, sont des tranchées, allongées suivant une direction longitudinale. Ces tranchées sont parallèles les unes aux autres et disposées les unes à côté des autres. Chaque tranchée présente une longueur comprise entre trois et six kilomètres, une largeur valant par exemple 30 mètres, et, après excavation, une profondeur d'environ 40 m. Les proportions ne sont pas respectées sur la Figure 1.

Comme visible également sur la Figure 1, la zone 2 correspond à la tranchée qui est en cours de comblement par les matériaux stériles issus de la tranchée 8, qui est en cours d'excavation.

La tranchée 6 correspond à la tranchée ayant été excavée immédiatement avant la tranchée 8. Elle jouxte la tranchée 8. Les tranchées 4 sont disposées entre la tranchée 2 en cours de comblement, et la tranchée 6. Elles sont partiellement comblées, avec des matériaux issus du criblage préalable, comme expliqué ci-dessous.

La structure du sol dans une telle mine est illustrée sur la Figure 3. Le sol présente alternativement des couches stériles 16 et des couches dites utiles 18, contenant du phosphate. Les couches stériles 16 contiennent une proportion massique de phosphate inférieure à une limite prédéterminée, par exemple 10%. Les couches 18 comprennent une proportion de phosphate supérieure à une seconde limite prédéterminée, par exemple 30%. Les couches 18 comprennent, outre le phosphate, des matériaux stériles, par exemple des cailloux ou de l'argile. Les couches 16 comportent essentiellement des matériaux stériles, par exemple des cailloux ou de l'argile. Le sol comporte un nombre

variable de couches allant de 2 à plus de 20 couches. Typiquement, 6 à 7 couches utiles sont exploitées.

L'étape d'excavation est réalisée en fissurant le sol à excaver, par exemple à l'aide d'explosifs. Comme le montre la Figure 4, le sol une fois fissuré est déblayé à l'aide de pelles hydrauliques 20. Les matériaux extraits du sol par la pelle 20 sont chargés dans un dispositif de criblage préalable 22, placés au-dessus d'une trémie 24. Le dispositif de criblage préalable 22 sépare les matériaux dont la granulométrie est supérieure à 200 mm des matériaux dont la granulométrie est inférieure à 200 mm. Les matériaux de granulométrie inférieurs à 200 mm tombent dans la trémie 24. Ils sont ensuite chargés à partir de la trémie 24 sur un tapis convoyeur 26, le tapis convoyeur 26 déversant ces matériaux dans un camion 28, encore appelé « dumper ». Les matériaux de granulométrie supérieurs à 200 mm sont rejetés sur le sol à côté de la trémie 24. Ils sont dispersés par des bulldozers au fond de la tranchée 6. Ainsi, au fur et à mesure de l'excavation de la tranchée 8, la tranchée 6 est partiellement comblée par les matériaux de granulométrie supérieure à 200 mm. La fraction des matériaux ayant une granulométrie supérieure à 200 mm est environ 10% de la masse totale de matériaux extraits.

Comme le montre la Figure 1, on utilise simultanément pour l'étape d'excavation, plusieurs ensembles pelle hydraulique / dispositif de criblage / trémie / tapis convoyeur, répartis longitudinalement le long de la tranchée 8.

Les dumpers 28 transportent les matériaux extraits, ayant subi l'opération de criblage préalable, jusqu'à une extrémité de chargement du convoyeur d'évacuation 10.

Comme visible sur la Figure 5, les dumpers 28 déversent les matériaux extraits dans une trémie 30. De la trémie 30, les matériaux s'écoulent jusqu'à un tapis 32 de transfert. L'extrémité du tapis 32 est située au-dessus de l'extrémité 34 de chargement du convoyeur d'évacuation 10.

Comme visible sur la Figure 1, l'extrémité 34 de chargement du convoyeur 10 est située à une extrémité longitudinale d'une des tranchées 4. Ladite tranchée 4, à ce niveau, n'est pas comblée, de telle sorte que le niveau du fond de la tranchée 4 est sensiblement le même que le niveau du fond de la tranchée 8 en cours d'excavation.

Les dumpers 28 circulent sensiblement à un niveau constant depuis la tranchée 8 jusqu'à l'extrémité 34 du convoyeur d'évacuation 10.

Le convoyeur d'évacuation 10, visible sur la Figure 1, est un convoyeur à bande. Ce convoyeur comporte une pluralité de stations de support 36 régulièrement réparties le long du trajet du convoyeur à bande 10, et une bande transporteuse 38, supportée par les

stations de chargement de support 36. La bande est agencée pour transporter les matériaux depuis l'extrémité 34 jusqu'au dispositif de criblage 12.

La bande 38 est typiquement repliée en boucle autour de deux rouleaux de retournement. Elle comporte ainsi deux brins, un brin de transport 40 et un brin de retour 42. Le brin de transport 40 permet de transporter les matériaux. Le brin de retour 42 est situé sous le brin de transport 40.

Le dispositif de criblage 12 est prévu pour séparer les matériaux arrivant du convoyeur d'évacuation 10 en une fraction stérile et une fraction utile contenant le phosphate. Le dispositif 12 comporte à cet effet un organe de criblage 44, visible sur la Figure 7. Le criblage est effectué en fonction de la granulométrie des matériaux. Les matériaux ayant une granulométrie supérieure à 15 mm constituent la fraction stérile. Les matériaux ayant une granulométrie inférieure à 15 mm constituent la fraction utile.

La fraction utile, en sortant du dispositif de criblage 12, est dirigée vers un convoyeur 46, qui transfère la fraction utile jusqu'à une usine de traitement du phosphate. Dans cette usine, le phosphate est purifié, par exemple par lavage.

Cette usine n'est pas représentée.

La fraction stérile sortant du dispositif de criblage 12 est transférée sur un convoyeur de retour 48, visible sur les Figures 6, 7 et 1.

Il est à noter que le dispositif de criblage 12 est agencé pour permettre de bypasser l'organe de criblage 44. En effet, quand le matériau extrait provient d'une couche stérile 16, il n'est pas nécessaire d'effectuer l'opération de criblage visant à séparer la fraction utile contenant le phosphate de la fraction stérile. Dans ce cas, l'exploitant agence le dispositif de criblage 12 de manière à ce que les matériaux reçus du convoyeur d'évacuation 10 passent directement dans le convoyeur de retour 48, sans être traité par l'organe de criblage 44.

Au contraire, quand le matériau arrivant par le convoyeur d'évacuation 10 provient d'une couche utile 18, contenant du phosphate, l'exploitant agence le dispositif de criblage 12 de manière à ce que le produit extrait traverse l'organe de criblage 44.

Le convoyeur de retour 48 est un convoyeur à bande, du même type que le convoyeur d'évacuation 10. Il s'étend suivant la direction transversale, et est sensiblement parallèlement au convoyeur d'évacuation 10.

Le convoyeur mobile 14 est du type décrit dans la demande de brevet publiée sous le N° FR 2 834 501. Le convoyeur mobile 14 est un convoyeur à bande comportant :

- un ensemble de châssis de support 50 indépendants les uns des autres, reposant sur le sol, et disposés successivement suivant la longueur du convoyeur 14;
- une bande transporteuse 52 portée par lesdits châssis de support 50 ;

- un lien longiligne souple 53, disposé suivant la longueur du convoyeur, et s'étendant parallèlement à celui-ci. Le lien longiligne est représenté sur la figure 6. Il s'agit typiquement d'un câble métallique, dont les extrémités sont immobilisées par rapport au sol, et qui est maintenu tendu. Chaque châssis de support 50 comporte un bras rigide 51, à une extrémité duquel est fixé rigidement le câble métallique 53.

Le convoyeur mobile 14 se déplace transversalement, progressivement, au fur et à mesure du comblement des tranchées par la fraction stérile. Pour ce faire, un engin mobile 55 se déplace le long de la bande transporteuse 14 (Figures 6, 8 et 10). Cet engin 55 a deux fonctions :

- 10 - il projette la fraction stérile provenant du convoyeur de retour 48 et circulant sur la bande 52 du convoyeur mobile jusque dans la tranchée 2 ;
- son déplacement longitudinal provoque le déplacement transversal du convoyeur mobile 14, par action sur le câble métallique 53.

L'engin mobile 55 comporte une structure 56 disposée à cheval au-dessus du convoyeur mobile 14, et montée sur des chenilles 58. La structure 56 est formée de plusieurs mâts 60 solidarisés les uns aux autres.

L'engin mobile 55 comporte encore un dispositif à tapis transporteur 62, suspendu à la structure 56. Le tapis transporteur 63 du dispositif 62 est court, et s'étend transversalement à partir du convoyeur mobile 14. Le tapis 63 présente une première extrémité 64 située sensiblement au-dessus du convoyeur 14, et une seconde extrémité 66 disposée sensiblement au bord de la tranchée 2.

Le convoyeur mobile 14 comporte encore un sous-ensemble 67 de transfert de la fraction stérile depuis le brin de transport de la bande 52 jusqu'au tapis 63. Comme visible sur la Figure 8, ce sous-ensemble 67 comprend une trémie 68, un rouleau de retournement 70 et une structure 72 permettant de dévier localement le brin de transport de la bande 52 à l'écart des châssis de support 50, jusqu'au rouleau de retournement 70. Le rouleau de retournement 70 et la trémie 68 sont montés sur la structure 72. Celle-ci est suspendue aux mâts 60. La trémie 68 est située au-dessus de l'extrémité 64 du tapis transporteur 62. Le rouleau de retournement 70 est situé immédiatement à côté de la trémie 68, de telle sorte que les matériaux transportés par le brin de transport sont déversés dans la trémie 68 en arrivant au rouleau de retournement 70. Après avoir circulé autour du rouleau de retournement 70, le brin de transport est guidé par la structure 72 jusqu'à un second rouleau de retournement, qui force le brin de transport à revenir au contact des châssis de support 50.

La fraction stérile s'écoule depuis la trémie 68 jusqu'à l'extrémité 64 du tapis transporteur 62, est transportée jusqu'à l'extrémité 66, et projetée de l'extrémité 66 dans la tranchée 2.

Il est à noter que le sous-ensemble 67 peut se déplacer le long du convoyeur mobile 14 sans interruption de la circulation de la bande 52. Ainsi, le point auquel la fraction stérile est prélevée de la bande transporteuse 52 se déplace longitudinalement le long du convoyeur mobile, et le point auquel la fraction stérile est projetée dans la tranchée 2 se déplace longitudinalement le long de la tranchée 2.

Le convoyeur de retour 48 comporte un engin mobile 74 analogue à l'engin mobile 55 et un sous-ensemble 76 analogue au sous-ensemble 67 du convoyeur mobile. L'engin mobile 74 supporte et déplace transversalement une extrémité de chargement 77 de la bande 52.

Le sous-ensemble 76 permet de transférer la fraction stérile depuis la bande transporteuse du convoyeur de retour 48 jusque sur l'extrémité de chargement 77 de la bande transporteuse 52 du convoyeur mobile 14. L'engin mobile 74 et le sous-ensemble 76 se déplacent transversalement, de manière synchronisée avec le convoyeur mobile 14.

Comme visible sur la Figure 9, pour provoquer le déplacement transversal du convoyeur mobile 14, l'engin mobile 54 est équipé d'une chape 78 coopérant avec le câble métallique 53. La chape 78 définit un canal 80 dans lequel le câble métallique 53 est libre de circuler. Le canal est délimité par deux bords convexes 82, de convexité tournées l'une vers l'autre.

Le profil du canal 80 est tel que le déplacement longitudinal de la chape 78 (flèche F1 de la Figure 9) provoque une traction transversale sur le câble 53 (flèche F2 de la Figure 9), ladite traction transversale étant transmise aux châssis 50 situés à proximité de l'engin mobile 55. Ainsi, au fur et à mesure que l'engin mobile 55 se déplace longitudinalement, les châssis 50 du convoyeur mobile 14 se trouvant à proximité sont tirés transversalement.

L'engin mobile 55 se déplace longitudinalement d'une extrémité à l'autre du convoyeur mobile 14, dans un sens puis dans l'autre. A chaque passage, les châssis de support 50 du convoyeur sont déplacées de plusieurs dizaines de centimètres. La zone dans laquelle la fraction stérile est projetée par la bande transporteuse 62 se déplace ainsi progressivement transversalement. Ceci permet de combler la tranchée 2 sur toute sa largeur transversale.

REVENDICATIONS

1.- Procédé d'exploitation d'une mine d'un produit minéral à ciel ouvert, le procédé comprenant les étapes suivantes :

5 - excavation successive d'une pluralité de zones (2, 4, 6, 8) de la mine, la pluralité de zones comprenant au moins une zone déjà excavée (2) et une zone en cours d'excavation (8), l'excavation étant réalisée par extraction et évacuation des matériaux constituant le sol de la zone;

- pour la zone (8) en cours d'excavation, transfert des matériaux extraits depuis la zone en cours d'excavation (8) jusqu'à un dispositif de séparation (12),

10 - dans le dispositif de séparation (12), séparation des matériaux extraits en une fraction stérile et une fraction utile contenant le produit minéral ;

- transfert de la fraction stérile jusqu'à un convoyeur mobile (14) s'étendant longitudinalement le long de la zone déjà excavée (7);

15 - comblement de la zone déjà excavée (2) par déversement de la fraction stérile depuis le convoyeur mobile (14) dans la zone déjà excavée (2) et déplacement du convoyeur mobile (14) transversalement à travers la zone déjà excavée (2).

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le sol comprend une pluralité de couches stériles (16) contenant une proportion de produit minéral inférieure à une première limite déterminée et une pluralité de couches utiles (18) contenant une proportion de produit minéral supérieure à une seconde limite prédéterminée, les couches stériles et utiles (16, 18) étant superposées alternativement les une sur les autres, les matériaux extraits des couches stériles (16) étant transférés jusqu'au dispositif de séparation (12).

25 3.- Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les matériaux extraits sont transférés depuis la zone en cours d'excavation (8) jusqu'au dispositif de séparation (12) par un convoyeur d'évacuation (10).

30 4.- Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les matériaux extraits passent dans un dispositif de séparation préalable (22), avant chargement sur le convoyeur d'évacuation (10), séparant les matériaux de granulométrie supérieure à une limite prédéterminée.

5.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de séparation (12) est situé hors des zones excavées (2, 4, 6, 8).

35 6.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 4, caractérisé en ce que les matériaux extraits sont transférés jusqu'au convoyeur d'évacuation (10) par des camions (28).

7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la fraction stérile est déversée depuis le convoyeur mobile (14) dans la zone déjà excavée (2) par un dispositif mobile de transfert (55), se déplaçant longitudinalement le long du convoyeur mobile (14).

5 8.- Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le déplacement du dispositif mobile (55) longitudinalement le long du convoyeur mobile (14) provoque le déplacement transversal du convoyeur mobile (14).

10 9.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la fraction stérile est transférée depuis le dispositif de séparation (12) jusqu'au convoyeur mobile (14) par convoyeur de retour (28) s'étendant suivant la direction transversale, le convoyeur mobile (14) se déplaçant transversalement le long du convoyeur de retour (28), le convoyeur de retour (28) comportant un dispositif (74, 76) de transfert de la fraction stérile depuis le convoyeur de retour (28) vers le convoyeur mobile (14), se déplaçant transversalement de manière synchronisée avec le convoyeur mobile (14).

15 10.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le produit minéral est du phosphate.

11.- Dispositif d'exploitation d'une mine d'un produit minéral à ciel ouvert, le dispositif comprenant:

20 - un dispositif (20, 22, 24, 26) prévu pour excaver successivement une pluralité de zones (2, 4, 6, 8) de la mine, la pluralité de zones comprenant au moins une zone déjà excavée (2) et une zone en cours d'excavation (8), l'ensemble étant adapté pour l'extraction et l'évacuation des matériaux constituant le sol de la zone;

25 - pour la zone en cours d'excavation (8), un dispositif (10) de transfert des matériaux extraits depuis la zone en cours d'excavation (8) jusqu'à un dispositif de séparation (12), le dispositif de séparation (12) étant prévu pour séparer les matériaux extraits en une fraction stérile et une fraction utile contenant le produit minéral ;

- un dispositif (28) de transfert de la fraction stérile jusqu'à un convoyeur mobile (14) s'étendant longitudinalement le long de la zone déjà excavée (2);

30 - un dispositif (55, 67) pour combler la zone déjà excavée (2) par déversement de la fraction stérile depuis le convoyeur mobile (14) dans la zone déjà excavée (2) et pour déplacer le convoyeur mobile (14) transversalement à travers la zone déjà excavée (2).



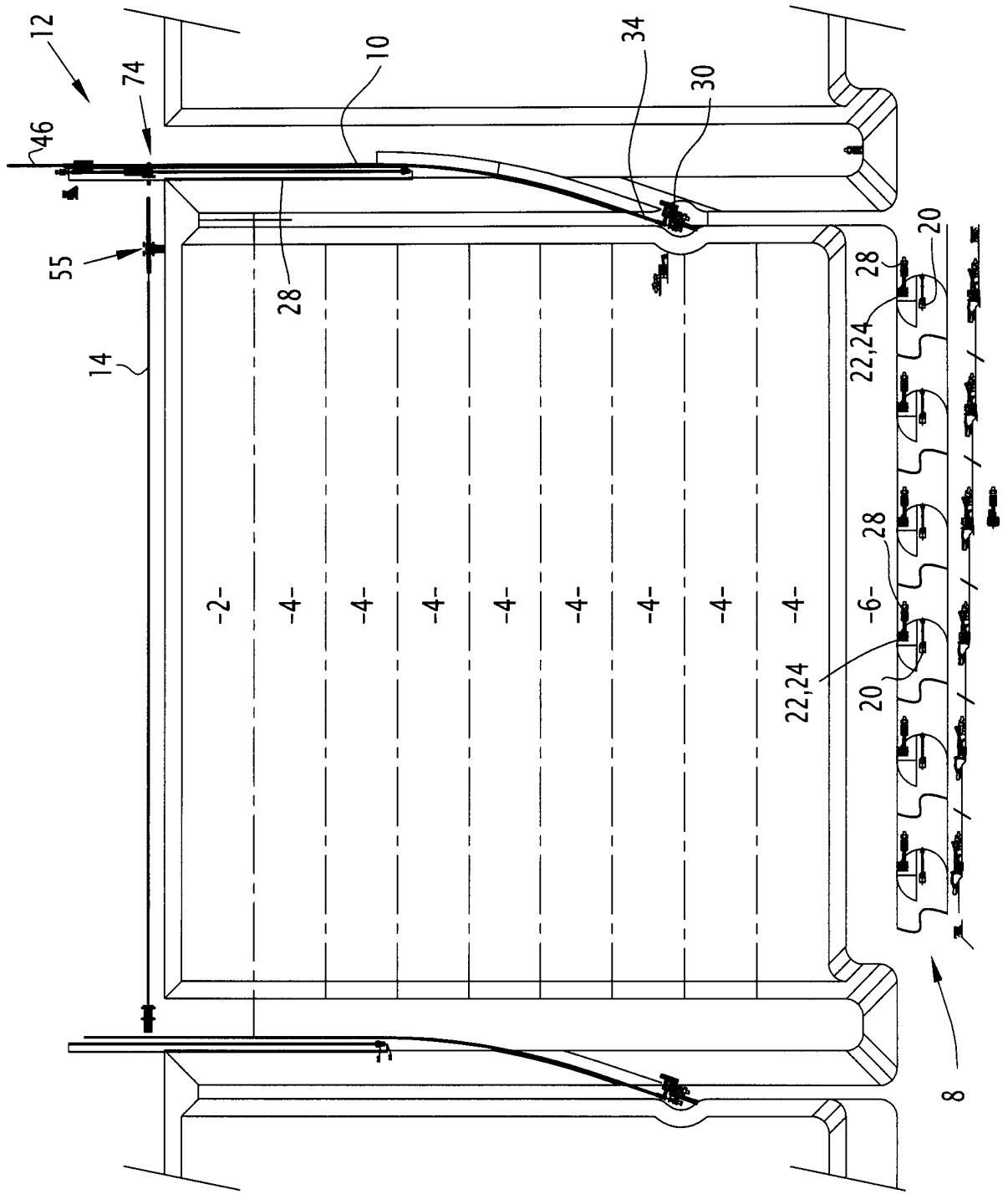


FIG. 1

*Handwritten signature or mark.*

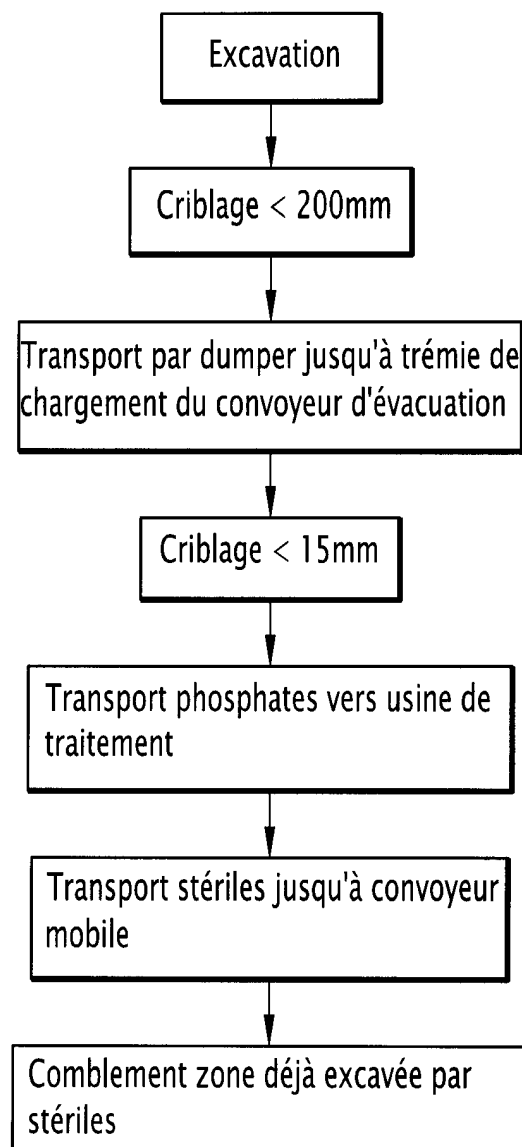


FIG.2

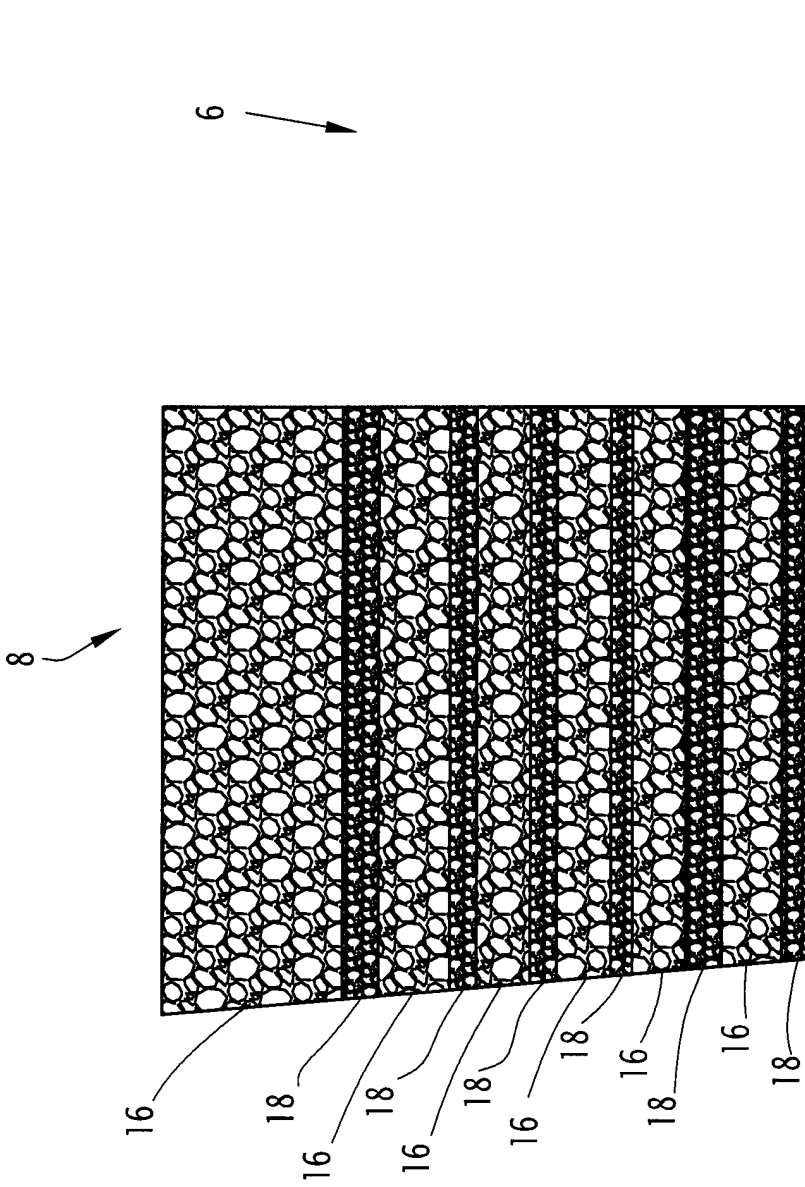


FIG. 3

*Fig*

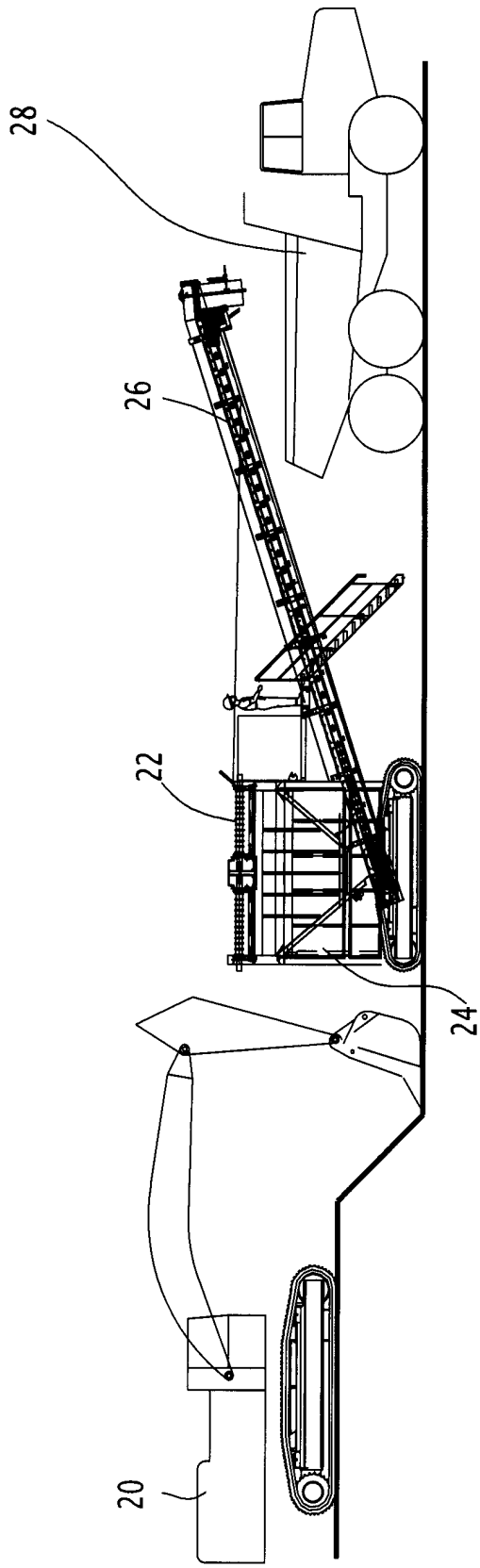


FIG. 4

*fr*

5/8

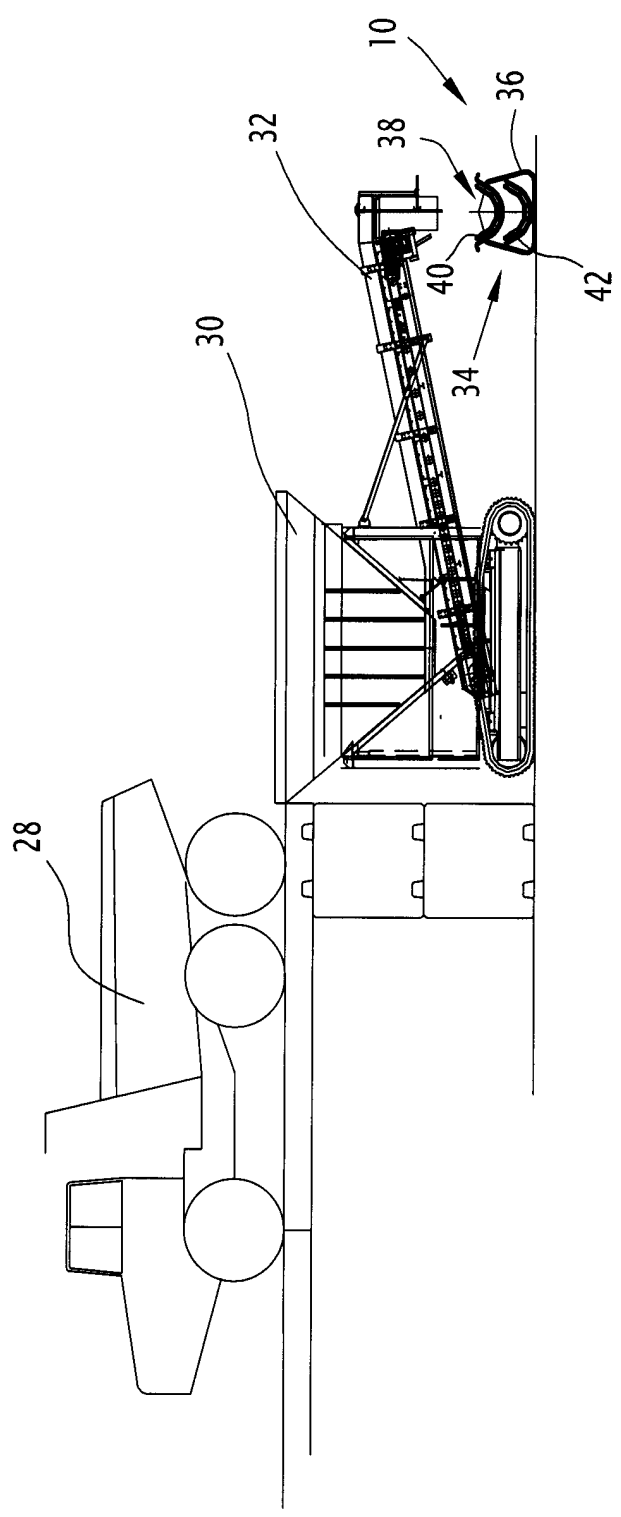
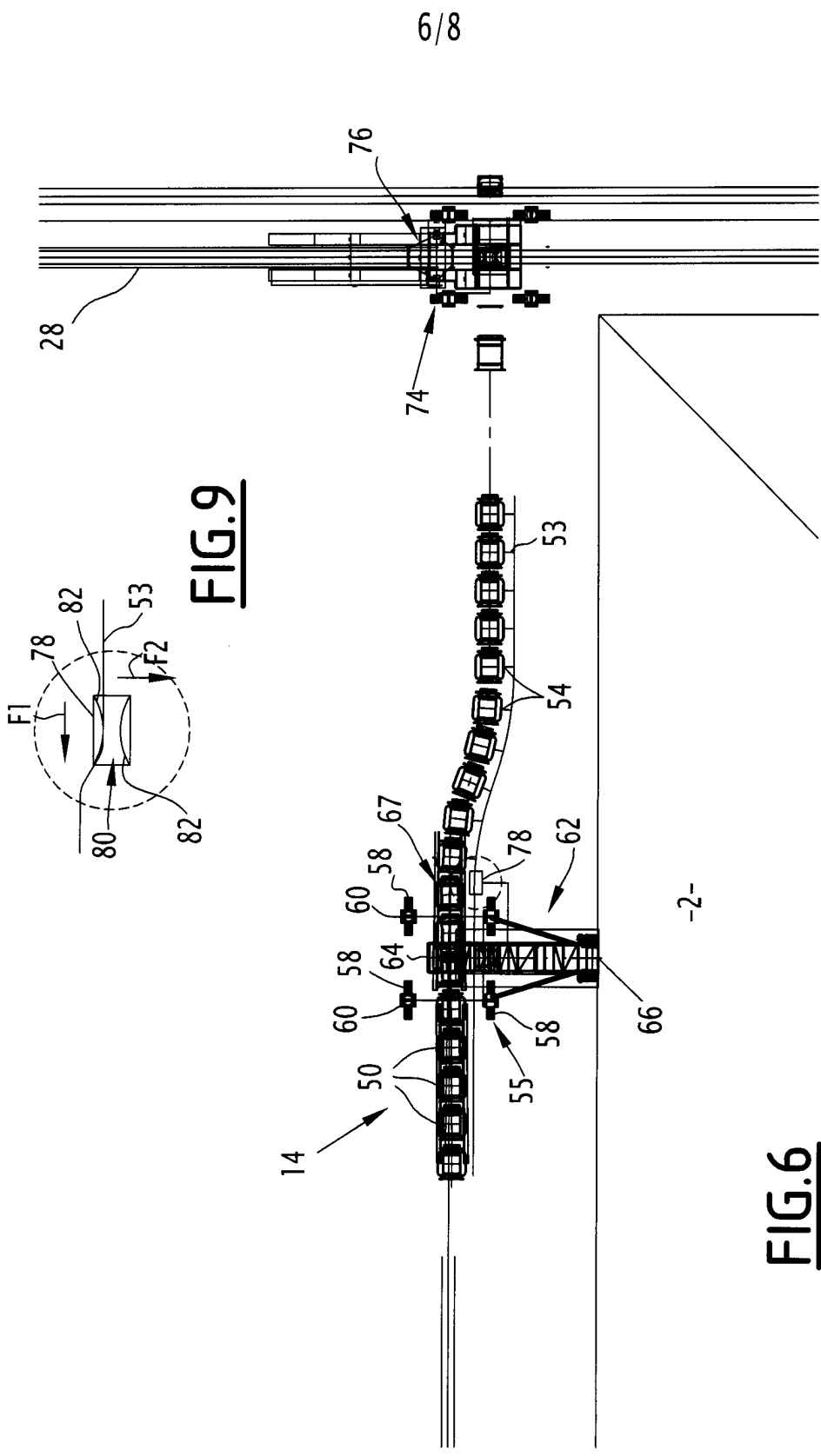


FIG.5

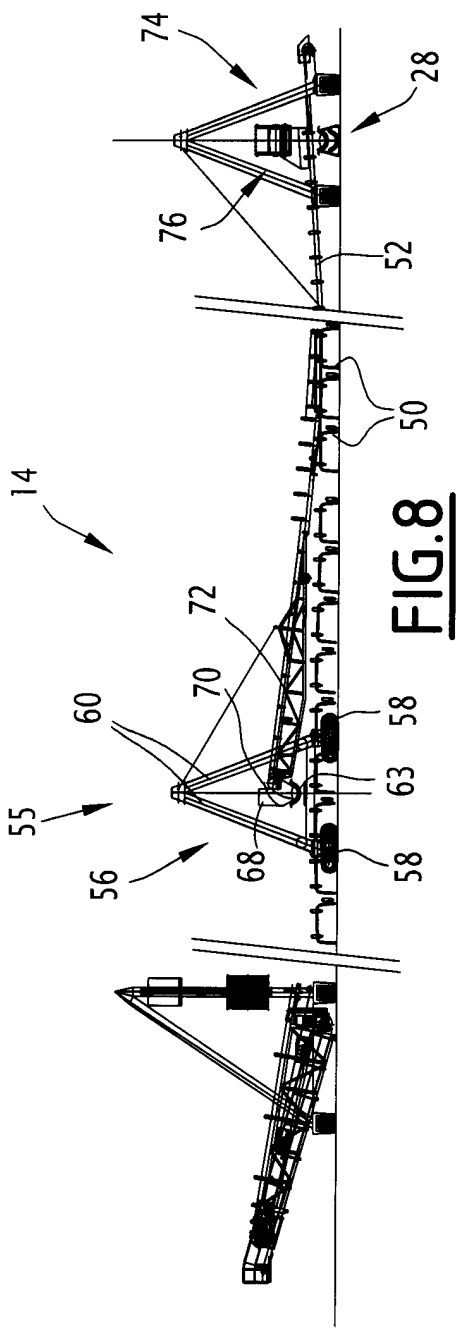
*Handwritten signature*



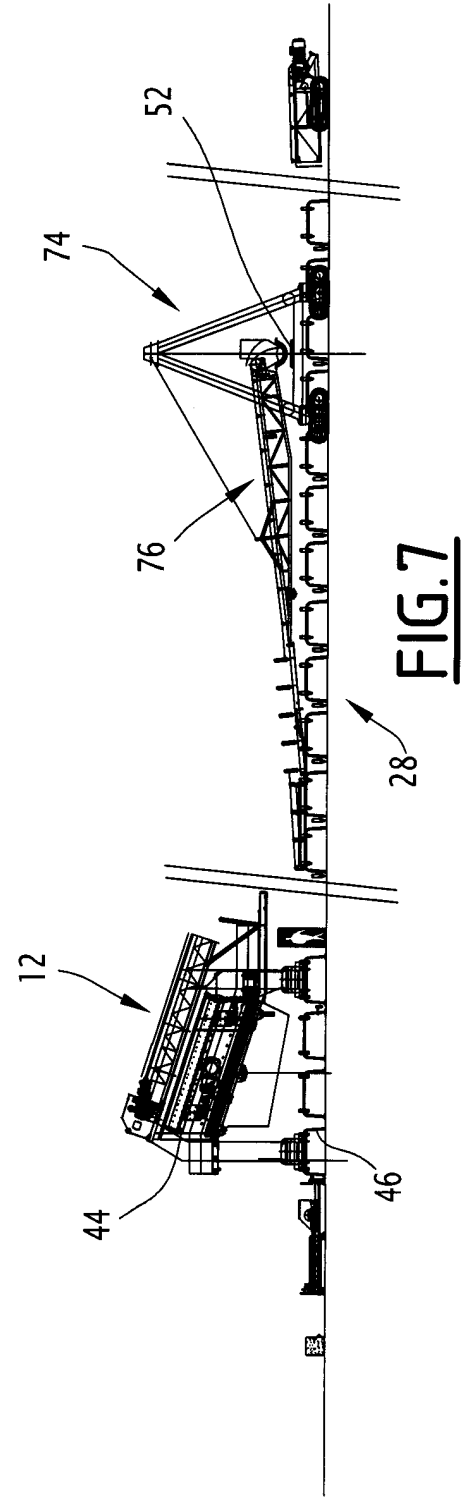
**FIG. 9**

**FIG. 6**

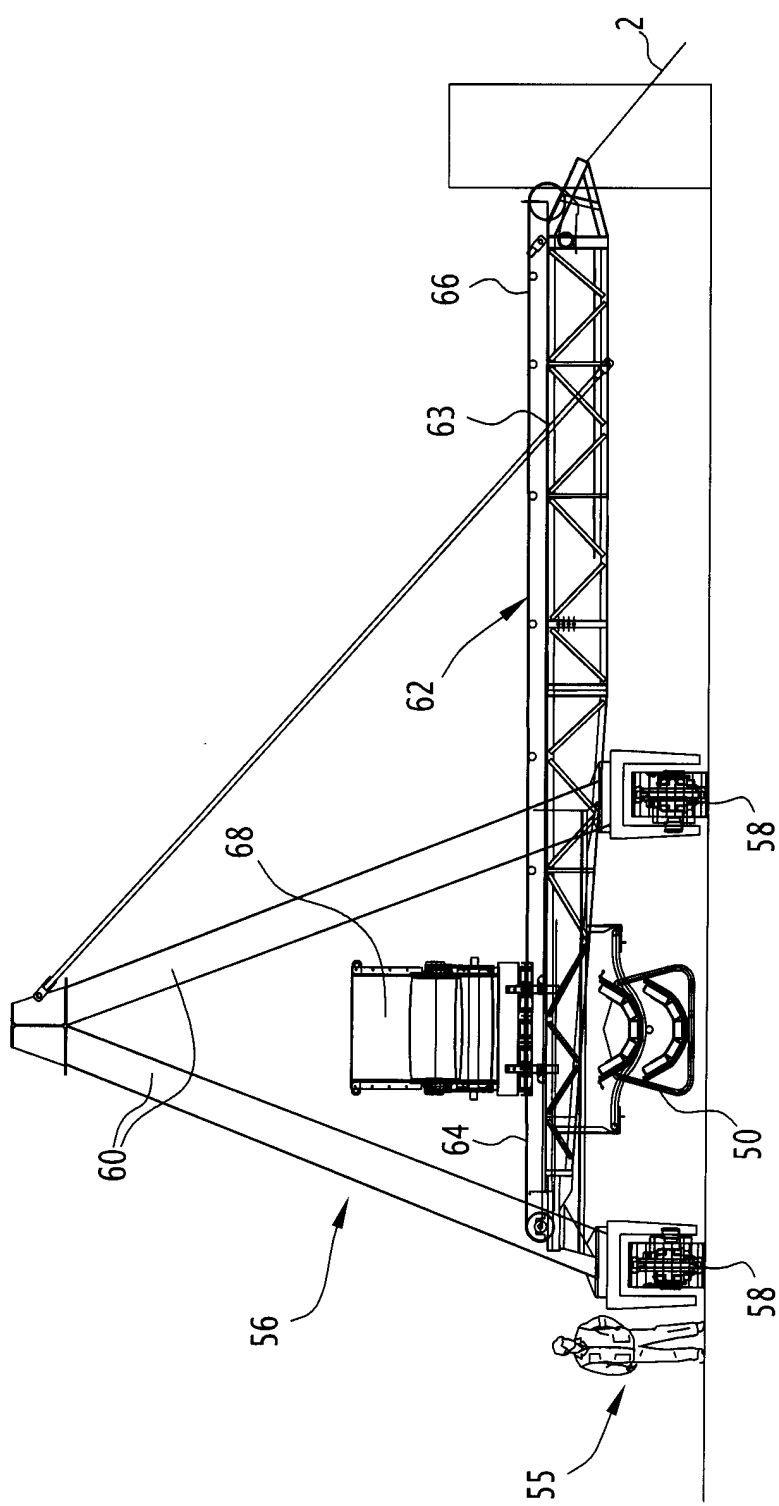
*Handwritten signature*



**FIG. 8**



**FIG. 7**



**FIG. 10**