

ORGANISATION AFRICAINE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE  
(O.A.P.I.)

19



11 N° 010139

51 Inter. Cl.<sup>5</sup> B03B 7/00, 5/34, 5/38  
C01B 25/01

12 BREVET D'INVENTION

21 Numéro de dépôt: 60628

22 Date de dépôt: 21.03.1995

30 Priorité(s): France  
22.03.1994 N° 94.03322

24 Délivré le: 18.12.1996

45 Publié le: 18 DEC. 1996

73 Titulaire(s):

FCB

38 rue de la République  
93100 MONTREUIL  
(FRANCE)

72 Inventeur(s):

GAUCHERAND Bernard  
6 résidence du Château  
38760 VARCES-ALLIERE-ET-RISSET  
(France)

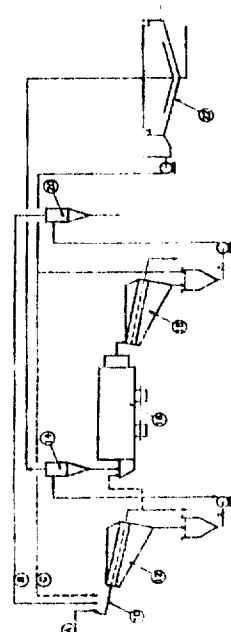
74 Mandataire: CABINET CAZENAVE  
B.P. 500 YAOUNDE (Cameroun)

54 Titre: Procédé et installation de préparation des minerais de phosphate et autres minerais contenant des argiles ou d'autres minéraux phylliteux.

57 Abrégé:

L'invention a pour objet un procédé de préparation des minerais de phosphate et autres minerais contenant des argiles et/ou d'autres minéraux phylliteux comportant un délitage ou un débouillage, une séparation des fines par voie humide et une concentration par décantation des boues.

Pour augmenter la vitesse de sédimentation des fines et la concentration des boues après décantation, on sépare les opérations de délitage et de débouillage, en effectuant en premier lieu une mise en pulpe avec une action mécanique limitée (10), suivie d'une première séparation en voie humide (14) permettant d'éliminer les fines naturelles primaires, puis en soumettant la fraction restante à un débouillage (16) ou à une attrition suivie par une seconde séparation par voie humide (20) pour éliminer les fines secondaires produites par l'opération de débouillage ou d'attrition.



La plupart des minerais valorisés en voie humide et contenant une quantité non négligeable de fines, plus spécialement d'argiles ou de minéraux phylliteux, nécessitent à la fois un débourbage et un délitage pour préparer le ou les minéraux valorisables au traitement en aval. C'est le cas en particulier de nombreux minerais de phosphate, qui contiennent naturellement des argiles dont la proportion peut dépasser 40 %.

La préparation de ces minerais nécessite généralement et traditionnellement un débourbage intense qui doit permettre à la fois de déliter les argiles, de les séparer des graviers et des fractions sableuses et limoneuses, qui constituent souvent l'élément valorisable, de détruire les agglomérats à ciment suffisamment friable et de nettoyer la surface des grains pour obtenir les phases minérales les plus libres possibles et pour les rendre plus aptes à certains traitements ultérieurs tels que la flottation.

Ce débourbage intense, sans lequel il ne serait pas possible de valoriser correctement ces minerais, provoque également un délitage et un délaminage des minéraux phylliteux qui deviennent extrêmement fins. Ces argiles ou autres minéraux fins sont ensuite séparés des sables, limons et graviers par un cyclonage ou tout autre procédé de séparation en voie humide et, stockés directement dans le milieu naturel ou traités préalablement dans un décanteur-épaississeur.

Classiquement la préparation se fait dans une installation comportant :

- en tête un appareil assurant le travail de débourbage tel que décrit précédemment ; pour les phosphates et les minerais inclus dans des argiles, ce débourbage est généralement réalisé dans un débourbeur rotatif ou dans un malaxeur,
- un appareil de criblage pour séparer les graviers et les éliminer ou les transférer en aval vers un traitement qui leur est nécessaire,
- un appareil ou une série d'appareils réalisant une coupure fine ou deschlammage, généralement par hydrocyclonage, sur le tamisat du crible. La dimension de coupure est choisie en fonction des caractéristiques du minerai et du traitement ; dans les phosphates, elle se situe généralement entre 30 et 100 micromètres, mais elle peut descendre jusque vers 5 - 10 micromètres lorsque les argiles sont valorisables. La sousverse de l'hydrocyclone est transférée vers le traitement en aval, alors que la surverse contenant les fines est envoyée vers un décanteur-épaississeur à une concentration d'entrée variant entre 20 et 100 g/l, suivant les caractéristiques du traitement et de l'installation. Assez fréquemment la sousverse de cyclonage quand il s'agit du produit valorisable, subit une attrition et est cyclonée dans un deuxième étage dont la sousverse est dirigée vers le

traitement en aval et la surverse est envoyée au décanteur ou plus généralement recyclée vers le premier étage pour qu'il y ait qu'un point de transfert des boues vers l'épaississeur. Cela permet de limiter le débit de pulpe à traiter et d'avoir la concentration en solide la plus forte possible.

5 - un décanteur-épaississeur où la surverse de l'hydrocyclonage est soumise à décantation pour concentrer les boues et clarifier les eaux à recycler.

Le rôle du décanteur-épaississeur est primordial, car, d'une part, il épaissit les boues constituées par des particules fines, ce qui permet leur stockage dans des bassins de capacité réduite, et d'autre part, il clarifie l'eau recueillie en surverse qui peut alors soit être recyclée dans l'installation en amont, soit être remise dans le milieu naturel.

10 La plupart des minerais concernés sont situés dans des zones arides où l'eau est rare, aussi la solution du recyclage est elle très importante. Or la quantité d'eau recyclable dépend essentiellement de la concentration des boues à la décharge inférieure de l'épaississeur, qui elle-même dépend, outre des caractéristiques de cet appareil, de la nature et des caractéristiques physico-chimiques de ces boues.

15 A l'heure actuelle, dans les installations existantes ou en projet, la priorité est donnée à l'efficacité du débouillage qui est souvent complété par une attrition ultérieure dans le procédé. La concentration des boues est donc liée aux paramètres découlant de cette priorité. Dans le cas des minerais de phosphate sédimentaires, la concentration de sortie peut varier entre 100 et 500 g/l suivant leurs caractéristiques. Dans le cas d'autres minéraux la concentration peut être beaucoup plus faible (kaolinite < 100 g/l). Un volume d'eau relativement important, rejeté avec les boues, est donc perdu. Cette perte d'eau peut être à la base de la limitation ou de l'abandon d'un projet minier.

20 L'invention a pour but de limiter le délitage et le délaminage des argiles et autres minéraux phylliteux tout en maintenant un débouillage efficace, afin de produire des boues décantant mieux et plus concentrées et d'économiser l'eau du procédé.

25 L'invention a pour origine l'observation que plus la granulométrie des éléments constituant les boues est fine, plus la vitesse de décantation et la concentration de sortie des boues sont faibles et qu'il est donc possible d'augmenter cette concentration en produisant des boues ayant une granulométrie plus grossière.

30 Le procédé objet de la présente invention consiste à séparer les opérations de débouillage et de délitage ; il comporte, successivement, un délitage préalable très ménagé des argiles et autres minéraux phylliteux par une opération de mise en pulpe avec action

mécanique limitée, suivi d'une séparation des fines dans un hydrocyclone ou tout autre appareil de séparation en voie humide dont la surverse est envoyée directement à un décanteur-épaisseur, puis d'un débouillage ou une attrition de la fraction grossière provenant de la sousverse de l'étage de séparation précédent et d'une nouvelle séparation des fines dans un second hydrocyclone ou un autre appareil de séparation en voie humide.

Entre l'opération de délitage et la séparation des fines, la pulpe pourra être soumise à un criblage pour séparer les plus grosses particules qui seront soit éliminées, soit envoyées dans l'appareil de débouillage ou dans un stade en aval du procédé.

Les fines séparées de la pulpe après débouillage sont, soit envoyées directement au décanteur-épaisseur, soit envoyées dans l'appareil de délitage, en tête de l'installation. La proportion de ces fines secondaires par rapport aux premières est assez faible et ne perturbe pas les caractéristiques de décantation et de concentration des boues.

La mise en pulpe pourra être faite dans un couloir éventuellement vibrant, ou une goulotte équipée ou non de plaques de mélange. Elle pourra également être faite dans un patouillet incliné, à vis simple ou double, dans un tube laveur, ou même dans un débouilleur simplifié et à temps de séjour très court.

En variante, la mise en pulpe et le criblage qui suit cette opération, pourront être effectués simultanément dans un même appareil, par exemple un crible vibrant ou un trommel rotatif équipé de grilles à fissures, avec arrosage d'eau à fort débit .

Dans certains cas, le débouillage pourra être remplacé par un broyage humide.

Si nécessaire, le débouillage pourra être suivi d'un criblage précédant l'élimination des fines par hydrocyclonage.

La description qui suit se réfère aux dessins l'accompagnant qui montrent, à titre d'exemple non limitatif, deux formes de réalisation de l'invention et sur lesquels les figures 1 et 2 sont des schémas d'installations pour la mise en oeuvre de l'invention.

L'installation dont le schéma est représenté sur la figure 1 est constituée par un appareil de mise en pulpe 10, un crible 12, un ou plusieurs hydrocyclones 14, un appareil de débouillage 16, un crible 18, un second hydrocyclone ou batterie d'hydrocyclones 20, un décanteur-épaisseur 22 et les tuyauteries et les pompes assurant la circulation des produits entre les différents appareils.

L'appareil 10 est constitué par un couloir qui pourra éventuellement être équipé d'un système de mise en vibration. En variante, il pourrait être constitué par une

goulotte équipée ou non de plaques de mélange, par un patouillet muni à son simple ou double, par un tube laveur ou tout autre appareil permettant la mise en pulpe et un défilage léger du minéral.

L'appareil 16 est un débourbeur à tambour rotatif

Le minéral à traiter, éventuellement criblé ou concassé à une maille acceptable pouvant aller jusqu'à 120 mm est introduit en A dans l'appareil 10. L'eau recyclée dont la provenance sera indiquée ci-après est également introduite en B dans l'appareil 10. Si celle-ci n'est pas suffisante, de l'eau propre recyclée provenant du décanteur ou de l'eau neuve peut être ajoutée en complément dans l'appareil 10 en C et/ou dans l'appareil 12. Dans l'appareil 10, le minéral est mélangé à l'eau pour former une pulpe. Ce mélange doit être ménagé de façon à limiter le délitage et le délamination des argiles.

La pulpe en entrée soumise à un criblage sur le crible 12, pour séparer les gros grains qui sont, soit éliminés, soit envoyés directement au débourbeur 16, à un autre stade du traitement. La mise en pulpe et le criblage peuvent être couplés, par exemple en arrosant le minéral sur le crible avec un débit d'eau reporté. Le criblage permet d'éliminer les gros morceaux qui pourraient détériorer les pompes et les cyclones situés en aval. Après avoir traversé le crible 12, la pulpe est envoyée à l'hydrocyclone 14 dont la maille de coupure est choisie en fonction des caractéristiques du minéral à traiter. La sousverse du cyclone contenant les fines naturelles primaires, en particulier la majeure partie des argiles, est envoyée directement au décanteur-épulissoir 21 où s'opère une sédimentation naturelle ou accélérée par floculation, permettant ainsi d'obtenir une séparation des boues concentrées et de l'eau clarifiée qui peut être recyclée dans l'installation, éventuellement entre le crible 18 et l'hydrocyclone 20 et éventuellement dans l'appareil 10 en C.

La sousverse du cyclone 14, contenant la fraction grossière, est envoyée au débourbeur 16 ; elle pourra éventuellement être mélangée aux résus du crible 12.

L'opération de débourbage effectuée dans l'appareil 16 a pour but de libérer les particules sableuses, de détruire les agglomérats et de nettoyer la surface des grains notamment pour les rendre aptes à la flottation lorsque cette opération est prévue dans la suite du traitement.

Le débourbage génère à son tour des fines, mais en faible quantité, car près de la quantité de fines naturelles libérées dans l'appareil 10, elles auront de ce fait une action

limitée sur la concentration des boues dans l'épaississeur.

Ces fines secondaires sont séparées dans l'hydrocyclone 20 ou dans un appareil assurant la même fonction et renvoyées en B en tête de l'installation dans l'appareil 10 de mise en pulpe et éventuellement dans l'appareil 12. Cette solution favorise l'agglomération naturelle ou la floculation naturelle avec les particules primaires avant 5 séparation en 14 et décantation en 22. En variante, les fines provenant du cyclone 20 pourraient être envoyées directement au décanteur 22 ou dans un autre décanteur-épaississeur, suivant les besoins du procédé d'enrichissement.

Le débourbage pourra dans certains cas être remplacé par un broyage humide. 10 Le criblage à la sortie du débourbeur pourra être supprimé si le procédé d'enrichissement du minerai ne nécessite pas cette opération.

Grâce à l'invention, qui permet de réaliser un délitage et un délaminage ménagés, la taille moyenne des fines envoyées au décanteur-épaississeur est nettement plus importante que celle des fines produites avec les procédés classiques, ce qui permet de 15 gagner sur la vitesse de sédimentation et surtout sur la concentration en solides des boues déchargées à la pointe de l'épaississeur.

Par ailleurs, le temps de débourbage est beaucoup plus faible que dans les installations classiques, par suite de la diminution du débit solide à traiter et de la faible proportion ou de l'absence des fines argileuses, ce qui permet de réduire de façon notable 20 les dimensions du débourbeur. Le crible 18 peut également être réduit en taille, ainsi que le nombre de cyclones 20 dont le soutirage est plus faible.

La figure 2 illustre une variante de réalisation. Dans cette forme de réalisation, la mise en pulpe du minerai et le criblage sont effectués dans un trommel criblant 30 tournant dans un bac et le débourbeur a été remplacé par une ou plusieurs cellules d'attrition 32. L'attrition est effectuée en phase concentrée ou diluée.

L'exemple suivant met en évidence les avantages du procédé de l'invention par rapport au procédé classique :

Avec le procédé classique, la granulométrie des produits après débourbage est la suivante :

	> 1 mm	7,22 %
30	40 $\mu$ m - 1 mm	65,71 %
	< 40 $\mu$ m	27,08 %
	dimension moyenne des < 40 $\mu$ m :	12 $\mu$ m

et la concentration des boues à la décharge de l'épaississeur dans lequel est envoyée la

fraction des produits dont la taille est inférieure à  $40 \mu\text{m}$  est :

$\leq 300 \text{ g/l}$  sans agitation

$300\text{-}400 \text{ g/l}$  avec agitation (raclage)

Avec le procédé de l'invention, la granulométrie des produits après la mise en pulpe est :

5

$> 1 \text{ mm}$  8,22 %

$40 \mu\text{m} - 1 \text{ mm}$  65,40 %

$< 40 \mu\text{m}$  26,38 %

dimension moyenne des  $< 40 \mu\text{m}$  :  $20 \text{ à } 30 \mu\text{m}$

10

et la concentration des boues à la décharge de l'épaississeur est :

$\geq 500 \text{ g/l}$

Les titres en P205 des fractions restent à peu près identiques à ceux obtenus par la voie classique., et la granulométrie après débouillage ou attrition a peu évolué.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de préparation des minerais de phosphates et autres minerais contenant des argiles et/ou d'autres minéraux phylliteux consistant à soumettre ces minerais à un débouillage et un délitage, puis à séparer les boues contenant les fines et à concentrer ces boues par décantation, caractérisé en ce que, pour augmenter la vitesse de sédimentation des fines et la concentration des boues après décantation, on sépare les opérations de délitage et de débouillage, en effectuant en premier lieu une mise en pulpe avec une action mécanique limitée, pour avoir un délitage ménagé et un faible délaminage des minéraux, suivie d'une première séparation en voie humide permettant d'éliminer les fines naturelles primaires, puis en soumettant la fraction restante à un débouillage ou à une attrition suivie par une seconde séparation par voie humide pour éliminer les fines secondaires produites par l'opération de débouillage ou d'attrition.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pulpe est soumise à un criblage après la mise en pulpe pour séparer les gros grains qui sont éliminés ou envoyés directement à l'appareil de débouillage ou d'attrition.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que la fraction de la pulpe contenant les fines provenant de la première séparation par voie humide est envoyée dans un décanteur-épaississeur pour produire des boues plus concentrées et libérer de l'eau qui peut être recyclée.

4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la fraction de la pulpe contenant les fines provenant de la seconde séparation par voie humide est envoyée dans un décanteur-épaississeur.

5. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la fraction de la pulpe contenant les fines provenant de la seconde séparation est mélangée au minerai entrant pour effectuer la mise en pulpe et favoriser les phénomènes d'agglomération avec les fines naturelles.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la pulpe est soumise à un criblage après débouillage et avant d'être soumise à la seconde séparation par voie humide.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le débouillage ou l'attrition est effectué par un broyage en voie humide.

8. Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce qu'elle comporte un appareil de mise en pulpe (10, 30), au moins un classificateur hydraulique (14) alimenté en pulpe par ledit appareil et dont la surverse est envoyée à un décanteur-épaississeur (22), un débourbeur (16) ou une cellule d'attrition (32) alimenté par la sousverse dudit classificateur, et au moins un second classificateur (20) alimenté par ledit débourbeur ou ladite cellule d'attrition.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'elle comporte en outre un crible (12) entre l'appareil de mise en pulpe (10) et le premier classificateur hydraulique (14).

10. Installation selon la revendication 8 ou 9, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre un crible (18) entre le débourbeur (16) et le second classificateur (20).

11. Installation selon la revendication 8, 9 ou 10, caractérisée en ce que la surverse du second classificateur (20) est renvoyée dans l'appareil de mise en pulpe (10, 30).

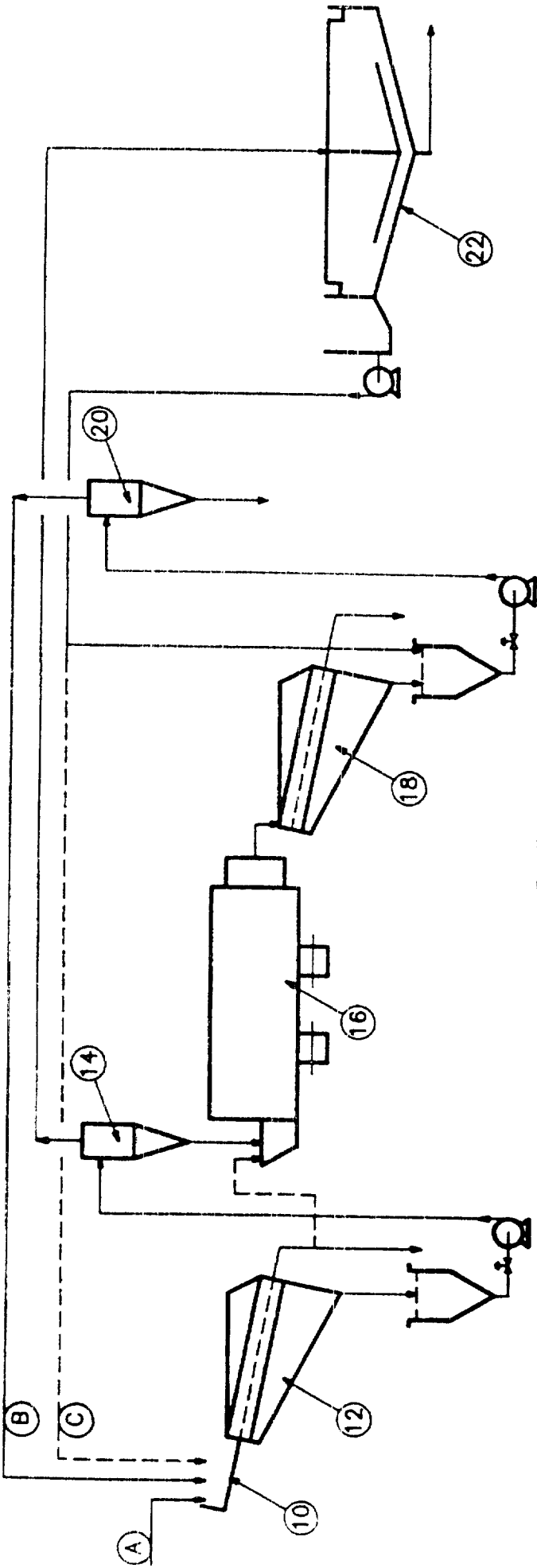


FIGURE : 1

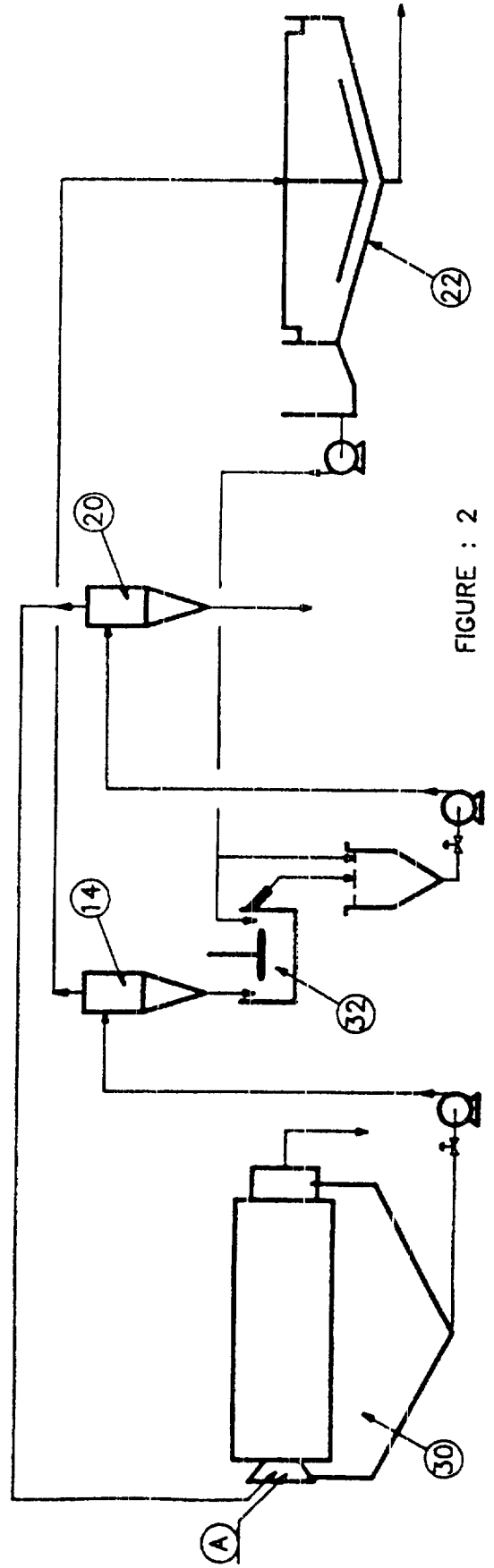


FIGURE : 2