

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 22368**

(54) Procédé d'amélioration des bauxites, des argiles bauxitiques et des argiles contenant du minéral d'aluminium.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). C 22 B 3/00; C 01 F 7/06.

(22) Date de dépôt..... 20 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 23-4-1982.

(71) Déposant : Société dite : REYNOLDS METALS COMPANY, résidant aux EUA.

(72) Invention de : David Weston.

(73) Titulaire : *Idem* (71).

(74) Mandataire : Cabinet L. A. de Boisse,  
37, av. Franklin-Roosevelt, 75008 Paris.

L'invention concerne principalement l'amélioration des bauxites, des argiles bauxitiques et des argiles contenant du minerai d'aluminium. Le procédé classique utilisé pour l'amélioration des bauxites

5 (American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, document technique rédigé par le personnel d'Alcan International, présenté à la Réunion Annuelle des 6 au 10 Mars 1977 à Atlanta, Géorgie, E.U.A.) consiste d'abord à broyer la matière première à une grosseur déterminée,

10 normalement de 7 à 8 cm, puis à tamiser à l'état humide sur un tamis à mailles de 0,833 mm, à garder le refus en tant que bauxite améliorée et à rejeter le passant comme déchet. Dans ce cas, l'amélioration vise principalement à diminuer la quantité de silice dans le refus

15 tout en éliminant une partie des minerais de fer et de titane. La quantité rejetée comme déchet représente habituellement au minimum 40% de la matière d'alimentation primitive et contient un pourcentage relativement élevé des minerais d'aluminium désirables qui ont pour

20 composition chimique  $Al_2O_3 \cdot xH_2O$ . Dans le traitement des argiles, qui est surtout applicable à l'industrie des réfractaires, il semble que le seul procédé d'amélioration important pratiqué à l'échelle industrielle consiste à utiliser des séparateurs à grande intensité de champ

25 magnétique, l'agent magnétique étant de la laine d'acier, principalement pour diminuer la teneur en fer de la matière première. Ces séparateurs magnétiques sont du type fabriqué par Sala Company à Sala, Suède. Lorsqu'on utilise de la laine d'acier comme agent magnétique,

30 il faut diminuer pratiquement la grosseur du produit jusqu'à moins de  $10\mu m$ , ce qui est difficile et coûteux; autrement, toute matière granulaire notablement plus grosse que  $10\mu m$  s'accroche à la laine d'acier et il en résulte de grandes pertes de la fraction désirable

35 de la matière première. En outre, on ne peut éliminer économiquement que de petites quantités de matière magnétiquement susceptible, étant donné la quantité

limitée de matière magnétique que peut retenir la laine d'acier, ou encore on ne peut traiter que de petites quantités de matière au moyen d'un tel séparateur magnétique à grande intensité de champ, ce qui entraîne  
5 des investissements élevés par tonne de matière traitée.

En appliquant l'invention à l'amélioration des bauxites et en utilisant plusieurs stades d'enrichissement peu coûteux, on est arrivé à utiliser un séparateur magnétique à grande intensité du type Jones  
10 qui n'utilise aucun type spécifique d'agent magnétique tel que la laine d'acier, ce qui permet d'éliminer de la matière première de grandes quantités de minéraux magnétiquement susceptibles, en particulier des minerais de fer et de titane, à un coût relativement bas. En  
15 outre, si nécessaire, on applique un stade de déschlagge, de préférence entre 2,0 et 10,0  $\mu\text{m}$ , cette combinaison ayant pour effet d'améliorer la bauxite initiale dans une mesure notablement plus grande qu'il n'était possible antérieurement, en éliminant de grandes quan-  
20 tités de minerais de fer et de titane en même temps que la silice, ce qui aboutit à une bauxite de qualité notablement meilleure qu'il n'était économiquement possible antérieurement, avec un accroissement appréciable de la récupération des minerais  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  désirables,  
25  $x$  étant le nombre de molécules d'eau combinées à  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Dans le traitement d'amélioration des argiles, on utilise selon l'invention plusieurs nouvelles étapes d'enrichissement et peu coûteuses, faisant  
30 appel au séparateur magnétique du type Jones, pour éliminer la majeure partie des minerais de fer et de titane avec des pertes minimales des minerais d'aluminium désirables qui, dans le cas présent, sont normalement formés principalement de kaolinite dont la  
35 composition chimique est  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

En conséquence, un but principal de l'invention est de fournir un procédé nouveau d'améliora-

tion des bauxites consistant à diminuer au moins les teneurs en fer et en titane de la matière première et, dans la plupart des cas, également le pourcentage de silice. Un autre but est de fournir un procédé nouveau et peu coûteux permettant d'améliorer les argiles bauxitiques et autres en obtenant un produit ayant une teneur en fer et en titane notablement inférieure à celle de la matière première, avec des pertes relativement faibles de minéraux désirables contenant de l'aluminium. D'autres buts et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description.

En vue des buts et avantages ci-dessus, l'invention, sous son aspect le plus large, a pour objet un procédé d'amélioration des bauxites, des argiles bauxitiques et des argiles qui diminuent notablement au moins la teneur des minerais de fer et de titane et qui, dans le cas des bauxites, diminuent appréciablement aussi la teneur en silice, ce procédé comprenant les étapes suivantes :

(a) Préparation de la matière première; dans le traitement de matières premières telles que la bauxite et les argiles bauxitiques, le circuit normal consiste à broyer la matière à une grosseur suffisamment petite pour qu'elle soit encore divisée dans des appareils de fragmentation tels qu'un broyeur à barres ou à boulets. Cette grosseur est normalement inférieure à 19 mm. Dans le circuit préféré de l'invention, on utilise pour au moins un stade de broyage à l'état humide une densité de pulpe de 40 à 55% de solides et on maintient le pH à au moins 8,5 à la sortie dudit ou desdits stades de broyage humide, en utilisant au moins de l'hydroxyde de sodium comme agent alcalin. Lorsqu'on utilise NaOH, seul ou en association avec d'autres agents alcalins comme KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$  ou  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , la gamme de pH est d'environ 9,5 à 12,5. Lorsqu'on utilise au moins NaOH comme agent alcalin, en association avec un agent de dispersion choisi

parmi les lignines, silicates et phosphates, la gamme de pH, à au moins un stade de broyage à l'état humide comme indiqué plus haut, est d'environ 8,5 à 12,5. Par ce moyen, on obtient une dispersion réglée des particules solides dans la pulpe, ce qui aboutit à de grands rendements de broyage parce qu'on peut opérer avec une densité relativement grande de la pulpe, ce qui entraîne une faible consommation d'énergie et d'excellentes caractéristiques de libération des divers minéraux contenus, et ce qui rend possible d'appliquer ensuite le stade de traitement magnétique à grande intensité pour éliminer un pourcentage élevé des minerais de fer et de titane magnétiquement susceptibles, avec une perte relativement faible des minéraux d'aluminium non magnétiques.

Lorsqu'on traite des matières premières telles que l'argile, qui peut contenir seulement de petites quantités de matière grossière ou une quantité négligeable, on forme de préférence une pulpe de la matière première avec une densité d'environ 10 à 55% de solides, en utilisant au moins l'hydroxyde de sodium comme agent alcalin et un agent dispersant et en réglant le pH de la pulpe entre 9,5 et 12,5 environ, ou encore, comme indiqué plus haut, en utilisant l'hydroxyde de sodium en association avec d'autres agents alcalins ou l'hydroxyde de sodium seul en association avec des agents dispersants, ou encore, l'hydroxyde de sodium en association avec d'autres agents alcalins et des agents dispersants.

(b) Après le ou les stades de broyage à l'état humide mentionnés, il est préférable de tamiser la matière à des grosseurs comprises dans la gamme de 0,208 à 1,651 mm. On peut rejeter comme déchet le refus du tamisage, normalement formé de bois contenu dans la matière primitive, ou encore, renvoyer une partie ou la totalité du refus au(x) stade(s) de broyage à l'état humide. La grosseur utilisée à ce stade

dépend des étapes de traitement qui suivent. Si l'on utilise une étape de séparation magnétique à une intensité faible ou moyenne dans laquelle les séparateurs magnétiques sont du type classique à tambour comportant

5 des aimants permanents ou des électro-aimants et dont l'intensité de champ magnétique est d'environ 0,5 à 10,0 kG, la taille préférée de mailles de tamis est d'environ 0,417 à 1,651 mm. En outre, on peut omettre tout stade de tamisage avant le triage magnétique.

10 Si l'on conduit directement le passant du tamis au(x) stade(s) de séparation magnétique à grande intensité, la taille préférée des mailles du tamis est d'environ 0,208 à 0,833 mm.

Si l'on utilise ensuite une étape de

15 déschlammage avant toute séparation magnétique, on peut utiliser un ou plusieurs stades de tamisage avant ou après le déschlammage.

(c) Stade de séparation magnétique à haute intensité - à ce stade, il est préférable d'utiliser une densité de pulpe d'environ 15 à 45% de solides en maintenant le pH de la pulpe, à l'aide d'au

20 moins un agent alcalin, entre 8,5 et 12,5.

Lorsqu'on applique l'invention aux bauxites, il est préférable d'appliquer, après ce stade,

25 une étape de déschlammage.

(d) Déschlammage - dans le mode de mise en oeuvre le plus simple de l'invention, il est préférable de déschlammer la matière à une grosseur de particules d'environ 2 à 10  $\mu$ m en utilisant un équipement

30 classique, par exemple des séparateurs épaisseur-classeurs, des séparateurs hydrauliques ou des séparateurs centrifuges, tous bien connus. Le passant de ce traitement contient normalement un pourcentage de silice très supérieur à celui de la matière primitive en

35 même temps que des quantités notablement plus grandes de minerais de fer et de titane que la matière primitive, ce qui a pour effet d'améliorer le refus, qui est

appauvri en fer, titane et silice relativement à la matière première.

Avant ce déschlammage, on peut éliminer de la matière une fraction grossière en utilisant un  
5 ou plusieurs étages de cyclones dans lesquels le refus peut aller jusqu'à une grosseur dépassant  $74\mu$ m, tandis que la fraction essentiellement inférieure à  $74\mu$  m est amenée au stade de déschlammage décrit ci-dessus.

10 Dans l'application de l'invention aux argiles, on n'applique normalement pas le stade de déschlammage étant donné que les pertes de minerais d'aluminium désirables sont trop grandes pour que ce soit économiquement praticable.

15 (e) Dans le cas des bauxites, après le stade de déschlammage, il est préférable de traiter au moins le refus par au moins une étape supplémentaire de séparation magnétique à grande intensité, en utilisant le séparateur du type Jones avec une intensité  
20 de champ d'environ 1,10 à 2,20 T. Selon les facteurs économiques, on peut aussi utiliser le séparateur magnétique du type à laine d'acier pour la fraction plus petite que 2 à  $10\mu$  m afin d'éliminer le fer et le titane résiduels et de réunir cette fraction non  
25 magnétique à la fraction non magnétique provenant du refus de la séparation, ou encore on peut amener ce passant à un procédé tel que le procédé Bayer pour la récupération du minerai d'aluminium, ou encore, il peut avoir une valeur commerciale dans l'industrie des pro-  
30 duits chimiques dérivés de l'aluminium.

On définira clairement ci-après différents termes utilisés dans la description de l'invention:

35 Triage magnétique : consiste à faire passer une pulpe préparée de la matière à travers un champ magnétique pour en éliminer un concentré magnétique contenant un grand pourcentage des minerais de fer et de titane, qui est rejeté comme déchet, et un

produit non magnétique qui a une teneur en fer et en titane notablement inférieure à celle de la matière première et contient un grand pourcentage des minerais d'aluminium primitivement contenus dans la matière.

- 5                   Déschlammage : consiste à séparer les fines particules de la matière préparée à partir de la fraction plus grossière.

- 10                   Dans la pratique de l'invention, on effectue habituellement cette séparation à une valeur de 2,0 à 10,0  $\mu$ m, le passant étant rejeté comme déchet ou conduit à une autre utilisation telle que le procédé Bayer, tandis que la fraction plus grosse que 2,0 à 10,0  $\mu$ m est conservée comme produit pour la transformation ultérieure ou l'utilisation industrielle.
- 15 On effectue seulement cette étape de déschlammage lorsqu'un pourcentage relativement grand des minerais de fer et de titane plus fins que 2,0 à 10,0  $\mu$ m ne répondent pas au triage magnétique à grande intensité et que la perte des minerais d'aluminium contenus dans
- 20 ce produit est acceptable économiquement, ou encore qu'il se produit une perte faible ou nulle de minerais d'aluminium, ce produit pouvant être conduit économiquement au procédé Bayer.

- 25                   Bauxites et argiles bauxitiques : la nuance entre ces définitions est ténue. La différence entre bauxites et argiles bauxitiques réside essentiellement dans les pourcentages d' $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  qu'elles contiennent. Lorsque pratiquement toute la silice de ces matières est présente sous forme de kaolinite,
- 30 les pourcentages relatifs de silice sont considérés comme le point de séparation pur et simple.

- Par exemple, on peut définir les bauxites de l'Arkansas comme contenant environ moins de 16% de  $\text{SiO}_2$  et les argiles bauxitiques de l'Arkansas comme
- 35 contenant plus de 16% de  $\text{SiO}_2$ .

                  Argiles : désigne généralement des matières ne contenant que peu ou pas du tout de minerais



$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  et dont le principal constituant contenant de l'aluminium est essentiellement la kaolinite,

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Alumine :  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

- 5 Fer et titane : dans la pratique normale de l'industrie de l'aluminium, on indique les analyses de Fe et Ti sous forme de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et  $\text{TiO}_2$ . Les minerais de fer et de titane contenus dans les matières alumini-  
fères varient considérablement mais il est rare qu'ils  
10 soient uniquement sous la forme de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et  $\text{TiO}_2$ . Par exemple, le principal minerai de fer de la bauxite de l'Arkansas est la sidérite,  $\text{FeCO}_3$  et la forme la plus commune de titane est l'ilménite,  $\text{FeOTiO}_2$ . Lorsqu'on parle ici des pourcentages de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et  $\text{TiO}_2$ , il s'agit  
15 respectivement des analyses chimiques de fer et de titane, converties en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et  $\text{TiO}_2$ .

- Agent alcalin : agent servant à élever le pH de la pulpe ou à le maintenir dans certaines gammes optimales. Les agents alcalins que l'on peut  
20 utiliser dans le présent procédé sont des agents dispersants alcalins choisis parmi l'hydroxyde de sodium, l'hydroxyde de potassium, l'hydroxyde d'ammonium, le carbonate de sodium et leurs mélanges.

- Agents dispersants : familles d'agents  
25 dispersants tels que les lignines, phosphates, silicates ou toute autre famille d'agents dispersants particuliers qui peuvent servir économiquement à disperser les solides contenus dans la pulpe de la matière première et qui, en association avec au moins un agent  
30 alcalin, l'hydroxyde de sodium, dans des gammes de pH déterminées, permettent d'aboutir au résultat métallurgique remarquable que représente l'élimination des minerais de fer et de titane de la matière par séparation magnétique à grande intensité.

- 35 En associant un ou plusieurs agents dispersants avec au moins l'hydroxyde de sodium comme agent alcalin, on a trouvé que pour obtenir un résultat

optimal d'élimination des minerais de fer et de titane par séparation magnétique à grande intensité, il faut élever le pH d'une pulpe de la matière à au moins 8,5 en utilisant au moins l'hydroxyde de sodium comme agent alcalin, de préférence à un pH optimal de 9,5 à 12,5.

Lorsqu'on utilise la séparation magnétique à grande intensité comme première étape principale pour éliminer de la matière première un fort pourcentage du fer et/ou du titane qu'elle contient, la préparation de la matière première avant le circuit de séparation magnétique est importante.

Si la matière première est trop grossière pour alimenter un appareil de fragmentation tel qu'un broyeur à barres ou à boulets, on commence par la concasser et si nécessaire la tamiser à la grosseur appropriée et on l'amène à au moins un stade de broyage à l'état humide. Dans ce ou ces stades de broyage, on ajoute au moins de l'hydroxyde de sodium, à la fois comme agent alcalin et agent dispersant, en réglant le pH de la pulpe qui sort du broyeur, de préférence entre 9,5 et 12,5 environ. Si l'on réunit l'agent dispersant avec au moins NaOH en tant qu'agent alcalin, on peut ramener à environ 8,5 le bas de la gamme de pH. Par ce moyen, on obtient une grande efficacité du circuit de broyage en utilisant des concentrations de pulpe atteignant 60% de solides, avec une bonne libération des minéraux susceptibles magnétiquement, en particulier les minerais de fer et de titane.

Sans l'utilisation indiquée ci-dessus d'agents alcalins, seuls ou associés à un agent dispersant, il serait impossible d'opérer à de si fortes concentrations avec beaucoup des matières contenant de l'aluminium.

La gamme préférée de concentration de la pulpe dans le ou les broyeurs à l'état humide est de 45 à 55% de solides.

Après ce ou ces broyages à l'état humide, il est préférable de diluer la pulpe à une concentration de 15 à 45% de solides, selon la concentration utilisée ensuite au premier stade de séparation magnétique à grande intensité. Après la dilution de la pulpe, il est préférable de tamiser les solides en utilisant un ou plusieurs tamis d'une grosseur de mailles de 0,208 à 0,833 mm. Le refus du circuit de tamisage peut être rejeté en tant que déchet contenant principalement du bois qui se présente avec la matière première, ou encore, une partie ou la totalité du refus peut être renvoyé au circuit de broyage à l'état humide.

Le passant peut être envoyé, tel quel ou après une nouvelle dilution, au(x) stade(s) de séparation magnétique à grande intensité.

La gamme préférée de concentrations de pulpe à ce stade est d'environ 15 à 45% de solides. Il est préférable d'utiliser au moins deux stades de séparation magnétique à grande intensité. Le ou les concentrés magnétiques peuvent être envoyés à un épaisseur ou à un bassin à résidus où les solutions sont récupérées et recyclées vers les circuits de séparation magnétique ou de broyage, ou encore le produit soutiré de l'épaisseur contenant le ou les concentrés magnétiques peut être broyé à nouveau pour libérer un supplément de minéraux d'aluminium que l'on peut récupérer par un ou plusieurs stades supplémentaires de séparation magnétique.

Après le circuit magnétique, la fraction non magnétique de la matière première peut être envoyée à un épaisseur, puis à un filtre ou autre moyen d'élimination du gros de la solution, par exemple un séparateur centrifuge, et le gâteau obtenu peut être envoyé au stockage en vue d'un séchage partiel à l'air avant le séchage et/ou la déshydratation, ou directement à la déshydratation. En variante, on peut soumettre la fraction non magnétique à une opération

de déschlammage en utilisant des appareils classiques tels que des cyclones, séparateurs hydrauliques ou des appareils ou épaisseurs-classeurs, comme ceux qui servent à l'enrichissement du minerai de fer et qui  
5 sont bien connus.

On utilise seulement un circuit de déschlammage lorsqu'il se présente des quantités notables de minerais de fer plus fins que  $2,0$  à  $10,0\mu\text{m}$  et ne répondant pas efficacement au circuit de sépara-  
10 tion magnétique. En outre, ce circuit de déschlammage entraîne la perte d'une partie des minerais d'aluminium et, si cette perte est trop grande, elle empêche d'utiliser ce circuit. Si les pertes de minerais d'aluminium rentrent dans des limites acceptables économiquement ou  
15 si l'on peut utiliser et traiter les minerais d'aluminium contenus dans d'autres procédés comme le procédé Bayer, il est économiquement justifié d'utiliser ce circuit de déschlammage dans le traitement de matières spécifiques.

20 Il existe une troisième possibilité dans le traitement de la fraction déschlammée de la matière première, elle consiste à la conduire à un circuit de triage magnétique en utilisant une intensité minimale de champ de  $1,60\text{ T}$  de préférence d'environ  $1,80$  à  
25  $2,20\text{ T}$ . Ce champ magnétique de grande intensité, combiné à une conception spéciale des agents magnétiques comme dans le séparateur magnétique Colburn qui utilise des billes d'acier ou le séparateur magnétique du type Sals qui utilise de la laine d'acier, permet  
30 d'éliminer suffisamment des minerais de fer et/ou de titane contenus pour justifier économiquement un tel circuit magnétique, la fraction non magnétique étant réunie à la fraction non magnétique provenant de la fraction plus grosse que  $2,0$  à  $10,0\mu\text{m}$ .

35 A la suite de ce circuit de déschlammage, on peut utiliser ou non un autre stade de séparation magnétique à grande intensité appliqué à la fraction

plus grosse que 2 à 10  $\mu$  m. L'utilisation d'un tel stade supplémentaire dépend de la quantité résiduelle de minerais de fer et/ou de titane magnétiquement susceptibles que l'on peut éliminer et de l'incidence économique de l'adjonction d'un tel stade.

La description qui va suivre en regard du dessin annexé, donné à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée, les particularités qui ressortent tant du texte que du dessin faisant, bien entendu, partie de ladite invention.

La figure 1 est un schéma synoptique du procédé le plus simple de l'invention.

La figure 2 est un schéma synoptique du procédé le plus simple de l'invention dans le traitement de la bauxite, des argiles bauxitiques et des argiles contenant des minerais d'aluminium, qui comporte au moins un stade de broyage à l'état humide au stade de dispersion.

La figure 3 montre l'incorporation des stades de dispersion et de broyage et un stade préféré supplémentaire de déschlaumage, et

La figure 4 est un schéma synoptique du procédé préféré de l'invention, utilisant la combinaison de la dispersion et du broyage à l'état humide suivis d'un tamisage et, après le tamisage, au moins un stade de séparation magnétique à intensité faible ou moyenne avant l'application d'au moins un stade de séparation magnétique à grande intensité.

Comme on le comprendra par la description et les dessins, l'invention, sous son aspect le plus large, a pour objet un procédé d'amélioration de matières aluminifères choisies parmi les bauxites, les argiles bauxitiques et les argiles contenant des minerais d'aluminium, caractérisé par les étapes suivantes :

(a) soumettre une pulpe de la matière à au moins un stade de dispersion en présence au moins

d'hydroxyde de sodium et à un pH de 8,5 à 12,5 environ,

(b) ensuite, soumettre la pulpe à au moins un stade de tamisage à une grosseur comprise dans la gamme de 0,208 à 1,651 mm pour obtenir un produit  
5 plus fin que cette grosseur,

(c) ensuite, soumettre le passant ainsi obtenu à au moins un stade de séparation magnétique à haute intensité en utilisant une intensité de champ d'environ 1,10 à 2,20 T pour obtenir un concentré  
10 magnétique enrichi en minerais de fer et de titane et un produit non magnétique appauvri en minerais de fer et de titane.

La figure 1 illustre le procédé le plus simple de l'invention. L'application de celui-ci  
15 est principalement destinée à éliminer les minerais de fer et de titane contenus dans des argiles contenant des minerais d'aluminium et dont la grosseur naturelle de grain des constituants est au moins inférieure à 1,651 mm. Une telle matière ne nécessite pas de prépa-  
20 ration initiale telle qu'un concassage. Normalement, on amènera la matière première à un agitateur mécanique utilisant une hélice du type hélice de navire (non représentée) et où l'on ajoutera de la solution ou de l'eau de broyage pour former, en 10, une pulpe dont la  
25 concentration est de 10 à 60% de solides, la pulpe étant additionnée au moins d'hydroxyde de sodium et le pH étant réglé entre 9,5 et 12,5, de manière à assurer la dispersion des solides contenus. Dans l'un des modes de mise en oeuvre préféré de l'invention, on préfère  
30 utiliser au moins l'hydroxyde de sodium comme agent alcalin en association avec un agent dispersant choisi parmi les lignines, silicates et phosphates, le pH étant réglé entre environ 8,5 et 12,5.

Après la formation de la pulpe à ce  
35 stade, en 11, on tamise la matière entre 0,208 et 1,651 mm. Ce stade de tamisage est important pour le stade suivant de séparation magnétique à grande intensité dans

un entrefer magnétique (non représenté), plus précisément un séparateur magnétique de type Jones, l'intensité du champ magnétique et l'efficacité d'élimination des minerais de fer et de titane dépendant de la largeur  
5 de l'entrefer magnétique utilisé. Ainsi, la grosseur de tamisage dépend du séparateur magnétique à grande intensité et de son efficacité. On a trouvé qu'il faut choisir la grosseur de tamisage de façon que la particule de grosseur maximale qui passe à travers le  
10 tamis ait une dimension inférieure d'au moins 10% environ à la largeur de réglage de l'entrefer magnétique. Cette utilisation d'un tamis dans un tel circuit d'enrichissement est tout à fait contraire à la pratique classique dans laquelle la grosseur de tamisage est  
15 normalement déterminée par les caractéristiques de libération des constituants minéraux appréciés. Cette combinaison entre la grosseur du tamis et la largeur de l'entrefer magnétique est l'une des caractéristiques de l'invention, particulièrement en combinaison avec  
20 le stade de dispersion qui précède aussi bien le tamisage que le ou les stades de séparation magnétique à grande intensité, et permet de conduire aussi bien le stade de tamisage que le stade de séparation magnétique à grande intensité avec des concentrations de  
25 pulpe atteignant 45% de solides qui étaient impossibles antérieurement. Du fait que l'on peut opérer à une si forte concentration, le temps de séjour des minerais de fer et de titane magnétiquement susceptibles dans le champ magnétique est notablement plus long qu'il  
30 n'était possible antérieurement. Grâce à cela, l'efficacité du circuit de séparation à grande intensité est remarquable.

La référence 12 indique le refus du stade de tamisage, qui est divisé par un appareil de fragmentation par voie humide ou dont une portion telle que  
35 le bois est rejetée comme déchet, le reste étant broyé à moins de 1,651 mm.

Le passant, en 13, peut être à nouveau dilué dans une gamme d'environ 10 à 45% de solides et amené au(x) stade(s) de séparation magnétique à grande intensité, indiqué(s) en 14, l'intensité du champ magnétique étant de 1,10 à 2,20 T. Après ce stade, le concentré magnétique, montré en 15, principalement formé de minerais de fer et de titane, sera normalement amené à un concentrateur indiqué en 17 dont la surverse, montrée en 18, est ramenée, comme diluant, aux circuits de séparation magnétique et de fragmentation de la matière première. Le produit soutiré du concentrateur, indiqué en 19, est le concentré magnétique contenant principalement des minerais de fer et de titane et sera normalement rejeté comme déchet.

Les matières non magnétiques, indiquées en 16, données par le ou les stades de séparation magnétique à grande intensité, seront normalement envoyées à la concentration et à la filtration et les solutions, indiquées en 20, provenant de la concentration et de la filtration, servent de diluant dans les circuits de séparation magnétique et de fragmentation de la matière première. Le gâteau de filtration, indiqué en 21, est le minerai d'aluminium final amélioré.

La figure 2 illustre le procédé de plus simple de l'invention dans son application aux bauxites, aux argiles bauxitiques et aux argiles aluminifères, indiquées en 22, telles qu'elles sont extraites ou après des processus classiques de concassage et/ou de lavage et de tamisage. La référence 23 combine au moins un stade de broyage à l'état humide avec la dispersion des solides contenus dans la pulpe. La concentration préférée de la pulpe à ce ou ces stades de broyage humide est de 45 à 55% de solides, le minimum étant d'environ 25% de solides et le maximum d'environ 60% de solides, ce stade s'effectuant en présence au moins d'hydroxyde de sodium, le pH étant maintenu entre environ 9,5 et 12,5.



La référence 24 indique le stade de tamisage qui suit le ou les stades de broyage humide et les références 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 et 34 correspondent respectivement aux références 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 16, 20 et 21 de la figure 1; on obtient ainsi le produit final.

La figure 3 comprend la totalité de la figure 2 jusqu'à la référence 32 inclusivement, mais sans concentration ni filtration. En partant de 35, le produit non magnétique obtenu est amené, en 36, au déschlammage où l'on effectue de préférence la séparation avec un équipement classique (non représenté) pour éliminer les particules de 2 à 10  $\mu\text{m}$ , avec élimination préalable facultative de la fraction plus grosse que 74  $\mu\text{m}$ . Le passant ( $< 2-10 \mu\text{m}$ ) de cette séparation, indiqué en 37, est enrichi en minerais de fer et de titane et sera normalement rejeté comme déchet. Le refus, indiqué en 38, est appauvri en minerais de fer et de titane. On peut traiter ce produit par deux procédés possibles. Dans la variante (1), on amène le refus indiqué en 39 à un stade de séparation magnétique à grande intensité utilisant une intensité de champ minimale de 11,0 kG, le concentré magnétique obtenu, indiqué en 41, contenant principalement des minerais de fer et de titane. Le produit, indiqué en 42, suit les mêmes stades de traitement que ceux indiqués par les références 29, 30 et 31 de la figure 2. La fraction non magnétique indiquée en 43 est normalement soumise à une concentration et à une filtration et, comme indiqué en 44, subit les mêmes stades de traitement que ceux indiqués par les références 33, 34 de la figure 2. Dans la variante (2), on amène le refus indiqué en 40 à un stade de filtration, le gâteau de filtration étant préséché ou envoyé directement à la déshydratation ou bien, si on utilise un séparateur centrifuge, on envoie le produit à un préséchage ou directement à la déshydratation.

Sur la figure 4, on a indiqué en 45 le passant du tamis de la figure 2, références 22, 23, 24, 25 et 26, dilué à environ 15 à 45% de solides. Ce passant, comme indiqué en 46, est amené à au moins un stade et, de préférence, à au moins deux stades de séparation -----

magnétique à intensité faible ou moyenne, avec des intensités de champ magnétique de 0,5 à 10,0 kG. Le concentré magnétique obtenu, indiqué en 47, est principalement formé de minerais de fer et de titane et, 5 comme indiqué en 48, il est soumis aux stades de traitement de la figure 2, références 29, 30, 31. La fraction non magnétique obtenue, indiquée en 49, est soumise aux stades de traitement de la figure 2, références 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 et 34.

10 Les exemples non limitatifs ci-après sont présentés pour illustrer l'invention. Dans les exemples et dans toute la description, les parties sont en poids sec, sauf indication contraire.

Dans tous les exemples suivants, le 15 minerais tel qu'il arrive a été séché à l'air pour faciliter la manipulation et a été passé dans un broyeur à marteaux, donnant un produit inférieur à 19 mm environ.

Pour le travail en usine pilote, c'est 20 la matière d'alimentation au circuit de broyage au broyeur à boulets à un seul stade qui a été utilisée.

Pour le travail de recherche en laboratoire, on a réduit encore à moins de 3,327 mm le produit inférieur à 19 mm pour le broyer dans un 25 broyeur à barres ou à boulets de laboratoire à un seul stade.

#### EXEMPLE 1

Cet exemple illustre un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention comportant au moins un 30 stade de séparation magnétique à grande intensité.

La matière d'alimentation est une bauxite de l'Arkansas.

Les principaux composants de l'usine pilote sont un broyeur à boulets suivi d'un tamis à 35 mailles de 0,417 mm, un séparateur magnétique du type à tambour à faible intensité, un séparateur magnétique Jones à grande intensité dont l'intensité nominale

de champ magnétique est de 14 à 16 kG, et des moyens de concentration, de filtration et de manipulation des matières.

Le débit d'alimentation du circuit au  
5 broyeur à boulets est de 363 kg/h, sur la base du minerai sec.

On utilise NaOH seul comme agent alcalin et, dans la totalité des essais, on maintient le pH entre 10,7 et 10,9 à la sortie du broyeur à boulets.

10 On ajoute l'agent dispersant à l'extrémité d'alimentation du broyeur à boulets.

"2080" est une composition de lignine fournie par la Rayonier Company, filiale d'I.T.T.

15 "HMP" veut dire hexamétaphosphate de sodium.

"Orzan" est une marque déposée de Crown Zellerbach pour une composition de lignine.

"Quebracho" désigne une lignine et un extrait d'écorce provenant d'Amérique du Sud.

20 Sauf indication contraire, la concentration de tous les réactifs en solution est de 2,5%, à l'exception de NaOH qui est en solution à 10%.

Dans tous les cas, on règle la teneur en solides à environ 50% à la sortie du broyeur à bou-  
25 lets et on règle entre 42 et 44% la teneur en solides à l'entrée du premier stade à grande intensité magnétique du séparateur Jones.

On rejette comme déchet le refus du tamis car il contient principalement du bois.

30 Le trieur magnétique du type à tambour a une faible intensité de champ qui n'est pas mesurée. Il élimine moins de 0,2% de l'alimentation primitive sous forme de particules magnétiques.

Le séparateur magnétique Jones, fourni  
35 par Klockner Humboldt Deutz à Cologne, R.F.A., comporte des anneaux magnétiques supérieur et inférieur.

Dans les essais ci-après, on effectue deux stades de triage magnétique sur l'anneau supérieur et un stade de triage magnétique sur l'anneau inférieur, soit au total trois stades de séparation  
5 magnétique.

On obtient les résultats suivants, la variable principale étant l'agent dispersant.

Agent dispersant, kg/t	Analyse chimique, % en poids				Constituants non magnétiques			
	Concentrés magnétiques							
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	% en poids	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	% en poids
"2080"								
1,985 kg/t	11,0	23,7	5,2	19,2	17,8	1,69	1,35	81,8
"HMP"								
0,5 kg/t	9,3	31,2	5,4	16,7	18,0	1,85	1,50	83,3
"HMP"								
0,5 kg/t	10,4	26,9	5,5	16,1	17,9	1,67	1,45	83,9
et								
"Quebracho"								
0,375 kg/t								
"Quebracho"								
0,53 kg/t et	9,6	27,9	5,4	15,6	18,0	1,81	1,46	84,4
"Orzan"								
0,305 kg/t								

Note : l'analyse de tête moyenne de l'alimentation était  
16,0% SiO<sub>2</sub>, 6,2% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et 2,0% TiO<sub>2</sub>.

EXEMPLE 2

On effectue l'opération suivante en usine pilote sur une argile bauxitique de l'Arkansas en utilisant le même circuit que dans l'exemple 1. La différence principale réside dans le pourcentage de solides à l'entrée du premier stade de triage magnétique du séparateur magnétique Jones; il est de 19,0%.

L'agent alcalin est NaOH, le pH du circuit est maintenu entre 10,7 et 10,8 et l'agent dispersant est le "Quebracho", utilisé à raison de 0,25 kg/t de minerai.

On obtient les résultats suivants :  
Analyse chimique, % en poids

concentrés magnétiques				constituants non magnétiques			
SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	% en poids	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	% en poids
21,8	21,9	7,2	11,7	32,9	0,88	1,14	88,3

Note : l'analyse de tête moyenne de l'alimentation étant 31,5% SiO<sub>2</sub>, 3,34% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et 1,99% TiO<sub>2</sub>.

EXEMPLE 3

Cet exemple illustre un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention, utilisant au moins un stade de séparation magnétique à grande intensité et au moins un stade de déschlammage.

Le minerai utilisé est une bauxite d'Amérique du Sud que l'on a traitée classiquement en la concassant et en éliminant les fines par lavage.

L'analyse de tête est la suivante, en % :

SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
4,0	8,1	1,0	0,12

On broie pendant 8,0 minutes 600 g de la matière séchée dans un broyeur à barres de laboratoire, à 50% de solides, avec 12 ml de NaOH à 10% et 6 ml de "2080". A la suite du broyeur à boulets, on conditionne la pulpe pendant 15 minutes dans une cellule Wemco, le pH étant réglé à 12,0 au moyen de NaOH, puis on la soumet à deux stades de triage magnétique dans un

appareil magnétique Colburn de laboratoire à haute intensité. On relave une fois les deux concentrés magnétiques en ramenant les queues d'agent de lavage à la partie non magnétique de la pulpe.

5 On soumet le total de la portion non magnétique à un stade de déschlammage en utilisant un épaisseur-classeur.

On obtient les résultats suivants :

10	Produit obtenu	% en poids	Analyse chimique, %			
			$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$
	concentré magnétique	13,7	3,90	29,3	1,52	
15	produit de déschlammage inférieur à $5\mu\text{m}$	13,6	9,40	19,7	3,20	
	produit de déschlammage supérieur à $5\mu\text{m}$	72,7	3,15	1,39	0,53	0,003
20		100,0				

Comme dans les exemples 1 et 2, il faut noter l'excellente séparation métallurgique des minerais de fer et de titane avec seulement de légères pertes d'alumine. En outre, ces étapes d'enrichissement sont peu coûteuses.

#### EXEMPLE 4

Cet exemple illustre un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention, comportant au moins un stade de séparation magnétique à grande intensité avant le déschlammage, un stade de déschlammage et, finalement, au moins un stade de séparation magnétique à grande intensité après le déschlammage.

Le minerai utilisé dans cet exemple est une bauxite d'Afrique qui a l'analyse suivante, en %:

35	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$
	1,09	6,59	2,95

On broie 600 g de la matière pendant 5 minutes dans un broyeur à boulets de laboratoire, à 50% de solides et à pH 10,3, en utilisant 8 ml de NaOH à 10% et 18 ml de solution de "Quebracho" à 2,5%. Après le  
 5 stade de broyage, on transfère la pulpe dans une cellule Wemco et on la conditionne pendant 5,0 minutes tout en réglant le pH à 10,5 au moyen de NaOH.

On applique alors à la pulpe un seul stade de séparation magnétique à haute intensité avec  
 10 un appareil Colburn de laboratoire, on lave une fois et on réunit les queues d'agent de lavage à la fraction non magnétique obtenue. On déschlamme alors les matières non magnétiques totales à environ  $5\mu\text{m}$  au moyen d'un épaisseur-classeur de  
 15 laboratoire.

On dilue alors la fraction supérieure à  $5\mu\text{m}$  à environ 20% de solides et on la soumet à deux passes à travers l'appareil Colburn à une haute intensité magnétique. On réunit les deux concentrés  
 20 magnétiques, on les lave une fois et on réunit les queues d'agent de lavage à la fraction non magnétique.

On obtient les résultats suivants :

25	Produit obtenu	Analyse chimique, %			
		% en poids	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
	Concentré magnétique 1, avant déschlammage	8,3	1,58	40,8	12,1
	produit de déschlammage inférieur à $5\mu\text{m}$	19,8	1,42	8,8	3,5
30	Concentré magnétique 2, après déschlammage	5,2	0,96	11,0	4,6
	produit de déschlammage, supérieur à $5\mu\text{m}$	66,7	0,85	1,57	1,53

Le produit de déschlammage inférieur à  
 35  $5\mu\text{m}$  et le concentré magnétique 2 après déschlammage sont des matières premières appropriées au procédé Bayer tandis que le produit de déschlammage supérieur



à 5  $\mu$  m est un excellent produit pour l'industrie chimique ou celle des produits réfractaires.

Le concentré magnétique 1, avant déschlam-  
mage, serait un déchet.

5

#### EXEMPLE 5

Cet exemple illustre un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention, utilisant, dans le circuit d'enrichissement, trois stades de triage magnétique à grande intensité dans un séparateur Jones  
10 pour obtenir trois concentrés magnétiques que l'on réunit et qui sont appelés ci-après "concentré magnétique total", et un produit non magnétique. On amène le produit non magnétique à un cyclone à rendement élevé pour obtenir deux produits, la "sous-verse"  
15 qui est essentiellement supérieure à 30  $\mu$  et la "surverse" qui est amenée à une centrifugeuse pour déschlammage à environ 5,0  $\mu$  m. On tire de la centrifugeuse deux produits, l'un inférieur et l'autre supérieur à 5  $\mu$  m.

20

Le minerai utilisé pour cet exemple est une bauxite d'Amérique du Sud, particulièrement riche en fer.

On traite le minerai tel qu'il est extrait, sans les processus normaux de tamisage et de lavage  
25 qui, sur une matière de ce type, éliminent environ 40% ou davantage de matière comme déchet.

Le circuit d'enrichissement utilisé est une usine pilote à fonctionnement continu comportant un seul broyeur à boulets dans lequel la densité de  
30 pulpe est de 51% de solides, le pH à la sortie étant maintenu entre 10,7 et 10,8 au moyen de NaOH; on ajoute, à l'entrée du broyeur à boulets, 0,3 kg de "Quebracho" par tonne de matière première sèche et 0,5 kg d'"Orzan" par tonne de matière première sèche.

35

A la suite du broyeur à boulets, on amène le produit à un tamis à mailles de 0,589 mm; on rejette comme déchet le refus principalement formé

de bois, on dilue le passant à 28% de solides et on l'amène à un séparateur magnétique Jones à haute intensité, puis on le fait passer 2 fois de plus dans le séparateur. On réunit les trois concentrés magnétiques obtenus qui forment le "concentré magnétique total". On amène le produit non magnétique à un cyclone à haute efficacité qui donne une "sous-verse" contenant environ 75% de particules supérieures à  $30\mu\text{m}$  et une "surverse" contenant environ 85% de particules inférieures à  $30\mu\text{m}$ .

On amène la "surverse" à une centrifugeuse Bird qui donne une "sous-verse" essentiellement supérieure à  $5\mu\text{m}$  et une "surverse" essentiellement inférieure à  $5\mu\text{m}$ .

L'entrefer du séparateur magnétique Jones est réglé entre 0,50 et 0,60 mm. Le tamis qui précède le séparateur magnétique a une largeur de mailles de 0,417 mm. Lorsqu'on utilise un si petit réglage d'entrefer, la grosseur maximale du stade de tamisage est de 0,589 mm et de préférence de 0,295 à 0,417 mm.

On obtient les résultats suivants :

Produit obtenu	Analyse chimique, %			
	% en poids	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
Concentré magnétique total	18,2	6,1	48,6	1,76
produit de la centrifugeuse, inférieur à $5\mu\text{m}$	15,0	19,2	28,2	5,83
produit de la centrifugeuse, supérieur à $5\mu\text{m}$	27,3	3,35	6,7	1,70
sous-verse du cyclone	39,5	2,7	2,8	0,92
matière de départ	100,0	6,1	16,0	2,0

On traitera comme déchets le concentré magnétique total et le produit inférieur à  $5\mu\text{m}$  tiré de la centrifugeuse.

Le produit supérieur à 5 $\mu$ m tiré de la centrifugeuse est excellent pour alimenter le procédé Bayer et il a une teneur notablement plus grande en alumine récupérable qu'une bauxite concassée et lavée de façon classique pouvant être extraite de la même région.

La "sous-verse" du cyclone est un excellent produit d'alumine et, en tant que retardateur de combustion, elle peut être considérée comme un produit de haute qualité.

Le tableau ci-après indique l'analyse globale complète de la "sous-verse" du cyclone et du produit supérieur à 5 $\mu$ m tiré de la centrifugeuse, la teneur en  $Al_2O_3$  étant calculée classiquement.

Récupération, % en poids	Analyse chimique, %				Perte par grillage
	$Al_2O_3$	$SiO_2$	$Fe_2O_3$	$TiO_2$	
66,8	61,3	2,9	4,4	1,2	30,2

Il s'agit ici d'un excellent procédé métallurgique : on obtient un concentré d'alumine à haute teneur et la récupération d'alumine soluble dans les caustiques représente environ 90% de ce qu'elle était dans l'échantillon d'alimentation.

#### EXEMPLE 6

Cet exemple illustre un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention dans lequel on broie la matière première dans un broyeur à barres de laboratoire en utilisant du NaOH conjointement avec un agent dispersant, on tamise à 0,417 mm en obtenant seulement une trace de refus que l'on jette, on conditionne le passant à pH 10,5 au moyen de NaOH comme agent alcalin, puis on soumet la pulpe à trois stades de séparation magnétique à haute intensité pour obtenir trois concentrés magnétiques et un produit non magnétique contenant plus de 90% des matières aluminifères primitives.

Les conditions de l'essai sont les suivantes :

L'échantillon d'alimentation est une bauxite d'Amérique du Sud préparée comme indiqué plus haut.

On broie une charge de 600 g dans un broyeur à barres de laboratoire, à 50% de solides, en ajoutant 3,0 ml de solution de NaOH à 10% et 3,0 ml de solution de "Quebracho" à 2,5%. Le pH à la fin du broyage est de 8,7. On passe la pulpe venant du broyeur à barres au tamis à mailles de 0,417 mm, en rejetant comme déchet le refus qui contient principalement du bois.

On transfère le passant dans une cellule Wemco de laboratoire et on le conditionne pendant 15 minutes, le pH étant réglé à 10,5 au moyen de NaOH. On soumet alors la pulpe à trois stades de séparation magnétique au moyen d'un séparateur Colburn à haute intensité.

On obtient les résultats suivants :

Produit obtenu	% en poids	<u>Analyse chimique, %</u>		
		<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO<sub>2</sub></u>
Concentré magnétique 1	6,3	1,2	43,1	3,0
25 Concentré magnétique 2	2,6	2,7	13,8	2,6
Concentré magnétique 3	1,6	4,0	8,2	2,2
30 Produit non magnétique	89,5	3,0	1,4	1,3

#### EXEMPLE 7

Cet exemple illustre un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention, utilisant la même matière première que l'exemple 6 et le même circuit, si ce n'est que l'on amène 4 ml de solution de NaOH à 10% au broyeur à barres de laboratoire, que l'on porte le pH à la sortie à 10,5 et que l'on

déschlamme le produit non magnétique à environ  $10\mu$  m en utilisant un épaisseur-classeur de laboratoire.

On obtient les résultats suivants, les trois concentrés magnétiques étant réunis et appelés  
5 "le concentré magnétique".

Produit obtenu	% en poids	<u>Analyse chimique, %</u>		
		<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO<sub>2</sub></u>
10 Concentré magnétique	10,1	1,8	31,3	2,8
Produit inférieur à $10\mu$ m.	34,5	2,9	3,1	1,7
Produit supérieur à $10\mu$ m	55,4	2,7	0,8	1,2

15 Le concentré magnétique et le produit inférieur à  $10\mu$  m constituent une alimentation satisfaisante pour le procédé Bayer tandis que le produit supérieur à  $10\mu$  m est un produit de haute qualité pour l'industrie des réfractaires.

20

#### EXEMPLE 8

Cet exemple illustre un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention comportant un triage magnétique à haute intensité avant un déschlammage, et suivi d'un triage magnétique à haute intensité appli-  
25 qué à la fraction grossière résultant du stade de déschlammage.

L'échantillon de minerai utilisé est une bauxite d'Amérique du Sud à haute teneur en fer.

On broie à 50% de solides dans un broyeur  
30 à barres de laboratoire un échantillon de 600 g de la matière, additionné de 6 ml de solution de NaOH à 10% et 18 ml de solution de "Quebracho" à 2,5%. Le pH à la fin du broyage est de 10,4. On tamise la pulpe sortant du broyeur sur un tamis à mailles de 0,417 mm  
35 et on rejette comme déchet le refus principalement formé de particules de bois. On transfère le passant dans une cellule de flottation Wemco de laboratoire

et on le conditionne pendant 15 minutes, le pH étant ajusté à 10,8 au moyen de NaOH.

On soumet alors la pulpe à trois stades de séparation magnétique à haute intensité en utilisant le séparateur magnétique Colburn; on garde séparément le premier concentré magnétique, appelé ci-après "concentré magnétique 1" et on réunit les deux concentrés magnétiques suivants, appelés ci-après "concentré magnétique 2". On soumet le produit non magnétique au déschlammage à environ  $10\ \mu\text{m}$  en utilisant un épaisseur-classeur de laboratoire pour obtenir un produit supérieur à  $10\ \mu\text{m}$  et un produit inférieur à  $10\ \mu\text{m}$ .

On soumet le produit supérieur à  $10\ \mu\text{m}$  à deux stades de séparation magnétique à haute intensité en utilisant le séparateur Colburn, on obtient deux concentrés magnétiques que l'on réunit et qui sont appelés ci-après "concentré magnétique 3", et un produit non magnétique final.

On obtient les résultats suivants :

Produit obtenu	% en poids	Analyse chimique, %				Perte par grillage
		$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	
concentré magnétique 1	8,0	-	2,4	74,8	1,5	-
concentré magnétique 2	5,8	-	2,5	44,9	1,9	-
Inférieur à $10\ \mu\text{m}$	25,4	-	15,1	27,4	5,2	-
concentré magnétique 3	2,4	-	2,5	12,0	1,8	-
fraction non magnétique supérieure à $10\ \mu\text{m}$	<u>58,4</u>	63,1	1,7	1,8	0,8	32,6
analyse calculée de l'échantillon de départ	100,0	50,7	4,2	16,9	2,1	26,1

Les concentrés magnétiques 1 et 2 et le produit inférieur à  $10\ \mu\text{m}$  seront traités comme

déchets. Le concentré magnétique 3 peut être une matière d'alimentation satisfaisante pour le procédé Bayer.

Le produit non magnétique supérieur à  $10\mu$  m est un excellent produit utilisable dans l'industrie chimique, par exemple comme retardateur de combustion de haute qualité, sa perte par grillage étant de 32,6% contre un maximum possible d'environ 34,5%.

Dans un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention, on utilise un ou plusieurs stades de déschlammage à la suite du ou des stades de séparation magnétique à haute intensité. Toutefois, selon le type de matière et les circuits utilisés, on peut appliquer un ou plusieurs stades de déschlammage en n'importe quel point du circuit, après le stade de broyage avec dispersion.

Lorsqu'on utilise un stade de séparation magnétique à intensité faible ou moyenne ou un déschlammage ou les deux, avant le ou les stades magnétiques à haute intensité, on peut appliquer le ou les stades de tamisage en n'importe quel point du circuit, après le stade de broyage avec dispersion et avant le ou les stades magnétiques à haute intensité.

Dans le ou les stades magnétiques à haute intensité, la largeur de l'entrefer magnétique est d'environ 0,35 à 2,0 mm. Pour déterminer la largeur de l'entrefer, on mesure la plus courte distance entre arêtes opposées des pôles nord et sud, de façon bien connue.

Il va de soi que des modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits, notamment par substitution de moyens techniques équivalents, sans que l'on sorte pour cela du cadre de la présente invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'amélioration de matières aluminifères choisies parmi les bauxites, les argiles bauxitiques et les argiles contenant des minerais d'aluminium, caractérisé par les étapes suivantes :
- 5 (a) soumettre une pulpe de la matière à au moins un stade de dispersion en présence au moins d'hydroxyde de sodium et à un pH de 8,5 à 12,5 environ,
- (b) ensuite, soumettre la pulpe à au moins un stade de tamisage à une grosseur comprise dans la gamme de 10 0,208 à 1,651 mm pour obtenir un produit plus fin que cette grosseur,
- (c) ensuite, soumettre le passant ainsi obtenu à au moins un stade de séparation magnétique à haute intensité en utilisant une intensité de champ -----
- 15 -----
- d'environ 1,10 à 2,20 T pour obtenir un concentré magnétique enrichi en minerais de fer et de titane et un produit non magnétique appauvri en minerais de 20 fer et de titane.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à l'étape (a), on conduit le stade de dispersion en présence d'hydroxyde de sodium seul, ou d'hydroxyde de sodium associé à un agent alcalin 25 choisi parmi KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  et les mélanges de ceux-ci, à un pH d'environ 9,5 à 12,5.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à l'étape (a), on conduit le stade de dispersion en présence d'hydroxyde de sodium 30 associé à un agent dispersant choisi parmi les lignines, les silicates, les phosphates et leurs mélanges, ou d'hydroxyde de sodium en combinaison avec un agent alcalin choisi parmi KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  et les mélanges de ceux-ci et un agent dispersant choisi parmi 35 les lignines, les silicates, les phosphates et leurs mélanges, à un pH d'environ 8,5 à 12,5.



4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour conduire l'étape de dispersion (a), on soumet la matière à au moins un stade de broyage humide à une concentration de pulpe d'environ 5 25 à 60% de solides.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour conduire l'étape de dispersion (a), on soumet la matière à au moins un stade de broyage humide à une concentration de pulpe d'environ 10 25 à 60% de solides et en présence, soit d'hydroxyde de sodium seul à un pH d'environ 9,5 à 12,5, soit d'hydroxyde de sodium associé à un agent alcalin choisi parmi KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  et un mélange de ceux-ci, à un pH d'environ 9,5 à 12,5, soit d'hydroxyde 15 de sodium associé à un agent dispersant choisi parmi les lignines, les silicates, les phosphates et leurs mélanges à un pH d'environ 8,5 à 12,5, soit d'hydroxyde de sodium associé à la fois à du KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ou à un mélange de ceux-ci et à un agent dispersant 20 choisi parmi les lignines, silicates, phosphates et leurs mélanges à un pH d'environ 8,5 à 12,5.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 4 ou 5, caractérisé en ce que l'on soumet le produit non magnétique obtenu à au moins un 25 stade de déschlammage pour obtenir des fines enrichies en fer, titane et silice et un produit grossier appauvri en fer, titane et silice.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par les étapes suivantes :

30 (a) soumettre la matière à au moins un stade de broyage à l'état humide à une concentration de pulpe d'environ 25 à 60% de solides en présence au moins d'hydroxyde de sodium et à un pH d'environ 8,5 à 12,5,

(b) ensuite, soumettre la pulpe à au moins un stade 35 de tamisage entre 0,208 et 1,651 mm pour obtenir un produit plus fin que cette grosseur,

- (c) ensuite, soumettre le passant à au moins un stade de séparation magnétique à intensité faible ou moyenne, entre 0,05 et 1,00 T, pour obtenir un produit magnétique et un produit non magnétique,
- 5 (d) ensuite, soumettre le produit non magnétique à au moins un stade de séparation magnétique à haute intensité en utilisant une intensité de champ d'environ 1,10 et 2,20 T pour obtenir un concentré magnétique enrichi en minerais de fer et de titane et un produit
- 10 non magnétique appauvri en minerais de fer et de titane.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'on conduit le ou les stades de séparation magnétique à haute intensité dans un sépa-

15 rateur de type Jones.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'on soumet le produit plus fin que 0,208 à 1,651 mm à au moins deux stades de séparation magnétique à haute intensité dans un séparateur de

20 type Jones.

10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'on soumet le produit à au moins un stade de tamisage entre 0,208 et 1,651 mm pour obtenir un produit plus fin que cette grosseur, après le

25 ou les stades de séparation magnétique à intensité faible ou moyenne.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que, pour conduire l'étape de dispersion (a), on broie par voie humide à une concentra-

30 tion de pulpe d'environ 25 à 60% de solides et en présence soit d'hydroxyde de sodium seul, à un pH d'environ 9,5 à 12,5, soit d'hydroxyde de sodium et d'un agent alcalin choisi parmi KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  et un mélange de ceux-ci à un pH d'environ 9,5 à 12,5,

35 soit d'hydroxyde de sodium associé à un agent dispersant choisi parmi les lignines, silicates, phosphates et les mélanges de ceux-ci à un pH d'environ 8,5 à

12,5, soit d'hydroxyde de sodium associé à la fois à un agent alcalin choisi parmi KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  et un mélange de ceux-ci et à un agent dispersant choisi parmi les lignines, silicates, phosphates et mélanges de ceux-ci à un pH d'environ 8,5 à 12,5.

12. Procédé selon la revendication 7 pour l'amélioration d'une matière aluminifère choisie parmi les bauxites et les argiles bauxitiques, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape supplémentaire suivante :

(e) soumettre le produit non magnétique à au moins un stade de déschlammage pour obtenir des fines enrichies en fer, titane et silice et un produit grossier appauvri en fer, titane et silice.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4, 5 ou 12, caractérisé en ce que l'on conduit le ou les stades de séparation magnétique à haute intensité dans un séparateur de type Jones.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4, 5 ou 12, caractérisé en ce que l'on soumet le produit plus fin que 0,208 à 1,651 mm à au moins deux stades de séparation magnétique à haute intensité dans un séparateur de type Jones.

15. Procédé selon la revendication 6 ou 12, caractérisé en ce qu'à la suite du stade de déschlammage, on soumet le produit grossier à au moins un stade de séparation magnétique à haute intensité.

16. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'on soumet le produit non magnétique à au moins un stade de tamisage entre 0,208 et 1,651 mm pour obtenir un produit inférieur à cette grosseur, à la suite du ou des stades de séparation magnétique à intensité faible ou moyenne.

17. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'on soumet le produit non magnétique provenant du ou des stades de séparation

magnétique à haute intensité (d) à au moins deux stades de déschlammage pour obtenir des fines enrichies en fer, titane et silice et un produit grossier appauvri en fer, titane et silice.

- 5                   18. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'à la suite du ou des stades de broyage à l'état humide et avant le ou les stades de séparation magnétique à haute intensité, on soumet le produit à au moins un stade de déschlammage pour  
10 obtenir des fines enrichies en fer, titane et silice et un produit grossier appauvri en fer, titane et silice.

1 - 4

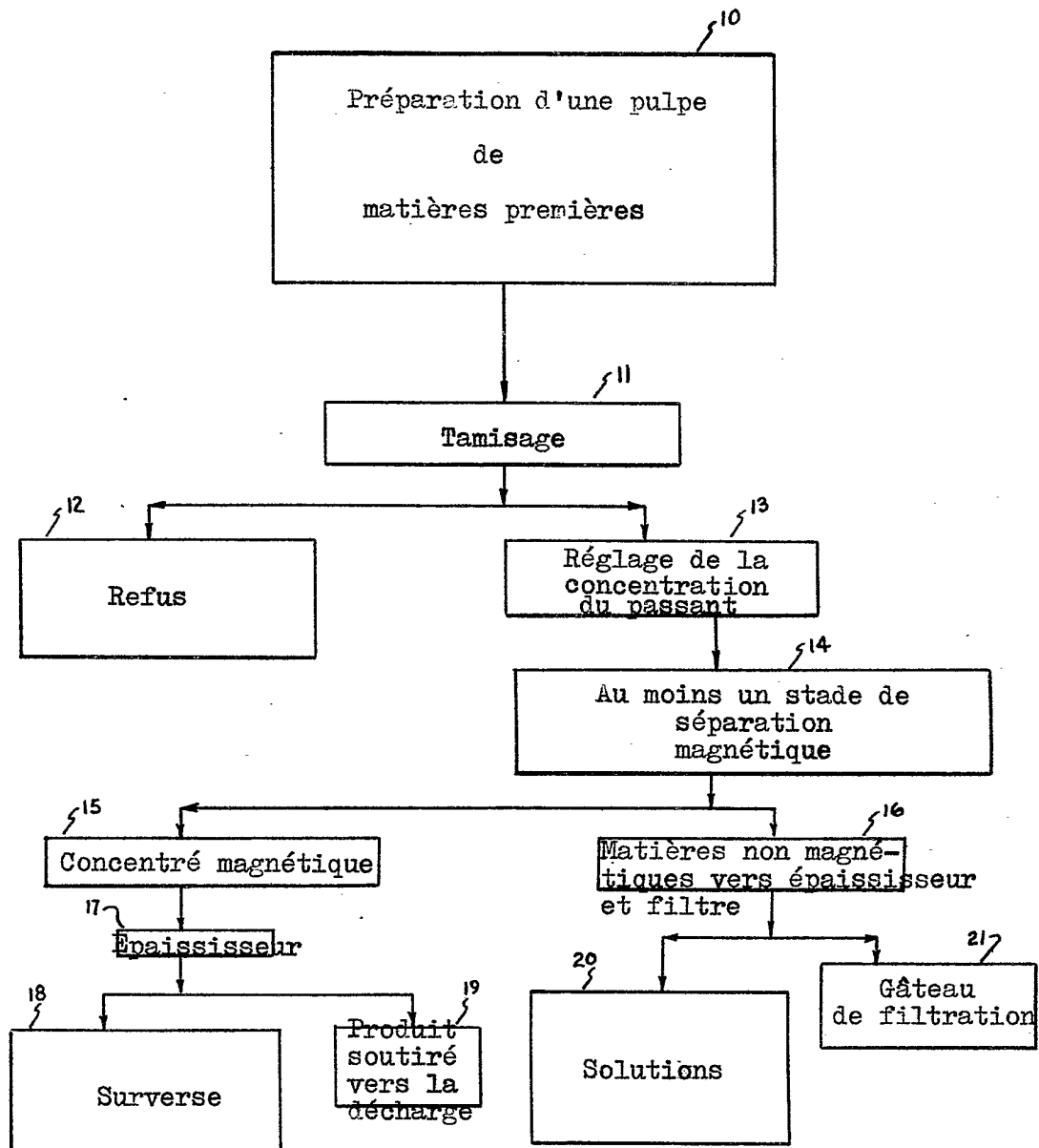


FIG 1

- 4 -

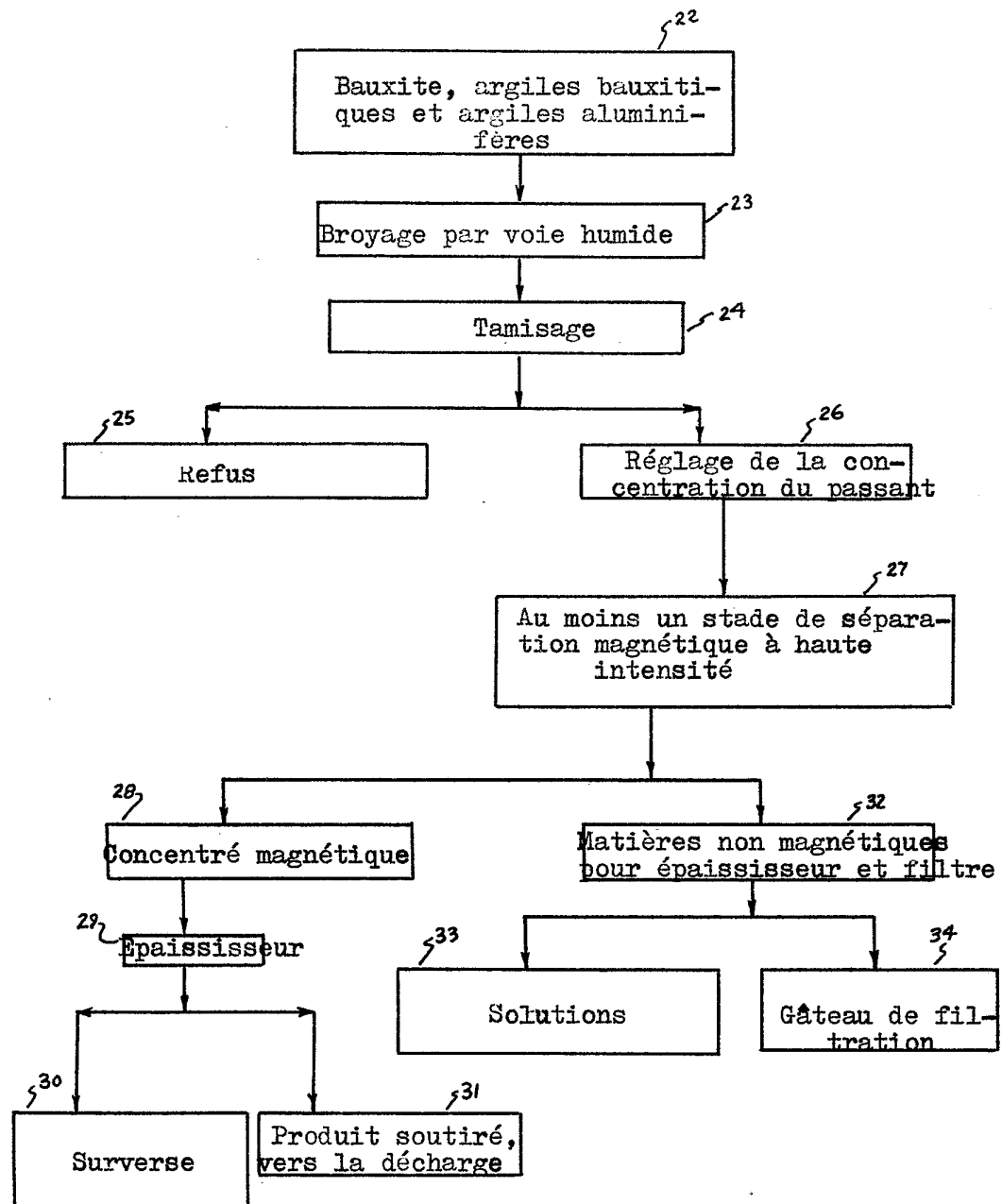


FIG 2

3 - 4

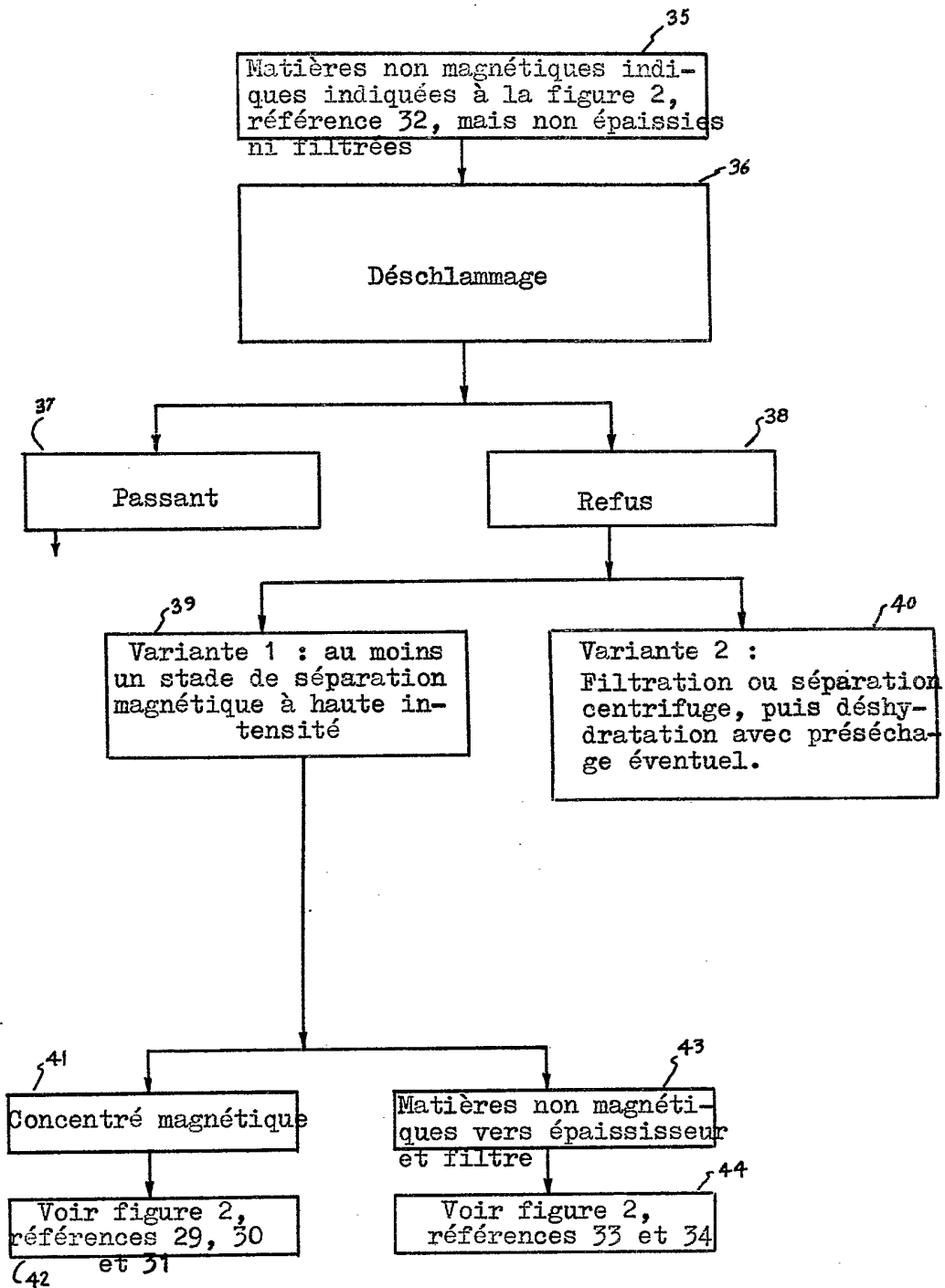


FIG 3

4 - 4

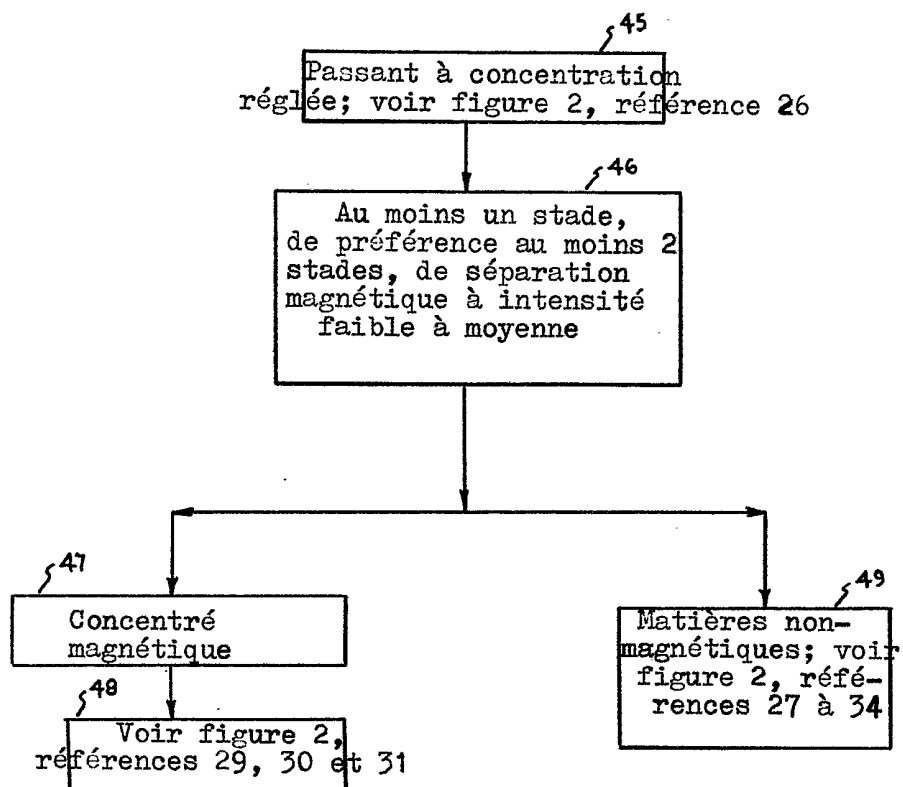


FIG.4