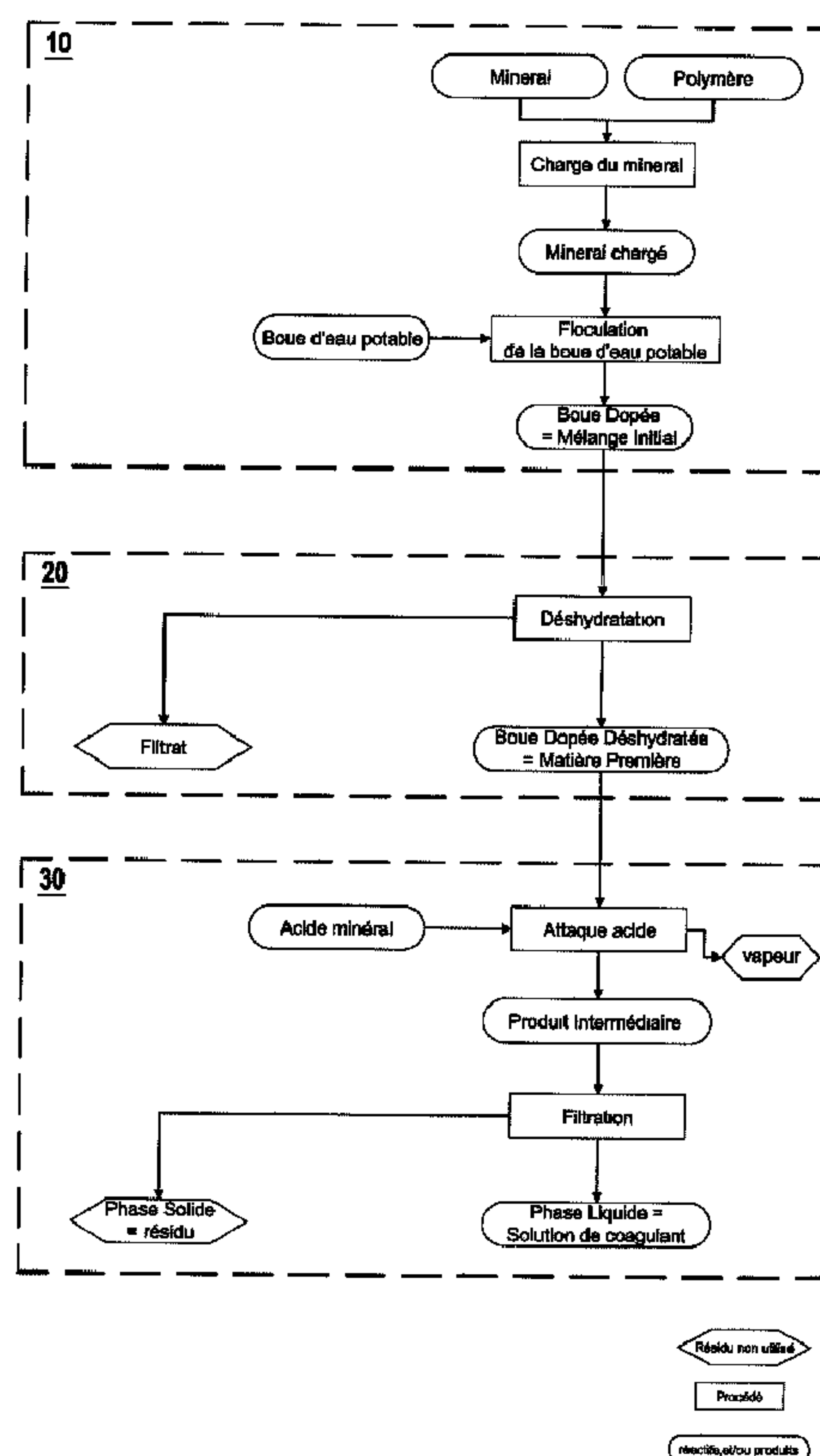




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2007/03/27
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2007/10/04
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2008/09/26
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2007/051020
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2007/110547
(30) Priorité/Priority: 2006/03/27 (FR0651042)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *C02F 1/52* (2006.01),
C02F 1/66 (2006.01)
(71) Demandeur/Applicant:
VEOLIA EAU - COMPAGNIE GENERALE DES EAUX,
FR
(72) Inventeurs/Inventors:
SUTY, HERVE, FR;
CALIGARIS, MARC, FR
(74) Agent: BERESKIN & PARR

(54) Titre : PROCEDE D'OBTENTION D'UN PRODUIT COAGULANT, PRODUIT DESTINE A FABRIQUER LEDIT COAGULANT ET PROCEDE DE TRAITEMENT DES EAUX USEES ET/OU INDUSTRIELLES UTILISANT LEDIT COAGULANT.
(54) Title: METHOD OF OBTAINING A COAGULANT PRODUCT, PRODUCT INTENDED FOR MANUFACTURING THE SAID COAGULANT, AND METHOD OF TREATING WASTEWATER AND/OR INDUSTRIAL EFFLUENT USING THE SAID COAGULANT.



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un procédé d'obtention d'un produit coagulant. De façon caractéristique, on prépare une matière première contenant de la boue résultant du traitement d'eau potable et un minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium, cette matière

(57) **Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

première étant soumise à une attaque acide en vue de former des sels de fer, des sels d'aluminium ou de leur mélange. Application de ce coagulant lors de la réalisation d'une étape physico-chimique du traitement des eaux usées et /ou industrielles.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international

PCT

(43) Date de la publication internationale
4 octobre 2007 (04.10.2007)(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/110547 A3(51) Classification internationale des brevets :
C02F 1/52 (2006.01) C02F 1/66 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2007/051020

(22) Date de dépôt international : 27 mars 2007 (27.03.2007)

(25) Langue de dépôt : français

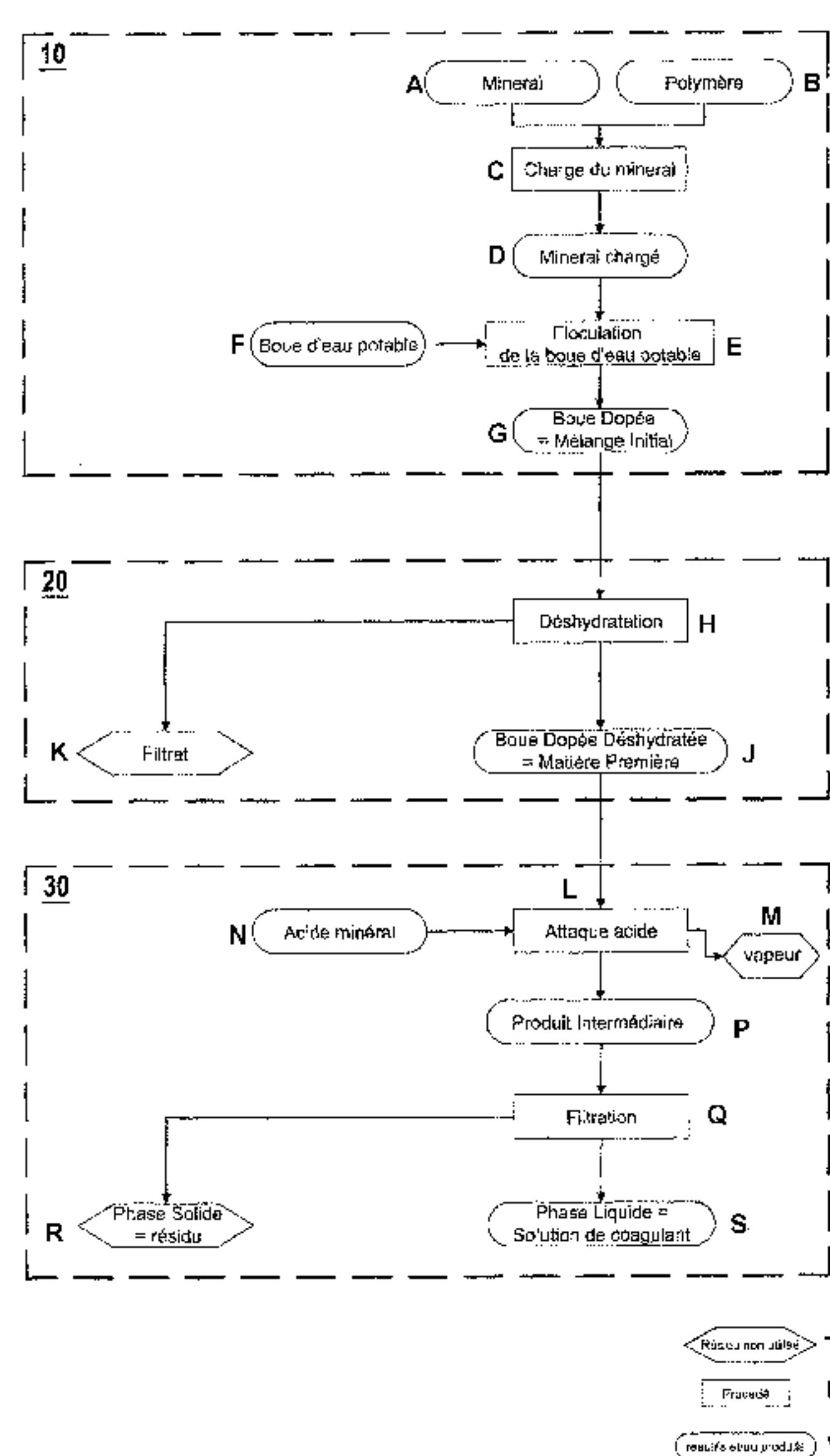
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0651042 27 mars 2006 (27.03.2006) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : VE-
OLIA EAU - COMPAGNIE GENERALE DES EAUX
[FR/FR]; 52 rue d'Anjou, F-75008 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : SUTY,
Hervé [FR/FR]; 178 rue de Verdun, F-94500 Champigny
Sur Marne (FR). CALIGARIS, Marc [FR/FR]; 9 rési-
dence du Plein Air, F-78700 Conflans-sainte-honorine
(FR).(74) Mandataires : INTES, Didier etc.; Cabinet BEAU de
LOMENIE, 158 rue de l'Université, F-75340 Paris Cedex
07 (FR).(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD OF OBTAINING A COAGULANT PRODUCT, PRODUCT INTENDED FOR MANUFACTURING THE
SAID COAGULANT, AND METHOD OF TREATING WASTEWATER AND/OR INDUSTRIAL EFFLUENT USING THE SAID
COAGULANT.(54) Titre : PROCEDE D'OBTENTION D'UN PRODUIT COAGULANT, PRODUIT DESTINE A FABRIQUER LEDIT COA-
GULANT ET PROCEDE DE TRAITEMENT DES EAUX USEES ET/OU INDUSTRIELLES UTILISANT LEDIT COAGULANT.

A mineral
B polymer
C mineral charging
D charged mineral
E flocculation of the drinking water sludge
F drinking water sludge
G doped sludge = initial mixture
H drying
J dried doped sludge = first material
K filtrate
L acid attack
M steam
N mineral acid
P intermediate product
Q filtration
R solid phase = residue
S liquid phase = solution of coagulant
T unused residue
U method
V reactants and/or products

(57) Abstract: The invention relates to a method of obtaining a coagulant prod-
uct. Characteristically, a raw material is prepared which contains the sludge resulting
from the treatment of drinking water and an ore containing iron and/or aluminium,
this raw material being subjected to acid attack for the purpose of forming iron salts,
aluminium salts or a mixture thereof. This coagulant is employed in the realization
of a physicochemical step in the treatment of wastewater and/or industrial effluent.(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé d'obtention d'un produit coagulant.
De façon caractéristique, on prépare une matière première contenant de la boue résul-
tant du traitement d'eau potable et un minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium,
cette matière première étant soumise à une attaque acide en vue de former des sels de
fer, des sels d'aluminium ou de leur mélange. Application de ce coagulant lors de la
réalisation d'une étape physico-chimique du traitement des eaux usées et /ou indus-
trielles.

WO 2007/110547 A3

WO 2007/110547 A3

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale:

29 novembre 2007

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Procédé d'obtention d'un produit coagulant, produit destiné à fabriquer ledit coagulant et procédé de traitement des eaux usées et /ou industrielles utilisant ledit coagulant

5 L'invention concerne un procédé d'obtention d'un produit coagulant qui peut être utilisé en particulier pour le traitement des eaux usées que ce soient des eaux résiduaires urbaines et /ou industrielles.

Habituellement, dans le traitement des eaux usées, on réalise notamment une étape de déphosphatation, en particulier une
10 déphosphatation physico-chimique. A cet effet, on réalise une précipitation par la chaux ou par des sels contenant des ions trivalents, notamment en utilisant du chlorure de fer ou d'aluminium. Dans certaines régions, c'est quasi-exclusivement du chlorure ferrique FeCl_3 que l'on utilise, en grande quantité, dans cette étape de déphosphatation physico-chimique.

15 En parallèle, on sait que dans le cas du traitement des eaux potables, les résidus en résultant et en particulier les boues d'eau potable ou terres de décantation, contiennent des sels d'ions trivalents. En effet, parmi les étapes du traitement classique des eaux destinées à la consommation on utilise un coagulant à base d'ions trivalents, en
20 particulier ferrique ou aluminium, de sorte que les résidus solides de ce traitement contiennent ces éléments, notamment sous la forme de chlorure ferrique, de sulfate ou de chlorure d'aluminium.

Des tentatives ont déjà été proposées de récupérer ces sels ou coagulants contenus dans les boues d'eau potable.

25 Ainsi, par exemple, dans US 5 720 882 ou US 4 448 696 on effectue la récupération de la boue d'eau potable (déshydratée ou épaissie), résultant du traitement de l'eau, puis on réalise le chauffage et l'attaque acide de cette boue pour solubiliser le sel, et enfin on effectue la filtration et la récupération du nouveau coagulant.

30 Également, notamment dans US2002/0179531, il a été proposé d'utiliser des procédés membranaires : une membrane d'échange cationique semi-perméable permet de séparer les sels de la boue, ces sels ayant été préalablement solubilisés par ajustement du pH à l'aide d'une solution d'acide.

35 Dans d'autres cas (US2002/0112740 et WO2004/033732), on a procédé à l'utilisation d'un réacteur biologique avec une faune

microbiologique thermophile qui provoque la solubilisation du sel recherché qui est ensuite séparé par séparation solide/liquide. On dispose alors d'un oxyde ou d'un hydroxyde du sel et une attaque acide suivie d'une filtration permet de reformer à nouveau un coagulant.

5 Egalement, il est parfois mis en œuvre un procédé thermique comme dans US 3 901 804 et WO03000602. Dans ce cas on réalise une oxydation par voie humide ou une oxydation en eau supercritique de la boue d'eau potable afin de récupérer le sel, une acidification permet ensuite de reformer un coagulant.

10 Dans tous les cas qui précèdent, on a procédé à une technique similaire qui consiste successivement à :

- séparer/concentrer le sel présent dans la boue d'eau potable,
- ajouter un acide minéral pour acidifier le milieu réactionnel qui est chauffé afin de former les sels d'aluminium ou de fer,
- 15 -récupérer par filtration le coagulant ainsi reformé, qui peut être réutilisé.

Toutefois, toutes ces techniques engendrent une quantité de sels de fer ou d'aluminium récupérée qui est variable puisqu'elle dépend de la teneur en sel de la boue d'eau potable utilisée comme matière
20 première. Ainsi, le rendement variable de la conversion en coagulant procure une qualité très instable du coagulant. On peut noter que les méthodes thermiques ont un meilleur rendement de récupération mais il faut relever qu'elles coûtent relativement cher par rapport au prix d'un coagulant commercial.

25 D'autre part, un autre inconvénient réside dans le fait que la mise en oeuvre de l'une ou l'autre de ces techniques nécessite le transport de la boue d'eau potable, en très grande quantité, depuis la station de traitement jusqu'à la station d'épuration ou, plus généralement jusqu'au lieu de récupération du coagulant contenu dans les boues d'eau potable,
30 d'où il en découle des frais de transport supplémentaires importants. Alternativement, si la mise en oeuvre du procédé de récupération est directement réalisée au niveau de la station d'eau potable, on génère un coagulant qui doit cependant encore être transporté, en vue de son utilisation, jusqu'à une station d'épuration, ce qui également présente des
35 coûts de transport significatifs.

De plus, dans ces techniques, on utilise souvent de la chaux pour l'étape de déshydratation ce qui d'une part entraîne des coûts liés à l'achat de cette matière première, et d'autre part ne permet pas d'aboutir à une déshydratation suffisamment poussée pour que les volumes de
5 matière obtenus soient transportables de façon rentable.

La présente invention a pour objectif de fournir un procédé permettant de surmonter les inconvénients de l'art antérieur et en particulier offrant la possibilité d'utiliser la boue d'eau potable comme source de sels de fer ou d'aluminium afin de former un coagulant dont la
10 qualité, et plus particulièrement la teneur en sels de fer et/ou d'aluminium, lui permette d'être utilisé dans le traitement des eaux usées, tout en présentant une forme compatible avec un coût de transport économiquement viable.

A cet effet, selon la présente invention, il est proposé un
15 procédé d'obtention d'un produit coagulant qui est caractérisé en ce que l'on prépare une matière première contenant de la boue résultant du traitement d'eau potable (terre de décantation), ladite boue étant enrichie par un minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium, cette matière première étant soumise à une attaque acide en vue de former des sels de
20 fer, des sels d'aluminium ou leur mélange, sous la forme de sels simples et/ou de sels composés.

Ainsi, on propose un procédé d'obtention d'un produit coagulant qui, par rapport à l'état antérieur de la technique selon lequel on prépare de la boue résultant du traitement d'eau potable, puis on soumet ce
25 produit à une attaque acide en chauffant, puis on filtre, se distingue par le fait qu'on procède au préalable à l'enrichissement de la boue d'eau potable par des ions Fe^{3+} et/ou Al^{3+} .

De cette manière, on comprend que par l'ajout d'un minéral de fer et/ou d'aluminium, on dope la boue d'eau potable en fer et/ou en
30 aluminium à la hauteur souhaité en fonction de la teneur finale souhaitée en fer et/ou aluminium dans le coagulant. Il faut noter que le dopage (enrichissement) peut non seulement être réalisé par du minéral de fer et/ou d'aluminium mais encore par l'ajout de l'un de ces deux métaux.

Cette solution présente aussi l'avantage supplémentaire, de
35 permettre, outre une économie de minéral par rapport au procédé de

fabrication traditionnel d'un coagulant, également de trouver un débouché pour les boues d'eau potable qui sont ainsi valorisées.

Selon l'invention, le procédé comporte avantageusement les étapes suivantes :

- 5 a) on réalise un mélange initial entre de la boue résultant du traitement d'eau potable et de la poudre d'un minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium, ce par quoi on dope la boue ;
- b) on déshydrate le mélange initial pour former une matière première (par exemple sous la forme d'un gâteau ou de granulés) ;
- 10 c) on réalise une attaque acide, avec un chauffage initial, de la matière première avec un acide minéral, ce par quoi on forme un produit intermédiaire contenant des sels de fer, des sels d'aluminium ou leur mélange, et
- d) on réalise une filtration du produit intermédiaire afin de séparer la
- 15 phase solide de la phase liquide contenant ledit produit coagulant.

Globalement, grâce à la solution selon la présente invention, il est possible de permettre l'obtention, à partir de boue d'eau potable et de minéral de fer et/ou d'aluminium, d'une matière première déshydratée présentant une siccité suffisante, en vue de son transport. Dans ce cas, on

20 réalise avantageusement la dernière phase du procédé de fabrication du coagulant, à savoir la phase de récupération - génération (étapes c) et d) d'attaque acide et de filtration), sur le site utilisateur, à savoir principalement une station d'épuration, ou encore sur un site dédié à cet effet.

25 Alternativement, on peut réaliser l'ensemble des étapes du procédé aboutissant à la formation du coagulant sur le site fournisseur de boue d'eau potable avant son transport sur le site utilisateur.

Selon une possibilité de mise en œuvre du procédé selon l'invention, le procédé comporte avantageusement les étapes suivantes :

- 30 a') on ajoute de la poudre d'un minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium lors de l'étape de clarification du traitement d'eau potable, ce par quoi on obtient un mélange initial;
- b) on déshydrate le mélange initial pour former une matière première ;
- c) on réalise une attaque acide, avec un chauffage initial, de la matière
- 35 première avec un acide minéral, ce par quoi on forme un produit intermédiaire contenant des sels de fer, des sels d'aluminium ou leur

mélange, et

d) on réalise une filtration du produit intermédiaire afin de séparer la phase solide de la phase liquide contenant ledit produit coagulant

5 Ainsi, dans ce cas l'étape a) devient alors l'étape a') qui intervient lors de la clarification (coagulation – floculation –décantation) de l'eau. Le minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium sert de support aux floccs lors de la clarification de façon à récupérer une boue dopée en matière active et favoriser la décantation et l'élimination des matières en suspension et des matières organiques.

10 De façon particulièrement avantageuse, préalablement à l'étape a), on charge le minéral, préférentiellement au moyen d'un polyélectrolyte, ionique (cationique ou anionique) ou non ionique, servant d'agent flocculant pour le minéral. Le chargement du minéral permet d'améliorer ses capacités en tant que structurant pour l'étape b) de
15 déshydratation.

Ce chargement peut aussi comprendre l'introduction de chaux, en quantité toutefois moindre que pour une étape classique de préparation à la déshydratation des boues d'eau potable.

20 De préférence, l'étape c) d'attaque acide est réalisée en utilisant de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfurique, mais il faut noter que l'emploi de tout acide minéral peut convenir.

S'agissant de l'étape b) de déshydratation, elle est de préférence réalisée au moyen d'un filtre presse et/ou d'un filtre presse à membrane.

25 Dans ce cas, ne mettant pas en œuvre une déshydratation par de la chaux, qui est classiquement utilisée dans le traitement des boues d'eau potable notamment pour réaliser un amendement calcique, on économise cette matière première.

30 De plus, le rôle de structurant jouée par la chaux lors de l'étape de déshydratation d'un traitement classique des boues d'eau potable, est dans le cas de l'invention joué par le minéral qui est avantageusement chargé, en particulier par un polyélectrolyte.

35 De préférence, afin d'augmenter encore la siccité de la matière première, le procédé comporte en outre, après l'étape b) de déshydratation, une étape de déshydratation complémentaire de la

matière première par séchage, filtre presse et/ou filtre presse à membrane.

Egalement, la présente invention porte sur le coagulant résultant de ce procédé de fabrication et provenant à la fois d'un minéral
5 de fer et/ou d'aluminium et de boue d'eau potable.

Selon un autre aspect, la présente invention porte sur un produit destiné à permettre l'obtention d'un coagulant pour le traitement des eaux usées et /ou industrielles, comprenant de la boue résultant d'une installation de traitement d'eau potable enrichie par un minéral contenant
10 du fer et/ou de l'aluminium.

Avantageusement, ce produit comprend en outre un polyélectrolyte, ionique (cationique ou anionique) ou non ionique, servant d'agent flocculant pour le minéral. La présence de cet électrolyte réalise un chargement du minéral, ce qui permet d'améliorer ses capacités en tant
15 que structurant pour l'étape de déshydratation.

Un tel produit peut correspondre au mélange initial (boue dopée) formé de la boue résultant du traitement d'eau potable et qui a été dopée par le minéral contenant des ions Fe^{3+} et/ou Al^{3+} , ou bien encore ce produit peut correspondre à la boue dopée déshydratée formant, à l'issue
20 de l'étape de déshydratation, la matière première précitée.

Selon une autre disposition préférentielle, ce produit présente une siccité supérieure à 25 % en masse, la siccité de ce produit étant de préférence comprise entre 35 et 90% en masse. Une siccité suffisamment importante pour être compatible avec les impératifs de transport est
25 obtenue notamment lorsque ce produit est formé de la matière première résultant des étapes a) et b) (dopage de la boue par le minéral et déshydratation), avant la mise en œuvre des étapes c) et d) (attaque acide et filtration) du procédé précité.

Egalement, la présente invention porte sur un procédé de
30 traitement des eaux usées et /ou industrielles, comprenant une étape physico-chimique utilisant un coagulant, caractérisé en ce ledit coagulant comportant un électrolyte minéral à base d'ion trivalent résultant au moins partiellement de boue de la filière de traitement de l'eau potable, ladite boue étant enrichie par un minéral contenant du fer
35 et/ou de l'aluminium.

De préférence, ledit coagulant comporte un ou plusieurs sels, simple ou composés, parmi le groupe formé des sels de fer et des sels d'aluminium.

5 En particulier, ladite étape physico-chimique est une déphosphatation physico-chimique, une coagulation, une étape de déshydratation, de décarbonatation ou de cassage d'émulsion.

Ainsi, on comprend que le coagulant fabriqué selon l'invention, à partir du mélange de boues d'eau potable et de minerai, en particulier de minerai de fer et/ou d'aluminium, peut trouver bon nombre de débouchés
10 dans le domaine du traitement de l'eau.

Ce coagulant peut également trouver des utilisations dans d'autres domaines, notamment comme élément liant pour la fabrication du béton, ou pour la fabrication de papier dans la chimie de la partie humide de la machine.

15 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple et en référence à la figure unique qui représente de façon synoptique un mode de réalisation du procédé conforme à l'invention.

En premier lieu, on procède au dopage de la boue d'eau potable
20 (phase 10) contenant le coagulant que l'on souhaite isoler et récupérer.

À cet effet, on mélange du minerai contenant des ions aluminium Al^{3+} et/ou des ions fer Fe^{3+} à de la boue d'eau potable provenant du traitement des eaux potables, puis on obtient le mélange initial formé de cette boue dopée.

25 De préférence, comme il apparaît sur la figure unique, préalablement à la réalisation de ce mélange, on ajoute au minerai de fer et/ou d'aluminium un polymère servant de polyélectrolyte afin de charger le minerai. Ce polyélectrolyte peut être ionique (cationique ou anionique) ou non ionique.

30 De cette façon, le minerai chargé est ainsi davantage apte à servir de structurant de la boue d'eau potable pour la phase ultérieure de déshydratation. De plus, lors du mélange entre le minerai chargé et la boue d'eau potable, on obtient une floculation propice à faciliter la déshydratation ultérieure.

35 Lors de cette seconde phase de déshydratation 20, qui peut consister en plusieurs étapes, on utilise un système mécanique tel qu'un

filtre à membrane ou un filtre presse, dont l'action peut-être combinée à une étape de déshydratation complémentaire par séchage ou par filtre (filtre presse ou filtre à plateaux à membrane). Ainsi, par déshydratation par filtre- presse, on peut atteindre des siccités de plus de 25%,
5 notamment de 35 à 55%. Avec le séchage, on peut atteindre des siccités de l'ordre de 90%.

On peut aussi envisager de réaliser l'étape de déshydratation 20 uniquement par séchage et dans ce cas il n'est pas utile de charger le minerai par ajout d'un polyélectrolyte.

10 À l'issue de cette étape de déshydratation, le mélange initial ou boue dopée résulte en deux nouveaux produits formés de la partie liquide, sous la forme d'un filtrat, et de la partie solide sous la forme d'une boue dopée déshydratée dénommée matière première (gâteau ou granulés).

En effet, c'est cette matière première qui va servir à la
15 fabrication du coagulant dans la suite du procédé de fabrication.

Ainsi, comme on l'a vu précédemment, on peut atteindre plus généralement une siccité de 25% à 90% ce qui réduit considérablement le volume de la matière première à transporter dans le cas où la phase finale de fabrication du coagulant est réalisée ailleurs.

20 Enfin, lors de la troisième phase du procédé de fabrication du coagulant, on réalise la formation du coagulant par deux étapes successives : attaque acide et filtration.

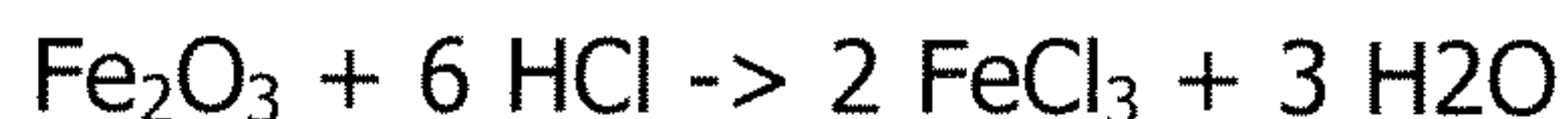
Lors de l'étape d'attaque acide, on ajoute à la boue dopée déshydratée un acide minéral en excès, l'ensemble étant chauffé à une
25 température de l'ordre de 80 °C pendant plusieurs heures. Pendant cette étape, de la vapeur d'eau s'échappe du récipient contenant le milieu réactif et la réaction de l'acide avec les ions fer ou les ions aluminium aboutit à la formation de sels de fer et/ou d'aluminium. Tout acide minéral peut convenir tel que de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfurique ou
30 encore de l'acide phosphorique.

Le matériau réactif qui est constitué à la fin de l'attaque acide forme un produit intermédiaire.

Ainsi, par exemple, lorsqu'on utilise de l'acide chlorhydrique, on obtient :

35 -du chlorure d'aluminium AlCl_3 à partir de l'alumine :
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$

- du chlorure ferrique à partir de l'oxyde de fer :



Pendant cette étape, dans le milieu acide chauffé, en présence du polyélectrolyte, ce polymère peut subir une hydrolyse partielle: la
5 teneur résiduelle du polyélectrolyte permettra avantageusement de favoriser par floculation une meilleure déshydratation du produit intermédiaire lors de l'étape ultérieure de filtration.

Lors de l'étape de filtration, on utilise de préférence un filtre presse, éventuellement combiné à un filtre presse à plateaux du type à
10 membrane.

À l'issue de cette étape de filtration, on a réalisé la séparation de la phase solide, constituant un résidu, de la phase liquide qui est récupérée afin de constituer le coagulant, de part la présence des sels de fer et/ou d'aluminium (chlorure d'aluminium ou de fer, sulfate d'aluminium
15 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ou sulfate de fer si on utilise de l'acide sulfurique dans l'étape d'attaque acide).

Dans le cas où on utilise de l'acide sulfurique lors de l'attaque acide, si le minerai utilisé est un minerai de fer, on obtient du sulfate ferreux que l'on peut ensuite oxyder à l'aide d'oxygène pur ou bien de
20 chlore en sulfate ferrique, selon une pratique bien connue de l'homme du métier.

On peut noter que l'acide utilisé peut lui-même provenir d'un résidu industriel tel qu'un bain de décapage.

À la fin du procédé, on obtient donc un liquide contenant un sel
25 (par exemple chlorure ou sulfate) d'un ion trivalent libéré et solubilisé, en l'occurrence l'ion Al^{3+} ou Fe^{3+} .

Ce liquide peut servir de coagulant dans toutes les applications classiques, parmi lesquels en particulier la réalisation d'une étape physico-chimique du traitement des eaux usées et/ou industrielles telle qu'une
30 déphosphatation physico-chimique. Dans ce cas, on réalise une précipitation du phosphore par les ions Al^{3+} ou Fe^{3+} afin de former les sels AlPO_4 ou FePO_4 , quoique très peu solubles, précipitent à l'état colloïdal, ce précipité étant par la suite éliminé par floculation sur un excès d'hydroxyde métallique.

35 Parmi les autres exemples d'application, on peut citer l'utilisation de ce coagulant dans une étape de coagulation (par exemple pour

améliorer une étape de décantation ultérieure d'un liquide), une étape de déshydratation, une étape de carbonation, une étape de cassage ou coagulation d'émulsion que celle-ci soit réalisée pour le traitement des eaux usées et/ou industrielles ou dans d'autres applications.

5 À titre illustratif, il va maintenant être présenté un exemple quantitatif de réalisation du procédé conforme à la présente invention.

Selon cet exemple de mise en oeuvre, on a choisi d'utiliser 1 kg de minerai d'oxyde d'aluminium contenant 98 % d' $\text{Al}(\text{OH})_3$ par kilogramme de boue d'eau potable traitée.

10 Première phase : dopage de la boue

On utilise le 262,5 kg de minerai contenant 0,32 g d'aluminium par gramme de minerai (ceci correspond à l'introduction de 84 kg d'aluminium pour un total de 262,5 kg de matière sèche).

15 En premier lieu, on réalise le chargement du minerai au moyen d'un polymère de type polyélectrolyte. Dans l'exemple, on a 2 grammes par litre de polymère anionique actif, dans un volume de 1575 l ce qui correspond à un total de 3,115 kg de matière sèche.

20 Le minerai ainsi chargé est ensuite mélangé à 6348,4 l de boue d'une usine d'eau potable, au sud de la région parisienne, qui contient 0,061 kg d'aluminium par kilogramme de matière sèche et 41,35 g de matière sèche par litre, ce qui correspond à un total de 262,5 kg de matière sèche comprenant 16 kg d'aluminium.

25 Pour réaliser ce mélange, on peut par exemple utiliser le procédé ou le réacteur de floculation présenté dans le document WO 2005/0 65 832.

Lors de ce mélange, on constate un phénomène de floculation de la boue d'eau potable, grâce à la présence du minerai qui sert de structurant, ce phénomène est encore accentué par le polyélectrolyte.

30 À l'issue du mélange, on obtient un volume de 7923,4 l de boue dopée contenant 0,19 kg d'aluminium par kilogramme de matière sèche, soit 100 kg d'aluminium récupéré contenu dans 528,15 kg de matière sèche.

Deuxième phase : déshydratation de la boue dopée

35 En second lieu, on réalise la phase de déshydratation de la boue dopée, au moyen d'un filtre presse. Pendant cette étape, on réalise l'empilement de couches successives de boue dopée entre l'intervalle

formé entre chaque paire de deux plateaux du filtre presse, que l'on met en pression jusqu'à 15 bars.

À ce stade, on note qu'il est également possible d'utiliser (exemple non présenté) alternativement ou en combinaison à un tel filtre presse, un filtre plateaux à membrane que l'on met en pression jusqu'à sept bars, cette solution étant particulièrement avantageuse si la boue contient des particules de très petite taille.

Dans le cas du mode de réalisation mis en oeuvre, à l'issue de l'étape de déshydratation, on obtient :

- 10 -un filtrat représentant un volume de 7923,4 l et contenant 0,7 g de matière sèche par litre dont 2,5 mg d'aluminium par litre, soit un total de 0,6 kg d'aluminium pour 4,59 kg de matière sèche, et
- de la boue dopée déshydratée formant 1415, 11 kilogrammes de matière première présentant les caractéristiques suivantes : teneur en aluminium 0,17 kg par kilogramme de matière sèche et une siccité de 37 %, ce qui correspond à un total de 89 kg d'aluminium récupéré et de 523,59 kg de matière sèche.

Troisième phase : formation du coagulant par récupération-régénération

- 20 Pendant la dernière phase du procédé de fabrication, la matière première indiquée ci-dessus est mélangé à 2667,83 l d'acide chlorhydrique à 37,6 % (quantité excédentaire) , le tout étant porté à 80 °C en laissant s'opérer cette réaction exothermique pendant deux heures. À l'issue de cette étape d'attaque acide, on réalise l'étape finale de filtration au moyen
- 25 du même type de filtre presse que celui utilisé pendant la phase précédente de déshydratation ou au moyen d'un filtre à tambour sous vide, de sorte que l'on aboutit finalement à la formation :

- d'un résidu solide de 91,23 kilos (soit 17,4 % de la matière sèche introduite), et
- 30 -de 3247,8 l d'une solution de coagulant contenant du chlorure d'aluminium AlCl_3 présentant une densité de 1,18, une teneur en aluminium de 27,3 g par litre et un pourcentage d'alumine Al_2O_3 de 5,16 %, soit un total de 88,7 kg d'aluminium récupéré.

Dans cet exemple de réalisation, on aboutit donc à un rendement de récupération de 88,7% de l'aluminium.

Globalement, les essais menés ont démontré un rendement de récupération de plus de 85% pour l'aluminium et de plus de 95 % pour le fer.

5 L'utilisation de cette solution de coagulant dans une étape de traitement de déphosphatation a montré des résultats équivalents en terme de taux d'abattement du phosphore.

Egalement, dans l'exemple de réalisation présenté précédemment, on est parti d'une masse initiale égale de matière sèche du minerai et de matière sèche de la boue d'eau potable, mais on
10 comprend que l'on peut modifier cette répartition pour obtenir au final une solution de coagulant présentant la teneur souhaitée, et notamment une teneur analogue aux coagulants du marché.

Egalement, dans cet exemple de réalisation, on est parti d'une boue et d'un minerai contenant tous les deux de l'aluminium, mais on
15 aurait pu partir de boues et de minerai contenant tous les deux des ions ferrique, ou encore de boues et de minerai dont l'un contient de l'aluminium et l'autre contient des ions ferrique. Dans ce dernier cas, on peut notamment partir d'une boue d'eau potable contenant des ions ferrique, cette boue étant dopée par un minerai d'aluminium, de sorte
20 qu'en sortie on obtient un coagulant avec un sel mixte d'emploi très large, à la teneur souhaitée.

En comparaison de la mise en oeuvre du procédé actuel de fabrication d'un coagulant uniquement à partir de la boue d'eau potable, ce procédé a notamment pour avantage de permettre d'obtenir la même
25 quantité de coagulant à partir d'une quantité moindre de matière de départ, à savoir dans le premier cas de la boue d'eau potable et dans le second cas le mélange initial (boue dopée au minerai), ce qui réduit notamment les volumes de matière transportée et traitée. Egalement, par le dopage en minerai, on peut obtenir un coagulant dont la teneur en sels
30 de fer et/ou d'aluminium est majorée jusqu'à la valeur souhaitée.

A titre d'exemple, sans le dopage en minerai conforme à l'invention, on atteint généralement, avec les seules boues d'eau potable, un coagulant présentant une teneur en sels d'aluminium de 1 ou 2% (5 à
35 10 % pour les sels de fer), contre jusqu'à 8 % avec dopage (au moins 32% pour les sels de fer).

En comparaison de la mise en œuvre d'un procédé de l'art antérieur de fabrication d'un coagulant uniquement à partir de minéral, le procédé conforme à l'invention a notamment pour avantage d'utiliser moins de minéral, donc de permettre la réalisation d'économie au niveau de l'achat et du transport de minéral. Ce procédé permet encore de trouver un débouché en tant que matière utile aux boues d'eau potables qui sont normalement considérées comme des déchets et de produire un sel coagulant utilisable dans la filière de traitement des eaux usées, limitant ainsi les volumes de boues globalement produites par les deux filières de façon extraordinaire.

A titre d'exemple, les boues d'eau potables récupérées dans toute l'Ile de France contiennent une quantité de sels trivalents qui peut couvrir à elle seule environ 70 à 80% des besoins d'assainissement pour les stations d'épuration du même territoire.

De façon préférentielle, dans le cas du mode réalisation donné à titre d'exemple précédemment, la matière première résultant de l'état de déshydratation est transportée sur le lieu de fabrication final du coagulant qui peut être la station d'épuration qui va avoir besoin de ce coagulant au cours des étapes de traitement des eaux usées.

Alternativement, on peut dédier à un site extérieur l'opération de traitement des eaux usées, la fabrication du coagulant. En particulier, ce site pourra centraliser la récupération des boues dopées déshydratées ou matières premières provenant de différentes stations de traitement de potable afin de réaliser la troisième et dernière phase du procédé de fabrication du coagulant.

On comprend que le procédé qui a été présenté précédemment peut être mis en œuvre pour fabriquer différents types de coagulant minéraux, notamment du chlorure d'aluminium, du sulfate d'alumine, du chlorure ou du sulfate de fer, des PAC et PACS ou encore des sels mixtes de fer et/ou d'aluminium.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'obtention d'un produit coagulant, caractérisé en ce que l'on prépare une matière première contenant de la boue résultant du traitement d'eau potable, la boue étant enrichie par un minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium, cette matière première étant soumise à une attaque acide en vue de former des sels de fer, des sels d'aluminium ou leur mélange.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- 10 a) on réalise un mélange initial entre de la boue résultant du traitement d'eau potable et de la poudre d'un minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium ;
- b) on déshydrate le mélange initial pour former une matière première ;
- 15 c) on réalise une attaque acide, avec un chauffage initial, de la matière première avec un acide minéral, ce par quoi on forme un produit intermédiaire contenant des sels de fer, des sels d'aluminium ou leur mélange, et
- d) on réalise une filtration du produit intermédiaire afin de séparer la phase solide de la phase liquide contenant ledit produit coagulant .

20 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- a') on ajoute de la poudre d'un minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium lors de l'étape de clarification du traitement d'eau potable, ce par quoi on obtient un mélange initial;
- 25 b) on déshydrate le mélange initial pour former une matière première ;
- c) on réalise une attaque acide, avec un chauffage initial, de la matière première avec un acide minéral, ce par quoi on forme un produit intermédiaire contenant des sels de fer, des sels d'aluminium ou leur mélange, et
- 30 d) on réalise une filtration du produit intermédiaire afin de séparer la phase solide de la phase liquide contenant ledit produit coagulant.

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que préalablement à l'étape a), on charge le minéral au moyen d'un polyélectrolyte.

5. Procédé selon la revendication 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que l'étape c) d'attaque acide est réalisée en utilisant de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfurique.

6. Procédé selon la revendication 2, 3, 4 ou 5, caractérisé en ce que l'étape b) de déshydratation est réalisée au moyen d'un filtre presse et/ou d'un filtre presse à membrane.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte en outre, après l'étape b) de déshydratation, une étape de déshydratation complémentaire de la matière première par séchage, filtre presse et/ou filtre presse à membrane.

8. Produit coagulant pour le traitement des eaux usées et /ou industrielles, obtenu par attaque acide d'une matière première comprenant de la boue résultant d'une installation de traitement d'eau potable enrichie par un minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium.

9. Produit coagulant selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite matière première comprend en outre un polyélectrolyte.

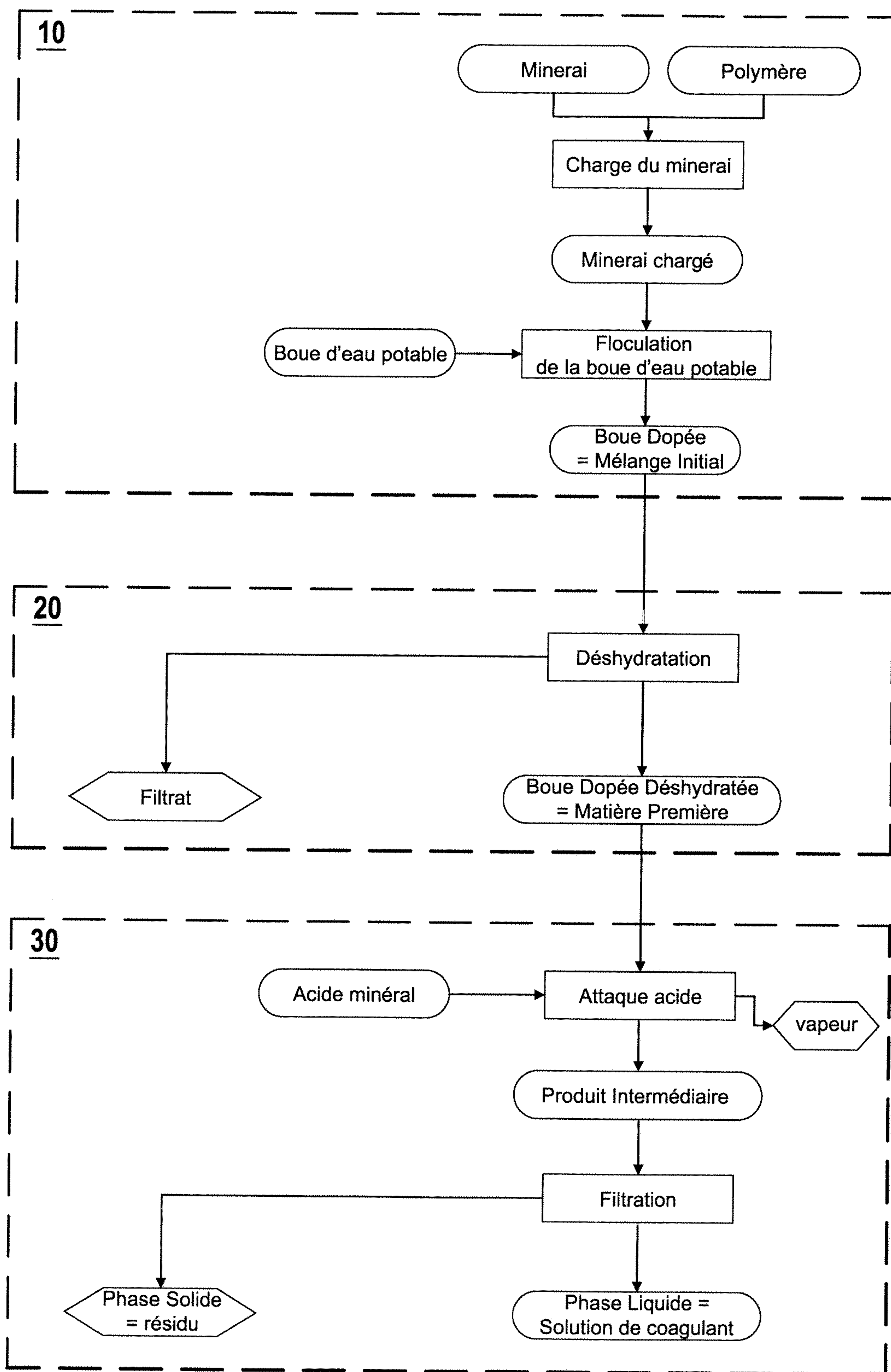
10. Produit coagulant selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que ladite matière première présente une siccité supérieure à 25 %.

11. Procédé de traitement des eaux usées et /ou industrielles, comprenant une étape physico-chimique utilisant un coagulant, caractérisé en ce ledit coagulant comporte un électrolyte minéral à base d'ion trivalent résultant au moins partiellement d'une matière première contenant de la boue de la filière de traitement de l'eau potable, ladite boue étant enrichie par un minéral contenant du fer et/ou de l'aluminium, cette matière première ayant été soumise à une attaque acide en vue de former des sels de fer, des sels d'aluminium ou leur mélange.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisée en ce que ladite étape physico-chimique est une déphosphatation physico-chimique, une coagulation, une étape de déshydratation, de décarbonatation ou de cassage d'émulsion.

13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, caractérisée en ce que ledit coagulant comporte un ou plusieurs sels parmi le groupe formé des sels de fer et des sels d'aluminium.

1/1

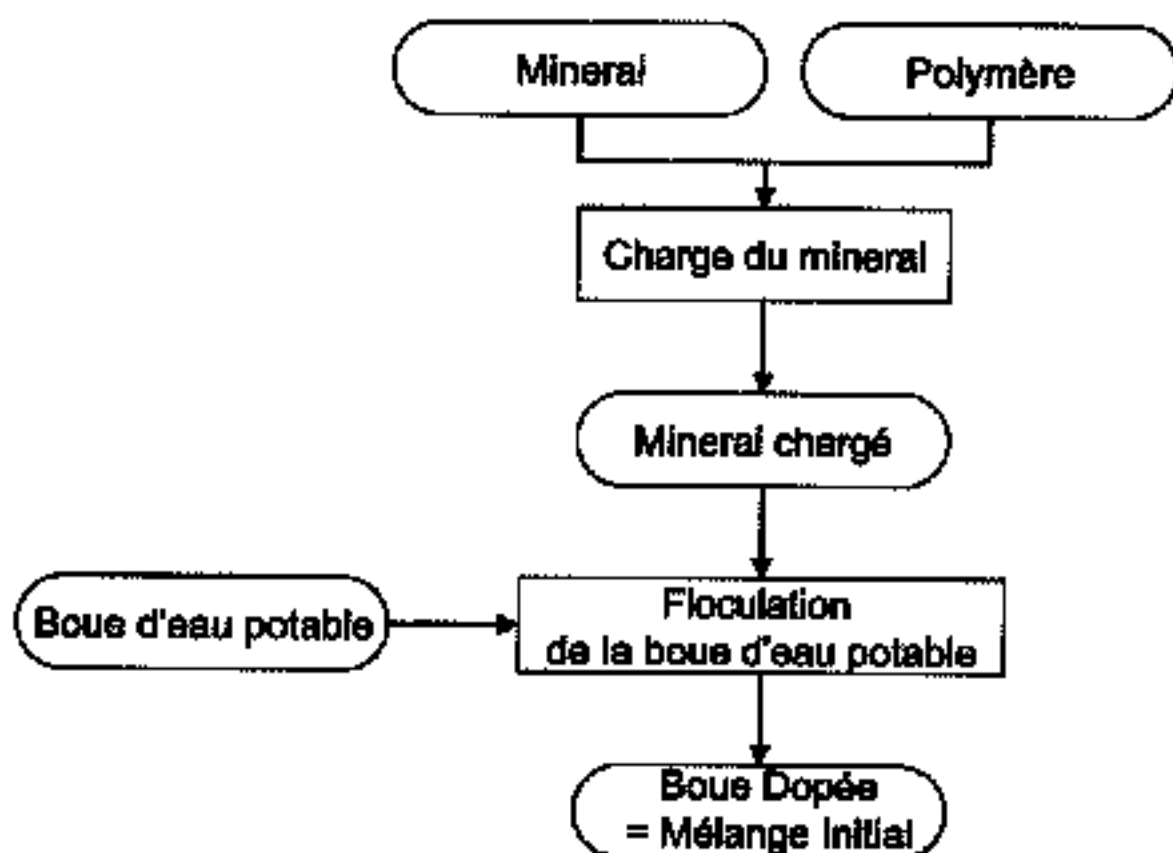


Résidu non utilisé

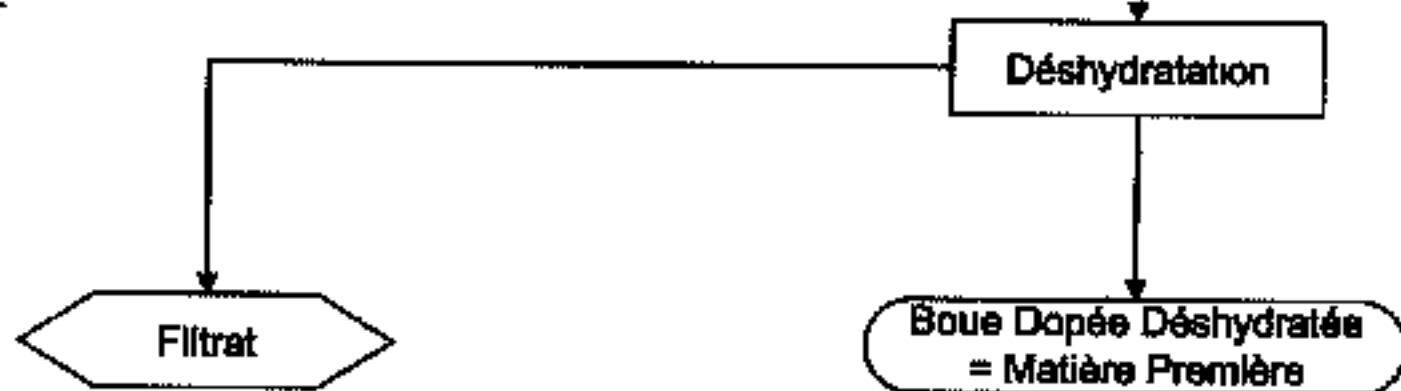
Procédé

réactifs, et/ou produits

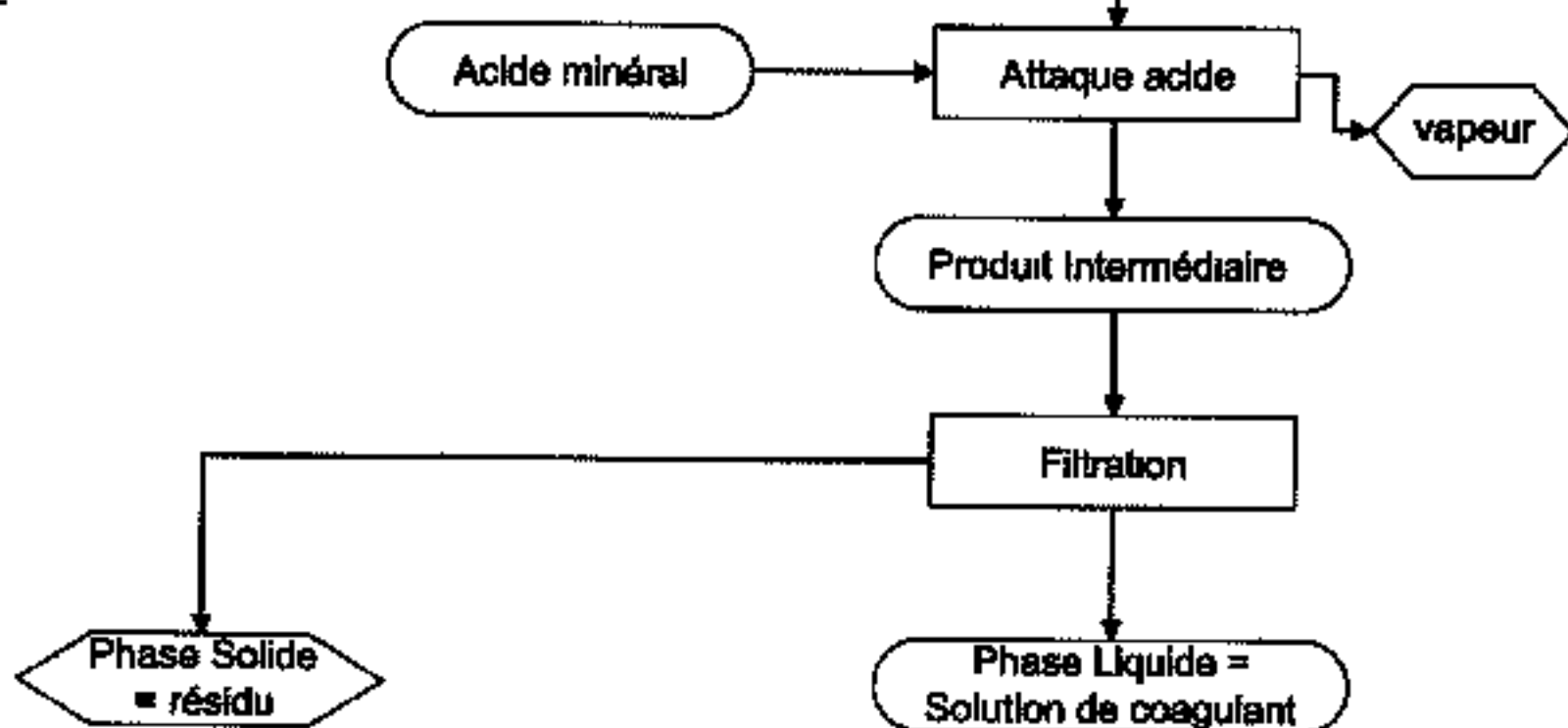
10



20



30



Résidu non utilisé

Procédé

réactifs, et/ou produits