

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 31 décembre 1984.

③③ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 27 du 4 juillet 1986.

⑥③ Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦① Demandeur(s) : Société anonyme dite : ELF FRANCE.
— FR.

⑦② Inventeur(s) : Louis Bubenicek et Philippe Girard.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : Henri Epstein.

⑤④ Procédé de préparation de suspensions aqueuses de combustibles à haute teneur en solides par la réalisation de la
distribution granulométrique optimale.

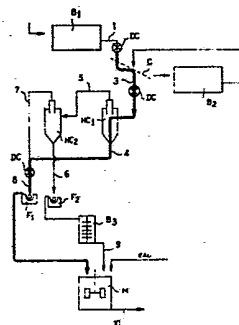
⑤⑦ Un charbon brut broyé à une granulométrie de 0-15 mm
alimente un broyeur B1 en présence d'eau. Le produit broyé
est criblé sur crible C et le passant constitue la fraction
grossière du mélange final.

Le refus utilisé pour constituer les tranches moyennes et
fines est broyé en B2 et criblé, puis alimente un premier
hydrocyclone HC1 dont la surverse 5 alimente un deuxième
hydrocyclone HC2.

Les fines récupérées dans la sousverse 4 du HC1 et dans la
surverse 7 du HC2 constituent un deuxième constituant du
mélange final.

L'excès des grosses en provenance de la sousverse du HC2
est broyé en B3 en particules ultra-fines qui forment un
troisième constituant du mélange final.

Suspensions de combustibles à teneur de plus de 45 % en
solides, aptes au transport et à l'utilisation.



La présente invention se rapporte à la préparation de suspension aqueuses de combustibles solides à haute teneur en solides par la réalisation de la distribution granulométrique optimale.

5 L'usage du charbon comme source énergétique industrielle s'était considérablement retréci avec le développement des produits pétroliers peu chers. Le retour à cette source d'énergie largement disponible dans le monde est apparu comme la solution pour la survie de l'activité au-delà des chocs pétroliers et à plus ou moins long terme de l'épuisement des sources pétrolières de faible prix.

10 Ce retour du charbon et plus généralement des combustibles solides, restait handicapé par les difficultés de manutention et de mise en oeuvre de cette matière peu propice en l'état à des solutions modernes simples fiables, automatisables dans de bonnes conditions de sécurité et avec peu d'impact sur l'environnement.

15 L'une des voies les plus adaptées à l'utilisation du charbon sous une forme de présentation moderne est représentée par les mélanges charbon-eau à haute teneur en solides, mais utilisés de par leur présentation liquide comme des produits pétroliers.

20 Les recherches nombreuses menées ces dernières années dans ce domaine ont montré que l'une des conditions devant être réunies pour obtenir des tels mélanges est une bonne distribution granulométrique de particules solides. La distribution optimale doit avoir pour conséquence de remplir aussi complètement que possible des vides granulométriques laissés par une tranche granulométrique donnée par des grains de dimension plus petite.

25 En effet, la courbe de distribution granulométrique de particules résultant d'un broyage réalisé à l'aide d'un broyeur est une courbe en cloche dans laquelle la majeure partie des matières broyées se retrouve autour de la taille ^{moyenne}. Lorsqu'on mélange deux constituants chacun issu d'un
30 broyeur à caractéristiques particulières, la courbe de répartition granulométrique présente deux pics et constitue une courbe appelée bimodale. De tels procédés ne permettent pas de satisfaire parfaitement à la condition sus-mentionnée.

35 Les travaux dont les résultats ont fait l'objet du brevet américain n° 4 282 006 ont montré que la distribution optimale peut être constituée par un mélange de particules de taille inférieure à 1180 μm contenant au moins 5% en poids de particules inférieures à 3 μm , dont la répartition granulométrique est conforme à la formule d'Alfred selon l'équation:

$$\text{Tamisat \%} = \frac{D_{\mu i}^n - D_s^n}{D_L^n - D_s^n}$$

dans laquelle $D_{\mu i}$ est la taille médiane de la tranche granulométrique considérée en μm , D_s la taille des plus petites particules en μm , D_L la taille des plus grosses particules, n un exposant dont la valeur varie de 0,2 à 1,0.

La courbe de répartition granulométrique suivant cette formule est une courbe exponentielle aux valeurs croissantes avec la grosseur de particules ne présentant pas de pics ou pas de pics prononcés.

Selon les méthodes connues pour l'obtention de telles mélanges, on peut mélanger plusieurs constituants provenant chacun d'un mode de broyage différent, quelquefois en procédant à l'écèlement de certaines fractions. Une telle méthode conduit forcément à l'élimination et retraitement en plusieurs étapes de certaines fractions et ne paraît pas économique.

Une autre méthode consiste à procéder en une seule étape à un broyage à haute densité grâce au prélèvement d'échantillons périodique pour contrôler la conformité de leur répartition granulométrique à celle de la courbe d'Alfred. Cette méthode présente l'inconvénient d'une forte consommation énergétique, car la comminution n'est pas réalisée suivant la loi de réduction classique et une part importante d'énergie fournie est dissipée en chaleur. Bien que proche de la courbe idéale, la distribution demande cependant à être corrigée du côté des gros par élimination des particules supérieures à 200 μm par exemple et du côté des fins par adjonction de particules très fines obtenues séparément à l'aide d'un autre moyen de broyage. Par ailleurs, il est impossible selon ce procédé de lui adjoindre une technique de décendrage sans diluer la suspension, auquel cas le bénéfice initial d'opération en une seule étape est perdu.

La présente invention a pour objet un procédé de préparation de suspensions à teneur élevée en solides suivant la répartition granulométrique selon l'équation d'Alfred et repose sur l'emploi d'hydrocyclones en tant que moyen de classification.

Comme pour tous les moyens de classification, un hydrocyclone est caractérisé par sa tranche de coupure affectée d'un coefficient de partage indiquant le pourcentage de cette tranche s'écoulant par la sousverse. Par exemple, un hydrocyclone désigné par d_{90} dont la tranche de coupure est de 70 μm opère une séparation dans laquelle 90% de la tranche d'environ 90 μm s'écoule en sousverse et 10 % de la même tranche en surverse.

Tandis qu'un tamis réalise des tranches franches, les hydrocyclones

présentent des imperfections dans la classification qu'ils opèrent et c'est de ces imperfections qu'on tire profit dans le cadre de la présente invention pour constituer une distribution idéale avec un minimum de dépense d'énergie et la plus grande simplicité et efficacité.

- 5 Le procédé selon l'invention est caractérisé en ce qu'on alimente un hydrocyclone en particules broyées dont la taille de particules les plus grosses est inférieure à $X \mu\text{m}$, X étant au plus égal à $1180 \mu\text{m}$, ledit hydrocyclone opérant une séparation dans laquelle 90% de la tranche de coupure variant entre $1/4$ et $1/2$ de X s'écoule en sousverse et 10% de la même
- 10 tranche en surverse, la surverse alimentant un deuxième hydrocyclone ayant les mêmes caractéristiques de coupe que le premier, la surverse du second hydrocyclone étant réunie avec la sousverse du premier et formant un constituant du mélange final, la sousverse du second hydrocyclone étant broyée dans un broyeur fin en un mélange de particules dont la taille pour 80%
- 15 du mélange mesure entre $1/10$ et $1/20$ de X et qui forme un autre constituant du mélange final, les deux constituants étant versés dans un bac de mélange dans lequel la teneur en solides est d'au moins 45%.

Une des caractéristiques importantes du procédé selon l'invention repose sur l'utilisation de moyens de comminution tels qu'ils correspondent à la

20 fabrication des tranches granulométriques recherchés dans les meilleures conditions d'efficacité, tandis que les tranches granulométriques non retenues dans une étape donnée sont retraitées dans l'étape suivante pour produire une nouvelle tranche granulométrique suivant les besoins de la distribution granulométrique du produit final.

- 25 Ainsi, selon un mode de réalisation préféré, le combustible brut est broyé d'abord dans un broyeur du type de broyeur à barres produisant des grains relativement grossiers qui, criblés sur un crible laissent des passants constituant la fraction relativement grossière du produit final et des refus qui sont soumis à un broyage plus fin dans un broyeur du type à
- 30 boulets dont les produits de broyage criblés laissent des passants destinés à constituer les tranches moyennes et fines du produit final, ladite fraction passante alimentant le premier, puis le deuxième hydrocyclone. Les refus du premier broyage du type de broyeur à barres circulent en circuit fermé entre le broyeur du type à boulets et un crible de mêmes
- 35 caractéristiques que le crible utilisé pour cribler le produit issu du premier broyeur du type à barres.

Les passants résultant du criblage de produits du premier broyage peuvent soit être versés directement dans le bac de mélange en tant que constituant final, soit alimenter le premier, puis le deuxième hydrocyclone

40 ensemble avec les passants résultant du criblage de produits issus du

deuxième broyeur du type à boulets.

La sousverse du second hydrocyclone est broyée en particules ultra-fines dans un broyeur à attrition.

Le produit issu du broyeur à boulets est caractérisé par une distribution unimodale centrée sur les dimensions correspondant aux tranches moyennes du produit final. Cependant, la proportion de ces tranches dépasse largement les besoins. C'est le jeu combiné des hydrocyclones qui permet d'ajuster l'extraction de ces tranches en fonction du besoin tout en écrétant les tranches moyennes surabondantes qui sont évacuées au niveau de la sousverse du deuxième hydrocyclone. Le rebroyage fin de cet excès dans le broyeur attriteur permet finalement de produire le complément de fines nécessaire à la distribution finale.

Selon un mode de réalisation convenant particulièrement au traitement du charbon, le charbon brut doit avoir une granulométrie de 0 à 15 mm. Le broyage réduisant le charbon à cette granulométrie peut être opéré par des moyens variés s'apparentant au broyage au moyen d'un broyeur à barres. Il peut résulter d'un traitement antérieur ou s'effectuer dans le cadre de l'installation de production de la granulométrie désirée selon l'invention dans laquelle il précède le groupe des hydrocyclones. Dans ce dernier cas, le combustible brut en particules de 0 à 15 mm est broyé dans un broyeur à barres dans l'eau, le produit de broyage est trié sur un tamis dont l'ouverture de mailles est de 200 μ m, les refus du tamis alimentant un broyeur à boulets dans l'eau, le produit de ce dernier broyage est tamisé sur un tamis dont l'ouverture de mailles est de 200 μ m et les refus recirculés en circuit fermé vers le broyeur à boulets, les fractions passantes des deux tamis alimentent un premier, puis un deuxième hydrocyclone.

Le crible dans ce cas est commun pour les produits issus des broyeurs à barres et à boulets, la récupération des particules grosses étant confiée au premier hydrocyclone, dans la sousverse duquel ces grosses sont évacués ensemble avec les particules grosses résultant du broyage au moyen du broyeur à boulets.

En variante, le produit du premier broyeur à barres est classifié en deux fractions dont chacune constitue 45 à 55% du produit broyé, la fraction passante est directement versée dans le bac de mélange final en tant que constituant définitif, tandis que les refus sont soumis au broyage dans le broyeur à boulets pour être réduits intégralement à la granulométrie imposé par la dimension des ouvertures du crible, et le produit classifié sur un tamis dont les passants alimentent un premier, puis un deuxième hydrocyclone.

Selon un mode de réalisation particulier, le premier hydrocyclone opère une séparation dans laquelle 90% de la tranche de coupe de 70 μm s'écoule en sousverse et 10 % de cette même tranche s'écoulant en surverse de ce premier hydrocyclone alimentent le deuxième hydrocyclone opérant

5 une séparation dans laquelle 90% de la tranche de coupe de 70 μm s'écoule en sousverse pour alimenter un broyeur attriteur dans lequel les solides sont broyés à la taille maximum de 15 μm , tandis que le produit de sousverse du premier hydrocyclone est réuni avec le produit de surverse du second hydrocyclone pour être mélangé dans le bac de mélange final avec le pro-

10 duit sortant du broyeur attriteur.

D'autres particularités de l'invention apparaîtront à la lumière de la description d'un mode de réalisation du procédé présenté à titre d'exemple non limitatif à l'aide de dessin, dont

la figure 1 présente un schéma du procédé

15 la figure 2 un diagramme de répartition granulométrique du mélange final, et

le tableau 1 présentant la répartition des poids relatifs des tranches granulométriques.

L'invention est illustrée par un procédé appliqué à un charbon bitumineux américain du type Freeport. Ce charbon brut broyé à une granulométrie

20 de 0 à 15 mm alimente un broyeur à barres B_1 en présence d'eau produisant des grains relativement grossiers dont 80% mesure moins de 800 μm .

Le produit broyé est conduit par 1 sur un crible C constitué par une toile tissée passant environ 54% du produit broyé de granulométrie inférieure

25 à 200 μm . Cette fraction est totalement récupérée sans traitement ultérieur pour constituer la fraction grossière du produit final. Le refus de criblage est ensuite utilisé pour constituer les tranches moyennes et fines du produit final. A cette fin, ce refus est d'abord ramené intégralement à une dimension inférieure à 200 μm grâce à un broyeur

30 à boulets B_2 en présence d'eau, le produit traité circulant au moyen de la conduite 2 en circuit fermé entre le broyeur B_2 et le crible C. Le crible C est commun aux broyeurs B_1 et B_2 .

Le produit issu du broyeur B_2 est caractérisé par une distribution unimodale centrée sur les dimensions correspondant aux tranches moyennes

35 du produit final. Cependant, la proportion de ces tranches dépasse largement les besoins. C'est le jeu combiné des hydrocyclones HC_1 et HC_2 qui permet d'ajuster l'extraction de ces tranches en fonction du besoin, tout en écrétant les tranches moyennes surabondantes qui sont évacuées au niveau de la sousverse de l'hydrocyclone HC_2 .

- L'ensemble des passants du crible C alimenté ^{par 3} par le hydrocyclone HC₁, dont la tranche de coupe est de 70 μ m et le coefficient de partage 90%. Des fines passent en sousverse 4 en quantité décroissante avec leur granulométrie. Les grosses passent dans la surverse 5 en quantité décroissante pour des tranches de granulométrie décroissante. Ceci est mis à profit pour séparer par la surverse certaines tranches qui seraient surabondantes dans la composition granulométrique finale selon les besoins de la courbe idéale.
- C'est le but du second hydrocyclone HC₂ de mêmes caractéristiques de coupe que le premier et alimenté par la surverse 5 de récupérer en sousverse 6 ces gros surabondants pour leur faire subir par la suite un broyage fin dans le broyeur B₃ travaillant par attrition. Comme les fines ne sont pas en excès par rapport à la composition finale, elles sont récupérées par la sousverse 4 du premier hydrocyclone HC₁ et, finalement, dans la surverse 7 du second hydrocyclone HC₂. Les deux courants 4 et 7 sont réunis en 8, essorés dans un filtre à tambour F₁ et versés dans un bac de mélange définitif M en tant que constituant définitif du mélange.
- L'excès de grosses récupéré en 6 dans la sousverse du premier hydrocyclone HC₁ alimentent par 6 un filtre à tambour F₂, puis sont rebroyés en ultra-fines dont 80% mesure au plus 15 μ m dans le broyeur attriteur B₃ et le produit broyé est versé au moyen de la conduite 9 dans le bac de mélange M, dans lequel on ajuste la teneur en eau pour réaliser une suspension de 50% ou plus de solides.
- A plusieurs endroit du parcours on peut introduire des étapes de décen-
drage DC.
- Cet exemple de réalisation illustre l'application de la formule d'Alfred pour les valeurs suivantes: $D_L = 200 \mu$ m, $D_S = 0,2 \mu$ m, $n = 0,37$, auxquelles correspondent le tableau 1 des diverses distributions granulométriques intermédiaires et finale, ainsi que le diagramme montrant en pourcentage en poids les diverses tranches granulométriques constituant le mélange final. La provenance des fractions de ces tranches est indiquée de la façon suivante:
- rayures ascendantes: les passants sur crible C en provenance direct du broyeur à barres B₁
 - rayures descendantes: les passants sur le crible C en provenance du broyeur à boulets B₂
 - marques rondes: les fines récupérées dans la surverse 7 du second hydrocyclone HC₂
 - les croix: les grosses des surverses des hydrocyclones HC₁ et HC₂

laissé en blanc: les ultra-fins en 9 en provenance du broyeur B₃.

Le résultat montre une bonne concordance avec la courbe optimale théorique. Des réglages dans le cas d'une installation industrielle permettent d'ajuster les techniques aux variations de l'alimentation et de parfaire la distribution granulométrique, en particulier grâce à l'ajustement des ensembles broyeur-tamis et des caractéristiques de fonctionnement des hydrocyclones, telles que la pression de service et les ouvertures des buses de sortie.

Le présent procédé est applicable à tous les combustibles susceptibles d'être réduits en particules fines par des moyens conventionnels de comminution, tels que charbons, lignites, cokes de houille, de pétrole, asphaltes durs etc.

Le mélange final peut être conditionné dans un bac à agitation où sont introduits les réactifs de fluidité et de stabilité, ainsi qu'un éventuel apport d'eau pour constituer le mélange fluide prêt au transport et utilisation. Les additifs employés sont ceux adaptés au produit solide de base. Ce mélange peut être également réalisé dans un broyeur à boulets finisseur fonctionnant à haute densité en solides.

Lorsque la teneur en eau du produit final issu du procédé dépasse les limites fixées, la concentration est ajustée en procédant dans le broyeur par attrition à un broyage à haute densité en solides qui permet d'ajuster la granulométrie à la granulométrie optimale du produit global, mais qui nécessite à ce point l'adjonction d'un surfactant pouvant aller jusqu'à 1 % en poids du produit solide.

Le procédé selon l'invention ne postule aucune condition particulière en ce qui concerne l'eau du procédé. La seule condition à respecter concerne la réalisation d'un mélange fluide et sa compatibilité avec les additifs. En cas de nécessité et au cours de la filtration on peut opérer un lavage à l'eau claire pour corriger la salinité et pour évacuer des produits présents initialement, tels que des réactifs de flottation. De nombreuses variantes à la portée de l'homme de l'art peuvent être apportées lors de la réalisation du procédé selon l'invention, qui est essentiellement caractérisé par une succession des étapes de comminution et de classification conduisant à ramener la totalité du produit initial à la distribution granulométrique désirée sans excédents ni apports, l'ajustement des constituants granulométriques ne s'effectuant que par des réglages des moyens mis en oeuvre.

Répartition des poids relatifs en % des tranches granulométriques (en μm) au cours du procédé de préparation suivant l'exemple illustré par le schéma pour un charbon bitumineux américain.

Tranches granulométriques	broyeur B1 "1"	fraction criblée à 200 μm	refus crible vers broyeur B2 "2"	passant total crible "3"	HC1 "4"	HC1 "5"	HC2 "6"	HC2 "7"	moyens et gros extraits "8"	production de fines dans B3 "9"	produit final "10"	Distribution de référence selon A1fred	Distribution des fréquences cumulées selon procédé	Distribution des fréquences cumulées selon A1fred
400-800	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	100	100
200-400	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	77,5	75
100-200	19	19	3,7	22,7	22,5	0,2	0,2	-	22,5	-	22,5	19,6	58,1	55,4
50-100	15	15	8,3	23,3	18,4	4,9	3,9	1,0	19,4	-	19,4	15	42,1	40,4
25-50	9	9	12	21	8,4	12,6	5	7,6	16	-	16	11,6	28,1	28,8
12,5-25	5	6	9,2	15,2	2,3	12,9	1,9	11	13,3	0,7	14	9,1	18,5	19,7
6,2-12,5	2	2	5,5	7,5	0,7	6,8	0,6	6,2	4,8	2,7	9,6	7,0	11,1	12,7
3,1-6,2	2	2	3,2	5,2	0,4	4,8	0,4	4,4	2,2	2,5	7,4	5,3	6,7	7,4
1,6-3,1	1	1	1,4	2,4	0,2	2,2	0,2	2	0,8	1,7	2,5	4,3	4,2	3,1
0,8-1,6	-	-	0,9	0,9	0,1	0,8	0,1	0,7	1,7	2,5	4,2	3,1		
0-0,8	-	-	1,8	1,8	0,2	1,6	0,1	1,5	1,7	2,5	4,2	3,1		

TABLEAU 1

REVENDEICATIONS.

1. Procédé de préparation de suspensions aqueuses de combustibles à haute teneur de solides et contenant des particules de taille inférieure à 1180 μm et au moins 5% en poids de particules inférieures à 3 μ , dont la répartition granulométrique est conforme à la formule d'Alfred selon l'équation:

$$\text{Tamiset\%} = \frac{D_{\mu i}^n - D_s^n}{D_L^n - D_s^n}$$

dans laquelle $D_{\mu i}$ est la taille médiane de la tranche granulométrique considérée en μm , D_s la taille des plus petites particules en μm , D_L la taille des plus grosses particules, n un exposant dont la valeur varie de 0,2 à 1,0, caractérisé en ce qu'on alimente un hydrocyclone en particules broyées dont la taille de particules les plus grosses est inférieure à $X \mu\text{m}$, X étant au plus égal à 1180 μm , ledit hydrocyclone opérant une séparation dans laquelle 90% de la tranche de coupure variant entre 1/4 et 1/2 de X s'écoule en sousverse et 10% de la même tranche en surverse, la surverse alimentant un deuxième hydrocyclone ayant les mêmes caractéristiques de coupe que le premier, la surverse du second hydrocyclone étant réunie avec la sousverse du premier et formant un premier constituant du mélange final, la sousverse du second hydrocyclone étant broyée dans un broyeur fin en un mélange de particules dont la taille pour 80% mesure entre 1/10 et 1/20 de X et qui forme un deuxième constituant du mélange final, les deux constituants étant versés dans un bac de mélange dans lequel la teneur en solide est au moins de 45%.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le combustible brut est broyé d'abord dans un broyeur du type de broyeur à barres produisant des grains relativement grossiers qui, criblés sur un crible laissent des passants constituant la fraction relativement grossière du produit final et des refus qui sont soumis à un broyage plus fin dans un broyeur du type à boulets dont les produits de broyage criblés laissent des passants destinés à constituer les tranches moyennes et fines du produit final, ladite fraction passante alimentant le premier, puis le deuxième hydrocyclone.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les refus du premier broyage du type de broyeur à barres circulent en circuit fermé entre le broyeur du type à boulets et un crible de mêmes caractéristiques que le crible utilisé pour cribler le produit issu du premier broyeur du type à barres.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les

passants résultant du criblage des produits issus du premier broyeur du type à barres et les passants résultant du criblage de produits résultant du criblage de produits issus du deuxième broyeur du type à boulets alimentent le premier, puis le deuxième hydrocyclone.

- 5 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les passants résultant du criblage de produits du premier broyage sont versés directement dans le bac de mélange en tant que constituant final.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la sousverse du second hydrocyclone est broyée dans un broyeur par attrition.
- 10 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le combustible brut en particules de 0 à 15 mm est broyé dans un premier broyeur à barres dans l'eau, le produit de broyage est trié sur un tamis dont l'ouverture de mailles est de 200 μ m, les refus du tamis alimentant un deuxième broyeur à boulets dans l'eau, le produit de broyage est tamisé
- 15 sur un tamis dont l'ouverture de mailles est de 200 μ m et les refus recirculés en circuit fermé vers le broyeur à boulets, les fractions passantes des deux tamis alimentent un premier, puis un deuxième hydrocyclone.
- 20 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le produit du premier broyeur est classifié en deux fractions dont chacune constitue 45 à 55% du produit broyé, la fraction passante est directement versée dans le bac de mélange final en tant que constituant définitif, tandis que les refus sont soumis au broyage dans le broyeur à boulets et le produit de broyage classifié sur un tamis dont les passants
- 25 alimentent un premier, puis un deuxième hydrocyclone.
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que tout produit issu d'un traitement antérieur et ayant une distribution granulométrique proche de celle produite par un broyeur du type de broyeur à barres peut se substituer au produit issu du premier broyeur à barres.
- 30 10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le premier hydrocyclone opère une séparation dans laquelle 90% de la tranche de coupe de 70 μ m s'écoule en sousverse et 10% de cette même tranche s'écoulant en surverse de ce premier hydrocyclone alimentent le deuxième hydrocyclone opérant une séparation dans laquelle 90% de la tranche de
- 35 coupe de 70 μ m s'écoule en sousverse pour alimenter un broyeur attriteur dans lequel les solides sont broyés à la taille maximum de 15 μ m, tandis que le produit de sousverse du premier hydrocyclone est réuni avec le produit de surverse du second hydrocyclone pour être mélangé dans le bac de mélange final avec le produit sortant du broyeur attriteur.

1/2

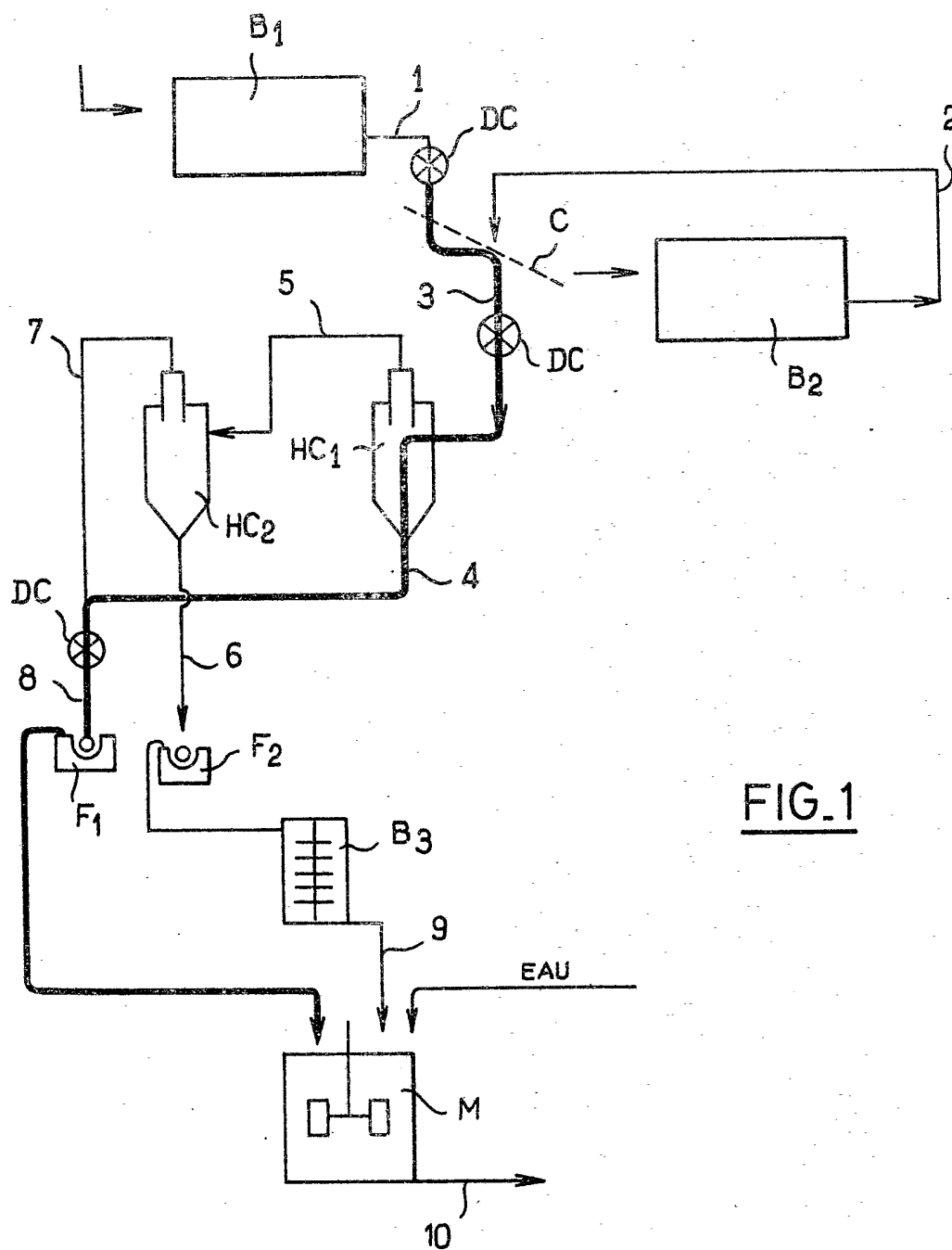
FIG. 1

FIG. 2

