

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 984 184

②1 N° d'enregistrement national : **11 61608**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 03 C 1/247 (2013.01)**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 14.12.11.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 21.06.13 Bulletin 13/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SAS GS MAGNETIC Société par actions simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : GLADKOV SERGUEI.

⑦3 Titulaire(s) : SAS GS MAGNETIC Société par actions simplifiée.

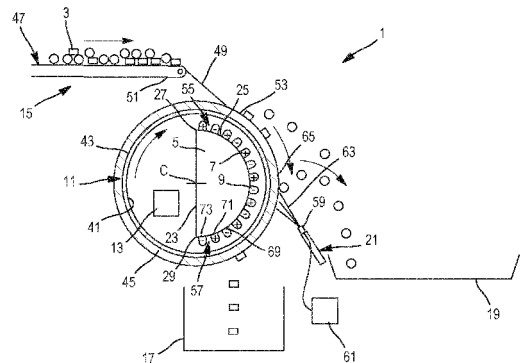
⑦4 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX Société par actions simplifiée.

⑤4 SEPARATEUR MAGNETIQUE.

⑤7 Le séparateur magnétique (1) comprend :

- un support fixe (5), portant une pluralité d'éléments magnétiques (7, 9);
- une virole (11) disposée autour du support fixe (5) et ayant un axe central (C), la virole (11) présentant une surface périphérique externe (43) et une surface périphérique interne (41), les éléments magnétiques (7,9) ayant chacun une face terminale (31) tournée vers la surface périphérique interne (41);
- une liaison (13) de la virole (11) au support fixe (5), agencée pour entraîner la virole (11) en rotation par rapport au support fixe (5) autour de l'axe central (C).

Les faces terminales (31) des éléments magnétiques (7,9) présentent chacune au moins une portion bombée vers la surface périphérique interne (41).



FR 2 984 184 - A1



Séparateur magnétique

La présente invention concerne en général les séparateurs magnétiques, destinés à séparer des produits, par exemple des déchets, en une première fraction contenant les produits en des matériaux magnétiques, et en une seconde fraction contenant les produits qui sont en des matériaux non magnétiques.

Plus précisément, l'invention concerne un séparateur magnétique du type comprenant :

- un support fixe, portant une pluralité d'éléments magnétiques ;
- une virole disposée autour du support fixe et ayant un axe central, la virole présentant une surface périphérique externe et une surface périphérique interne, les éléments magnétiques ayant chacun une face terminale tournée vers la surface périphérique interne ;
- une liaison de la virole au support fixe, agencée pour entraîner la virole en rotation par rapport au support fixe autour de l'axe central.

Dans un tel séparateur magnétique, l'axe de la virole est généralement sensiblement horizontal, les éléments magnétiques étant disposés circonférentiellement autour de l'axe central. Les éléments magnétiques sont répartis sur une surface hémicylindrique. Un premier bord de cette surface est tourné vers le haut, le bord opposé étant tourné vers le bas.

Les produits à séparer sont alimentés par le haut et tombent sur une zone de réception de la surface périphérique externe de la virole, située au droit d'un groupe d'éléments magnétiques situés en partie haute de la surface hémicylindrique.

Les produits en un matériau magnétique sont plaqués contre la virole du fait de l'attraction exercée par les éléments magnétiques. Les produits en un matériau non magnétique restent libres.

Du fait de sa rotation, la virole entraîne les produits vers le bas. Sous l'effet de la force centrifuge, les produits en des matériaux non magnétiques sont éjectés de la virole et tombent dans un bac prévu à cet effet. Au contraire, les produits en un matériau magnétique restent attirés à la virole et sont entraînés par celle-ci jusqu'au second bord de la surface hémisphérique. Ils tombent dans un second bac prévu à cet effet.

Le champ magnétique créé par les éléments magnétiques n'est pas uniforme dans l'espace. Il est très élevé en certains points. Certains produits magnétiques, en passant au droit de ces points se trouvent piégés et restent à une position fixe par rapport aux éléments magnétiques. Ils ne sont plus entraînés par la virole et glissent sur celle-ci.

Pour s'affranchir de ce problème, il est connu de fixer un tasseau sur la surface périphérique externe de la virole. Ce tasseau fait saillie par rapport à la surface

périphérique externe et pousse les produits piégés au fur et à mesure de sa rotation avec la virole.

Cette solution n'est toutefois pas satisfaisante, car un volume important de produits peut s'accumuler contre le tasseau, ce qui nuit à la qualité de la séparation.

5 Dans ce contexte, l'invention vise à proposer une solution qui soit plus satisfaisante.

A cette fin, l'invention porte sur un séparateur magnétique du type précité, caractérisé en ce que les faces terminales des éléments magnétiques présentent chacune une portion bombée vers la surface périphérique interne.

10 En effet, les éléments magnétiques ont fréquemment, considérés en section perpendiculairement à l'axe central de la virole, une forme rectangulaire. Ils présentent une face terminale plane, deux faces latérales planes parallèles l'une à l'autre, la face terminale et les faces latérales étant raccordées par des arêtes vives. Les zones de fort gradient de champ magnétique correspondent typiquement aux arêtes des éléments magnétiques.

15 Dans l'invention, la géométrie des éléments magnétiques est modifiée, de façon à diminuer les gradients de champ magnétique. Le fait de créer des portions bombées sur la surface terminale des éléments magnétiques permet de réduire significativement ces gradients.

20 Typiquement, la face terminale est entièrement bombée vers la surface périphérique interne. On entend ici par bombée le fait que la face terminale soit convexe vers la surface périphérique interne.

En variante, la face terminale n'est pas entièrement bombée. Elle comporte par exemple une bande centrale plane, et deux bandes latérales bombées, de part et d'autre de la bande centrale plane. Typiquement, ces deux bandes latérales bombées correspondent aux zones par laquelle la face terminale se raccorde aux faces latérales.

25 Les faces latérales forment un angle non nul avec la face terminale. Les faces latérales sont typiquement sensiblement perpendiculaires à la face terminale, et parallèles l'une à l'autre. Elles sont sensiblement radiales par rapport à l'axe central. Elles pourraient en variante avoir une autre inclinaison.

30 Comme indiqué ci-dessus, le support fixe présente typiquement une forme hémicylindrique, coaxial à la virole. La virole et le support fixe ont typiquement un axe central horizontal commun.

35 Le support fixe a une forme correspondant à un demi-cylindre coupé suivant un plan vertical contenant l'axe central de la virole. Les éléments magnétiques sont placés sur la surface hémicylindrique du support fixe, s'étendant à proximité de la virole. Cette

surface est délimitée circonférentiellement par un bord supérieur tourné vers le haut et par un bord inférieur tourné vers le bas. Elle s'étend sensiblement parallèlement à la surface périphérique interne de la virole.

5 Les éléments magnétiques sont répartis circonférentiellement autour de l'axe central, de manière à constituer alternativement des pôles magnétiques nord et des pôles magnétiques sud. Ils s'étendent, parallèlement à l'axe central C, sur toute la longueur du support fixe. Alternativement, les éléments magnétiques s'étendent seulement sur une fraction de la longueur du support fixe. Plusieurs éléments magnétiques sont placés axialement dans le prolongement les uns des autres pour couvrir toute la longueur du support fixe.

10 La virole présente une forme générale cylindrique. Elle délimite un volume interne dans lequel est logé le support fixe. Les surfaces périphériques interne et externe de la virole sont sensiblement cylindriques et délimitent la virole radialement respectivement vers l'intérieur et vers l'extérieur.

15 La liaison de la virole au support fixe comprend typiquement un motoréducteur adapté pour entraîner la virole en rotation, à vitesse sensiblement constante, ou à une vitesse ajustable sélectivement. En variante, la virole peut être entraînée en rotation par une courroie, une chaîne, etc...

20 Le séparateur magnétique comporte encore un dispositif d'alimentation agencé pour alimenter les produits à séparer suivant la surface périphérique externe de la virole, au droit des éléments magnétiques situés à proximité du bord supérieur de la surface hémisphérique. Le sens de rotation de la virole est choisi pour que la virole entraîne en rotation les produits le long de la surface hémisphérique, du bord supérieur vers le bord inférieur.

25 Le séparateur magnétique comporte également un dispositif de collecte des premiers magnétiques, disposé sous la virole, et plus précisément sous les éléments magnétiques se trouvant à proximité du bord inférieur de la surface hémisphérique. Ce dispositif de collecte est typiquement un bac.

30 Le séparateur magnétique comporte encore un autre bac, destiné à collecter les produits non magnétiques éjectés de la virole.

35 Avantageusement, les éléments magnétiques sont répartis circonférentiellement autour de l'axe central, et sont séparés les uns des autres par un pas compris entre 5 et 100 millimètres, le pas étant pris au niveau des faces terminales des éléments magnétiques. Ce pas, appelé aussi pas polaire, est adapté en fonction du produit à séparer. De préférence, le pas polaire est compris entre 10 et 80 mm, par exemple entre 30 et 50 mm. Ceci est particulièrement avantageux, pour les raisons suivantes.

Les produits en un matériau magnétique, une fois placés dans le champ magnétique, se polarisent. Il se crée ainsi un pôle nord et un pôle sud dans chaque particule constituant le produit.

5 Par ailleurs, les éléments magnétiques sont disposés de telle sorte que, quand on suit le support fixe circonférentiellement, les pôles nord et les pôles sud alternent.

10 Un produit en un matériau magnétique qui se trouve au droit d'un ou plusieurs éléments magnétiques définissant un pôle nord va adopter une orientation telle que son pôle sud sera tourné vers le ou les éléments magnétiques, et que son pôle nord sera situé à l'opposé. Au fur et à mesure que la virole se déplace, en entraînant le produit, celui-ci va pivoter sur lui-même, en suivant les lignes de flux magnétiques. Quand le produit arrivera au droit du ou des éléments magnétiques définissant le pôle sud suivant, le produit aura son pôle nord tourné vers le ou les éléments magnétiques, et son pôle sud situé à l'opposé.

15 Ainsi, plus le pas polaire est petit, plus la vitesse de retournement des produits est importante.

Ceci a deux effets. D'une part, les produits de grandes tailles en matériau magnétique peuvent bloquer contre la surface périphérique externe de la virole des produits en un matériau non magnétique. Le fait de retourner plus fréquemment ces produits facilite la libération des produits en un matériau non magnétique qui seraient éventuellement bloqués.

20 Par ailleurs, les produits en matériau magnétique, une fois placés dans le champ magnétique, tendent à se rassembler pour former des agrégats appelés floques. Ces floques eux aussi peuvent bloquer des produits en matériau non magnétique, et empêcher que ces produits soient éjectés du cylindre vers le bac prévu pour les collecter. Le fait de choisir un petit pas polaire tend à désintégrer les floques, du fait que le floque se retourne avec une grande fréquence.

Ainsi, le fait de choisir un pas polaire réduit permet d'augmenter la qualité de la séparation entre matériau magnétique et matériau non magnétique.

30 Si on appelle D_{\max} la plus grande dimension des produits en matériau magnétique à séparer, ou la plus grande dimension des floques susceptibles d'être formés par ces produits, alors on choisira de préférence un pas polaire compris entre $D_{\max} \times 3$ et $D_{\max} \times 7$, encore de préférence un pas polaire compris entre $D_{\max} \times 4$ et $D_{\max} \times 6$, et par exemple un pas polaire égal à $D_{\max} \times 5$. Quand les produits se présentent sous la forme de particules, D_{\max} correspond au plus grand diamètre de ces particules ou au plus grand diamètre des floques constitués par ces particules sous l'effet de la force magnétique.

35

Selon un autre aspect, si l'on considère un premier groupe d'éléments magnétiques situés au-dessus de l'axe central et un second groupe d'éléments magnétiques situés au-dessous de l'axe central, le dispositif de collecte des produits magnétiques étant disposé sous le second groupe d'éléments magnétiques, les éléments magnétiques du premier groupe étant séparés radialement de la surface périphérique interne par un premier écartement, alors au moins un élément magnétique du second groupe est séparé radialement de la surface périphérique interne par un second écartement égal au moins au premier écartement plus 10%.

De préférence, le second écartement est supérieur au premier écartement plus 13%, et encore de préférence supérieur au premier écartement plus 15%.

En d'autres termes, on choisit d'écarter de manière plus prononcée au moins un élément magnétique du second groupe par rapport à la surface périphérique interne, de manière à diminuer la force magnétique exercée sur les produits en matériau magnétique, et à faciliter la séparation des produits magnétiques avec la virole, quand les produits arrivent en bas de la surface hémicylindrique. Cette séparation se produit sous l'effet conjugué du poids du produit et de la force centrifuge. Comme indiqué plus haut, les éléments magnétiques sont répartis autour de l'axe central sur un secteur angulaire déterminé, par exemple sur 180°. Dans ce cas, l'élément magnétique le plus écarté de la surface périphérique interne est celui qui se trouve à l'extrémité du secteur angulaire, cet élément magnétique est disposé immédiatement à côté du bord inférieur de la surface portant les éléments magnétiques.

En variante, deux éléments magnétiques peuvent présenter ce second écartement. Selon encore une autre variante, au moins trois ou plus de trois éléments magnétiques présentent le second écartement. Il est également possible de prévoir une augmentation progressive de l'écartement avec la surface périphérique interne quand on arrive vers l'extrémité du secteur angulaire. On peut par exemple prévoir un élément magnétique avec le premier écartement plus 5%, un second avec le premier écartement plus 10% et un dernier, situé le long du bord inférieur, avec le premier écartement plus 15%.

L'écartement est pris ici entre la face terminale et la surface périphérique interne, suivant la direction radiale. Quand la face terminale est bombée, l'écartement correspond au minimum de la distance séparant radialement la face terminale de la surface périphérique interne.

Selon un autre mode de réalisation, les éléments magnétiques du premier groupe sont séparés angulairement les uns des autres par un angle déterminé, au moins deux

des éléments magnétiques du second groupe étant séparés angulairement l'un de l'autre par un second angle égal au moins au premier angle plus 3°.

5 Ceci a pour effet, comme précédemment, de réduire le champ magnétique à l'extrémité du secteur angulaire où sont disposés les éléments magnétiques. De ce fait, les produits magnétiques se séparent plus facilement de la virole pour tomber dans le bac de collecte des produits magnétiques. De préférence, le second angle est supérieur au premier angle plus 4°, et encore de préférence, est égal au premier angle plus 5°.

10 Les deux éléments magnétiques séparés angulairement par le second angle sont typiquement ceux qui sont à l'extrémité du secteur angulaire, immédiatement à côté du bord inférieur. Comme précédemment, il est possible de prévoir par exemple que les trois derniers éléments magnétiques sont écartés deux à deux du second angle, ou les quatre derniers etc. Il est également possible d'augmenter progressivement l'angle séparant les éléments magnétiques à l'extrémité du secteur angulaire, par exemple de 2° ou de 1°.

15 Il existe encore d'autres moyens pour obtenir un champ magnétique plus faible au niveau du dispositif de collecte des produits magnétiques. Par exemple, on peut choisir des éléments magnétiques créant un champ magnétique plus faible que les éléments magnétiques du premier groupe. On peut également interposer un écran entre certains éléments magnétiques du second groupe et la virole.

20 Selon un autre aspect de l'invention, la liaison de la virole au support fixe est de préférence agencée pour entraîner la virole en rotation par rapport au support fixe autour de l'axe central avec une première vitesse linéaire déterminée prise au niveau de la surface périphérique externe, le séparateur comportant en outre un dispositif d'alimentation agencé pour que les produits à séparer arrivent sur la surface périphérique externe de la virole avec une seconde vitesse linéaire supérieure à 80% de la première vitesse linéaire. De préférence, la seconde vitesse linéaire est supérieure à 90% de la première vitesse linéaire, et encore de préférence à 100% de la première vitesse linéaire.

25 Ceci favorise la séparation des produits en matériau non magnétique.

30 En effet, on choisit généralement des éléments magnétiques tels que la force magnétique soit dix à cinquante fois supérieure au poids du produit, par exemple pour des particules ferromagnétiques. La force centrifuge correspond typiquement à 1,2 à 1,5 fois le poids du produit. Ainsi, même si les produits en matériau magnétique arrivent sur la surface périphérique externe de la virole avec une vitesse linéaire importante, ils sont très fortement attirés contre la virole par les éléments magnétiques et ne risquent pas de rebondir sur la virole pour tomber dans le bac destiné aux produits non magnétiques. En
35 revanche, les produits en matériau non magnétique, du fait de leurs vitesses linéaires élevées à l'arrivée sur la virole, quittent rapidement la zone de séparation des produits et

sont rapidement projetés hors de la virole. Ceci évite qu'il y ait un engorgement de la zone de séparation des produits sur la virole. Ceci diminue également le risque que les produits en matériau non magnétique situés dans la zone de séparation soient bloqués contre la virole par les produits en matériau magnétique déversés par le dispositif d'alimentation.

5 Typiquement, le dispositif d'alimentation alimente gravitairement la surface périphérique externe de la virole en produits à séparer, sur une hauteur adaptée pour que les produits à séparer arrivent sur la surface périphérique externe de la virole avec la seconde vitesse linéaire recherchée.

10 Ainsi, il est possible d'ajuster facilement la vitesse linéaire avec laquelle les produits arrivent sur la virole.

Typiquement, le dispositif d'alimentation comporte un convoyeur et une chute. Le convoyeur déverse les produits à séparer en haut de la chute, celle-ci guidant les produits jusqu'à la zone de réception de la virole.

15 Selon un autre aspect de l'invention, la surface périphérique externe de la virole est couverte par une couche d'une matière élastique.

Cette matière est par exemple un caoutchouc naturel ou synthétique, du polyuréthane souple, ou toute autre matière adaptée. Typiquement, la virole est en acier inoxydable, ou en matériau composite. De préférence, toute la surface périphérique externe est recouverte de matériau élastique.

20 La présence de la couche de matière élastique permet de faciliter l'éjection des produits en matériau non magnétique. Ces produits, en tombant sur la virole, rebondissent. Cette action s'ajoute à l'effet de la force centrifuge résultant de l'entraînement des produits par la virole en rotation. Ceci n'empêche pas les produits en matériau magnétique d'être collés à la virole, du fait de la grande différence d'intensité
25 entre la force magnétique et la force gravitaire ou la force centrifuge.

La couche de matière élastique présente typiquement une épaisseur comprise entre 0,5 et 10 mm, faible en regard du diamètre de la virole (de l'ordre de 20 à 100 cm).

30 Selon encore un autre aspect de l'invention, le séparateur magnétique comporte un dispositif prévu pour souffler un rideau d'air de bas en haut sur la surface périphérique externe de la virole, entre les premiers et seconds groupes d'éléments magnétiques.

35 Ceci facilite la séparation des produits non magnétiques en des matériaux très légers, tels que le bois, le plastique, la mousse de polyuréthane, ou en des matériaux très faiblement magnétiques. En effet, du fait de leur faible densité, ces produits ne vont rebondir que très faiblement sur la virole. Par ailleurs, la force centrifuge sera également réduite du fait de la faible densité des matériaux. Le rideau d'air permet de déloger ce type de produits de la surface de la virole quand ces produits passent au niveau du rideau

d'air. L'orientation du bas vers le haut du rideau d'air permet d'éviter que ces produits, une fois délogés, tombent dans le bac destiné aux produits magnétiques, qui est situé sous la virole. Ces produits vont au contraire être projetés par la virole et le rideau d'air vers le bac destiné à collecter les produits non magnétiques.

5 Le dispositif de soufflage comporte typiquement une ou plusieurs buses. Le rideau couvre toute la largeur de la virole, la largeur étant entendue ici comme étant la dimension de la virole parallèlement à son axe central.

De préférence, la vitesse et le débit d'air sont réglables. Par ailleurs, la buse peut être montée sur un axe rotatif, sensiblement parallèle à l'axe central de la virole. Il est 10 ainsi possible de régler l'orientation du rideau d'air autour de cet axe.

Les produits à séparer sont typiquement des déchets provenant d'un broyeur ou du minerai de fer séparé à sec ou sans eau. La granulométrie de ces déchets est typiquement comprise entre 0,02 et 10 mm. Ces déchets peuvent être en différents matériaux, tels que du bois, des matières plastiques, des métaux divers (fer, acier, câbles 15 électriques, magnétite, etc), des fibres naturelles, etc.

Les produits à séparer peuvent également ne pas être des déchets.

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

20 - la figure 1 est une représentation schématique simplifiée d'un séparateur magnétique conforme à l'invention, destiné à séparer des produits magnétiques (symbolisés par des rectangles) et des produits non magnétiques (symbolisés par des ronds) ;

- la figure 2 est une représentation schématique de deux types d'éléments 25 magnétiques qui sont susceptibles d'être utilisés dans le séparateur de la figure 1 ;

- la figure 3 est une représentation schématique illustrant le comportement de particules en matériau magnétique dans le séparateur de la figure 1 ;

- la figure 4 est une représentation schématique simplifiée de deux détails de la figure 1 ; et

30 - la figure 5 est une représentation schématique simplifiée d'un détail de la figure 1, pour une variante de réalisation de l'invention.

Le séparateur magnétique 1 représenté sur la figure 1 est destiné à traiter des produits 3, et à les séparer en une première fraction constituée des produits en des matériaux magnétiques, et une seconde fraction constituée des produits en des matériaux 35 non magnétiques. Sur la figure 1, les produits en matériaux magnétiques sont symbolisés

par des rectangles, et les produits en matériaux non magnétiques sont symbolisés par des ronds.

Le dispositif 1 comprend :

- un support fixe 5, portant une pluralité d'éléments magnétiques 7, 9 ;
- 5 - une virole tournante 11 disposée autour du support fixe ;
- une liaison 13 de la virole 11 au support fixe 5, agencée pour entraîner la virole 11 en rotation par rapport au support fixe autour de l'axe central C de la virole ;
- un dispositif 15 d'alimentation de la virole en produits à séparer ;
- un bac 17 de collecte des produits en matériaux magnétiques ;
- 10 - un bac 19 de collecte des produits en matériaux non magnétiques ; et
- un dispositif 21 pour projeter un rideau d'air sur la virole.

Le support fixe 5 présente une forme générale semi-cylindrique. Il est délimité vers la gauche de la figure 1 par une surface 23 sensiblement plane et verticale, et vers la droite de la figure 1 par une surface hémicylindrique 25. La surface 23 s'étend selon un diamètre de la virole. La surface 25 est sensiblement parallèle à la virole 11 et s'étend à proximité de celle-ci.

Comme visible sur la figure 1, la surface 25 s'étend à partir d'un bord supérieur 27 tourné vers le haut jusqu'à un bord inférieur 29 tourné vers le bas. Les éléments magnétiques 7, 9 sont répartis circonférentiellement autour de l'axe C, sur la surface 25. Les éléments 7 constituent les pôles nord (symbolisés par des signes +) et les éléments 9 des pôles sud (symbolisés par des signes -). Ils sont disposés alternativement autour de l'axe C, chaque pôle nord étant encadré circonférentiellement par deux pôles sud et inversement. Chaque élément magnétique 7, 9 s'étend, parallèlement à l'axe C, sur toute la longueur de la surface 25.

Comme visible sur la figure 2, chaque élément magnétique 7, 9 est délimité vers la virole 11 par une face terminale bombée 31, et est délimité latéralement par deux faces latérales 33, 35, sensiblement parallèles l'une à l'autre. Les faces latérales 33, 35 d'un élément magnétique donné sont tournées vers les deux éléments magnétiques encadrant l'élément magnétique donné. Elles sont sensiblement radiales par rapport à l'axe C. Comme visible sur la partie gauche de la figure 2, la face bombée 31 se raccorde aux faces latérales 33, 35 par des zones bombées, de telle sorte qu'il n'existe pas de transition anguleuse entre la face terminale 31 et les faces latérales 33, 35. La face bombée 31 présente typiquement un rayon de courbure inférieur au rayon de courbure de la surface interne de la virole.

Selon une autre variante de réalisation, illustrée sur la partie droite de la figure 2, chaque élément magnétique 7, 9 présente une face terminale 31 ayant une zone plane 37

et deux zones bombées 39 raccordant la zone plane 37 aux faces latérales 33, 35. La zone plane 37 est une bande s'étendant sur toute la longueur axiale de l'élément magnétique. Ici encore, il n'y a pas de transition formant un angle vif entre la face terminale 31 et les faces latérales 33, 35.

5 La virole 11 est un cylindre creux, d'axe central C sensiblement horizontal. La surface hémisphérique 25 et la virole 11 sont sensiblement coaxiales.

Le support fixe 5 est placé dans le volume interne délimité par la virole 11. Il est disposé de manière à placer la surface hémisphérique 25 en vis-à-vis de la surface périphérique interne 41 de la virole. La surface périphérique externe 43 de la virole est recouverte par une couche 45 d'un matériau élastique, par exemple du caoutchouc. La liaison 13 de la virole au support fixe est agencée pour entraîner la virole 11 en rotation autour de l'axe C par rapport au support fixe 5.

La liaison 13 comporte par exemple un motoréducteur non représenté. La liaison 13 est prévue pour entraîner la virole 11 suivant le sens horaire dans la représentation de la figure 1, chaque point de la virole défilant donc par rapport au support fixe 5 du bord supérieur 27 jusqu'au bord inférieur 29 le long de la surface hémisphérique 25.

Le dispositif 15 d'alimentation comporte par exemple une bande transporteuse ou un transporteur vibrant 47 et une chute 49. Les produits à traiter 3 sont chargés sur la bande transporteuse 47 à une première extrémité de celle-ci (non représentée), et sont transportés par la bande transporteuse jusqu'à une seconde extrémité 51. A l'extrémité 51, ils sont déversés par la bande en haut de la chute 49. La chute 49 est agencée pour guider les produits 3 depuis l'extrémité 51 jusqu'à une zone de séparation 53 de la surface périphérique externe 43 de la virole. Les produits tombent gravitairement le long de la chute 49 de l'extrémité 51 jusqu'à la zone 53.

25 La zone 53 se trouve au droit d'un premier groupe 55 d'éléments magnétiques situé à proximité du bord supérieur 27.

Le bac 17 destiné à collecter les produits magnétiques est placé, suivant la direction verticale, sous la virole 11, et plus précisément sous un second groupe 57 d'éléments magnétiques situé à proximité du bord inférieur 29. Le second bac 19, destiné à collecter les produits non magnétiques, est situé à droite du bac 17 sur la figure 1. Il est placé de manière à collecter les produits tombant sur la zone de réception 53 de la virole, qui sont éjectés de cette virole sous l'effet de la force centrifuge résultant de la rotation de la virole. Si nécessaire, un volet (non représenté) est placé entre les bacs 17 et 19, de manière à guider les produits non magnétiques éjectés jusqu'au bac 19.

35 Le dispositif de soufflage 21 comprend une buse 59, et un compresseur 61 prévu pour alimenter la buse 59 en air comprimé. La buse 59 est orientée pour souffler un

rideau d'air 63 de bas en haut sur la surface périphérique externe de la virole. Plus précisément, la buse 59 souffle le rideau d'air sur une zone 65 de la surface périphérique externe située sensiblement à mi hauteur de la virole. Cette zone est située entre les premiers et seconds groupes d'éléments magnétiques. La zone 65 est située de manière à faciliter l'éjection des produits non magnétiques vers le bac 19.

Comme visible sur la figure 3, deux éléments magnétiques 7, 9 consécutifs sont séparés par un pas polaire P compris entre 5 et 100 millimètres. Ce pas polaire correspond à la distance circonférentielle entre les deux éléments magnétiques, prise au niveau des faces terminales 31. Plus précisément, cette distance est prise entre le plan moyen $P1$ de l'élément magnétique 7 et le plan moyen $P2$ de l'élément magnétique 9. Le plan $P1$ est le plan radial contenant l'axe central C , médian des deux faces latérales 33, 35 de l'élément magnétique 7. De même, le plan $P2$ est le plan radial contenant l'axe C , médian des deux faces 33, 35 de l'élément magnétique 9.

Comme indiqué plus haut, on place autour de l'axe C alternativement un élément magnétique constituant un pôle nord et un élément magnétique constituant un pôle sud. Les lignes de flux magnétique résultant d'une telle disposition sont représentées sur la figure 3. On voit également sur la figure 3 des produits magnétiques, constitués de particules de formes allongées, de petites tailles. Ces particules sont référencées 67. On voit sur la figure 3 que les particules de matériaux magnétiques qui sont plongées dans le champ magnétique présentent chacune un pôle nord et un pôle sud. Quand la particule est située au droit d'un élément magnétique constituant un pôle sud, le pôle nord de la particule est tourné vers l'élément magnétique. Au fur et à mesure du déplacement de la particule circonférentiellement vers l'élément magnétique voisin, la particule se retourne en suivant les lignes de champ magnétique. Quand elle est au droit d'un pôle nord, c'est le pôle sud de la particule qui est tourné vers l'élément magnétique.

Comme visible sur la figure 4, les éléments magnétiques 7, 9 du premier groupe 55, et plus généralement pratiquement tous les éléments magnétiques, sont séparés radialement de la surface périphérique interne 41 de la virole par un interstice $d1$. Typiquement, cet interstice est compris entre 1 et 3 mm.

En revanche, de manière à faciliter le détachement des produits magnétiques de la virole, certains éléments magnétiques du second groupe 57 sont séparés de la surface périphérique interne 41 par des écartements radiaux $d2$, $d3$, supérieurs à $d1$. Par exemple, dans l'exemple de la figure 4, si on considère les trois éléments magnétiques 69, 71, 73 circonférentiellement les plus proches du bord inférieur 29, les deux éléments 71, 73 les plus proches du bord 29 sont séparés de la surface 41 par un écartement $d3$, et le troisième par un écartement $d2$. $d2$ vaut par exemple $d1$ plus 5% et $d3$ vaut $d1$ plus

10%. Ainsi, le champ magnétique est plus faible dans la zone de la surface périphérique externe située au droit de ces trois éléments magnétiques, et est plus forte dans les zones de la surface périphérique externe située au droit des autres éléments magnétiques.

5 Dans l'exemple de réalisation de la figure 5, les éléments magnétiques 7, 9 du premier groupe, et plus généralement pratiquement tous les éléments magnétiques, sont séparés les uns des autres angulairement par un angle α constant. En revanche, pour faciliter la séparation des produits magnétiques de la virole, les trois éléments magnétiques 69, 71, 73 les plus proches du bord inférieur 29 sont séparés les uns des
10 autres par un angle supérieur à l'angle α . Par exemple, les deux éléments magnétiques 71, 73 les plus proches du bord 29 sont séparés par un angle égal à $\alpha + 5^\circ$. Les éléments magnétiques 69 et 71 sont séparés l'un de l'autre par un angle valant $\alpha + 3^\circ$.

Typiquement, α est compris entre 5 et 15°.

Le fonctionnement du séparateur magnétique décrit ci-dessus va maintenant être
15 détaillé. Les produits 3 à séparer sont déversés sur la bande transporteuse à une première extrémité de celle-ci. A la seconde extrémité 51, ils tombent dans la chute 49 qui les guide jusqu'à la zone de réception 53 de la virole. Les produits en matériaux magnétiques sont bloqués contre la virole par le champ magnétique créé par les éléments magnétiques 7, 9. Les produits en matériaux non magnétiques, au contraire, ne sont pas
20 bloqués contre la virole.

La virole 11 tourne en sens horaire dans la représentation de la figure 1. Les produits en matériaux non magnétiques sont éjectés de la surface périphérique externe de la virole 11 sous l'effet combiné de l'élasticité de la couche 45 et de la force centrifuge résultant du mouvement de rotation de la virole. Ils tombent dans le bac 19. Les produits
25 magnétiques sont entraînés en rotation avec la virole du haut vers le bas. Quand ils arrivent au droit des éléments magnétiques 69, 71, 73, la force magnétique exercée sur ces produits est plus faible. Ils tombent alors de la virole dans le bac 17, sous l'effet conjugué de la force centrifuge et de leur poids. Les produits non magnétiques en matériaux de faibles densités, tels que le bois, le plastique ou le polyuréthane, qui
30 n'auraient pas été éjectés de la virole sous l'effet du rebond et de la force centrifuge, sont entraînés avec la virole jusqu'au rideau d'air 63. Ce rideau d'air appliqué de bas en haut projette ces produits légers jusque dans le bac 19.

REVENDECATIONS

1. Séparateur magnétique (1), comprenant :

- un support fixe (5), portant une pluralité d'éléments magnétiques (7, 9);

5 - une virole (11) disposée autour du support fixe (5) et ayant un axe central (C), la virole (11) présentant une surface périphérique externe (43) et une surface périphérique interne (41), les éléments magnétiques (7,9) ayant chacun une face terminale (31) tournée vers la surface périphérique interne (41);

10 - une liaison (13) de la virole (11) au support fixe (5), agencée pour entraîner la virole (11) en rotation par rapport au support fixe (5) autour de l'axe central (C) ; caractérisé en ce que les faces terminales (31) des éléments magnétiques (7,9) présentent chacune au moins une portion bombée vers la surface périphérique interne (41).

15 2. Séparateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque élément magnétique (7,9) comprend deux faces latérales (33,35) jouxtant la face terminale (31) et formant un angle non nul avec la face terminale (31), la face terminale (31) étant raccordée aux faces latérales (33,35) par des zones bombées (39).

20 3. Séparateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les éléments magnétiques (7,9) sont répartis circonférentiellement autour de l'axe central (C) et sont séparés les uns des autres circonférentiellement par un pas compris entre 5 et 100 mm, pris au niveau des faces terminales (31).

4. Séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que:

25 - l'axe central (C) de la virole (11) est sensiblement horizontal, les éléments magnétiques (7,9) étant répartis circonférentiellement autour de l'axe central (C), de telle sorte qu'un premier groupe (55) d'éléments magnétiques est situé au dessus de l'axe central (C) et un second groupe (57) d'éléments magnétiques est situé au dessous de l'axe central (C) ;

30 - le séparateur magnétique (1) comporte un dispositif d'alimentation (15) agencé pour alimenter les produits à séparer (3) sur la surface périphérique externe (43) de la virole (11), au droit du premier groupe (55) d'éléments magnétiques ;

- le séparateur magnétique (1) comporte un dispositif (17) de collecte des produits en matériaux magnétiques disposés sous le second groupe (57) d'éléments magnétiques ;

35 - les éléments magnétiques (7,9) du premier groupe (55) étant séparés radialement de la surface périphérique interne (41) par un premier écartement, au moins

un élément magnétique (69, 71, 73) du second groupe (57) étant séparé radialement de la surface périphérique interne (41) par un second écartement égal au moins au premier écartement plus 10%.

5. Séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que:

- l'axe central (C) de la virole (11) est sensiblement horizontal, les éléments magnétiques (7,9) étant répartis circonférentiellement autour de l'axe central (C), de telle sorte qu'un premier groupe (55) d'éléments magnétiques est situé au dessus de l'axe central (C) et un second groupe (57) d'éléments magnétiques est situé au dessous de l'axe central (C) ;

- le séparateur magnétique (1) comporte un dispositif d'alimentation (15) agencé pour alimenter les produits (3) à séparer sur la surface périphérique externe (43) de la virole (11), au droit du premier groupe (55) d'éléments magnétiques ;

- le séparateur magnétique (1) comporte un dispositif (17) de collecte des produits en matériaux magnétiques disposés sous le second groupe (57) d'éléments magnétiques ;

- les éléments magnétiques (7,9) du premier groupe (55) étant séparés angulairement les uns des autres par un angle déterminé, au moins deux des éléments magnétiques (69, 71, 73) du second groupe (57) étant séparés angulairement l'un de l'autre par un second angle égal au moins au premier angle plus 3°.

6. Séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la liaison (13) de la virole (11) au support fixe (5) est agencée pour entraîner la virole (11) en rotation par rapport au support fixe (5) autour de l'axe central (C) avec une première vitesse linéaire déterminée prise au niveau de la surface périphérique externe (43), le séparateur magnétique (1) comportant en outre un dispositif d'alimentation (15) agencé pour que les produits à séparer (3) arrivent sur la surface périphérique externe (43) de la virole (11) avec une seconde vitesse linéaire supérieure à 80% de la première vitesse linéaire.

7. Séparateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif d'alimentation (15) alimente gravitairement la surface périphérique externe (43) de la virole (11) en produits à séparer (3), sur une hauteur adaptée pour que les produits à séparer (3) arrivent sur la surface périphérique externe (43) de la virole (11) avec ladite seconde vitesse linéaire.

8. Séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface périphérique externe (43) de la virole (11) est couverte par une couche (45) d'une matière élastique.

9. Séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

5 - l'axe central (C) de la virole (11) est sensiblement horizontal, les éléments magnétiques (7,9) étant répartis circonférentiellement autour de l'axe central (C), de telle sorte qu'un premier groupe (55) d'éléments magnétiques est situé au dessus de l'axe central (C) et un second groupe (57) d'éléments magnétiques est situé au dessous de l'axe central (C) ;

10 - le séparateur magnétique (1) comporte un dispositif d'alimentation (15) agencé pour alimenter les produits à séparer (3) sur la surface périphérique externe (43) de la virole (11), au droit du premier groupe d'éléments magnétiques (55) ;

- le séparateur magnétique (1) comporte un dispositif de collecte (17) des produits en matériaux magnétiques disposés sous le second groupe d'éléments magnétiques (57);

15 - le séparateur magnétique (1) comporte un dispositif (21) prévu pour souffler un rideau d'air (63) de bas en haut sur la surface périphérique externe (43) entre les premier et second groupes d'éléments magnétiques (55, 57).

10. Séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface périphérique interne (41) de la virole (11) présente un premier rayon de courbure, la portion bombée de chaque face terminale (31) ayant un second rayon de courbure inférieur au premier rayon de courbure.

20

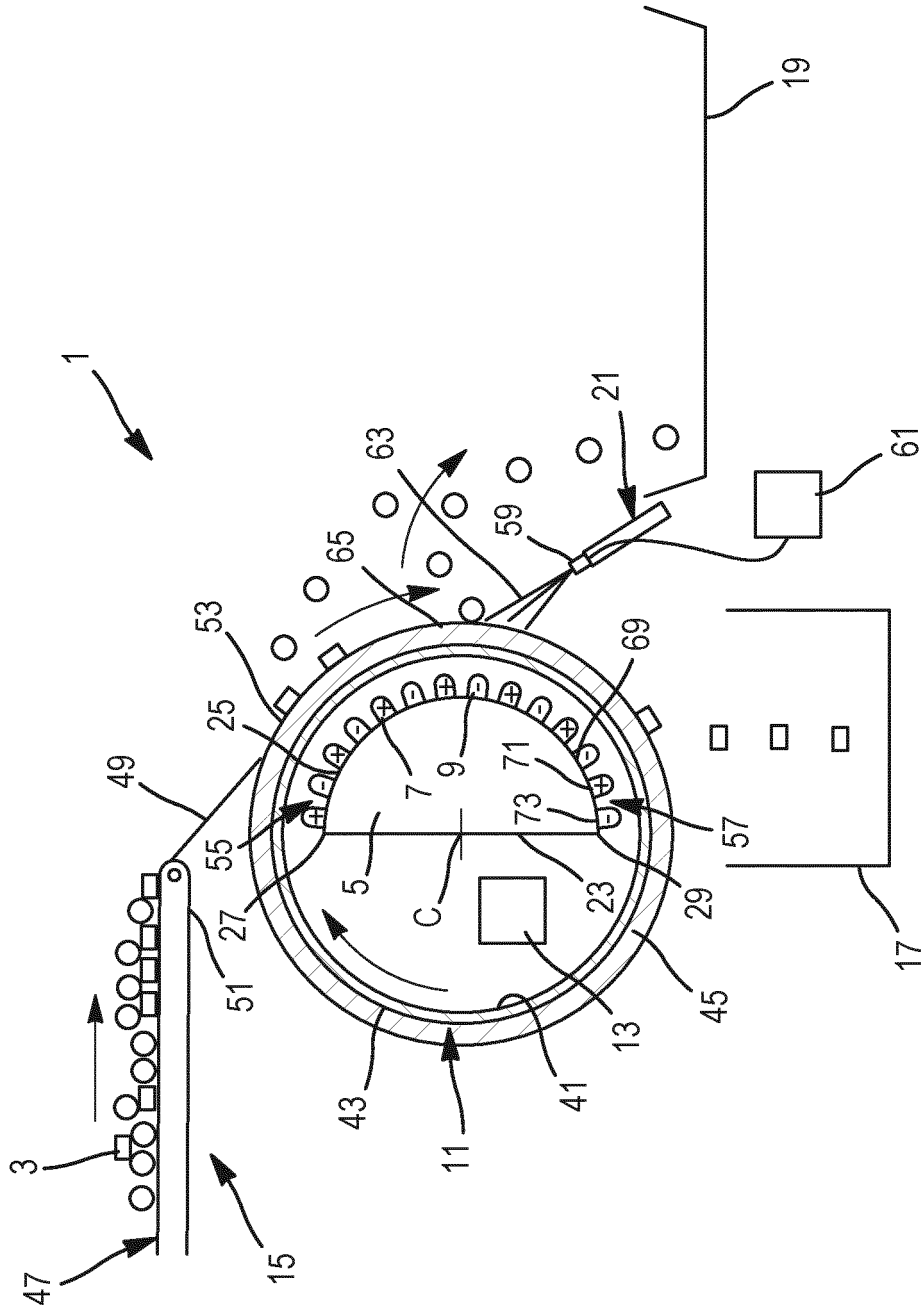
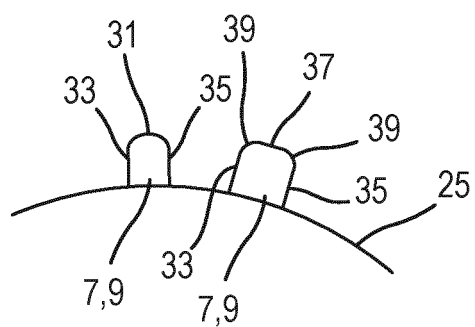
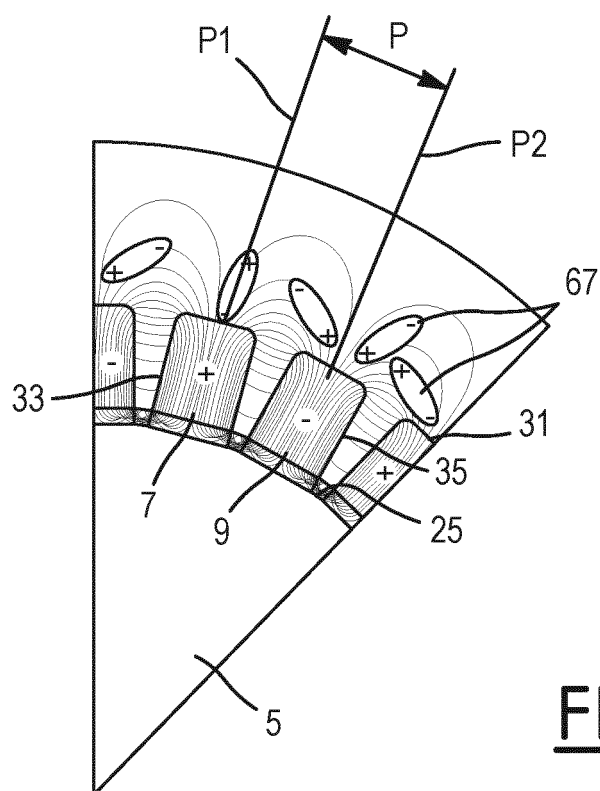


FIG.1

2/3

FIG. 2FIG. 3



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 759384
FR 1161608

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 1 339 300 A (SWART ET AL, DULUTH [US]) 4 mai 1920 (1920-05-04) * figures 1-3 * * page 1, ligne 82 - page 2, ligne 78 * -----	1-10	B03C1/247
X	GB 1 051 794 A (ERIEZ MANUFACTURING CO., ASBURY [US]) 21 décembre 1966 (1966-12-21) * figures 1, 3, 4 * * page 2, ligne 9 - ligne 51 * * page 3, ligne 42 - ligne 90 * * page 4, ligne 45 - ligne 54 * -----	1-10	
X	GB 2 074 472 A (ERIEZ MFG CO) 4 novembre 1981 (1981-11-04) * figure 1 * * page 1, ligne 75 - ligne 115 * -----	1-10	
X	FR 7 115 E (GUSTAV GRÖNDAL [SE]) 23 mai 1907 (1907-05-23) * figure 1 * * page 1, ligne 18 - page 2, ligne 48 * -----	1-10	
X	FR 1 112 678 A (HEINRICH SPODIG [DE]) 16 mars 1956 (1956-03-16) * figures 1, 8 * * page 2, alinéa 11 * * page 3, alinéa 4 * -----	1-10	
A	US 2002/029998 A1 (HOWELL BILLY R [US]) 14 mars 2002 (2002-03-14) * figures 2, 7, 8 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B03C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 juillet 2012		Menck, Anja	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1161608 FA 759384**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **18-07-2012**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 1339300	A	04-05-1920	AUCUN	

GB 1051794	A	21-12-1966	AUCUN	

GB 2074472	A	04-11-1981	AU 6933881 A	15-10-1981
			BR 8101874 A	13-10-1981
			GB 2074472 A	04-11-1981
			JP 57001453 A	06-01-1982
			ZA 8100891 A	31-03-1982

FR 7115	E	23-05-1907	AUCUN	

FR 1112678	A	16-03-1956	CH 308504 A	31-07-1955
			FR 1112678 A	16-03-1956
			GB 704597 A	24-02-1954

US 2002029998	A1	14-03-2002	AUCUN	
