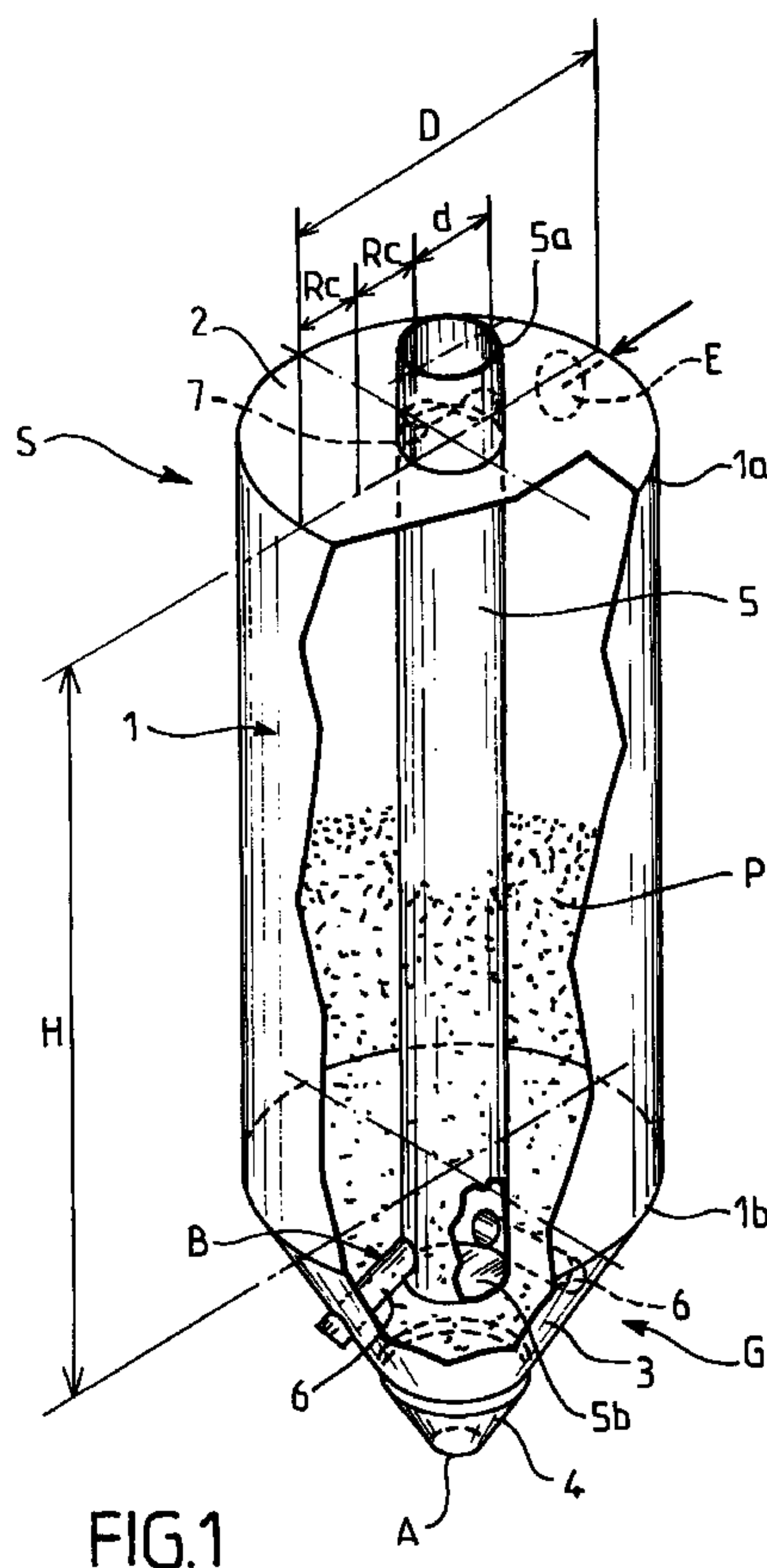




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2007/12/14
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2008/07/24
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2009/06/15
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2007/002075
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2008/087301
 (30) Priorité/Priority: 2006/12/18 (FR06/11015)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B65D 88/08* (2006.01),
B65D 88/74 (2006.01)
 (71) Demandeur/Applicant:
DEGREMONT, FR
 (72) Inventeur/Inventor:
SUTTER, FRANCOIS, FR
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : SILO POUR LE STOCKAGE DE PRODUITS EN VRAC, NOTAMMENT DES BOUES SECHEES DE STATIONS D'EPURATION
 (54) Title: SILO FOR STORING BULK PRODUCTS, IN PARTICULAR DRIED SLUDGE FROM WATER TREATMENT PLANTS



(57) **Abrégé/Abstract:**

Silo pour le stockage de produits en vrac, séchés, contenant des matières organiques, en particulier pour le stockage de boues séchées de stations d'épuration d'eaux résiduaires, produits pour lesquels apparaissent des phénomènes d'auto-échauffement, le

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

silos comportant une enveloppe extérieure (1) présentant une partie haute et une partie basse, cette enveloppe étant réalisée en une matière conductrice de la chaleur, notamment métallique et comportant au moins une entrée et une sortie pour les produits, un toit (2) fermant le silo en partie haute, et un dispositif d'évacuation (3) fermant le silo en partie basse. Le silo comporte au moins une cheminée intérieure (5) en une matière conductrice de la chaleur, en particulier métallique, communiquant avec l'atmosphère en partie haute et en partie basse, le volume intérieur de la cheminée étant libre pour permettre la circulation de l'air et l'évacuation de la chaleur, le rapport d/D du diamètre extérieur d de la cheminée (5) au diamètre extérieur D de l'enveloppe étant supérieur à 0.12.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
24 juillet 2008 (24.07.2008)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/087301 A3(51) Classification internationale des brevets :
B65D 88/08 (2006.01) B65D 88/74 (2006.01)

(72) Inventeur; et

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2007/002075(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : SUT-
TER, François [FR/FR]; 31 rue Charcot, F-92270 Bois
Colombes (FR).(22) Date de dépôt international :
14 décembre 2007 (14.12.2007)(74) Mandataires : MICHARDIERE, Bernard etc.; Cabinet
ARMENGAUD AINE, 3 avenue Bugeaud, F-75116 Paris
(FR).

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
06/11015 18 décembre 2006 (18.12.2006) 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, DO, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : DE-
GREMONT [FR/FR]; 183, avenue du 18 Juin 1940,
F-92500 Rueil Malmaison (FR).

[Suite sur la page suivante]

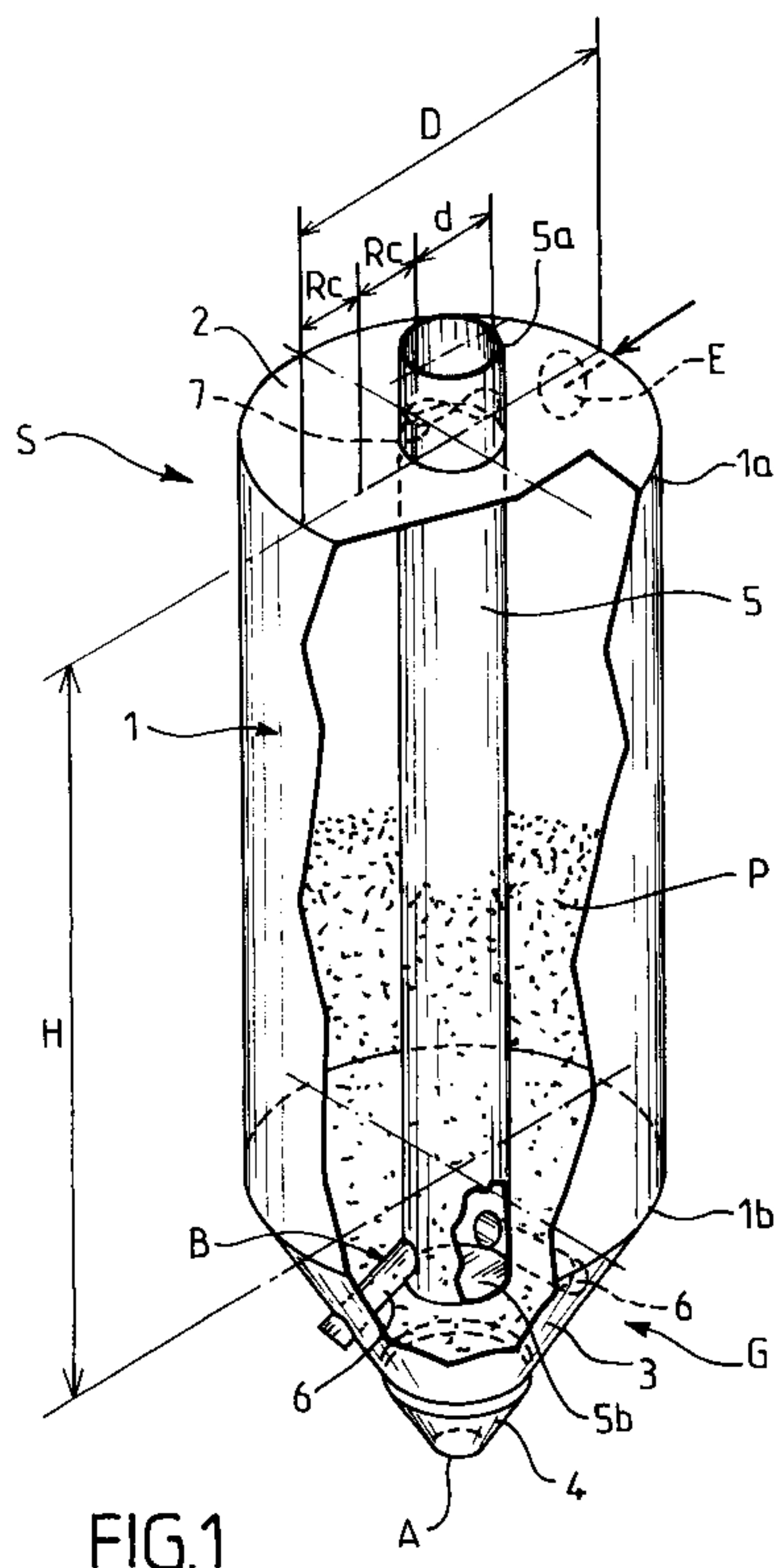
(54) Title: SILO FOR STORING BULK PRODUCTS, IN PARTICULAR DRIED SLUDGE FROM WATER TREATMENT
PLANTS(54) Titre : SILO POUR LE STOCKAGE DE PRODUITS EN VRAC, NOTAMMENT DES BOUES SECHÉES DE STATIONS
D'ÉPURATION

FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a silo for storing dried bulk products containing organic materials, in particular for storing dried sludge from residual water treatment plants, said products being subject to self-heating phenomena, wherein said silo includes an outer shell (1) having an upper portion and a lower portion, the shell being made of an essentially metallic heat-conducting material and comprising at least an inlet and an outlet for the products, a roof (2) closing the silo in the upper portion, and a discharge device (3) closing the silo in the lower portion. The silo includes at least one inner stack (5) of an essentially metallic heat-conducting material that communicates with the atmosphere in the upper and lower portions, the volume inside the stack being void so as to permit air circulation and heat dispersal, and the ratio d/D between the outer diameter d of the stack (5) and the outer diameter D of the shell being higher than 0.12.(57) Abrégé : Silo pour le stockage de produits en vrac, séchés, contenant des matières organiques, en particulier pour le stockage de boues séchées de stations d'épuration d'eaux résiduaires, produits pour lesquels apparaissent des phénomènes d'auto-échauffement, le silo comportant une enveloppe extérieure (1) présentant une partie haute et une partie basse, cette enveloppe étant réalisée en une matière conductrice de la chaleur, notamment métallique et comportant au moins une entrée et une sortie pour les produits, un toit (2) fermant le silo en partie haute, et un dispositif d'évacuation (3) fermant le silo en partie basse. Le silo comporte au moins une cheminée intérieure (5) en une matière conductrice de la chaleur, en particulier métallique, communiquant avec l'atmosphère en partie haute et en partie basse, le volume intérieur de la cheminée étant libre pour permettre la circulation de l'air et l'évacuation de la chaleur, le rapport d/D du diamètre extérieur d de la cheminée (5) au diamètre extérieur D de l'enveloppe étant supérieur à 0.12.

WO 2008/087301 A3

WO 2008/087301 A3

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.

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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,

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:

12 septembre 2008

SILO POUR LE STOCKAGE DE PRODUITS EN VRAC, NOTAMMENT DES BOUES SECHEES DE STATIONS D'EPURATION.

L'invention est relative à un silo pour le stockage de produits
5 contenant des matières organiques, produits pour lesquels apparaissent des
phénomènes d'auto-échauffement, le silo étant du genre de ceux qui
comportent une enveloppe extérieure cylindrique ou prismatique d'axe vertical,
présentant une partie haute et une partie basse, cette enveloppe étant réalisée
en une matière conductrice de la chaleur, notamment métallique, et comportant
10 au moins une entrée et une sortie pour les produits, un toit fermant le silo en
partie haute, et un dispositif d'évacuation fermant le silo en partie basse, le silo
comportant au moins une cheminée intérieure en une matière conductrice de la
chaleur, en particulier métallique, communiquant avec l'atmosphère en partie
haute et en partie basse, le volume intérieur de la cheminée étant libre pour
15 permettre la circulation de l'air et l'évacuation de la chaleur.

Un silo de ce genre est montré par les documents BE 521 214 A ou
FR 1 444 136 A.

L'invention concerne plus particulièrement mais non exclusivement,
un tel silo pour le stockage de boues séchées de stations d'épuration d'eaux
20 résiduelles ou analogues.

La capacité de stockage des silos actuels est limitée par le
phénomène d'auto-échauffement du produit stocké. En effet, la section
transversale des silos, en particulier le diamètre extérieur (abstraction faite de
l'épaisseur de paroi) dans le cas d'une section circulaire, se trouve limitée en
25 raison du phénomène d'auto-échauffement du produit stocké. Pour un type de
produit, on peut définir un rayon critique R_c qui correspond à une épaisseur
radiale maximale admissible de produit pour que la chaleur générée par auto-
échauffement soit suffisamment évacuée à l'atmosphère à travers la masse de
produit et l'enveloppe extérieure afin d'éviter un début de pyrolyse lorsque la
30 température s'élève. Plus un produit, de par sa composition et sa
granulométrie, présente un risque d'auto-échauffement important, plus le rayon
critique sera faible, afin de faciliter l'évacuation de la chaleur.

Dans le cas d'un silo vertical cylindrique à section circulaire, pour un
matériau et une épaisseur donnés de paroi de l'enveloppe, la distance entre
35 l'axe géométrique du silo et la surface extérieure de l'enveloppe (rayon de
l'enveloppe) devra rester inférieure ou égale au rayon critique R_c du produit à
stocker. Un produit de rayon critique R_c devra être stocké dans un silo dont le
rayon est inférieur ou égal à R_c .

A titre indicatif, il est fréquent de rencontrer des silos pour boues séchées constitués par des enveloppes cylindriques d'une dizaine de mètres de haut et d'un diamètre intérieur inférieur ou égal à 2 mètres.

L'invention a pour but, surtout, de permettre d'augmenter la capacité
5 de stockage d'un silo du genre défini précédemment, sans pour autant diminuer la sécurité à l'égard du phénomène d'auto-échauffement des produits stockés.

Selon l'invention, un silo pour le stockage de produits en vrac séchés, contenant des matières organiques, en particulier pour le stockage de boues séchées de stations d'épuration d'eaux résiduaires, produits pour
10 lesquels apparaissent des phénomènes d'auto-échauffement, le silo étant du genre défini précédemment, est caractérisé en ce que le rapport d/D du diamètre extérieur d de la cheminée au diamètre extérieur D de l'enveloppe est supérieur à 0.12 .

Selon un autre aspect de l'invention, un silo pour le stockage de
15 produits en vrac séchés, contenant des matières organiques, en particulier pour le stockage de boues séchées de stations d'épuration d'eaux résiduaires, produits pour lesquels apparaissent des phénomènes d'auto-échauffement, le silo étant du genre défini précédemment, est caractérisé en ce que le diamètre extérieur de la cheminée « d » est supérieur à $(D-4R_c)$ D étant le diamètre
20 extérieur de l'enveloppe et R_c le rayon critique des produits à stocker dans le silo.

Selon encore un autre aspect de l'invention, un silo pour le stockage de produits en vrac séchés, contenant des matières organiques, en particulier pour le stockage de boues séchées de stations d'épuration d'eaux résiduaires,
25 produits pour lesquels apparaissent des phénomènes d'auto-échauffement, le silo étant du genre défini précédemment, est caractérisé en ce que la cheminée se trouve dans une position excentrée par rapport à l'enveloppe, l'excentricité de la cheminée étant égale à la moitié de son diamètre extérieur, le rayon critique R_c étant égal ou supérieur à $D/4$ ($R_c \geq D/4$), D étant le diamètre
30 extérieur de l'enveloppe.

Avantageusement, l'enveloppe comporte intérieurement en partie basse un moyen de support de la cheminée intérieure propre à assurer une communication de cette cheminée intérieure avec l'atmosphère, en empêchant toute entrée de produit dans ladite cheminée intérieure.

35 Le moyen de support de la cheminée intérieure peut être prévu pour permettre l'évacuation des eaux pluviales et la circulation de l'air.

Le moyen de support peut comprendre des tubes soudés à la cheminée et débouchant dans cette cheminée, chaque tube traversant la paroi de l'enveloppe à laquelle il est soudé et débouchant à l'extérieur.

Le moyen de support peut comprendre trois tubes formant un
5 trépied.

Selon une réalisation avantageuse, le diamètre de l'enveloppe est au moins égal à trois mètres, la cheminée intérieure ayant un diamètre au moins égal à un mètre.

La cheminée intérieure peut être coaxiale à l'enveloppe extérieure.
10 Le silo peut comporter plusieurs cheminées intérieures d'axes parallèles.

L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en un certain nombre d'autres dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos d'exemples de réalisation décrits avec références aux dessins annexés, mais qui ne sont nullement limitatifs. Sur ces
15 dessins :

Fig. 1 est une vue schématique en perspective avec parties arrachées d'un silo conforme à l'invention, et

Fig. 2 montre, semblablement à Fig.1, une variante de réalisation.

En se reportant à Fig. 1 des dessins, on peut voir un silo S pour le
20 stockage de produits en vrac P, contenant des matières organiques. Plus particulièrement, les produits P sont constitués par des boues séchées de stations d'épuration d'eaux résiduaires. De tels produits donnent lieu à des phénomènes d'auto-échauffement et peuvent donner lieu à des débuts de
25 pyrolyse lorsque la température s'élève, si la chaleur produite n'est pas suffisamment évacuée vers l'atmosphère.

Le silo S comporte une enveloppe extérieure 1, généralement en tôle d'acier. L'enveloppe 1 peut avoir une forme cylindrique, à section circulaire, d'axe vertical, présentant une partie haute 1a et une partie basse 1b. Des
30 moyens de support de cette enveloppe 1 en position verticale sont prévus mais non représentés sur les dessins. D'autres formes d'enveloppes 1 seraient possibles, par exemple des enveloppes prismatiques. En variante, l'axe de l'enveloppe pourrait être incliné par rapport à la verticale d'un angle qui n'affecte pas la descente par gravité du produit en vrac.

Le silo est fermé en partie haute par un toit 2, notamment formé par
35 un disque de tôle, obturant la partie supérieure du cylindre. Une entrée E pour les produits en vrac est prévue en partie haute, par exemple dans la paroi cylindrique de l'enveloppe 1. Une sortie A pour les produits est prévue en partie basse.

Le silo S comporte en partie basse un dispositif de distribution de produits G formé par un cône de concentration 3 dont la petite base est dirigée vers le bas. Cette petite base est ouverte et forme la sortie A. Le cône 3 permet de regrouper le produit en vrac à la sortie. Le cône 3 est avantageusement
5 équipé d'un fond vibrant 4 pour faciliter l'écoulement des produits en vrac.

Selon l'invention, le silo S comporte au moins une cheminée intérieure 5 en une matière conductrice de la chaleur, notamment une cheminée métallique, communiquant avec l'atmosphère en partie haute 5a et en partie basse 5b. La cheminée 5 est généralement réalisée en tôle d'acier.

10 Selon la réalisation de Fig.1, la cheminée 5 est cylindrique de section circulaire, coaxiale au silo S. La cheminée 5 pourrait avoir une forme différente, notamment une forme prismatique à section transversale polygonale. La cheminée 5 traverse un trou prévu dans le toit 2. L'étanchéité entre le contour de la cheminée 5 et le pourtour du trou prévu dans le toit 2 peut être assurée
15 par un cordon de soudure qui établit une liaison mécanique entre les deux éléments. L'extrémité supérieure 5a de la cheminée est totalement ouverte à l'atmosphère, ou peut être revêtue d'un caillebotis ou d'une grille de protection laissant le passage libre à l'air.

La partie inférieure 5b de la cheminée communique avec
20 l'atmosphère par des tubes 6 soudés à la partie inférieure de la cheminée et débouchant dans cette cheminée 5. Les tubes 6 sont inclinés vers le bas à partir de la cheminée, dans des plans passant par l'axe de la cheminée, et traversent de manière étanche la paroi du cône 3 pour s'ouvrir à l'extérieur. Chaque tube 6 est fixé, notamment par soudure, à la paroi du cône 3 au niveau
25 de l'orifice par lequel il traverse cette paroi, l'ensemble des tubes 6 constituant un moyen de support B de la cheminée 5. De préférence, trois tubes 6 sont prévus, espacés angulairement de 120°, pour former un trépied support de la cheminée 5. Tout autre moyen de support de la cheminée 5 dans le silo S peut être envisagé.

30 La cheminée centrale 5 est ainsi ouverte au point bas via les tubes 6. L'ouverture des tubes 6 permet un tirage naturel et une évacuation des eaux pluviales. La surface cumulée de la section des tubes 6 est dimensionnée pour ne pas freiner le tirage naturel de la cheminée 5. L'extrémité axiale inférieure de la cheminée 5 est fermée, par exemple par un disque.

35 Le cas échéant, pour renforcer l'écoulement de la ventilation naturelle, on peut prévoir un ventilateur 7 dans la cheminée 5, de préférence en partie haute.

On désigne par H la hauteur de la partie cylindrique du silo, par D le

diamètre extérieur de l'enveloppe 1 et par d le diamètre extérieur de la cheminée 5. Le rapport d/D est de préférence égal ou supérieur à 0.12 ($d/D \geq 0.12$). A titre d'exemple non limitatif, le diamètre d peut être de l'ordre de 1 mètre, tandis que le diamètre D peut être compris entre 3 et 8 mètres.

5 Dans le cas d'un silo cylindrique vertical, sans cheminée de diamètre intérieur D , les produits pouvant être stockés en sécurité doivent correspondre à un rayon critique R_c égal ou supérieur à $D/2$ ($R_c \geq D/2$). Les produits ayant un rayon critique inférieur à cette valeur ne pourront être stockés en sécurité dans le silo.

10 Dans le cas d'un silo cylindrique vertical selon l'invention de diamètre extérieur D , avec cheminée coaxiale ayant un diamètre extérieur d (en faisant abstraction des épaisseurs de parois), la distance maximale entre un point du produit stocké et une paroi (paroi de l'enveloppe ou paroi de la cheminée) au contact de l'atmosphère est égale à $(D-d) / 4$. Les produits à stocker en
15 sécurité pourront avoir un rayon critique $R_c \geq (D-d) / 4$, bien inférieur à celui d'un silo classique de même diamètre extérieur.

Le diamètre extérieur de la cheminée « d » est calculé de telle manière que la contrainte de sûreté définie par le rayon R_c soit respectée :

$$D \leq 4 R_c + d ,$$

20 soit $d > D - 4 R_c .$

La cheminée 5 ainsi créée peut être équipée d'un moyen d'accès, telle qu'une échelle à crinoline, ou un escalier en colimaçon, qui permette l'installation d'instrumentation ou d'équipement dans la cheminée.

La disposition concentrique de la cheminée selon Fig. 1 est optimale
25 du point de vue de la résistance mécanique, grâce à la concentricité des efforts sur la cheminée centrale 5, et du point de vue de l'auto-échauffement.

Il est toutefois possible, comme illustré selon la variante de Fig.2, de placer la cheminée 5' dans une position excentrée par rapport à l'enveloppe 1. Les parties haute et basse de cette cheminée sont désignées par 5'a et 5'b.
30 Selon l'exemple illustré, l'excentricité de la cheminée 5' est égale à la moitié de son diamètre extérieur, c'est-à-dire $d/2$. Dans ce cas, la distance maximale entre un point du produit stocké et une paroi (paroi de l'enveloppe ou paroi de la cheminée) au contact de l'atmosphère est égal à $D/4$, c'est à dire à la moitié du rayon de l'enveloppe extérieure. En effet la paroi de la cheminée 5' contient
35 l'axe géométrique de l'enveloppe 1. Le rayon critique R_c est alors égal ou supérieur à $D/4$ ($R_c \geq D/4$).

L' excentricité peut prendre des valeurs différentes mais la solution coaxiale reste préférée.

Il est également possible de prévoir plusieurs cheminées à l'intérieur de l'enveloppe 1, avec des axes parallèles répartis pour assurer une bonne évacuation de la chaleur. Par exemple, les axes des cheminées pourraient être régulièrement espacés sur une circonférence concentrique à l'enveloppe 1.

5 L'invention permet d'augmenter le diamètre extérieur du silo, tout en restant conforme au rayon critique d'auto-échauffement. La chaleur fournie par l'auto-échauffement peut se dissiper aussi bien par l'enveloppe extérieure 1 que par la cheminée intérieure 5, 5'.

10 Les tableaux donnés ci-après montrent que la capacité de stockage par mètre linéaire d'enveloppe 1 du silo est multipliée par un facteur supérieur à 4, pour un même rayon critique.

Pour une même quantité à stocker, on peut réduire le nombre de silos nécessaires, et réduire d'autant les équipements de sécurité et de process nécessaires à chaque silo, tels que ceux de la liste non exhaustive suivante :

- 15
- détecteur de CO
 - événement d'explosion (avec détection de rupture)
 - unité de remplissage, unité de vidange
 - mesure de niveau
 - sondes de température

20

 - détection de niveau très haut
 - soupape de sécurité

Tableaux de l'évolution du volume et rayon critique en fonction du diamètre extérieur d'un silo cylindrique.

25 Valeur calculée pour H=10m et d=1m, cheminée 5 coaxiale au silo (Fig. 1)

SILO CLASSIQUE SILO avec CHEMINEE COMPARAISON
SANS CHEMINEE INTERIEURE COAXIALE

Dia SILO	Volume silo (m3)	Rayon critique (m)		Volume silo (m3)	Rayon critique (m)		volume avec cheminée (%)	Réduction rayon critique (%)
D	$H \cdot D^2 \cdot \pi / 4$	D/2		$H(D^2 - d^2) \cdot \pi / 4$	(D-d)/4			
3 m	70.7	1.5		62.8	0.5		89%	33%
4 m	125	2		117	0.75		93%	37%
5 m	196	2.5		188	1		96%	40%
6 m	282	3		274	1.25		97%	41%
7 m	384	3.5		377	1.5		98%	42%
8 m	502	4		494	1.75		98%	43%

Ainsi, pour un même rayon critique de 1.5 m, un silo selon l'invention aura un volume de 377 m³, contre seulement 70.7 m³ pour un silo classique sans cheminée coaxiale.

5 Tableaux de l'évolution du volume et rayon critique en fonction du diamètre du silo.

Valeur calculée pour H=10m et d=1m, cheminée 5'excentrée de d/2 (Fig.2)

10 SILO CLASSIQUE SANS CHEMINEE SILO avec CHEMINEE INTERIEURE EXCENTREE COMPARAISON

Dia SILO	Volume silo (m3)	Rayon critique (m)		Volume silo (m3)	Rayon critique (m)		volume avec cheminée (%)	Réduction rayon critique (%)
	$H \cdot D^2 \cdot \pi / 4$	D/2		$H(D^2 - d^2) \cdot \pi / 4$	D/4			
3 m	70.7	1.5		62.8	0.75		89%	50%
4 m	125	2		117	1		93%	50%
5 m	196	2.5		188	1.25		96%	50%
6 m	282	3		274	1.50		97%	50%
7 m	384	3.5		377	1.75		98%	50%
8 m	502	4		494	2		98%	50%

15 Pour un même rayon critique de 1.5 m, un silo avec cheminée excentrée aura un volume de 274 m³, contre seulement 70.7 m³ pour un silo classique sans cheminée.

REVENDEICATIONS

1. Silo pour le stockage de produits en vrac, contenant des matières organiques, en particulier pour le stockage de boues séchées de stations d'épuration d'eaux résiduaires, produits pour lesquels apparaissent des phénomènes d'auto-échauffement, le silo comportant une enveloppe extérieure cylindrique ou prismatique d'axe vertical, présentant une partie haute et une partie basse, cette enveloppe étant réalisée en une matière conductrice de la chaleur, notamment métallique, et comportant au moins une entrée et une sortie pour les produits, un toit fermant le silo en partie haute, et un dispositif d'évacuation fermant le silo en partie basse, le silo comportant au moins une cheminée intérieure (5, 5') en une matière conductrice de la chaleur, en particulier métallique, communiquant avec l'atmosphère en partie haute et en partie basse, le volume intérieur de la cheminée étant libre pour permettre la circulation de l'air et l'évacuation de la chaleur, caractérisé en ce que le rapport d/D du diamètre extérieur d de la cheminée (5,5') au diamètre extérieur D de l'enveloppe est supérieur à 0.12 .

2. Silo pour le stockage de produits en vrac, contenant des matières organiques, en particulier pour le stockage de boues séchées de stations d'épuration d'eaux résiduaires, produits pour lesquels apparaissent des phénomènes d'auto-échauffement, le silo comportant une enveloppe extérieure cylindrique ou prismatique d'axe vertical, présentant une partie haute et une partie basse, cette enveloppe étant réalisée en une matière conductrice de la chaleur, notamment métallique, et comportant au moins une entrée et une sortie pour les produits, un toit fermant le silo en partie haute, et un dispositif d'évacuation fermant le silo en partie basse, le silo comportant au moins une cheminée intérieure (5, 5') coaxiale en une matière conductrice de la chaleur, en particulier métallique, communiquant avec l'atmosphère en partie haute et en partie basse, le volume intérieur de la cheminée étant libre pour permettre la circulation de l'air et l'évacuation de la chaleur, caractérisé en ce que le diamètre extérieur de la cheminée « d » est supérieur à $(D-4R_c)$ D étant le diamètre extérieur de l'enveloppe et R_c le rayon critique des produits à stocker dans le silo.

35

3. Silo pour le stockage de produits en vrac, contenant des matières organiques, en particulier pour le stockage de boues séchées de stations d'épuration d'eaux résiduaires, produits pour lesquels apparaissent des

phénomènes d'auto-échauffement, le silo comportant une enveloppe extérieure cylindrique ou prismatique d'axe vertical, présentant une partie haute et une partie basse, cette enveloppe étant réalisée en une matière conductrice de la chaleur, notamment métallique, et comportant au moins une entrée et une sortie pour les produits, un toit fermant le silo en partie haute, et un dispositif d'évacuation fermant le silo en partie basse, le silo comportant au moins une cheminée intérieure (5, 5') en une matière conductrice de la chaleur, en particulier métallique, communiquant avec l'atmosphère en partie haute et en partie basse, le volume intérieur de la cheminée étant libre pour permettre la circulation de l'air et l'évacuation de la chaleur,

caractérisé en ce que la cheminée (5') se trouve dans une position excentrée par rapport à l'enveloppe (1), l'excentricité de la cheminée (5') étant égale à la moitié de son diamètre extérieur ($d/2$), le rayon critique R_c étant égal ou supérieur à $D/4$ ($R_c \geq D/4$).

15

4. Silo selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enveloppe (1) comporte intérieurement en partie basse un moyen de support (B) de la cheminée intérieure (5,5') propre à assurer une communication de cette cheminée intérieure avec l'atmosphère, en empêchant toute entrée de produit dans ladite cheminée intérieure.

20

5. Silo selon la revendication 4, caractérisé en ce que le moyen de support (B) de la cheminée intérieure (5,5') est prévu pour permettre l'évacuation des eaux pluviales et la circulation de l'air.

25

6. Silo selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le moyen de support (B) comprend des tubes (6) soudés à la cheminée (5,5') et débouchant dans cette cheminée, chaque tube (6) traversant la paroi de l'enveloppe à laquelle il est soudé et débouchant à l'extérieur.

30

7. Silo selon la revendication 6, caractérisé en ce que le moyen de support (B) comprend trois tubes (6) formant un trépied.

8. Silo selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le diamètre de l'enveloppe (1) est au moins égal à trois mètres, la cheminée intérieure (5, 5') ayant un diamètre au moins égal à un mètre.

35

2/2

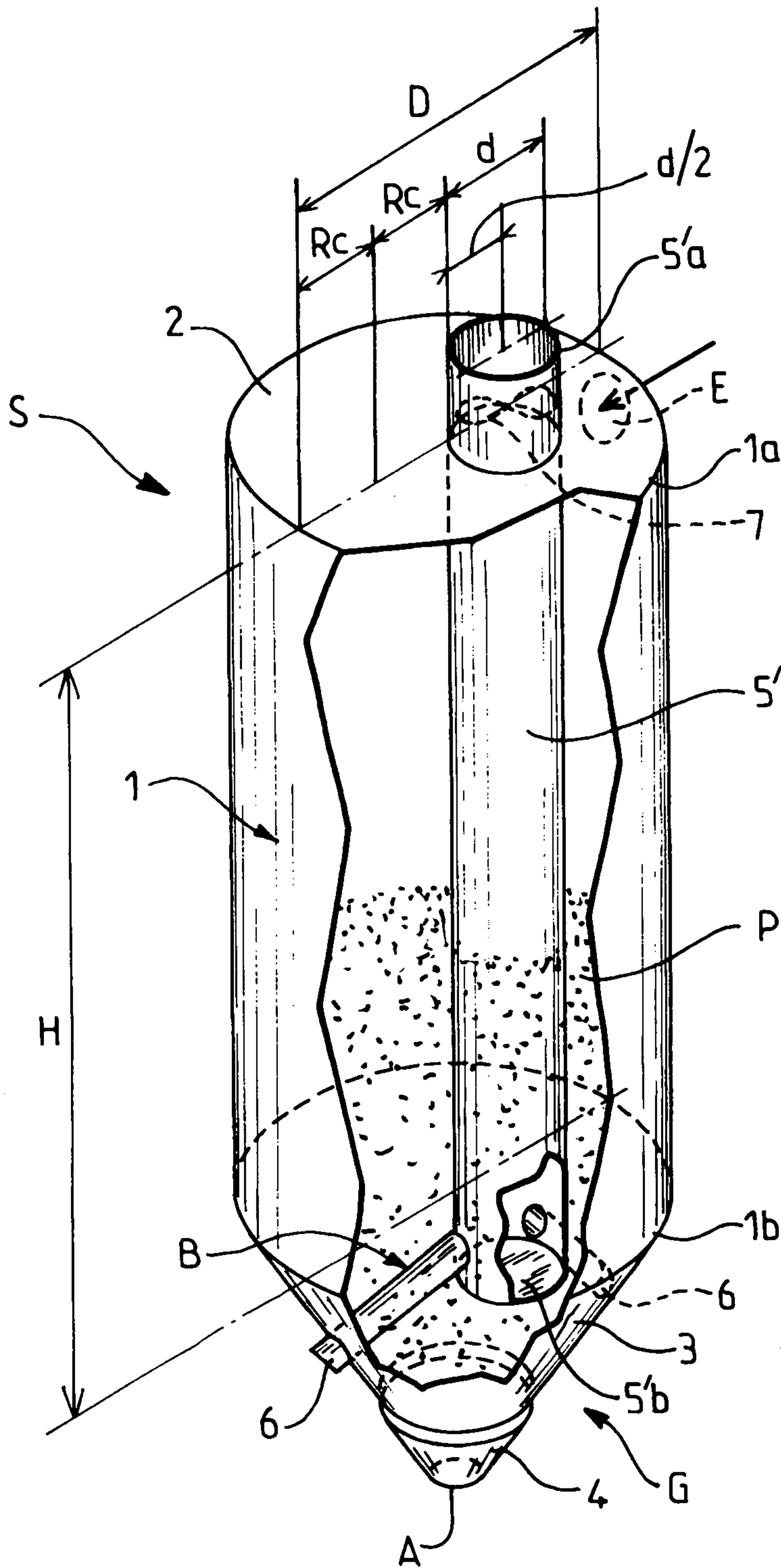


FIG. 2

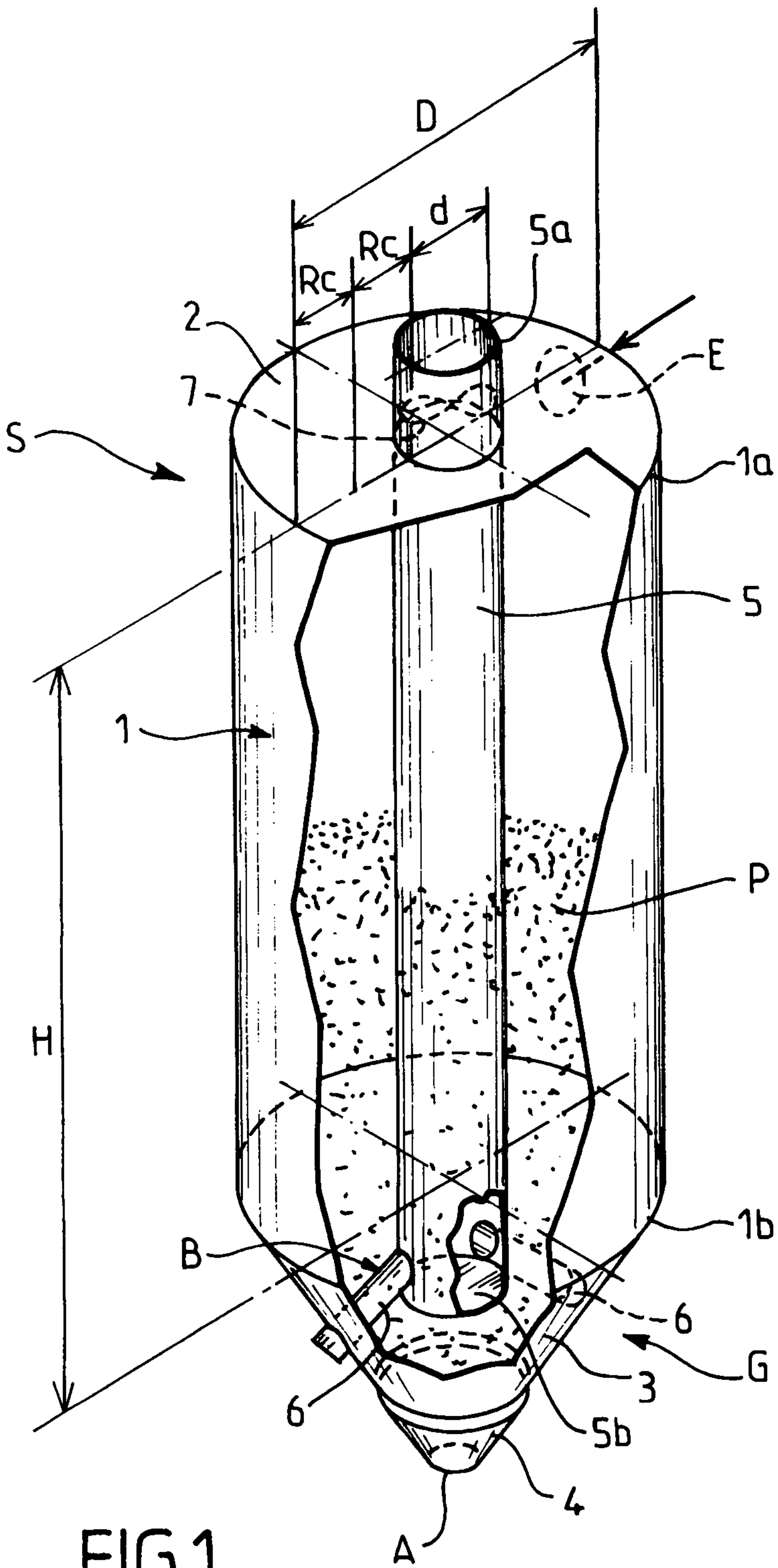


FIG.1