



Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention ;

Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle ;

Vu le procès-verbal dressé le 5 novembre 1979 à 14 h. 54

au greffe du Gouvernement provincial de Liège ;

ARRÊTE :

Article 1. — *Il est délivré à la Sté dite : ARBED S.A.*

Avenue de la Liberté Luxembourg (Grand-Duché de Luxembourg)

*repr. par Mr M. Van Malderen p/a Freylinger & Associés
s.p.r.l., 145, boulevard de la Sauvenière, Bte 031, 4000
Liège,*

un brevet d'invention pour : Procédé et installation de compostage

(Inv. J. Colling, F. Artois)

*qu'elle déclare avoir fait l'objet de demandes de brevet
déposées au Grand-Duché de Luxembourg le 9 novembre 1978
n°s 80.503 et 80.502 et le 16 novembre 1978 n° 80.533.*

Article 2. — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.*

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 30 novembre 1979.

PAR DÉLÉGATION SPÉCIALE :

Le Directeur

L. SALPETEUR

BREVET D'INVENTION

Déposant:

ARBED S.A

Avenue de la Liberté

LUXEMBOURG

Procédé et installation de compostage

Priorité: demandes de brevet déposées au Luxembourg le 9 novembre 1978 sous les Nos 80.503 et 80.502 et le 16 novembre 1978 sous le n° 80.533.

Inventeurs: Joseph COLLING, Dipl.-Ing.
Fernand ARTOIS, Dipl.-Ing.

✓

Procédé et installation de compostage

La présente invention concerne un procédé et une installation pour le compostage de matières organiques qui proviennent surtout de détritrus ménagers et qui sont de préférence mélangés à des boues de stations d'épuration biologique des eaux.

5

Les procédés connus de compostage de matières essentiellement organiques peuvent être départagés en procédés par voie aérobie ou par voie anaérobie. La dernière de ces deux méthodes est basée sur l'action de microorganismes capables de se développer sans la présence d'oxygène libre, comme p.ex. d'oxygène de l'air. La dégradation de matières organiques sous l'influence de tels microorganismes est accompagnée de la formation de composés organiques d'odeur désagréable. Pour cette raison il n'est pas possible d'implanter des stations de compostage par voie anaérobie à proximité de centres d'habitation.

La méthode de compostage par voie aérobie par contre, qui exploite l'action dégradante de microorganismes capables de se développer uniquement en présence d'oxygène libre, n'est pas affectée de l'inconvénient décrit pour le cas du compostage par voie anaérobie. Ainsi on note une tendance générale d'orientation vers cette dernière méthode de compostage.

25 Toutefois le compostage de matières organiques par voie aérobie n'est pas sans présenter des problèmes. En effet la composition des détritrus ménagers peut varier assez sensiblement

✓

de sorte que les conditions de compostage doivent également varier assez souvent et assez rapidement. Or, jusqu'ici on n'était pas en mesure de régler efficacement les conditions de compostage.

5

On a par ailleurs déjà reconnu qu'il est utile d'inclure dans les détritrus ménagers à composter par voie aérobie des produits tels que les boues provenant de stations d'épuration biologique des eaux, afin d'obtenir un compost valable, présentant un rapport %C/%N favorable et un degré d'humidité satisfaisant en vue de l'utilisation comme engrais bio-minéral.

10

Or, l'addition des boues augmente d'une part le degré d'inhomogénéité des matières à composter et d'autre part l'addition proprement dite est difficile à réaliser. En effet les boues ont tendance à s'agglomérer et ne se mélangent pas uniformément aux détritrus, ce qui conduit à des entraves à la marche des réactions d'oxydation au cours du compostage et à la formation d'un produit inhomogène incomplètement composé.

15

20

En plus, surtout en cas d'utilisation conjointe de boues d'épuration, l'apport de quantités suffisantes d'oxygène de l'air, de préférence contrôlées en fonction de l'état physique de la charge, constitue un problème insuffisamment résolu.

25

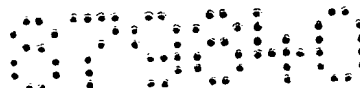
En effet au cas où la charge consiste en de gros morceaux de détritrus agglomérés avec des boues d'épuration, on peut s'attendre à une oxygénation inhomogène au cours du compostage. La bio-oxydation se déroulera uniquement à la surface des morceaux agglomérés.

30

C'est pourquoi on a équipé les réacteurs de compostage de moyens destinés à favoriser un brassage et une division des matières à composter. Ces réacteurs, qui sont des constructions tubulaires pouvant tourner autour de leur axe à des vitesses de l'ordre d'un tour par minute, comportent à cet effet soit des pales qui sont

35

✓



fixées aux parois intérieures, soit des arbres qui sont munis de pales et qui sont disposés de manière fixe dans l'axe des réacteurs, soit encore une tôle perforée coaxiale.

Or, ces moyens se sont avérés insuffisants pour empêcher les
5 détritits, surtout non-triés et comprenant des boues d'épuration des eaux, de s'agglomérer. En effet ni les pales périphériques, ni les pales radiales n'arrivent à désintégrer suffisamment les détritits dont la tendance à s'agglomérer sous leur poids propre et grâce à l'humidité qu'ils contiennent, est très
10 prononcée.

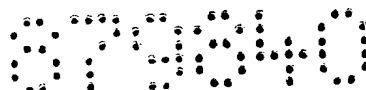
Même en réduisant la charge des réacteurs, dont le taux de remplissage normal est de l'ordre de 50-60%, pour agrandir la distance de chute des morceaux agglomérés, on n'arrive pas au
15 but, étant donné que les détritits mous ne se désintègrent pas en tombant depuis les parois au fond des réacteurs au cours de la rotation.

Aussi le but de l'invention est-il de proposer un procédé et une
20 installation permettant d'effectuer un compostage contrôlé par voie aérobie des détritits ménagers comprenant de préférence une quantité de boues d'épuration des eaux telle à assurer l'obtention d'un compost qui présente le rapport %C/%N et l'humidité favorables désirés.

25

Ce but est réalisé grâce au procédé suivant l'invention qui est basé sur le compostage par voie aérobie dans un réacteur rotatif sensiblement horizontal, de détritits ménagers de préférence soumis à un broyage-concassage préalable et additionnés de boues d'épuration,
30 tion, ce procédé étant caractérisé en ce que l'on dépose avant l'entrée dans le réacteur sur la charge de détritits en défilement entre 5 et 30% en poids de boues d'épuration des eaux sous forme de lacets d'une longueur de 5-20 cm et d'un diamètre de 1-5 mm obtenus par extrusion, que l'on mélange les détritits et les boues
35 extrudées à l'intérieur du réacteur rotatif, tout en les mettant en contact avec de l'air, que l'on mesure de façon continue la température à l'intérieur du réacteur et que l'on règle le débit d'air aspiré à travers le réacteur dans le sens d'écoulement des

✓



détritus en fonction de la température mesurée.

Le fait de conditionner les boues, de la manière décrite permet d'incorporer un pourcentage élevé de boue aux détritus ménagers
5 sans qu'il y ait pour autant formation d'amas agglomérés de boue qui échapperaient au compostage complet.

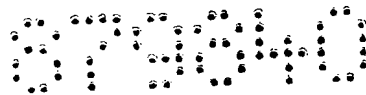
Suivant l'invention il est prévu de contrôler la température qui règne à l'intérieur du réacteur au cours du compostage
10 et de contrebalancer d'un côté les déviations de température vers le haut en réduisant le débit de l'air aspiré à travers le réacteur, et d'un autre côté les déviations de température vers les bas en augmentant ledit débit d'air.

15 En effet la température constitue une indication fiable de l'efficacité des réactions à l'intérieur du réacteur. Ainsi la température optimale pour un compostage tant rapide que complet se situe vers 65-70°C. On veillera à ce que la température ne dépasse pas 70°C, pour ne pas dégrader les matières organiques
20 et réduire pratiquement à zéro la valeur du compost en tant qu'engrais et à ce qu'elle ne tombe pas au-dessous de 63°C pour ne pas ralentir trop l'action de dégradation des micro-organismes.

25 Le réglage des réactions de compostage se fait donc de la sorte que suivant les déviations de température enregistrées on diminue le débit de l'air aspiré à travers le réacteur pour faire descendre la température de compostage et on augmente ledit débit d'air pour faire croître la température de compostage.

30

L'installation nécessaire à la mise en oeuvre du procédé comprend essentiellement un réacteur tubulaire rotatif sensiblement horizontal, alimenté au moyen d'un convoyeur s'étendant depuis un chargeur ou un broyeur-concasseur pour les détritus ménagers
35 jusqu'à l'entonnoir d'alimentation du réacteur. Cette installation est caractérisée en ce qu'elle comporte le cas échéant un extrudeur fixe qui divise de la boue d'épuration en lacets



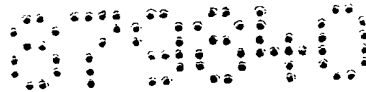
d'un diamètre entre 1-5 mm, et qui est disposé à une distance telle au-dessus du convoyeur transportant les détritrus que les lacets de boue peuvent se désintégrer sous leur propre poids en des parties d'une longueur de 5-20 cm et se répartir librement sur la charge de détritrus en défilement, ainsi que dans le réacteur rotatif une zone de morcellement des détritrus et au moins une installation de mesure de la température dans au moins une zone de réaction et une installation d'aspiration à débit réglable permettant de véhiculer un courant d'air à travers le réacteur dans le sens d'écoulement des détritrus.

Le broyeur-concasseur qui sert à conditionner les détritrus ménagers est un outil du type "broyeurs à marteaux" spécialement approprié pour la présente application, tandis que l'extrudeur peut être un outil conventionnel adapté à la compression-extrusion par action mécanique ou hydraulique.

La paroi extérieure du réacteur est utilement munie d'un revêtement d'isolation thermique afin de réduire les déperditions de chaleur vers l'extérieur. Il a en effet été constaté que le réglage des températures et des réactions de compostage est plus aisé dans un réacteur isolé thermiquement que dans un réacteur métallique dépourvu d'un tel revêtement.

Comme il est essentiel pour le déroulement efficace du compostage d'avoir à l'intérieur du réacteur une température bien déterminée, le réacteur est équipé d'au moins un instrument pour la mesure de la température de l'intérieur de l'enceinte, lequel instrument peut être relié au ventilateur. Ainsi la connaissance de la température est utilisée pour régler, de préférence de façon automatique, le débit de l'air soit frais, soit recyclé qui est véhiculé au moyen du ventilateur à travers le réacteur et le mélange détritrus/boues en voie de compostage, étant donné que la quantité de l'oxygène de l'air mise à la disposition des matières à composter détermine la cinétique des réactions d'oxydation exothermiques qui se déroulent en permanence à l'intérieur du réacteur.

9



En conséquence le ventilateur présente une régulation de débit.

Suivant une forme particulièrement avantageuse de l'installation on peut prévoir 2 instruments de mesure de la température à l'intérieur du réacteur, un premier capteur étant disposé à l'entrée et le second à la sortie. L'entrée et la sortie du réacteur sont reliées par un conduit qui comprend d'une part le ventilateur et d'autre part une vanne à commande électrique. Cette dernière est reliée et commandée par le premier capteur de température tandis que le second capteur commande la marche du ventilateur.

La vanne électrique présente 2 positions possibles: En première position, c.à.d. lorsque la température à l'entrée est trop élevée, la vanne bloque la circulation à travers le conduit et n'admet que de l'air frais qui est aspiré à l'intérieur du réacteur par le ventilateur. En deuxième position, c.à.d. lorsque la température est trop basse, la vanne débloque la circulation à travers le conduit et l'air véhiculé à travers le réacteur est de l'air chaud de recyclage.

Le deuxième capteur qui mesure la température à la sortie du réacteur met en marche, ou accélère le ventilateur en cas de température trop basse et l'arrête, ou le freine dans le cas contraire.

Le conduit qui relie l'entrée et la sortie du réacteur comprend utilement un séparateur d'eau de condensation.

Pour assurer un déroulement favorable des réactions de compostage qui exigent un apport d'air ou d'oxygène suffisant et bien réparti à travers la masse des matières à composter, l'installation suivant l'invention comprend des moyens de morcellement du détritrus qui constituent en une multitude de chaînes en acier dont la longueur équivaut sensiblement au

✓

rayon du réacteur tournant autour de son axe et qui sont fixées par une extrémité aux parois intérieures de celui-ci, tandis que l'autre extrémité reste libre.

- 5 Pour assurer un morcellement poussée de la masse de détrit-
mous, humides et inhomogènes on met donc en oeuvre des moyens
à la fois mobiles, flexibles et relativement lourds. En effet
les pales comme moyens conventionnels de division, qu'elles
soient intégrées à la paroi du réacteur ou à un axe central,
10 ne sont ni flexibles ni à proprement parler mobiles et n'ef-
fectuent en fait qu'un labourage grossier de la masse aggro-
mérée de détrit-
us, sans effectuer le morcellement désiré.

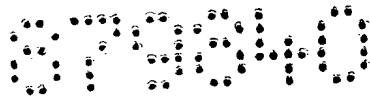
- Par contre une chaîne fixée par une extrémité à la paroi du
15 réacteur s'intègre d'abord au cours de la rotation du réacteur
autour de son axe de façon désordonnée au détrit-
us et se fraie
ensuite, lorsque son point de fixation remonte continuellement,
un chemin à travers les détrit-
us dont elle est arrachée, tout
en changeant continuellement de direction, de sorte que la
20 masse de détrit-
us est morcelée surtout à la surface. Il est
avantageux de limiter la longueur des chaînes de manière à
ce qu'elle n'excède pas le rayon du réacteur tubulaire pour
éviter que les chaînes ne s'entremêlent et n'écrasent les dé-
trit-
us sous leur poids au lieu de les râtelier.

- 25 Une première forme d'exécution prévoit de répartir les chaînes
en groupes de 4 unités qui sont fixées de manière équidistan-
te l'une de l'autre sur la circonférence intérieure du réac-
teur et de disposer les groupes à une distance de 1-2 m les
30 uns des autres dans le sens de la longueur du réacteur.

- Une autre forme d'exécution est caractérisée en ce que chaque
groupe de 4 chaînes présente vis-à-vis du groupe voisin un dé-
calage de 10-20% dans un même sens de la circonférence du réac-
35 teur.

D'autres avantages et caractéristiques de l'installation sui-

✓



avant l'invention ressortiront de la description des dessins où la fig. 1 représente de façon schématique et non-limitative une coupe à travers les éléments essentiels de l'installation; la fig. 2 montre en plus le détail de l'appareillage
5 responsable de la conduite de l'air à travers le réacteur suivant les résultats de mesure des températures; la fig. 3 montre une coupe à travers un réacteur chargé de détritits et équipé de 4 chaînes qui sont fixées de manière équidistante sur la circonférence et la fig. 4 représente une coupe
10 identique après rotation du réacteur de 30-40° autour de son axe.

En fig. 1 on distingue le broyeur-concasseur (10) et l'extrudeur à passoire (20) qui déversent les détritits concassés (11)
15 ou les boues comprimées (21) sur le convoyeur à bande (30). Ce dernier aboutit au-dessus de l'entonnoir (41) qui mène à l'intérieur du réacteur (40) à son extrémité de charge.

A son extrémité opposée le réacteur (40) présente un orifice
20 (42) de décharge par où tombent les débris du compost fabriqué.

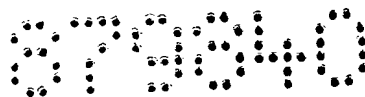
Le réacteur (40) est essentiellement horizontal, il peut présenter une légère inclinaison du côté de la décharge. Il s'
25 appuie par les rails de guidage (43) sur les supports (44). Une roue dentée (51) reliée à un moteur (50) assure la rotation du réacteur (40) par l'intermédiaire de la couronne dentée (45) qui entoure le corps du réacteur.

30 La pompe d'aspiration (60) à débit réglable est installée à l'extrémité de décharge du réacteur (40). Son débit est réglé en fonction de la température qui règne à l'intérieur du réacteur (40) et qui est mesurée en permanence ou par intermit-
tence par l'appareil de mesure (61).

35

La fig. 2 représente une coupe à travers une forme d'exécution préférée de l'installation. On distingue les 2 instru-

9/



ments de mesure de température (T1 et T2) qui sont disposés près de l'entrée et de la sortie du réacteur, lesquelles sont reliées par le conduit d'air (62). Ce dernier comporte utilement un séparateur d'eau de condensation (63).

5

Le ventilateur (60) est relié à l'instrument (T2) qui le commande, tandis que l'instrument (T1) commande la vanne (70). Cette dernière peut suivant la température enregistrée par l'instrument de mesure (T1) soit admettre l'air frais par
10 (71) et diriger l'air de circulation véhiculé à travers le conduit (62) vers l'extérieur en passant par un filtre (64) non-représenté, soit bloquer l'arrivée d'air frais (71) et recycler l'air véhiculé par le conduit (62) grâce à l'action du ventilateur (60).

15

Ce dispositif simple et bon marché assure un fonctionnement parfaitement automatique des réactions de compostage, une fois les températures critiques ajustées sur les instruments de mesure (T1 et T2) qui commandent le ventilateur (60) et
20 la vanne (70).

Les fig. 3 et 4 montrent les moyens de brassage prévus suivant l'invention dans le réacteur (R), c.à.d. les chaînes (1,2,3 et 4). En comparant les positions individuelles des
25 chaînes dans les phases successives de rotation représentées en fig. 3 et en fig. 4, on constate que les chaînes en position haute, dans ce cas les chaînes (1 et 2), se fraient un chemin à travers la couche supérieure des détritux qu'elles morcellent de ce fait, tandis que les autres chaînes (3 et 4)
30 exécutent un malaxage des détritux dans leur masse tout en râpant les parois du réacteur.

Etant donné que les chaînes frayeuses et les chaînes râpeuses changent de rôle à chaque tour, donc une fois par minute, il
35 s'ensuit un traitement de malaxage et de morcellement prononcé qui facilite l'exposition à l'air des détritux et rend possible des taux de charge intéressants au point de vue

✓

productivité.

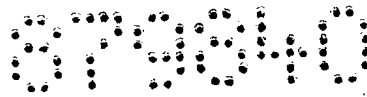
Il est bien entendu que l'installation comprend également les ustensiles conventionnels, tels que des séparateurs magnétiques qui peuvent être installés à l'entrée et/ou à la sortie du réacteur. Il est également prévu de séparer le compost produit d'impuretés telles que papier, bouts de textiles ou de matières plastiques, soit par criblage, soit simplement par l'action d'un ventilateur, qui se trouve à proximité de l'orifice de décharge du réacteur et qui provoque une séparation des produits déchargés suivant leur densité.

✓

Revendications

- 1) Procédé de compostage par voie aérobique dans un réacteur rotatif sensiblement horizontal de matières organiques composées de préférence de détritrus ménagers broyés-concassés et de boue d'épuration, caractérisé en ce que l'on dépose avant l'entrée dans le réacteur sur la charge de détritrus en défilement entre 5 et 30% en poids de boues d'épuration des eaux sous forme de lacets d'une longueur de 5-20 cm et d'un diamètre de 1-5 mm obtenus par extrusion, que l'on mélange les détritrus et les boues extrudés à l'intérieur du réacteur rotatif, tout en les mettant en contact avec de l'air que l'on mesure de façon continue la température et que l'on règle le débit d'air aspiré à travers le réacteur dans le sens d'écoulement des détritrus en fonction de la température mesurée à l'intérieur du réacteur.
- 2) Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on règle la température à l'intérieur du réacteur en réduisant le débit d'air lorsque la température dépasse une valeur supérieure préétablie et en augmentant le débit d'air lorsque la température tombe au-dessous d'une valeur inférieure préétablie.
- 3) Procédé suivant les revendications 1-2, caractérisé en ce que l'on admet dans le réacteur de l'air frais ou de l'air de recyclage suivant la température mesurée à l'entrée du réacteur.
- 4) Procédé suivant les revendications 1-3, caractérisé en ce que l'on commande le débit d'air véhiculé à travers le réacteur suivant la température mesurée à la sortie du réacteur.
- 5) Installation pour la mise en oeuvre du procédé suivant les revendications 1-4 constituée essentiellement d'un réacteur tubulaire rotatif sensiblement horizontal qui est alimenté au moyen d'un convoyeur s'étendant depuis un chargeur ou un broyeur-concasseur pour détritrus ménagers jusqu'à l'entonnoir d'alimentation du réacteur, caractérisée en ce qu'elle comporte le cas échéant un extrudeur fixe qui divise de la boue d'épuration en lacets d'un

✓



- diamètre entre 1-5 mm, et qui est disposé à une distance telle au-dessus du convoyeur transportant les détritrus que les lacets de boue peuvent se désintégrer sous leur propre poids en des parties d'une longueur de 5-20 cm et se répartir librement sur la
- 5 charge de détritrus en défilement, ainsi que dans le réacteur rotatif des moyens de morcellement et de brassage de la charge et des moyens de réglage de la température régnant à l'intérieur du réacteur.
- 6) Installation suivant la revendication 5, caractérisée en
- 10 ce que la paroi extérieure du réacteur porte un revêtement d'isolation thermique.
- 7) Installation suivant la revendication 5-6, caractérisée en ce que le réacteur comprend au moins un instrument pour la
- 15 mesure de la température, ainsi qu'une installation d'aspiration d'air à débit réglable véhiculant un courant d'air à travers le réacteur dans le sens d'écoulement des détritrus.
- 8) Installation suivant les revendications 5-7, caractérisée
- 20 en ce qu'elle comprend un équipement pour la régulation automatique du débit d'air en fonction de la température mesurée à la sortie du réacteur.
- 9) Installation suivant les revendications 5-8, caractérisée
- 25 en ce qu'elle comprend un équipement pour la régulation de l'admission d'air frais ou d'air de recyclage dans le réacteur en fonction de la température mesurée à l'entrée du réacteur.
- 30 10) Installation suivant les revendications 5-9, caractérisée en ce que le réacteur comporte une multitude de chaînes en acier dont la longueur équivaut sensiblement à son rayon et qui sont fixées par une extrémité à ses parois intérieures tandis que l'autre extrémité reste libre.
- 35 11) Installation suivant les revendications 5-10, caractérisée en ce que les chaînes sont réparties en groupes de quatre

✓

079340

chaînes équidistantes l'une de l'autre suivant le pourtour du réacteur, la distance d'un groupe à l'autre suivant le sens de la longueur étant de l'ordre de 1-2 m.

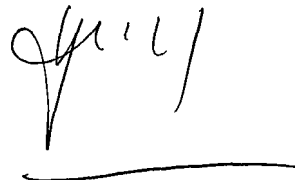
12) Installation suivant les revendications 5-11, caractérisée en ce que chaque groupe de quatre chaînes présente vis-à-vis du groupe voisin un décalage de 10-20° dans un même sens du pourtour du réacteur.

Liège, le 05 mai 1979
Ppon de

ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIÉS)

Ppon



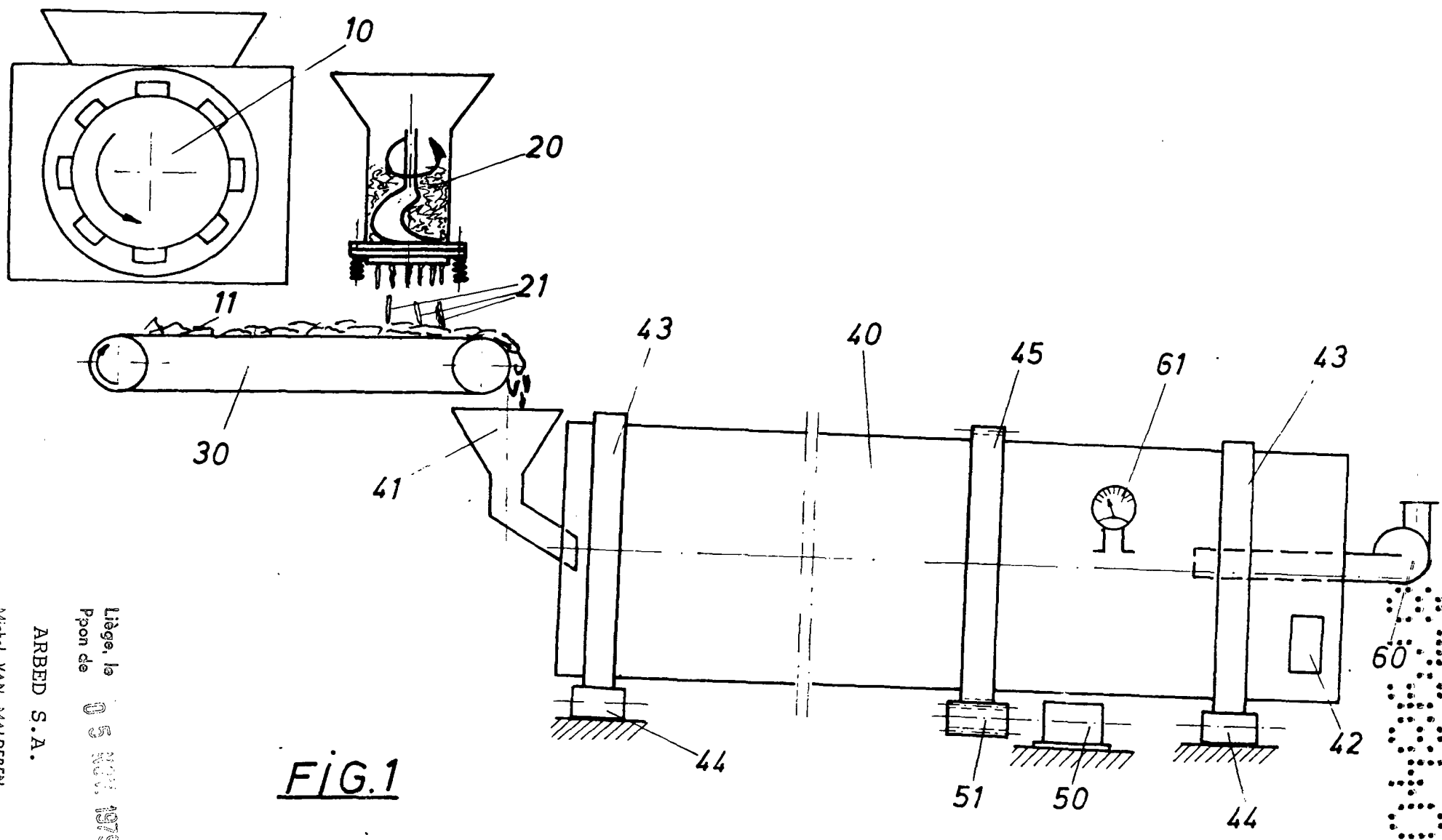


FIG. 1

ARBED S.A.

Liège, le 05 NOV. 1979
Ppon de

Michel VAN MALDEREN
(BY VILGER & ASSOCIES)
Ppon

Quill

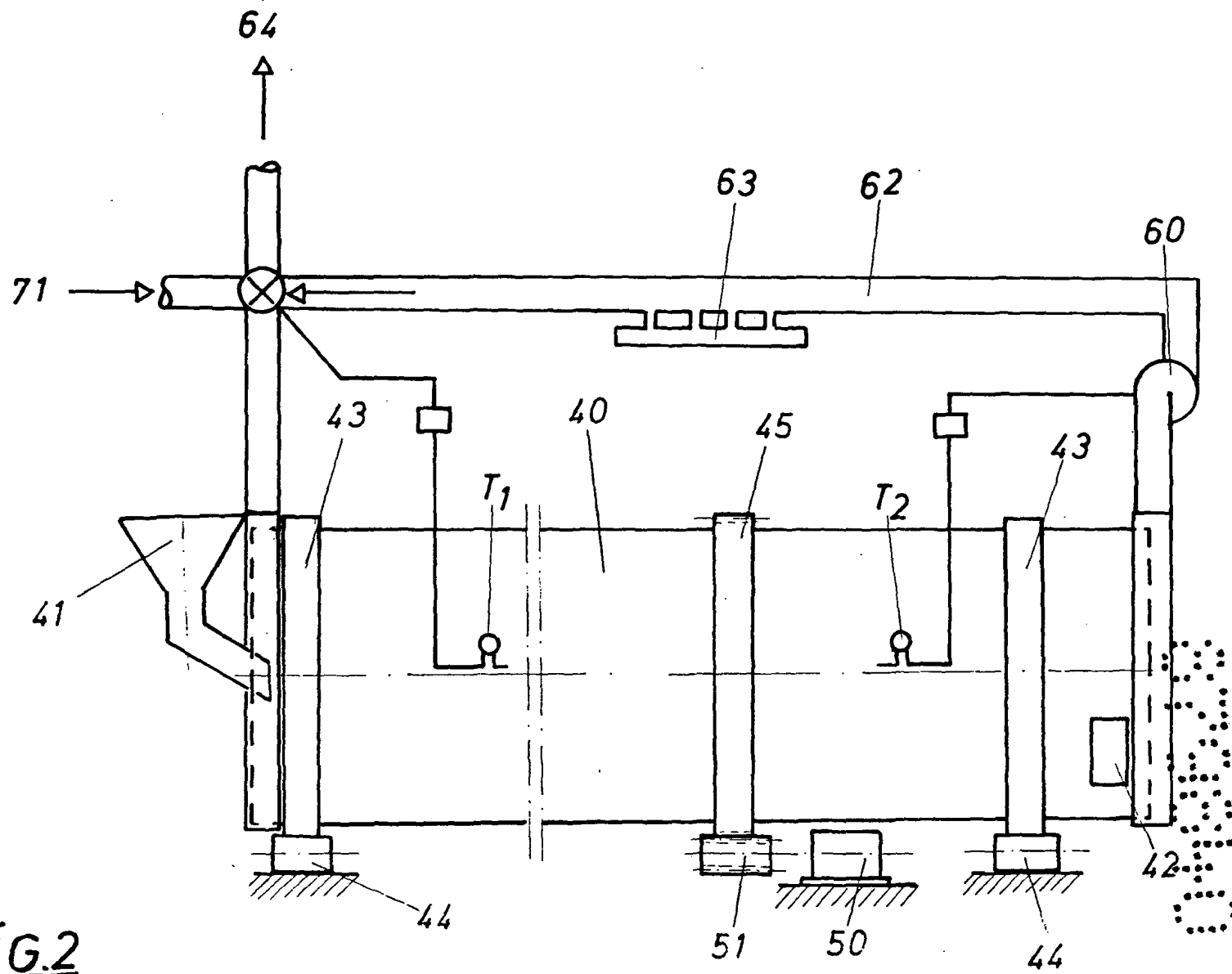


FIG.2

Liège, le 08.11.1974
Ppon de

ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN

(PR. VINCER & ASSOCIÉS)

Ppon

Spec

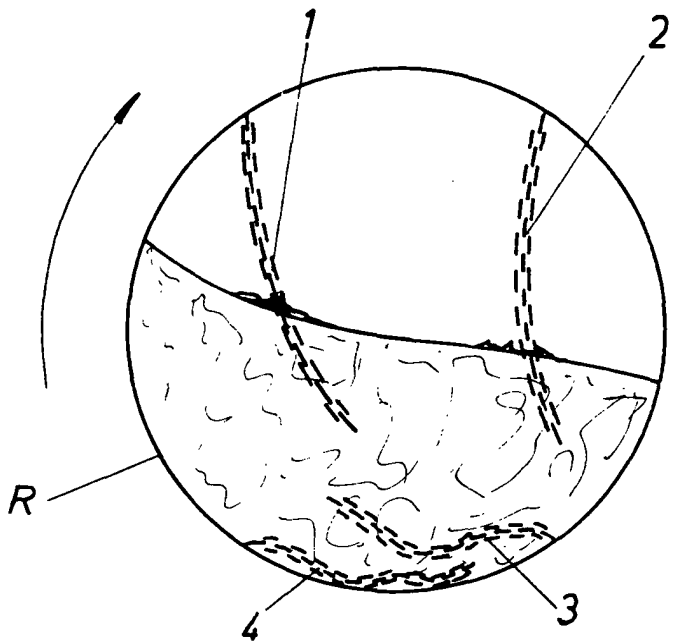


FIG. 3

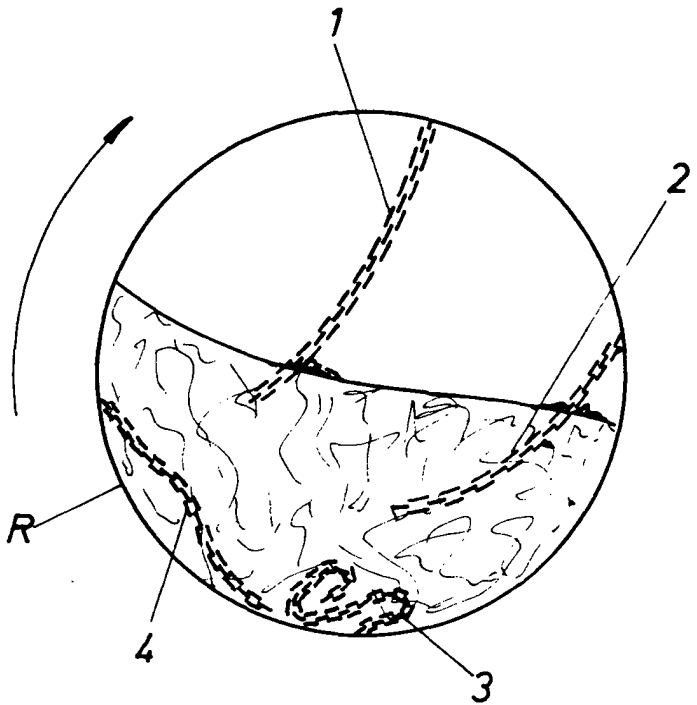


FIG. 4

3333

Liege, la
 Ppon de
 35 11/11/79
 Michel VAN MALDEREN
 (ENTRETIEN & ASSOCIÉS)
 Ppon
 11/11/79

ARBED S.A.