

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 482**

51 Int. Cl.:

F26B 9/10 (2006.01)

F26B 25/04 (2006.01)

F26B 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04767509 .5**

96 Fecha de presentación: **29.06.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1644679**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.04.2006**

54 Título: **Dispositivo de tratamiento de un residuo húmedo**

30 Prioridad:
02.07.2003 FR 0308037

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.07.2012

73 Titular/es:
**Veolia Water Solutions & Technologies Support
1 Place Montgolfier Immeuble L'Aquarène
94410 Saint-Maurice, FR y
SARL, Luvain**

72 Inventor/es:
**LEVASSEUR, Jean-Pierre;
BREHM, Marc y
TEULET, Christophe**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 385 482 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de tratamiento de un residuo húmedo

Ámbito técnico y estado de la técnica

5 La eliminación de los lodos, en particular en el ámbito de la depuración de las aguas residuales, se vuelve cada vez más crítica (cantidades crecientes, dificultades técnicas para la puesta en descarga más severas, reacciones apasionadas de los residentes)

10 Una técnica especialmente eficaz en un principio para minimizar los volúmenes de lodos consiste en secar estos lodos de manera térmica. Las sequedades alcanzadas son muy elevadas (más de 80 a 90% en general). A continuación, en función de su naturaleza, los lodos secados se pueden valorizar por incineración como combustible o en agricultura como materia fertilizante, o incluso simplemente se ponen en descarga cuando no presentan ningún interés debido a sus características físico-químicas.

15 Si, efectivamente, esta técnica de secado térmico es simple en un principio, lo es mucho menos en la práctica. Por ejemplo, durante el secado, los lodos tienden a convertirse, cada vez más viscosos y son necesarias entonces grandes cantidades de energía para mezclar estos lodos y para transferir el calor en el núcleo de estos lodos que se han convertido en muy compactos. Además las temperaturas alcanzadas con algunas técnicas de secado son a veces la causa de incendios y el fuerte contenido en polvo en los gases de secado puede generar explosiones.

Para tener en cuenta estas dificultades técnicas, las instalaciones de secado térmico son relativamente costosas en inversión y en explotación (coste de la energía principalmente). Esta es la razón por la que este tipo de tecnología sólo se establece en instalaciones de tamaño considerable.

20 Para las unidades de pequeña y mediana capacidad, entre las distintas soluciones conocidas, existe una solución simple y económica que se basa en la utilización de una energía renovable y gratuita, la energía solar. La solución emplea un secado al aire por vía natural, es decir, un secado solar en invernadero.

25 En la práctica, las tecnologías de secado solar utilizan el mismo principio de funcionamiento: los lodos que se deben secar están dispuestos en capas más o menos finas dentro de un invernadero. Para poner en contacto la parte húmeda de los lodos con el aire ambiente, se utilizan algunos sistemas de removimiento de los lodos para acelerar el secado. En las patentes alemanas nº 4.315.321 o también nº 19.836.268, un aparato rotativo móvil sobre carriles mezcla los lodos sobre toda la anchura del montón. La patente de EE.UU. nº 6.243.968 describe un removedor que tiene la forma de un carrito mientras que en el caso de la patente francesa nº 2-789.335, se trata de un sistema equipado de rejas de arado remolcado en el lodo extendido sobre el suelo. La patente europea nº 0899529 describe un aparato de mezcla de los lodos de manera aleatoria sobre una superficie plana.

35 En un ámbito diferente, a saber el de la elaboración de compostaje de residuos orgánicos dispuestos en andanas, una de las técnicas que permite airear el producto en fermentación consiste en utilizar un removedor zancudo, tipo caballero. En funcionamiento, el chasis de este aparato se sitúa por encima de la andana y descansa de cada lado sobre ruedas que aseguran su avance. En la parte baja, entre las ruedas, se encuentra un conjunto de agitación que permite mezclar el producto en fermentación en el momento del paso del removedor. Este tipo fue objeto de distintas patentes (por ejemplo, la patente alemana nº 19.636.992 y las patentes europeas nº 0346642 y 0755368).

En lo que se refiere al documento de patente francesa nº 2.611.419, propone, sobre una infraestructura que confina lateralmente capas superpuestas, proceder a fases sucesivas e independientes de esparcimiento y mezcla/removimiento.

40 II. Problema técnico y solución.

Estas soluciones conocidas dan globalmente satisfacción, pero merecen mejorarse.

45 La invención tiene por objeto optimizar la aireación del material húmedo (en particular, de los lodos de estación de depuración) durante un secado al aire por vía natural (sin aportación térmica voluntaria), es decir, en la práctica durante un secado bajo invernadero, en particular, evitando la formación de una costra (se refiere a la formación de costras) en superficie de la andana (que limita las transferencias con el exterior) y permitiendo una renovación frecuente de la superficie que se debe secar así como del interfaz de contacto entre el aire ambiental y los lodos.

La invención propone a tal efecto un procedimiento de secado solar de un material húmedo a granel según el cual se extiende este material húmedo en capas sucesivas de tal manera que forme una masa húmeda, siendo cada capa, justo después de su extensión, mezclada mecánicamente con la masa húmeda subyacente.

50 La invención propone por otro lado un dispositivo de tratamiento de material húmedo a granel, adaptado al empleo del procedimiento antes citado, que incluye un chasis dirigible que lleva, en la parte alta, un subconjunto de distribución de material húmedo a granel adaptado para distribuir en capa este material húmedo sobre el suelo y, en la parte baja, un subconjunto de removimiento que incluye un sistema de mezcla adaptado para mezclar al menos esta capa.

5 Se apreciará que, según la invención, se combina la distribución y el removimiento del material húmedo a granel que se debe secar, este removimiento se refiere a la vez al material ya en curso de secado y al material que justamente se acaba de distribuir, lo que garantiza una buena mezcla y un buen secado del material en toda su masa; además se obtiene una buena optimización de las superficies de secado, de la manutención del material húmedo que se debe secar y de los fenómenos físicos de secado al aire y de fermentación aerobia.

10 Ya se propuso, en el documento de la patente francesa nº 2.717.103, un dispositivo que emplea el esparcimiento de un producto e, inmediatamente después de su mezclado con la capa subyacente, pero se trata de un contexto muy diferente, con una cinética muy diferente de la de un secado, en el cual el producto que es objeto del esparcimiento es un reactivo químico (de cal viva) que es necesario incorporar a la capa subyacente formada por un producto que se debe tratar.

El material utilizado se inspira, con adaptaciones totalmente sustanciales, en el equipamiento mecánico del tipo removedor de andana utilizado en la elaboración de compostaje de los residuos.

Se entiende por material húmedo, cualquier material natural o no cuyo contenido en agua (humedad) es sustancial, dentro de una gama de valores posibles muy amplia.

15 La presente invención se puede emplear, de manera no exhaustiva, sobre los siguientes materiales húmedos:

- lodos procedentes de tratamientos agua, de tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales (lodos primarios, lodos biológicos, lodos digeridos, lodos fisico-químicos y lodos mixtos)
- residuos de la agricultura y de las industrias agroalimentarias previamente triturados (vegetales,)
- residuos inertes
- 20 - subproductos industriales.

Según particularidades ventajosas del procedimiento de la invención, eventualmente combinadas:

- 25 - las capas están formadas de bandas alargadas sobre las cuales se extiende una nueva capa de material húmedo a granel y se mezcla esta capa con la banda subyacente, en un sentido longitudinal luego en otro, lo que contribuye a optimizar la superficie de intercambio para un volumen dado de material húmedo a granel,
- 30 - las capas están formadas de una pluralidad impar de bandas adyacentes, la extensión de cada capa se hace en un primer sentido sobre una primera banda luego en el sentido inverso sobre la banda adyacente, la extensión sobre una banda comienza cerca de allí donde se terminó la extensión sobre la banda anterior, luego, después de la extensión sobre la última banda, una nueva extensión sobre la primera banda en dicho sentido inverso; eso permite que, sin desplazamiento particular del material de distribución y de removimiento, se mezcla cada banda en un sentido luego en otro, lo que evita que a lo largo, una banda termine por desplazarse longitudinalmente; por supuesto, un número par es también posible,
- 35 - se realiza la mezcla mecánica de tal manera que dé a la masa mezclada una forma en andana, lo que contribuye también a optimizar la superficie de intercambio para un volumen dado,
- la masa húmeda tiene una altura comprendida entre 0,5 m y 3 m y una anchura del orden de algunos metros, lo que corresponde a gamas dimensionales totalmente realistas,
- la masa húmeda está formada en un invernadero cuyo volumen de aire se renueva al menos 5 veces cada hora,
- 40 - este volumen de aire se pone en circulación interna con un tasa de 10 a 50 veces por hora, preferentemente entre 10 y 30 veces,
- se supervisa el temperatura, la higrometría y el contenido en gases predeterminados de este volumen de aire y se regula en consecuencia la renovación de aire,
- 45 - se forma el material húmedo a granel de lodos y se extiende una nueva capa de este material húmedo a granel y se mezcla con la masa subyacente a una frecuencia comprendida entre el orden de una vez a la hora y el orden de una vez por semana, preferentemente del orden de 1 a 4 veces al día,
- se procede al menos a una operación suplementaria de removimiento de la masa húmeda entre varias etapas de la extensión de una nueva capa, lo que contribuye a evitar la disminución del secado entre dos fases de distribución/removimiento de material a granel.

Según otras características ventajosas de la invención, refiriéndose esta vez al dispositivo:

- 50 - el subconjunto de removimiento incluye un rotor horizontal transversal provisto de brazos en saliente,

- el subconjunto de removimiento se conforma de tal modo que, después de la acción sobre un montón en el suelo, éste tiene la forma de una andana,
- el subconjunto de distribución incluye un tanque de material húmedo a granel provisto en la parte baja de una apertura transversal de distribución y de dosificación de este material húmedo a granel,
- 5 - la apertura de distribución y de dosificación es de anchura ajustable,
- la apertura transversal se realiza entre un borde de un fondo y un borde inferior de una porción de pared,
- este fondo es una cinta transportadora adaptada para circular hacia la apertura,
- el borde inferior se lleva por una porción móvil en altura que forma una trampilla ajustable,
- es automotor, que tiene dos sentidos opuestos de avance,
- 10 - se monta sobre orugas.

La invención propone finalmente una instalación de secado solar de un material húmedo a granel adaptada a la aplicación del procedimiento antes citado, que incluye un invernadero sobre una superficie estanca, un dispositivo de tratamiento del tipo antes citado en el interior de este invernadero, y un conjunto automatizado de ventilación del aire de secado.

15 Según características ventajosas, eventualmente combinadas:

- incluye por otro lado un conjunto de mezcla interna del aire de mezcla,
- el conjunto de agitación del aire de secado incluye, en la salida, un elemento de tratamiento químico o de filtrado del aire,
- 20 - incluye elementos complementarios realizados sobre el dispositivo de tratamiento de material húmedo a granel y fuera de éste en vista de su guiado según una trayectoria en el interior del invernadero,
- incluye por otro lado un sistema de regulación que coopera con sensores de temperatura y de higrometría en el interior del invernadero,
- el sistema de regulación se conecta a sensores de gas adaptados para supervisar el contenido en gases nocivos predeterminados.

25 **III Descripción de la invención:**

Objetos, características y ventajas de la invención resultan de la descripción que sigue, dada a título de ejemplo ilustrativo no limitativo, en referencia a los dibujos anexos en las cuales:

- la figura 1 es un esquema de principio de un dispositivo de tratamiento de material húmedo a granel según la invención, en curso de empleo del procedimiento de la invención,
- 30 - la figura 2 es una vista en elevación, del lado de delante, de este dispositivo en un ejemplo de realización,
- la figura 3 es una vista de lado, según la flecha III de la figura 2,
- la figura 4 es una vista en perspectiva,
- la figura 5 es un esquema de principio de un montón en andana,
- la figura 6 es un esquema de principio de una instalación de tratamiento para el empleo del procedimiento de la invención, representado en una fase de partida,
- 35 - la figura 7 es una vista después del tratamiento de una banda de material húmedo a granel en el suelo,
- la figura 8 es una vista después del tratamiento de una segunda banda de este material húmedo a granel,
- la figura 9 es una vista después del tratamiento de todas las bandas y antes del nuevo tratamiento de la primera banda,
- 40 - la figura 10 es una vista después de este nuevo tratamiento de esta primera banda, y
- la figura 11 es una vista después del nuevo tratamiento de todas las bandas, antes de un tercer tratamiento de la primera banda.

Principio del secado solar

En el caso de lodos que contienen materias orgánicas fermentables, el procedimiento de secado solar de la invención tiene por objeto optimizar la eficacia de este secado favoreciendo, durante este tratamiento, el desarrollo de 2 procesos conocidos en sí:

- el secado al aire,
- 5 - la fermentación aerobia

que se pueden analizar del siguiente modo.

La fermentación de la materia orgánica se realiza por microorganismos en medio aerobio, es decir, en presencia de oxígeno. Las reacciones que se desarrollan durante esta fermentación son, al igual que cualquier oxidación, exotérmicas. Se observa, por lo tanto, una subida de la temperatura importante (de 50 a 60°C), lo que permite de 10 higienizar el producto en fermentación y de secarlo.

Para efectuar esta fermentación en las mejores condiciones, los lodos que se deben tratar se ponen en forma de montón (preferentemente de andanas) de una altura preferentemente comprendida entre 0,5 y 3 m y deben ser suficientemente porosos para permitir una buena difusión del oxígeno en el seno del montón. Para esto, los lodos brutos se mezclan a una parte de los lodos secados. Un removimiento regular del producto en fermentación 15 garantiza una buena aireación, favoreciendo así las reacciones de oxidación y en consecuencia su secado. Este removimiento permite también, por una parte, evacuar las calorías producidas principalmente en forma de vapor de agua y, por otra parte, homogenizar la fermentación manteniendo la porosidad de la mezcla tratada.

Este proceso de fermentación se desarrolla mientras que los lodos estén suficientemente húmedos. Más allá de 50 a 60% de materias secas, la fermentación retrasa luego se detiene.

20 En cuanto al secado al aire, descansa en la capacidad del aire para cargarse de vapor de agua hasta su saturación. Durante un procedimiento de secado clásico, gases de secado proporcionan energía al material por medio de un intercambio con la superficie expuesta, y es también a través de un intercambio de masa con esta superficie que los gases de secado se cargan de vapor de agua que van a evacuar fuera del sistema de secado.

25 En el caso contemplado por la invención, no son estos gases de secado los que proporcionan la energía necesaria para la vaporización del agua sino la energía procedente de la radiación solar y de la oxidación biológica de una parte de la materia orgánica del producto que se debe secar.

Por lo tanto, dos principios fundamentales y simultáneos gestionan el fenómeno de secado:

- ⇒ transferencia de calor para evaporar el líquido en la superficie del sólido.
- ⇒ transferencia de materia en el interior del sólido hacia la superficie, acoplado a la transferencia de vapor de 30 agua para saturar los gases de secado.

Para liberarse del carácter limitador de la difusión de agua en los lodos hacia la superficie, es, por lo tanto, útil renovar la superficie de intercambio, y garantizar una alimentación de nuevo material en una capa uniforme y poco gruesa.

35 Esto se realiza de una manera especialmente eficaz por el dispositivo esquematizado en la figura 1, que garantiza a la vez la alimentación de montones alargados de material húmedo que se debe secar y el removimiento de estos montones.

40 Este dispositivo 1 incluye esencialmente, montados sobre un chasis dirigible esquematizado bajo la referencia 2, en la parte alta un subconjunto 3 de distribución de material húmedo a granel adaptado para distribuir en capa este material húmedo, sobre el suelo (o sobre una banda de material M ya depositada en el suelo y en curso de secado), y en la parte baja un subconjunto de removimiento 4 que incluye un sistema de mezcla adaptado para mezclar al menos esta capa (y la banda subyacente). Se puede tener en cuenta que, el dispositivo se desplaza hacia la derecha (véase la flecha dirigida hacia la derecha), el subconjunto 3 se abre en su extremo derecho, de modo que el material húmedo que sale (véase la línea en punteados) es ella misma removida y mezclada con el resto de la banda subyacente desde su depósito.

45 Este dispositivo se utiliza preferencialmente para secar los lodos municipales deshidratados. Pueden ser primarios, biológicos, mixtos o digeridos. El secado solar puede permitir secar otros productos en mezcla con los lodos tal como las grasas que aportan nutrimentos durante la fase de compostaje y así reducen los problemas de tratamiento de las grasas.

Pero este dispositivo se puede también utilizar para secar otros materiales húmedos tales como vegetales, etc...

50 Tal como se representa en las figuras 2 a 4, el dispositivo esquematizado bajo la referencia de la figura 1 incluye el

chasis 2, que incluye dos paredes laterales 2A y 2B destinadas a bordear lateralmente el montón (no representado), y una tabla horizontal 2C que une estas paredes laterales.

5 Entre las paredes laterales se monta, transversalmente en la dirección de movimiento del dispositivo, un eje del rotor 4, sobre el cual se montan algunos brazos de removimiento 4A, cuya forma y localización (aquí en inclinación) se elige ventajosamente (de manera conocida en sí) para favorecer la obtención, después de la mezcla-removimiento, de un montón de sección globalmente triangular (véase la figura 5).

10 Este chasis está provisto de medios de rodaje en el suelo, aquí formados por orugas 6 montadas sobre un conjunto de rodillos motorizados o libres, aquí en número de tres, arrastrado en rotación por un motor de cualquier tipo conocido apropiado (no representado). Como es sabido, al dar velocidades diferentes a las orugas, es fácil provocar un movimiento hacia la derecha o hacia la izquierda del dispositivo 1.

Por encima de la tabla 2C se encuentra el dispositivo 3 de distribución de material húmedo a granel, que incluye típicamente un tanque que contienen material húmedo a granel y provisto en la parte baja de una apertura transversal de distribución y de dosificación 7, en la práctica en forma de hendidura.

15 En el ejemplo representado, esta apertura es de anchura (se trata de su más pequeña dimensión, perpendicularmente a la anchura del dispositivo) ajustable.

Preferentemente se realiza entre un borde del fondo 8 del tanque y un borde inferior 3B de una porción de pared.

Este fondo 8 es ventajosamente móvil en el sentido de desplazamiento del dispositivo, preferentemente en forma de una cinta transportadora.

20 En cuanto al borde 3B se realiza ventajosamente sobre una porción móvil que forma trampilla (aquí la pared derecha, en la figura 4, que puede por ejemplo deslizarse verticalmente en su conjunto, en carriles no representados realizados a lo largo de los bordes de las paredes laterales del tanque).

El fondo móvil 8 y la trampilla permiten conjuntamente regular el caudal de material húmedo a granel, mientras que el fondo móvil permite regular la velocidad de distribución de este material.

25 En variante no representada, este tanque puede ser una tolva, con forma de pirámide invertida, con una hendidura de distribución en su extremo bajo.

El dispositivo 1 es capaz ventajosamente de moverse en dos sentido de avance opuestos (por lo tanto, tanto hacia la derecha como hacia la izquierda, en la figura 3); para esto basta con prever que la motorización de los rodillos sea reversible; en ese caso, es interesante prever que cada una de las paredes transversales del tanque pueda definir una apertura con el fondo, y que este fondo se pueda desplazar también hacia la derecha y hacia la izquierda.

30 **Funcionamiento:**

En el ejemplo analizado más arriba, lo maquina se utiliza en un ciclo de producción que combina las funciones de almacenamiento de larga duración y de secado propiamente dicho, en el caso de secado de lodos.

El ciclo puede tener una duración variable que va típicamente de algunos meses a un año.

35 El ciclo comienza idealmente en agosto para permitir tener a la entrada del período menos propicio al secado (típicamente final de otoño - invierno) lodos en mezcla que tienen una sequedad compatible con el compostaje que viene entonces a completar la poca radiación presente durante estos períodos. Cuando los lodos secados se valorizan en agricultura, esto permite también, durante ciclos de un año (caso más frecuente), de vaciar la instalación en el mes de julio, período en el cual se pueden utilizar directamente.

40 Una instalación 10 que permite el empleo del procedimiento de la invención que está representada en las figuras 6 a 11. Incluye:

- Un invernadero hortícola 11 colocado sobre una superficie estanca. Un murete periférico de altura moderada (no representado) protege ventajosamente la estructura del invernadero durante la manutención de los lodos.
- 45 ➤ Un dispositivo de removimiento de las andanas tal como el dispositivo 1 de las figuras 1 a 4. Por su función de removimiento, el dispositivo garantiza la homogeneización, la aireación y la renovación de la superficie de intercambio de secado. El dispositivo puede ser automatizado, semiautomatizado o de funcionamiento manual. Por su función de distribución, el dispositivo garantiza la aportación diaria o regular en producto fresco sobre las andanas en curso de secado. Esta función puede ser automatizada, semiautomatizada o de funcionamiento manual.
- 50 ➤ Un conjunto automatizado de agitación de aire de secado, esquematizado bajo la referencia 12. Esta ventilación incluye por otro lado aletas en un extremo del invernadero y extractores en el otro extremo del

- 5 invernadero. Estos extractores son por ejemplo ventiladores de tipo centrífugo. Este conjunto se puede regular sobre la humedad del aire que reina en el interior del invernadero. Este conjunto ofrece ventajosamente una tasa de renovación media del aire de 10 volúmenes de invernadero por hora. Esta tasa varía por supuesto en función de la temperatura del aire de secado y de la humedad relativa. Según los casos, el aire exterior aspirado en el interior del invernadero se puede precalentar ventajosamente para aumentar el rendimiento de la instalación.
- 10 ➤ De forma opcional, un conjunto de ventilación de aire de mezcla (esquemático bajo la referencia 13) permite una homogeneización del aire en el interior del invernadero. Este conjunto ofrece una tasa de mezcla del aire importante: se sitúa entre 10 y 50 volúmenes de invernadero según la geometría del invernadero (preferentemente entre 10 y 30).
- De forma opcional, un conjunto de tratamiento del aire extraído sobre un filtro de bio-desodorización (por ejemplo, preferentemente, aquél descrito en nuestra patente francesa nº 2.711.922) o por vía química (esquemático bajo la referencia 14). La elección del modo de tratamiento se hace en función de la naturaleza del gas que se debe tratar y en consecuencia de la de los lodos en curso de secado.
- 15 ➤ De forma opcional, un conjunto de instrumentación (esquemático bajo la referencia 16) que sirve para controlar el ambiente en el interior del invernadero (temperatura, higrometría) y detectores de gas nocivos o explosivos (CH_4 (explosividad), H_2S ; NH_3 , etc ...), con el fin de regular eficazmente la ventilación y la mezcla.

20 El material húmedo que se debe secar se deposita en el invernadero en forma de una andana (la forma triangular de la andana ofrece una superficie de transferencia más importante que en el caso de una capa horizontal para un volumen de lodo y de anchura equivalente, como así resulta de la figura 5 dónde una configuración en capa de espesor constante está representada en punteados con fines de comparación).

En realidad, regularmente (de cada día a cada semana) se deposita gracias a nuestra máquina el nuevo material húmedo sobre el producto en curso de secado.

25 El dispositivo de removimiento garantiza además de la distribución del nuevo material húmedo que se debe secar, la mezcla, la aireación necesaria para la fermentación, la renovación de la superficie de intercambio para el secado y la realización de la andana.

30 Los rayos solares calientan la superficie de la andana lo que conlleva localmente un aumento de la presión de vapor del agua y en consecuencia aumenta la transferencia de materia de agua bajo forma líquida de los lodos hacia el aire ambiente en forma de vapor.

El aire ambiente se carga de agua. Sirve para evacuar el agua fuera del invernadero. No se utiliza, por lo tanto, más que para transportar la humedad retirada a los lodos del interior del invernadero hacia el exterior.

Para evitar un fenómeno de saturación del aire en agua (que entonces impide el secado), se utilizan ventiladores que permiten renovar el aire ambiente del invernadero.

35 Incluso por la noche, sin presencia de sol, se secan los lodos. Basta que el aire ambiente no esté saturado y que los lodos en superficie al interfaz con el aire ambiente contengan agua en cantidad superior al equilibrio por el cual no se puede ya tener transferencia.

40 El poder de evaporación varía en función de la radiación solar. Valores encontrados en la literatura indican capacidades de evaporación de agua de aproximadamente $800 \text{ kg/m}^2/\text{año}$ en el norte de Francia hasta $1200 - 1400 \text{ kg/m}^2/\text{año}$ en la parte sur.

La superficie exterior del montón es barrida por el aire que se carga en agua. Este aire se extrae del invernadero para garantizar una renovación suficiente con el aire más seco.

45 El aire cargado en humedad es evacuado hacia el exterior por extractores a través por ejemplo de una desodorización de tipo autótrofa tal como se describe en nuestra patente francesa nº 2.711.922 o por vía química (tal como nuestro procedimiento conocido bajo la marca "Aquilair").

Además, ventiladores de mezcla garantizan la homogeneización del aire interior para evitar las zonas muertas cargadas de humedad.

Como durante el compostaje; los montones se remueven regularmente de tal modo que substituyan el lodo seco en superficie por lodo más húmedo.

50 El funcionamiento de la aireación se regula en función de la humedad del aire en el interior del invernadero, y de las condiciones meteorológicas exteriores.

Gestión del procedimiento

Al principio de ciclo, se extiende el material húmedo que se debe secar, en forma de bandas de 2 m de ancho de manera que ocupe toda la superficie del invernadero. Esta operación se realiza con la ayuda de un cargador, preferentemente del dispositivo de las figuras 2 a 4.

5 Así, en las bovedillas (generalmente denominadas capillas) de 12,60 m, se pueden realizar 5 bandas de 2 m de ancho y en las capillas de 8,0 m se pueden realizar 3 andanas.

Cada día o un ciclo de carga de las bandas con material húmedo, se añade la cantidad de lodos sobre toda la superficie de las bandas con la ayuda del dispositivo 1.

El dispositivo de removimiento remueve las bandas varias veces al día (el número de removimiento varía según el período, en verano su número será más importante que en invierno).

10 En el curso del ciclo anual, la cantidad de lodos por banda aumenta, la banda se espesa pero el dispositivo 1 da una forma de andana a cada banda.

El dimensionamiento del invernadero tiene en cuenta la altura máxima que puede tener la andana durante un período.

Así para una andana de 2 m de ancho, la altura máxima es de 1 m (ángulo de talud de 45°).

15 El dispositivo 1 es una máquina que debe mover la andana automotora (puede ser eléctrica o térmica). Queda claro que en la versión preferida será un motor eléctrico para evitar toda liberación de gas de escape en el recinto cerrado que constituye el invernadero. El arrastre en principio es realizado por un motorreductor; el ajuste de la distribución, destinado a regular el nuevo caudal de producto que se debe verter, puede ser manual o motorizado.

20 Esta máquina permite a la vez alimentar el procedimiento en lodo y garantizar el removimiento del producto en curso de secado. Hay que señalar que el lodo se deposita ligeramente por delante de la máquina lo que permite efectuar su mezcla en las mejores condiciones, al mismo tiempo que el removimiento.

La máquina puede ser automatizada, semiautomatizada o de funcionamiento manual.

La automatización de la máquina se basa esencialmente en su guiado.

Distintas tecnologías de guiado se pueden utilizar:

- 25
- Los sistemas ópticos (tipo láser).
 - El GPS.
 - El transpondedor.
 - El filoguiado. Es este sistema la versión preferida.

30 Durante el primer removimiento del día (figura 6), el dispositivo 1 de removimiento avanza sobre la primera andana siendo filoguiado, practica el removimiento de la primer andana. Llegado al cabo de la andana (figura 7) pasa sobre la segunda andana situada junto a la primera andana gracias a los transpondedores. Revuelve la segunda andana y así sucesivamente con las andanas 3, 4 y 5 (figura 8). Durante un removimiento de una andana, esta andana se desplaza un poco en el sentido del cargador.

35 Durante el segundo removimiento (figura 9), el removedor vuelve de nuevo sobre la andana pero en el sentido inverso del primer removimiento, así tiende a hacer desplazar la andana en lo que era su posición inicial antes de los removimientos.

Particularidades de la invención:

40 El procedimiento de la invención utiliza una máquina totalmente particular, concebida a la a vez para la puesta en andana del producto que se debe tratar y su removimiento durante el secado. Es al menos en esto que el dispositivo 1 se diferencia de los removedores tradicionales.

La disposición del producto en andana es una originalidad también del procedimiento que presenta una ventaja con respecto a las soluciones conocidas. En efecto, en dimensión de suelo igual, la superficie de intercambio con el aire de secado es más importante en el caso de una andana como lo muestra el siguiente esquema:

45 En el caso de lodos orgánicos, este procedimiento favorece el desarrollo de la fermentación aerobia y el secado. La fase de fermentación aerobia dura el mayor tiempo posible gracias al mantenimiento de las condiciones hídricas ideales.

El desarrollo de las reacciones de fermentación aerobia va a permitir el aumento rápido de la temperatura y en consecuencia favorecer la evaporación del agua incluso en los días de baja insolación y de manera no desdeñable la higienización del producto.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento de secado solar de un material húmedo a granel según el cual se extiende este material húmedo en capas sucesivas de tal manera que forme una masa húmeda (M), siendo cada capa, justo después de su extensión, mezclada mecánicamente (4) con la masa húmeda subyacente, gracias a que este material húmedo se remueve y se mezcla desde su deposición, lo que garantiza a la vez la alimentación de montones alargados en materia húmeda que se debe secar y el removimiento de estos montones.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque las capas se forman en bandas alargadas sobre las cuales se extiende una nueva capa de material húmedo a granel y se mezcla esta capa con la banda subyacente, en un sentido longitudinal luego en otro.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque las capas se forman en una pluralidad impar de bandas adyacentes, la extensión de cada capa se hace en un primer sentido sobre una primera banda luego en el sentido inverso sobre la banda adyacente, comenzando la extensión sobre una banda cerca de allí donde se terminó la extensión sobre la banda anterior, luego, después de la extensión sobre la última banda, una nueva extensión sobre la primera banda en dicho sentido inverso.
- 4.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la mezcla mecánica se realiza de tal manera que dé a la masa mezclada una forma en andana.
- 5.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque esta masa húmeda tiene una altura comprendida entre 0.5 m y 3 m y una anchura del orden de algunos metros.
- 6.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la masa húmeda se forma en un invernadero del que el volumen de aire se renueva (12) al menos 5 veces por hora.
- 7.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque este volumen de aire se pone en circulación interna con una tasa de 10 a 50 veces por hora.
- 8.- Procedimiento según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, caracterizado porque se supervisa (16) la temperatura, la higrometría y el contenido en gases predeterminados de este volumen de aire y regula en consecuencia de la renovación.
- 9.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el material húmedo a granel está formado por lodos y se extiende una nueva capa de este material húmedo a granel y se la mezcla con la masa subyacente a una frecuencia comprendida entre el orden de una vez por hora y el orden de una vez por semana.
- 10.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque se procede al menos a una operación suplementaria de removimiento de la masa húmeda entre varias etapas de la extensión de una nueva capa.
- 11.- Dispositivo de tratamiento de material húmedo a granel, destinado a la aplicación del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que incluye un chasis dirigitivo (2) que lleva, en la parte alta, un subconjunto (3) de distribución de material húmedo a granel destinado a distribuir en capa este material húmedo sobre el suelo y, en la parte baja, un subconjunto de removimiento (4) que incluye un sistema de mezcla adaptado para mezclar al menos esta capa, removiendo y mezclando el material húmedo desde su deposición, garantizando a la vez la alimentación de montones alargados de material húmedo que se debe secar y el removimiento de estos montones.
- 12.- Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado porque el subconjunto de removimiento incluye un rotor horizontal transversal provisto de brazos en saliente (4A).
- 13.- Dispositivo según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, caracterizado porque el subconjunto de removimiento está conformado de modo que, después de la acción sobre un montón en el suelo, éste tiene la forma de una andana.
- 14.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado porque el subconjunto de distribución (3) incluye un tanque de material húmedo a granel provisto en la parte baja de una apertura (7) transversal de distribución y dosificación de este material húmedo a granel.
- 15.- Dispositivo según la reivindicación 14, caracterizado porque la apertura de distribución y de dosificación es de anchura ajustable.
- 16.- Dispositivo según la reivindicación 14 o la reivindicación 15, caracterizado porque la apertura transversal se realiza entre un borde de un fondo (8) y un borde inferior (3B) de una porción de pared.
- 17.- Dispositivo según la reivindicación 16, caracterizado porque este fondo es una cinta transportadora (8) adaptada

para circular hacia la apertura.

- 18.- Dispositivo según la reivindicación 16 o la reivindicación 17, caracterizado porque el borde inferior es llevado por una porción móvil en altura que forma una trampilla ajustable.
- 5 19.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 18, caracterizado porque es automotor, que tiene dos sentidos opuestos de avance.
- 20.- Dispositivo según la reivindicación 19, caracterizado porque se monta sobre orugas (6).
- 10 21.- Instalación de secado solar de un material húmedo a granel adaptada a la aplicación del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que incluye un invernadero (11) sobre una superficie estanca, un dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 20 en el interior de este invernadero, y un conjunto automatizado (12) de ventilación del aire de secado.
- 22.- Instalación según la reivindicación 21, caracterizada porque incluye por otro lado un conjunto (13) de mezcla interna del aire de mezcla.
- 23.- Instalación según la reivindicación 21 o la reivindicación 22, caracterizada porque el conjunto de ventilación del aire de secado incluye, en la salida, un elemento de tratamiento químico o de filtrado del aire (14).
- 15 24.- Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 21 a 23, caracterizada porque incluye elementos complementarios realizados sobre el dispositivo de tratamiento de material húmedo a granel y por fuera de éste en vista a su guiado según una trayectoria en el interior del invernadero.
- 25.- Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 21 a 24, caracterizada porque incluye por otro lado un sistema de regulación que coopera con sensores de temperatura e higrometría (16) en el interior del invernadero.
- 20 26.- Instalación según la reivindicación 25, caracterizada porque el sistema de regulación está unido a sensores de gas adaptados para supervisar el contenido en gases nocivos predeterminados.

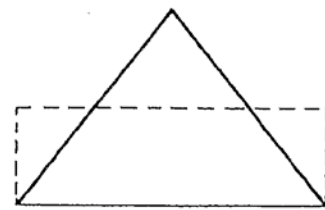
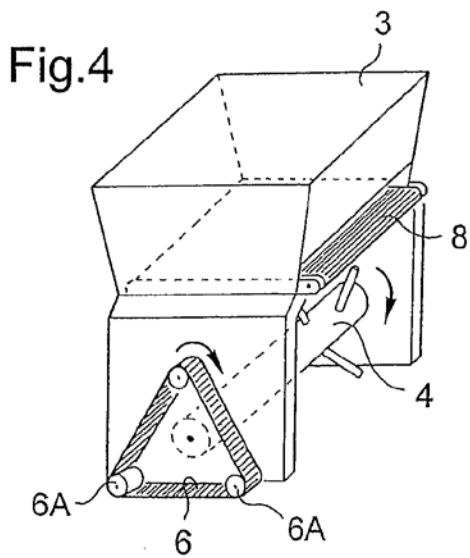
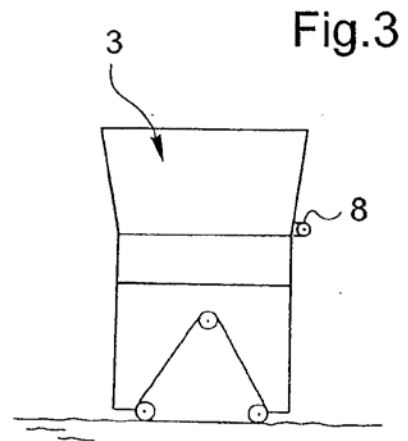
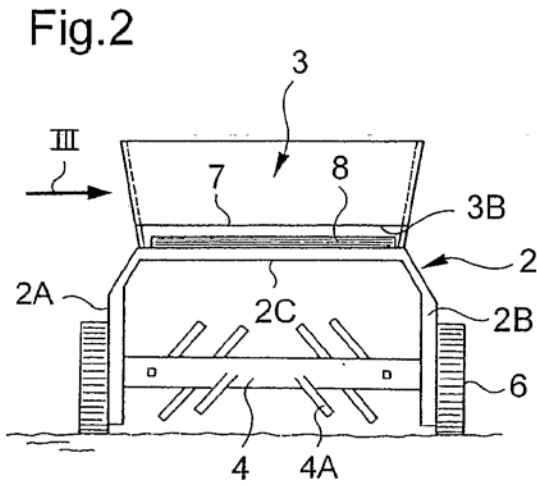
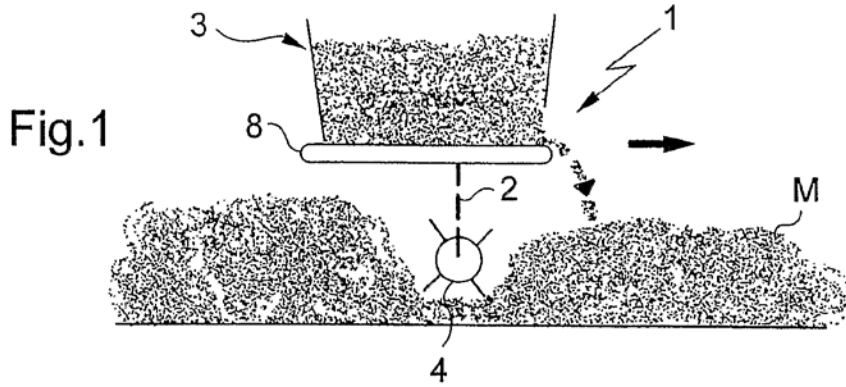


Fig.5

Fig.6

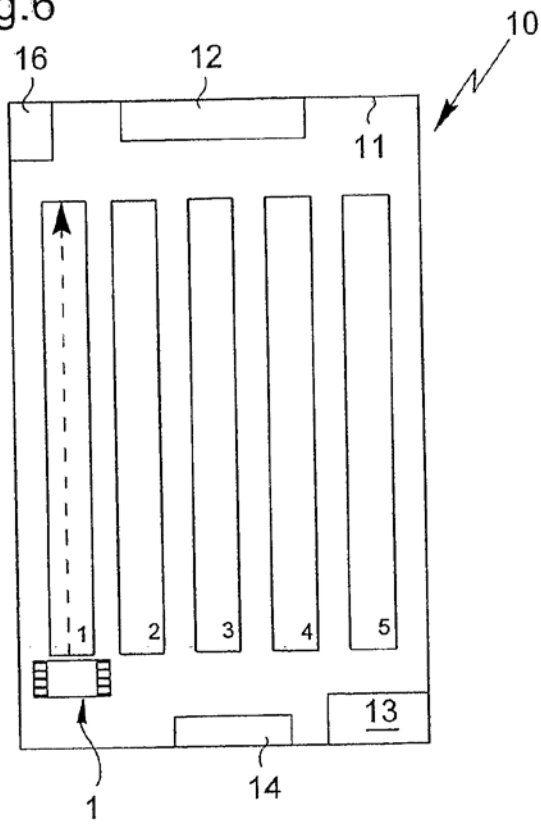


Fig.7

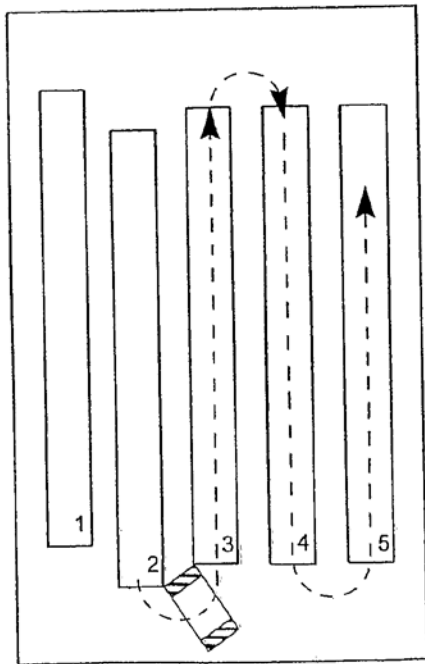
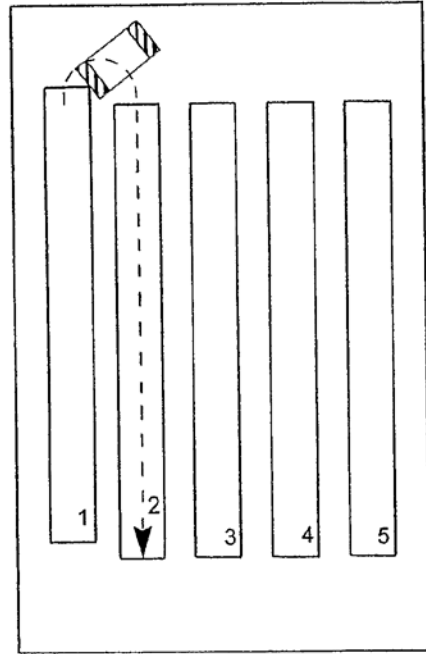


Fig.8

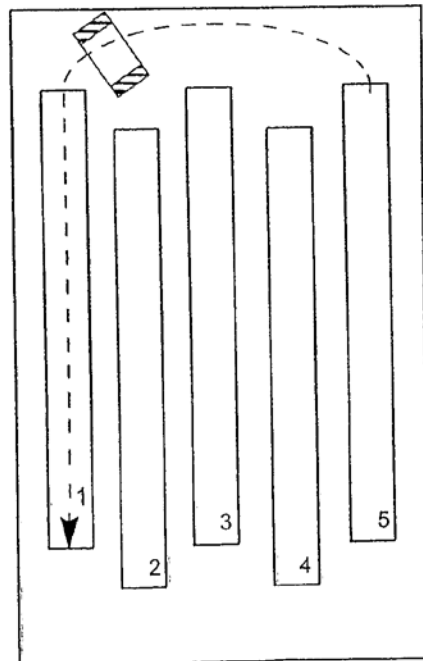


Fig.9

Fig.10

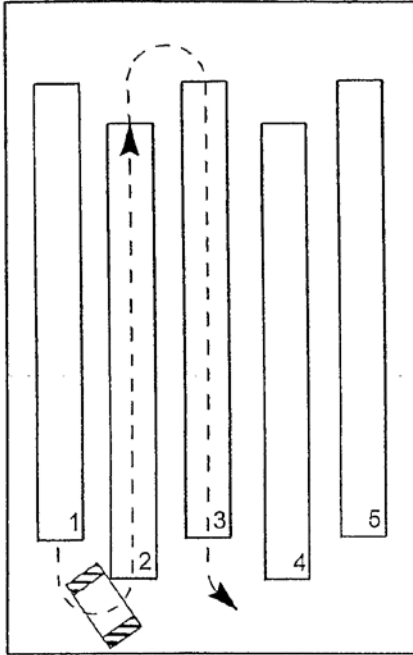


Fig.11.

