

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 10994**

---

(54) Procédé et dispositif perfectionnés pour la transformation en compost de déchets organiques.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). C 05 F 9/02.

(22) Date de dépôt..... 16 mai 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 47 du 20-11-1981.

---

(71) Déposant : Société anonyme dite : SOCIETE DE TRAITEMENT INDUSTRIEL DES GADOUES  
(TRIGA), résidant en France.

(72) Invention de : Jean Roger Bony.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Office Blétry,  
2, bd de Strasbourg, 75010 Paris.

---

Les déchets organiques transformés en compost de façon connue dans une tour de fermentation, à la base de laquelle ils sont extraits par une vis sans fin horizontale et radiale, tournant sur elle-même et autour de l'axe vertical de la tour, sont, suivant la méthode classique, préalablement broyés (1ère addition n° 85.086 au brevet d'invention n° 1.279.845). Cette préparation physique du produit a pour but de réduire le volume des déchets et d'amener ceux-ci à une granulométrie constante.

Ces déchets sont, plus spécialement, des ordures ménagères, éventuellement additionnées de boues résiduaires (dont elles forment le support) ou d'autres déchets, mais ils peuvent aussi être d'autres déchets, ou des boues résiduaires sur des déchets-supports dits carbonés aérant la substance et absorbant son humidité, tels que des déchets de bois (sciure, écorces) ou des déchets végétaux divers (déchets de pavots, paille, feuilles, marcs de café etc...).

La partie utilisable des déchets (matières organiques transformables en compost) est alors pénétrée de fines particules de plastique, verre, pierres ou autres objets pouvant être pulvérisés pendant l'opération de broyage.

Ces particules sont difficiles à extraire par les diverses opérations de tri après fermentation, car elles sont très liées au produit et elles peuvent, ultérieurement, blesser les cultivateurs utilisant le compost ou se retrouver dans les légumes récoltés, notamment dans le cas du ramassage par aspiration.

Dans le but de remédier à ces inconvénients et d'améliorer le compost, la présente invention a pour objet un procédé de compostage, caractérisé par l'introduction directe des déchets dans la tour de fermentation sans traitement physique

5 ni tri préalables, et par la séparation des constituants indésirables du produit fermenté, après que celui-ci a été extrait de la tour. Cette séparation résulte de diverses opérations usuelles de tri, enlèvement des plastiques par criblage, enlèvement des objets lourds (verre, pierres, piles électriques etc..) par tri balistique, ce qui fournit un bon compost.

10 Par rapport au cas des déchets prébroyés, le rendement de ces appareils de séparation est augmenté, car il repose sur la surface des plastiques, pour le criblage, et sur le poids des objets, pour le tri balistique ; ainsi, le produit final présente une meilleure qualité due au meilleur rendement des appareils de séparation.

Les avantages résultant de la suppression du broyage préliminaire sont les suivants :

- économie de temps de traitement ;
- 20 - économie du matériel de traitement préliminaire (transporteurs, broyeurs, moteurs...) ;
- économie de l'énergie d'alimentation des moteurs (énergie électrique par exemple) ;
- meilleure qualité du produit : le verre, les plastiques,
- 25 les objets lourds (pierres) sont plus faciles à extraire, car leur surface ou leur poids est plus important.

La tour de fermentation est prévue de dimensions telles qu'elle puisse recevoir un produit brut, contenant des objets de dimensions variables. Son alimentation peut avoir lieu par charges ou en continu. Le produit fermenté peut être recyclé dans la tour, mais on préfère éviter le recyclage, qui accroît le prix de revient du produit fermenté. Il suffit de régler convenablement le temps de séjour des déchets dans la tour, notamment par un réglage de la vitesse d'extraction, lorsque

30 la tour fonctionne en continu.

Suivant un autre perfectionnement, on extrait le produit en fermentation de la base de la tour par une vis sans fin ayant une structure adaptable au produit.

L'invention a également pour objet les vis sans fin utilisées à cet effet et caractérisées en ce qu'elles sont constituées d'un axe, de modules de spire variables et interchangeables, montés sur cet axe, et de moyens de fixation des modules sur l'axe, ce qui permet de modifier en fonction des besoins la forme de la vis et de ne remplacer que les modules usés. Les spires peuvent ainsi présenter, sur un même axe, un diamètre variable, un pas variable, un pas discontinu ; elles peuvent être dentelées ou non ; la vis obtenue peut être cylindrique ou conique. Les effets des vis spéciales ainsi réalisées seront indiqués plus loin.

L'invention a aussi pour objet un appareillage perfectionné de commande du mouvement de rotation de la vis sans fin d'une part sur elle-même et d'autre part autour de l'axe vertical de la tour, destiné à éviter le blocage de la vis, qui peut se produire compte tenu de la présence dans les déchets non préalablement broyés d'objets de dimensions relativement importantes. Cet appareillage inverse automatiquement le sens de rotation de la vis en cas de blocage, pendant un temps prédéterminé, au bout duquel la vis est à nouveau entraînée dans le sens normal de rotation sur elle-même et autour de l'axe de la tour.

A cet effet, ledit appareillage, qui comprend un chariot principal se déplaçant sur un rail circulaire situé à la périphérie de la base de la tour de fermentation, un palier-support de l'extrémité extérieure de la vis sans fin porté par le chariot et des moyens associés à ce chariot pour l'entraînement en rotation de la vis sur elle-même et le déplacement du chariot sur son rail, l'extrémité intérieure de la vis étant montée pivotante par un dispositif à rotule et à pivot sur l'axe fixe de la tour de fermentation, au-dessus d'un trou central de la base de la tour par lequel le produit fermenté poussé par la vis est évacué, est caractérisé en ce que les moyens d'entraînement en rotation de la vis sur elle-même comprennent un moteur hydraulique réversible accouplé à l'extrémité extérieure de la vis, une première pompe hydraulique reliée par un premier circuit hydraulique à ce moteur pour l'entraîner, un premier contrô-

leur de pression à contact électrique réglé à une pression prédéterminée et relié à ladite première pompe, et un premier électro distributeur placé sur le premier circuit hydraulique entre la première pompe hydraulique et le moteur hydraulique et dont l'alimentation en fluide hydraulique est sous le 5 contrôle du premier contrôleur de pression pour l'entraînement en rotation de la vis sur elle-même dans le sens normal d'entraînement des déchets vers le trou central de la tour, quand la pression est inférieure à la pression prédéterminée de réglage du premier contrôleur de pression, et en sens inverse pendant un temps prédéterminé, quand la pression est supérieure à ladite pression prédéterminée, en ce que les moyens pour le déplacement du chariot principal sur son rail comprennent un chariot auxiliaire placé dans le prolongement du chariot principal sur le même rail, un vérin hydraulique reliant 15 les deux chariots, une seconde pompe hydraulique actionnant ce vérin de liaison, un second contrôleur de pression à contact électrique réglé à une pression prédéterminée et relié à ladite seconde pompe, des plots d'appui solidaires dudit rail, placés selon l'axe longitudinal de celui-ci à des 20 intervalles réguliers d'une longueur sensiblement égale à la course dudit vérin, une butée avant et une butée arrière montées pivotantes sur le chariot principal, une butée avant et une butée arrière montées pivotantes sur le chariot auxiliaire, ces butées étant destinées à coopérer avec les plots du rail pour bloquer les chariots sur le rail dans un sens par les butées avant et dans l'autre sens par les butées arrière, deux vérins d'actionnement des butées sur chaque chariot, ces vérins étant eux-même actionnés par ladite seconde pompe 25 hydraulique, un réservoir d'huile pour l'alimentation des vérins, un second circuit hydraulique reliant le réservoir d'huile à la seconde pompe et aux divers vérins, un second électro distributeur placé sur le second circuit hydraulique entre la seconde pompe hydraulique et les vérins et dont l'alimentation en fluide hydraulique est sous le contrôle du second 30 contrôleur de pression pour le déplacement des chariots sur

le rail dans un sens, quand la pression est inférieure à la pression prédéterminée de réglage du second contrôleur de pression, et dans l'autre sens pendant un temps prédéterminé, quand la pression est supérieure à ladite pression prédéterminée, et des contacts électriques à commande mécanique associés  
5 audit vérin de liaison et commandant le fonctionnement de ce vérin et des vérins d'actionnement des butées, et en ce que ledit appareillage comprend encore des moteurs pour l'entraînement des pompes hydrauliques, une armoire de commande élec-  
10 trique reliée auxdits électro distributeurs, auxdits contrôleurs de pression et auxdits contacts associés audit vérin de liaison, et une alimentation électrique pour lesdits moteurs et ladite armoire de commande, en vue d'obtenir la rotation sur elle-même de ladite vis dans les deux sens et la rotation  
15 des chariots accouplés autour de l'axe de la tour dans les deux sens avec, dans chaque sens, une avance pas à pas d'un plot à l'autre de chaque chariot successivement.

Cet appareillage à commande essentiellement hydraulique est plus souple, plus fiable, plus robuste et plus facile à  
20 modifier et à perfectionner en fonction des besoins qu'un appareillage remplissant les mêmes fonctions, mais qui serait à commande essentiellement électrique, dans le cas particulier du procédé suivant la demande, où des blocages de la vis sans fin sont inévitables et fréquents, à cause de la présence  
25 d'éléments de grandes dimensions dans les déchets non prébroyés.

La présente invention a encore pour objet un procédé de contrôle et de régulation de la fermentation, adapté au cas de ces déchets non préalablement broyés.

L'absence de prébroyage influe sur le temps de démarrage  
30 de la fermentation dans la tour et sur les proportions d'air et d'eau nécessaires, compte tenu de la taille relativement grande dans ce cas des éléments constituant les déchets. Il y a, dans la masse de ceux-ci, des cheminées, d'où une circulation d'air plus facile et plus importante que dans une  
35 masse de déchets broyés, où le contact air-éléments des déchets est totalement différent ; la quantité d'air à insuffler

sera moindre que dans une tour de fermentation classique et le démarrage de la fermentation sera plus rapide.

Le présent procédé est caractérisé en ce que l'on contrôle le processus de fermentation en vérifiant seulement trois  
5 paramètres à différentes hauteurs dans la tour au cours de la fermentation : la température à l'intérieur de la tour, et le pourcentage de gaz carbonique d'une part et d'oxygène d'autre part dans des échantillons de gaz prélevés dans la tour et analysés, et en ce que l'on règle l'alimentation en air et en  
10 eau de la tour en fonction dudit contrôle, ce qui modifie automatiquement la température, le réglage étant effectué compte tenu des valeurs optimales connues, d'une part, de la température dans la masse en fermentation et, d'autre part, des pourcentages de gaz carbonique et d'oxygène dans les gaz de  
15 la tour pour une fermentation convenable, et le manque d'eau étant déductible des autres paramètres contrôlés. Si la tour est divisée en cellules verticales par des cloisons radiales, le contrôle et le réglage se font dans chaque cellule.

La température est prise comme référence pour le processus de fermentation, qui se déroule favorablement lorsque la  
20 température est  $> 70^{\circ}\text{C}$  environ. La bonne température s'établit automatiquement, lorsque les quantités d'air et d'eau dans la tour sont convenables. Le réglage consiste donc essentiellement à modifier le soufflage d'air et à pulvériser de l'eau,  
25 en temps opportun.

Le présent procédé est avantageusement automatisé ; ledit contrôle est alors réalisé automatiquement en continu et ledit réglage de l'alimentation en air et en eau s'effectue automatiquement, étant commandé par les résultats dudit contrôle.  
30

Un autre objet de l'invention est un dispositif pour l'automatisation du processus de fermentation, qui peut alors se dérouler dans des conditions optimales. Ce dispositif est caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour la prise  
35 de la température et le prélèvement d'échantillons de gaz à différentes hauteurs dans la tour de fermentation, un scrutateur qui transmet les valeurs de la température à un

indicateur de température et les échantillons de gaz à un analyseur de gaz carbonique et un analyseur d'oxygène, un automate programmable avec calculateur qui recueille les informations fournies par l'indicateur de température et les deux analyseurs et les compare à un ordinogramme, des rampes et des buses de pulvérisation d'eau à l'intérieur de la tour, des organes de régulation de la pulvérisation d'eau commandant le fonctionnement desdites rampes et desdites buses et commandés eux-mêmes par ledit automate, un appareil de soufflage d'air à l'intérieur de la tour, et un organe de régulation de la circulation d'air commandant ledit appareil de soufflage d'air et commandé lui-même par ledit automate.

Des modes particuliers de réalisation de l'invention vont être décrits ci-après, à titre d'exemples purement indicatifs et nullement limitatifs, en référence au dessin annexé, sur lequel :

La figure 1a est une vue schématique en élévation d'un axe de vis sans fin pour tour de fermentation.

La figure 1b est une vue schématique et partielle en élévation d'un module de spire montable sur ledit axe.

Les figures 1c à 1f sont des vues schématiques en élévation de vis sans fin de différentes structures.

Les figures 2, 3 et 4 sont des vues schématiques et partielles en plan d'un dispositif d'entraînement en rotation d'une vis sans fin sur elle-même et autour de l'axe d'une tour de fermentation.

Les figures 5 et 6 sont des vues schématiques en élévation de face correspondantes.

La figure 7 est une vue correspondante en coupe transversale.

La figure 8 est un schéma illustrant les différentes phases du déplacement pas à pas dudit dispositif d'entraînement.

La figure 9 est un schéma illustrant le procédé et le dispositif automatiques de contrôle et de régulation de la fermentation dans la tour.

Les figures 10a, 10b et 10c montrent les courbes optimales de la température dans la tour et des pourcentages en volume de gaz carbonique et d'oxygène dans les gaz de la tour



au cours de la fermentation, dans un cas particulier du présent procédé.

La figure 11 illustre le programme assurant la régulation automatique de la fermentation.

La figure 12 est un schéma hydraulique du dispositif.

5 Les figures 13 à 16 sont des schémas électriques illustrant le fonctionnement des électrodistributeurs.

10 L'appareillage pour la transformation des déchets en compost est donc constitué de façon connue par une tour de fermentation dénommée "hygiénisateur" et par divers appareils de manutention, la tour étant elle-même constituée par un cylindre vertical, métallique ou en béton armé, divisé (ou non) en cellules verticales par des cloisons diamétrales (se reporter au certificat d'addition précité).

15 La matière à traiter est envoyée de façon continue ou discontinue, sans traitement physique préalable suivant le présent procédé, au sommet du récipient, à l'aide d'un transporteur pivotant animé d'un mouvement rotatif. Le produit est déversé à volonté dans la tour ou dans les cellules verticales de celles-ci, généralement au nombre de quatre. Lors du remplis-  
20 sage de l'hygiénisateur, on peut effectuer de façon connue une pulvérisation d'eau, qui permet d'obtenir un taux d'humidité favorable au bon lancement de la fermentation.

De plus, pour apporter l'oxygène nécessaire au développement des micro-organismes aérobies, dès que la tour ou une  
25 cellule est remplie, on crée une circulation d'air. Pour cela, à l'aide d'un surpresseur ou d'un ventilateur, on aspire l'air contenu à la partie supérieure de la tour ou de la cellule et il se crée alors une circulation de bas en haut à travers la masse de déchets (ordures par exemple) ; l'aspiration ou éventuelle-  
30 ment une injection d'air peut s'effectuer à différentes hauteurs. Il s'ensuit alors une forte accélération de la fermentation, qui se caractérise par une élévation importante de la température de la masse d'ordures. On atteint facilement 70°C, ce qui assure la destruction des germes pathogènes, des parasites, des  
35 mauvaises graines, cette destruction entraînant ce que l'on appelle l'hygiénisation des déchets, qui est généralement obtenue par un séjour des déchets d'au moins 24 heures dans la tour

de fermentation, à une température de 65 à 80°C. C'est parce que les constituants indésirables des déchets doivent être rejetés "hygiénisés", c'est-à-dire non polluants, qu'il convient de les séparer après la fermentation, qui hygiénise, et non pas avant.

Le produit descend par gravité dans la tour. Son temps de séjour est réglé par la vitesse d'extraction ; à titre indicatif, il peut être de 3 à 4 jours. Ce procédé peut être réalisé de façon continue ou discontinue ; on peut traiter une charge, ou remplir et extraire en continu, en respectant le temps de séjour nécessaire du produit, car, suivant le présent procédé, on évite le recyclage.

Le déchargement des ordures fermentées est réalisé de la façon suivante. A la base de l'hygiénisateur, une vis sans fin, horizontale et radiale, tournant sur elle-même et autour de l'axe de la tour, par l'intermédiaire d'un pivot monté rotatif sur cet axe, amène les ordures vers ce pivot central, où une trappe est aménagée ; un transporteur placé sous cette trappe évacue les ordures, qui y tombent par gravité.

Suivant l'invention, on utilise une vis sans fin, spéciale, comprenant un axe (figure 1a) présentant des trous taraudés et sur lequel on peut fixer, au moyen de vis, boulons ou similaires, divers modules de spire, tel que le module selon la figure 1b, présentant des trous taraudés correspondants. Cela permet plusieurs combinaisons. Les spires peuvent être dentelées ou non, avoir différents diamètres (figures 1c, 1d, 1e), ou un pas variable (figure 1e), ou discontinu ou décalé, du type escalier en colimaçon (figure 1f). La vis peut être conique, le diamètre des spires croissant régulièrement (figures 1d, 1e), ou être conique et à pas resserré (figure 1e). Ces formes de vis ont été spécialement étudiées pour l'extraction des ordures fermentées, n'ayant pas subi de traitement physique préalable.

La vis sans fin se déplace suivant un mouvement alternatif de rotation autour de l'axe de la tour. Ce mouvement de rotation lent avec va et vient dans une même cellule permet de décharger au choix n'importe quelle cellule ou l'ensemble de la tour.

La nature des constituants du mélange traité détermine la forme et la structure de la vis. Ainsi, pour les mélanges avec support, on peut rendre avantageusement la vis conique et à pas resserré vers l'orifice de chute du produit, de façon à comprimer les composants et à obtenir un mélange intime du produit de base avec son support.

La vis a, bien entendu, pour premier rôle d'évacuer le produit après fermentation. Dans les conditions du présent procédé, elle doit aussi fournir un mélange aussi fin et homogène que possible des divers déchets utiles pour le compost, accrocher et déchiqueter les grandes surfaces, ouvrir les sacs, tout en conservant de grandes longueurs pour les plastiques ainsi plus faciles à extraire, et ne pas briser les bouteilles ou objets en verre. A cet effet, on emploie avantageusement, notamment pour traiter les ordures ménagères, une vis à spires de deux diamètres différents (figure 1c) ou une vis à spires de pas discontinu (figure 1f). Les spires dentelées ont un effet de broyage.

La vis 9 d'extraction placée à la base de la tour est entraînée en rotation sur elle-même par un moteur hydraulique réversible 7, lui-même entraîné par une pompe hydraulique 6 reliée à un réservoir d'huile 1, munie d'un pressostat 5a et commandée par un moteur 23a. En rotation sur elle-même dans le sens normal, la vis pousse le produit fermenté vers le trou central 24 de la base 29 de la tour 28 ; ce produit tombe alors sur un tapis transporteur sans fin 30 (figures 2, 3, 4 et 7). Un régulateur de débit 45 placé sur la canalisation d'entrée du moteur 7 permet de modifier la vitesse de rotation de ce moteur.

La vis peut tourner à des vitesses variables, petite vitesse pour ensacher, grande vitesse pour le recyclage ou le chargement d'un véhicule. La variation de vitesse est assurée hydrauliquement par le régulateur de débit et les vitesses sont repérées par un index ou indicateur. En cas de blocage ou de difficultés, le sens de rotation de la vis est inversé automatiquement au moyen du pressostat 5a (contrôleur de la pression d'huile dans le circuit hydraulique, avec contact

électrique inversant le sens de fonctionnement du moteur hydraulique 7) pendant un temps programmé par une minuterie, puis la vis repart dans le même sens. Un pressostat électrohydraulique permet, de façon connue, de donner une impulsion ou un signal électrique à une pression hydraulique préréglée, pour arrêter ou mettre en marche des organes électriques, en l'occurrence les électrovannes F et G à simple effet d'un électrodistributeur 8 associé au moteur hydraulique 7 et placé sur le circuit hydraulique 26 entre la pompe 6 et le moteur 7 (figures 2 et 12).

La vis est fixée à son extrémité intérieure à un pivot 10 à rotule 21 monté rotatif sur l'axe 25 en béton ou en métal de la tour. L'extrémité extérieure de la vis repose par un palier 16 sur un chariot principal 14 portant tous les organes précités de mise en rotation de la vis. Ce chariot est relié par un vérin hydraulique 3 à un chariot auxiliaire 17.

Les deux chariots se déplacent l'un derrière l'autre sur un rail circulaire 13 autour de la base de la tour (figures 5, 6 et 8). Ce rail est équipé de plots fixes 11 situés à intervalles réguliers, d'un mètre par exemple. L'avance se fera pas à pas à faible vitesse, d'un plot à l'autre. La vitesse de fonctionnement du vérin 3 est réglable hydrauliquement au moyen d'un régulateur de débit 45 par un étranglement du débit de la pompe hydraulique 2, qui actionne le vérin 3 et est commandée par un moteur 23b. Un pressostat 5b est associé à la pompe 2. La course X du vérin est égale à la distance X entre deux plots 11. Sous chaque chariot, deux plaques-butées 18, travaillant comme le cliquet d'une roue à rochets et coopérant avec les plots 11 permettent cette avance pas à pas. L'abaissement et le soulèvement des plaques par rotation autour d'un axe horizontal est assuré par des vérins 19 de verrouillage également alimentés à travers des régulateurs de débit 45. Le chariot 14 et le chariot auxiliaire 17 ont leurs plaques-butées 18, respectivement a, b, c, d, synchronisées pour verrouiller dans un sens ou dans l'autre chaque chariot successivement et permettre l'avance pas à pas, qui sera décrite ultérieurement.

Les plaques-butées 18 commandées par les vérins corres-

pondants 19, a, b, c, d, sont sollicitées par l'excitation électrique des bobines  $A_1$ - $A_2$ ,  $B_1$ - $B_2$ ,  $C_1$ - $C_2$ ,  $D_1$ - $D_2$  des électrovannes correspondantes à double effet A, B, C, D de l'électro-distributeur 4 ; dans un sens (selon la flèche F), on travaille  
5 avec les butées 18a et 18c, et dans l'autre sens avec les butées 18b et 18d ; lorsque 18c est baissée, les butées 18a,b et d sont levées. Le vérin 3 est sous la dépendance de l'électrovanne à double effet E (comportant les bobines d'excitation  $E_1$  et  $E_2$ ) de l'électrodistributeur 4.

10 La vis 9 est ainsi entraînée en rotation dans un plan horizontal autour de l'axe 25 de la tour et elle est amenée successivement sous le secteur correspondant à chaque cellule, lorsque la tour est divisée en cellules.

Le réservoir d'huile 1 alimente la pompe 2 et les vérins.  
15 20 est le circuit hydraulique de liaison entre l'électrodistributeur 4 et les vérins. Les électrodistributeurs 8 et 4 commandent respectivement le sens de rotation sur elle-même de la vis 9 et l'avance des chariots 14 et 17 dans un sens ou dans l'autre, sous le contrôle des pressostats respectivement 5a  
20 et 5b. Le chariot 14 est relié à une alimentation électrique 15 sous forme de perche frottant sur un rail conducteur 27. Cette alimentation est prévue pour les moteurs 23 des pompes hydrauliques 2 et 6 et pour une armoire électrique 12, portée par le chariot 14 et qui renferme les relais à minuterie,  
25 les relais simples et les contacteurs-inverseurs commandant les électrodistributeurs 4 et 8 sous le contrôle des contrôleurs de pression 5a et 5b et de contacts 22a-22b de position du vérin 3 (il s'agit de contacts électriques à commande mécanique). Des circuits électriques relient, bien entendu, les divers  
30 organes électriques.

Le schéma de la figure 8 illustre le mode de déplacement du chariot principal 14 au moyen de l'ensemble de commande hydraulique selon la figure 12.

Le vérin 3 a sa tige sortie, le contact 22b, associé à  
35 l'extrémité de la tige sortie du vérin 3, commande le verrouillage par la butée 18c qui est baissée, le chariot auxiliaire 17 est bloqué, le vérin 3 rentre sa tige, le chariot principal

14 avance de ce fait dans la direction F et la vis 9 progresse dans le produit. Lorsque le vérin 3 est en fin de course, le contact 22a associé à l'extrémité de la tige rentrée du vérin 3 donne le signal de verrouillage par la butée 18a qui s'abaisse, le vérin 19a descend, le vérin 19c monte, la butée 18c se relève, le chariot 17 est libre, le vérin 3 sort sa tige et pousse le chariot 17 qui avance. En bout de course du vérin 3, le contact 22b commande le verrouillage, le vérin 19c descend et verrouille la butée 18c ainsi que le chariot auxiliaire 17, la butée 18a remonte, le chariot principal 14 est libre, le vérin 3 peut rentrer sa tige et faire ainsi avancer à nouveau le chariot 14. On pratique à l'inverse pour aller dans l'autre sens, auquel cas le vérin 3 pousse le chariot principal au lieu de le tirer et les vérins 19b et 19d liés aux butées 18b et 18d interviennent à la place des vérins 19a et 19c et des butées 18a et 18c.

Le vérin 3 est alimenté par la pompe 2, qui est munie du contrôleur de pression à contact électrique 5b (pressostat), sur lequel le seuil de surpression de l'huile est réglable. Si la vis a des difficultés à pénétrer dans la couche d'ordures ménagères, la pression augmente dans le circuit hydraulique atteignant le seuil affiché sur le pressostat ; les contacts électriques du pressostat agissent alors sur l'électro distributeur 4, inversant ainsi le sens de circulation de l'huile, d'où il résulte une inversion du sens de marche du chariot 14. Le temps de retour en arrière est commandé par une minuterie programmée ; à la fin du programme, le circuit d'huile est rétabli dans le sens normal de travail de la vis.

L'action des organes hydrauliques est sous la dépendance des électrovannes F et G de l'électro distributeur 8 pour le moteur hydraulique 7 (ce sont des électrovannes à une seule bobine électrique, dites à simple effet, qui pourraient d'ailleurs être remplacées par une unique électrovanne à double effet), et sous la dépendance des électrovannes A à E de l'électro distributeur 4 pour les vérins 19 (a, b, c, d) et le vérin 3 (ce sont des électrovannes à deux bobines électriques, dites à double effet). Chaque électrovanne à double effet fait

fonctionner le vérin associé comme suit : la sollicitation de son tiroir par l'une des bobines électriques provoque le mouvement dans un sens de la tige du vérin, la sollicitation par l'autre bobine provoque un déplacement en sens inverse, l'absence de sollicitation laisse l'appareil au repos. Chaque électrovanne à simple effet F ou G a une position de travail et une position de repos ; l'une ou l'autre est mise sous tension pour faire tourner le moteur hydraulique 7 dans un sens ou dans l'autre sens.

Pour obtenir les mouvements décrits ci-dessus, 1°) de rotation sur elle-même de la vis 9 dans un sens ou dans l'autre (sous le contrôle du contrôleur de pression 5a) et 2°) de rotation des chariots accouplés 14 et 17 autour de l'axe de la tour, dans un sens ou dans l'autre (sous le contrôle du contrôleur de pression 5b) avec, dans chaque sens, une avance pas à pas de chaque chariot successivement (sous la commande des contacts électriques à commande mécanique 22b et 22a intervenant successivement), il est à la portée du technicien-électricien de trouver des moyens électriques usuels appropriés, connus en soi, et de réaliser les circuits électriques de commande correspondants ; diverses solutions électriques sont bien entendu possibles et elles ne sont pas revendiquées.

La figure 13 illustre d'une façon schématique la commande électrique inversant le sens d'alimentation hydraulique et par suite de rotation du moteur hydraulique 7 entraînant la vis 9. Le contrôleur de pression 5a étant soumis à la pression hydraulique maximale préréglée (pression maximale admise dans le circuit hydraulique de la pompe 6), son contact se ferme, ce qui ferme le circuit d'alimentation électrique (par l'alimentation générale 15) d'un relais temporisé ou monostable, symbolisé par un rectangle 46. Ce relais, pendant un temps prédéterminé (par exemple de quelques secondes), ouvre, par un contacteur-inverseur 47, le circuit d'alimentation électrique de l'électrovanne F (qui est normalement fermé) et ferme le circuit d'alimentation électrique de l'électrovanne G de l'électro distributeur 8, ce qui fait passer le fluide hydraulique par cette électrovanne et change le sens de rotation de la vis 9 pendant

ledit temps prédéterminé, au bout duquel le contacteur-inverseur 47 revient à sa position initiale, pour se déplacer à nouveau, si la pression contrôlée par 5a est encore supérieure à la valeur préréglée.

5        La figure 14 illustre d'une façon similaire la commande électrique permutant l'alimentation hydraulique des vérins 19a -19b et des vérins 19c-19d pour faire avancer les chariots accouplés 14 et 17 en sens inverse, quand le contrôleur de pression 5b est soumis à la pression hydraulique maximale préréglée et que son contact se ferme, ce qui ferme le circuit d'alimentation électrique d'un relais temporisé au monostable symbolisé par un rectangle 48. Ce relais, pendant un temps prédéterminé (par exemple de quelques dizaines de secondes), ouvre, au moyen de deux contacteurs-inverseurs 49 et 50, les circuits d'alimentation électrique des électrovannes A et C (normalement fermés) et ferme les circuits d'alimentation électrique des électrovannes B et D de l'électrodistIBUTEUR 4, ce qui fait passer le fluide hydraulique par ces électrovannes et dans les vérins 19b et 19d et change le sens de marche des chariots pendant ledit temps prédéterminé, au bout duquel les contacteurs-inverseurs 49 et 50 reviennent à leur position initiale, pour se déplacer à nouveau, si la pression hydraulique contrôlée par 5b est encore supérieure à la valeur préréglée.

25        La figure 15 illustre schématiquement la commande électrique permettant l'avance pas à pas successivement du chariot 17 et du chariot 14 dans le sens de la flèche F de la figure 8 (2ème, 3ème et 4ème étapes montrées sur cette figure). Il s'agit du sens de déplacement normal (le contact électrique du pressostat 5b est ouvert). Le contact électrique à commande mécanique 22a est fermé, ce qui ferme le circuit d'alimentation électrique d'un relais symbolisé par un rectangle 51. Ce relais commute l'alimentation électrique de la bobine A<sub>2</sub> à la bobine A<sub>1</sub> de l'électrovanne A alimentant le vérin 19a (par un contacteur-inverseur 61) et de la bobine C<sub>1</sub> à la bobine C<sub>2</sub> de l'électrovanne C alimentant le vérin 19c (par un contacteur-inverseur 52) et il met en position neutre l'électrovanne E alimentant



le vérin 3 symbolisé par un rectangle 51. Ce relais commute l'alimentation électrique de la bobine  $A_2$  à la bobine  $A_1$  de l'électrovanne A alimentant le vérin 19a (par un contacteur-inverseur 61) et de la bobine  $C_1$  à la bobine  $C_2$  de l'électrovanne C alimentant le vérin 19c (par un contacteur-inverseur 52) et il met en position neutre l'électrovanne E alimentant le vérin 3 (par un contacteur-inverseur 53) (se reporter aussi à la figure 2). Dans ces conditions, la tige du vérin 3 est rentrée, ce vérin n'est plus alimenté en fluide hydraulique, la plaque-butée 18a s'abaisse et la plaque-butée 18c se lève. Lorsqu'elle est complètement abaissée, la plaque-butée 18a, qui bloque le chariot 14 vers l'arrière, ferme un contact électrique 54a placé sur le circuit d'alimentation d'un relais auxiliaire associé au relais 51 ; ce relais auxiliaire ferme, par le contacteur-inverseur 53, qui prend la position indiquée en pointillé 53a, le circuit d'alimentation de la bobine  $E_1$  de l'électrovanne E alimentant le vérin 3, dont la tige sort, comme représenté à la troisième étape de la figure 8 : le chariot 17 avance, dans le sens de la flèche F, d'une distance X approximativement égale à la longueur de la tige du vérin 3, jusqu'à la fermeture du contact électrique à commande mécanique 22b (3ème étape de la figure 8). La fermeture de ce contact ferme le circuit d'alimentation électrique d'un relais 55, qui commute l'alimentation électrique de la bobine  $A_1$  à la bobine  $A_2$  de l'électrovanne A alimentant le vérin 19a (par le contacteur-inverseur 61) et de la bobine  $C_2$  à la bobine  $C_1$  de l'électrovanne C alimentant le vérin 19c (par le contacteur-inverseur 52) et qui met en position neutre l'électrovanne E alimentant le vérin 3 (par le contacteur-inverseur 53). Dans ces conditions, la tige du vérin 3 est complètement sortie, ce vérin n'est plus alimenté en fluide hydraulique, la plaque-butée 18a se lève et la plaque-butée 18c s'abaisse (1ère étape de la figure 8). Lorsqu'elle est complètement abaissée, la plaque-butée 18c, qui bloque le chariot 17 vers l'arrière, ferme un contact électrique 54c placé sur le circuit d'alimentation d'un relais auxiliaire associé au relais 55 ; ce relais auxiliaire ferme, par le contacteur-inverseur 53, qui prend la position indiquée

en pointillé 53b, le circuit d'alimentation de la bobine E<sub>2</sub> de l'électrovanne E alimentant le vérin 3, dont la tige rentre, comme représenté à la deuxième étape de la figure 8 : le chariot 14 avance, dans le sens de la flèche F, d'une distance X approximativement égale à la longueur de la tige du vérin 3, jusqu'à la fermeture du contact électrique à commande mécanique 22a, puis le cycle qui vient d'être décrit d'avance d'une distance X du chariot 17 et du chariot 14 successivement recommence.

La figure 16 illustre le même cycle d'avance pas à pas et successive des chariots, mais dans le sens inverse de celui de la flèche F de la figure 8. Dans ce cas, le pressostat 5b a son contact électrique fermé et ce sont les vérins 19d et 19b qui interviennent ainsi que les plaques-butées correspondantes 18d et 18b. Les vérins sont alors alimentés hydrauliquement par les électrovannes D et B pourvues chacune de deux bobines D<sub>1</sub>-D<sub>2</sub> et B<sub>1</sub>-B<sub>2</sub>. La fermeture du contact électrique à commande mécanique 22a entraîne la fermeture du circuit d'alimentation électrique d'un relais 56 actionnant, comme représenté, des contacteurs-inverseurs 57, 58, 59 ; ce dernier, sous l'action d'un relais auxiliaire associé au relais 56, prendra la position 59a. Dans ces conditions, le chariot 14 avance d'une distance X en sens inverse de la flèche F de la figure 8. Le contact électrique à commande mécanique 22b sera ensuite fermé, ce qui entraînera la fermeture du circuit d'alimentation électrique d'un relais 60 actionnant, comme représenté, les contacteurs-inverseurs 57, 58 et 59 ; ce dernier, sous l'action d'un relais auxiliaire associé au relais 60, prendra la position 59b. Dans ces conditions, le chariot 17 avance d'une distance X en sens inverse de la flèche F de la figure 8. Ce cycle d'avance dans ce sens se poursuivra jusqu'à ouverture du contact du pressostat 5b, lorsque la pression dans le circuit hydraulique de la pompe 2 aura baissé au-dessous de la valeur de pré réglage du pressostat ; à ce moment, l'avance des chariots reprendra dans le sens de la flèche F.

Tous les relais et leurs circuits sont logés dans l'armoire électrique de commande 12 et sont alimentés par l'alimenta-

tion électrique générale 15 amenée à cette armoire. Des interrupteurs sont, bien entendu, prévus de la façon habituelle pour la mise sous tension ou hors tension des circuits.

L'invention a également pour objet un procédé de contrôle et de régulation du processus de fermentation des déchets dans la tour.

Le meilleur rendement pour la fermentation dépend des quantités d'air et d'eau introduites à différentes hauteurs dans la tour au cours de la fermentation. On agit donc sur celle-ci en réglant le débit d'air et en ajoutant de l'eau en temps opportun, en fonction de la température à l'intérieur de la tour et de l'analyse des gaz que contient cette dernière, plus précisément de l'analyse du gaz carbonique et de l'oxygène.

L'invention concerne en outre un procédé et un dispositif de contrôle et de régulation automatiques de la fermentation des déchets 31 contenus dans la tour 28 (figure 9).

Des échantillons de gaz sont prélevés en continu, et la température est prise en continu au moyen de sondes à thermocouple, en différents points 33, 34, 35 de la tour, à différents niveaux de celle-ci. En 33, les prises de température et d'échantillons sont effectuées sur la canalisation de sortie de l'air, que l'on fait circuler dans la tour de bas en haut, à contre-courant par rapport aux déchets, au moyen d'un appareil d'aspiration 32 (tel qu'un surpresseur ou un ventilateur); l'air s'échappe suivant f1 au sommet de la tour, tandis que les déchets sont évacués suivant f2 à la base de la tour; l'entrée d'air se fait par la périphérie et l'orifice central 24 de cette base.

Un scrutateur 36 (constitué par des vannes programmées s'ouvrant successivement vers les trois points de prise) sélectionne les points à contrôler et introduit la valeur repérée de la température dans l'indicateur de température 37 et les échantillons à analyser dans l'analyseur 38 de gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) et dans l'analyseur 39 d'oxygène ( $\text{O}_2$ ). Un automate programmable 40 avec calculateur recueille les informations fournies par 37, 38 et 39 et les compare à un ordinogramme.

La régulation s'obtient à partir de trois paramètres fondamentaux : la température ( $T$  en  $^{\circ}\text{C}$ ), qui peut correspondre à la courbe de la figure 10a, le pourcentage en volume de  $\text{CO}_2$  dans les gaz, qui peut correspondre à la courbe de la figure 10b et le pourcentage en volume de  $\text{O}_2$  dans les gaz, qui peut correspondre à la courbe de la figure 10c. Ces courbes indiquent, dans un cas particulier de déchets traités, une température optimale ( $C$ ) de  $70^{\circ}\text{C}$  pouvant varier de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  dans la plage dite neutre  $C_1$ - $C_2$ , un pourcentage optimal ( $A$ ) de  $\text{CO}_2$  de 3 % pouvant varier de  $\pm 1$  % dans la plage dite neutre  $A_1$ - $A_2$ , et un pourcentage optimal ( $B$ ) de  $\text{O}_2$  de 18 % pouvant varier de  $\pm 1$  % dans la plage dite neutre  $B_1$ - $B_2$ . Les valeurs de ces courbes, qui correspondent aux conditions à maintenir dans la tour pour une fermentation convenable, sont en mémoire dans l'automate 40, où elles sont programmées avec les plages neutres, qui représentent une variation acceptable de la valeur optimale du paramètre considéré. L'amplitude de ces plages peut d'ailleurs être modifiée à volonté jusqu'à être réduite à la courbe optimale, auquel cas on a une action par tout ou rien. Lorsque les courbes des trois paramètres sont programmées à l'intérieur de plages neutres, les valeurs contrôlées et affichées des paramètres sont estimées bonnes par rapport aux valeurs des courbes optimales, lorsqu'elles sont à l'intérieur des plages neutres et elles ne déclenchent une modification du réglage que lorsqu'elles sont en dehors de ces plages. On obtient la commutation des relais modifiant l'alimentation en air et en eau de la tour de fermentation, lorsque les grandeurs physiques mesurées franchissent les valeurs consignées dans l'automate et, en particulier, celles des plages neutres, lorsqu'on utilise de telles plages ; lorsque les grandeurs mesurées sont à l'intérieur de ces plages, les réponses fournies par l'automate sont neutralisées.

A partir des indications recueillies en 40, le schéma de régulation correspond à l'ordinogramme suivant la figure 11. La décomposition de chaque séquence de régulation s'effectue à partir d'un micro-processeur auquel on adjoint un programme bien établi (mais modifiable), sur lequel sont portées

les valeurs des paramètres et la priorité d'analyse.

Ce programme pourra être revu en fonction des conditions locales de fonctionnement tant au point de vue des valeurs des paramètres, que du point de vue de la priorité d'analyse.

5 Ce système de régulation repose comme susindiqué sur trois paramètres principaux, la température et le pourcentage en volume de  $\text{CO}_2$  et  $\text{O}_2$  ; le manque d'eau est obtenu par déduction sur l'ordinogramme. Ce procédé d'automatisation est plus simple et plus économique que les procédés antérieurs, suivant les-  
10 quels l'humidité était aussi analysée, ce qui compliquait le matériel d'analyse.

Les plages neutres interviennent pour retarder la commande des organes d'alimentation en air et eau et peuvent être modifiées pour accroître ou réduire la sensibilité de l'analyse et  
15 du réglage.

L'automate 40 prend pour base la température ; il ne scrutera les analyses que si la température n'est pas correcte, et il approfondira les analyses jusqu'à ce qu'il ait trouvé la solution finale convenable. Il commande des organes de régulation 41 et 45, pour la pulvérisation d'eau sur les déchets  
20 par des rampes 44 et des buses 42, et un organe de régulation 43 pour la circulation d'air dans la tour au moyen du surpresseur ou du ventilateur 32.

Au départ, la tour ou la cellule étant remplie, on humidifie les déchets par appréciation visuelle et on envoie un débit d'air constant et de valeur moyenne à travers la masse. Ensuite intervient l'automatisation sur la base du programme explicité ci-après en référence au diagramme de la figure 11.

La température est la référence de base ; elle est déterminée par les deux autres paramètres, dont la valeur doit être  
30 réglée.

CAS 1.- Si la température est supérieure à la plage neutre ( $T > C_1$ ), pas de correction à apporter à l'alimentation de la tour.

35 CAS 2.- Lorsque la température est comprise entre  $C_1$  et  $C_2$  (plage neutre), le % de  $\text{CO}_2$  est vérifié par analyse.

Si le % de  $\text{CO}_2$  est  $> A_1$ , on analyse le  $\text{O}_2$  ; si le % de  $\text{O}_2$  est  $< B_1$ , il manque de l'eau pour aider la fermentation ; une <sup>2</sup>

pulvérisation d'eau est donc déclenchée ; le le % de  $O_2$  est  $>B_2$ , il y a un excès d'air dans la tour, d'où une diminution du soufflage.

5 Si le % de  $CO_2$  est  $<A_2$ , il y a un excès d'air dans la tour, d'où une diminution du soufflage.

CAS 3.- Lorsque la température est  $<C_2$ , le % de  $CO_2$  est vérifié par analyse. Si le % de  $CO_2$  est  $<A_2$ , le soufflage est diminué.

10 Si le % de  $CO_2$  est  $>A_1$ , on analyse le  $O_2$  ; si le % de  $O_2$  est  $<B_1$ , il y a un manque d'air dans la tour et le soufflage d'air est augmenté ; si le % de  $O_2$  est  $>B_2$ , il y a un manque d'eau, d'où une pulvérisation d'eau dans la tour.

15 Des modifications de détail du domaine des équivalents techniques peuvent être apportées aux dispositifs décrits ci-dessus, sans que l'on sorte pour autant du domaine de l'invention.

R E V E N D I C A T I O N S  
=====

1.- Procédé de transformation en compost de déchets organiques dans une tour de fermentation, à la base de laquelle les déchets fermentés sont extraits par une vis sans fin horizontale et radiale, tournant sur elle-même et autour de l'axe vertical de la tour, caractérisé par l'introduction directe des déchets dans la tour de fermentation, sans traitement physique ni tri préalables, et par la séparation des constituants indésirables du produit fermenté, après que celui-ci a été extrait de la tour.

2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise, pour extraire le produit en fermentation de la base de la tour, une vis sans fin ayant une structure adaptable au produit.

3.- Dispositif pour la transformation en compost de déchets organiques, par la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 1 ou 2, ce dispositif comprenant une tour de fermentation, à la base de laquelle est disposée une vis sans fin horizontale et radiale, tournant sur elle-même et autour de l'axe vertical de la tour, ainsi qu'un appareillage assurant la double rotation de la vis sans fin, caractérisé en ce que ladite vis est constituée d'un axe, de modules de spire variables et interchangeables, montés sur cet axe, et de moyens de fixation des modules sur l'axe.

4.- Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé en ce que les modules de spire ont un diamètre variable.

5.- Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la vis sans fin est conique.

6.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que les modules de spire ont un

pas variable.

7.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que les modules de spire ont un pas discontinu.

5 8.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que les spires des modules sont dentelées.

9.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 3 à 8, dans lequel ledit appareillage comprend un chariot  
10 principal (14) se déplaçant sur un rail circulaire (13) situé à la périphérie de la base de la tour de fermentation (28), un palier (16) support de l'extrémité extérieure de la vis sans fin (9) porté par le chariot et des moyens associés à ce chariot pour l'entraînement en rotation de la vis sur elle-même  
15 et le déplacement du chariot sur son rail, l'extrémité intérieure de la vis étant montée pivotante par un dispositif à rotule (21) et à pivot (10) sur l'axe fixe (25) de la tour de fermentation, au-dessus d'un trou central (24) de la base de la tour par lequel le produit fermenté poussé par la vis est évacué,  
20 caractérisé en ce que les moyens d'entraînement en rotation de la vis sur elle-même comprennent un moteur hydraulique réversible (7) accouplé à l'extrémité extérieure de la vis, une première pompe hydraulique (6) reliée par un premier circuit hydraulique (26) à ce moteur pour l'entraîner, un premier contrôleur de pression (5a) à contact électrique réglé à une pression prédéterminée et relié à ladite première pompe, et un premier électrodistributeur (8) placé sur le premier circuit hydraulique entre la première pompe hydraulique et le moteur hydraulique et dont l'alimentation en fluide hydraulique est  
25 sous le contrôle du premier contrôleur de pression pour l'entraînement en rotation de la vis sur elle-même dans le sens normal d'entraînement des déchets vers le trou central de la tour, quand la pression est inférieure à la pression prédéterminée de réglage du premier contrôleur de pression, et en sens inverse  
30 pendant un temps prédéterminé, quand la pression est supérieure à ladite pression prédéterminée, en ce que les moyens pour le déplacement du chariot principal sur son rail comprennent un



chariot auxiliaire (17) placé dans le prolongement du chariot principal sur le même rail, un vérin hydraulique (3) reliant les deux chariots, une seconde pompe hydraulique (2) actionnant ce vérin de liaison, un second contrôleur de pression (5b) à contact électrique réglé à une pression prédéterminée et relié à ladite seconde pompe, des plots d'appui (11) solidaires dudit rail, placés selon l'axe longitudinal de celui-ci à des intervalles réguliers d'une longueur sensiblement égale à la course dudit vérin, une butée avant et une butée arrière (18a-18b) montées pivotantes sur le chariot principal, une butée avant et une butée arrière (18c-18d) montées pivotantes sur le chariot auxiliaire, ces butées étant destinées à coopérer avec les plots du rail pour bloquer les chariots sur le rail dans un sens par les butées avant et dans l'autre sens par les butées arrière, deux vérins d'actionnement des butées sur chaque chariot, ces vérins (19a à 19d) étant eux-même actionnés par ladite seconde pompe hydraulique, un réservoir d'huile (1) pour l'alimentation des vérins, un second circuit hydraulique (20) reliant le réservoir d'huile à la seconde pompe et aux divers vérins, un second électrodistributeur (4) placé sur le second circuit hydraulique entre la seconde pompe hydraulique et les vérins et dont l'alimentation en fluide hydraulique est sous le contrôle du second contrôleur de pression pour le déplacement des chariots sur le rail dans un sens, quand la pression est inférieure à la pression prédéterminée de réglage du second contrôleur de pression, et dans l'autre sens pendant un temps prédéterminé, quand la pression est supérieure à ladite pression prédéterminée, et des contacts électriques à commande mécanique (22a-22b) associés audit vérin de liaison et commandant le fonctionnement de ce vérin et des vérins d'actionnement des butées, et en ce que ledit appareillage comprend encore des moteurs (23) pour l'entraînement des pompes hydrauliques, une armoire de commande électrique reliée auxdits électrodistributeurs, auxdits contrôleurs de pression et auxdits contacts associés audit vérin de liaison, et une alimentation électrique pour lesdits moteurs et ladite armoire de commande, en vue d'obtenir la rotation sur elle-même de ladite vis (9) dans les

deux sens et la rotation des chariots accouplés (14) et (17) autour de l'axe de la tour dans les deux sens avec, dans chaque sens, une avance pas à pas d'un plot à l'autre de chaque chariot successivement.

5           10.- Dispositif suivant la revendication 9, caractérisé en ce que le premier électrodistributeur (8) comprend deux électrovannes à simple effet, dont l'alimentation est commandée par le premier contrôleur de pression (5a) et intervenant l'une pour l'entraînement en rotation de la vis sur elle-même dans  
10 un sens et l'autre pour l'entraînement en rotation de la vis sur elle-même dans le sens inverse.

          11.- Dispositif suivant la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que le second électrodistributeur (4) comprend  
15 cinq électrovannes à double effet, dont l'alimentation est commandée par le second contrôleur de pression (5b) et dont l'une alimente le vérin (3) reliant les deux chariots et les quatre autres alimentent les quatre vérins (19) d'actionnement des butées.

          12. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on contrôle le processus de fermentation  
20 en vérifiant seulement trois paramètres à différentes hauteurs dans la tour au cours de la fermentation : la température à l'intérieur de la tour, et le pourcentage de gaz carbonique d'une part et d'oxygène d'autre part dans des échantillons  
25 de gaz prélevés dans la tour et analysés, et en ce que l'on règle l'alimentation en air et en eau de la tour en fonction dudit contrôle, ce qui modifie automatiquement la température, le réglage étant effectué compte tenu des valeurs optimales connues, d'une part, de la température dans la masse en fermentation et, d'autre part, des pourcentages de gaz carbonique et  
30 d'oxygène dans les gaz de la tour pour une fermentation convenable, et le manque d'eau étant déductible des autres paramètres contrôlés.

          13.- Procédé suivant la revendication 12, caractérisé  
35 en ce que ledit contrôle est réalisé automatiquement en continu et en ce que les résultats dudit contrôle sont utilisés pour

commander automatiquement ledit réglage de l'alimentation en air et en eau de la tour de fermentation.

- 14.- Dispositif de régulation automatique de la fermentation pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (33, 34, 35) pour la prise de la température et le prélèvement d'échantillons de gaz à différentes hauteurs dans la tour de fermentation (28), un scrutateur (36) qui transmet les valeurs de la température à un indicateur de température (37) et les échantillons de gaz à un analyseur de gaz carbonique (38) et un analyseur d'oxygène (39), un automate programmable (40) avec calculateur qui recueille les informations fournies par l'indicateur de température et les deux analyseurs et les compare à un ordino-gramme, des rampes (44) et des buses (42) de pulvérisation d'eau à l'intérieur de la tour, des organes de régulation (41, 45) de la pulvérisation d'eau commandant le fonctionnement desdites rampes et desdites buses et commandés eux-mêmes par ledit automate, un appareil de soufflage d'air (32) à l'intérieur de la tour, et un organe de régulation (43) de la circulation d'air commandant ledit appareil de soufflage d'air et commandé lui-même par ledit automate.

$\sqrt{8}$ 

FIG. 1a

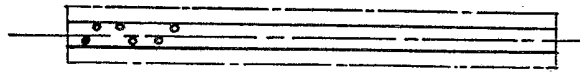


FIG. 1b



FIG. 1c



FIG. 1d

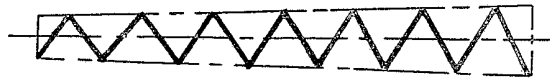


FIG. 1e



FIG. 1f

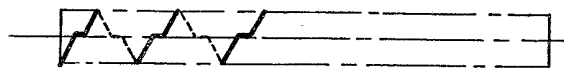


FIG. 2

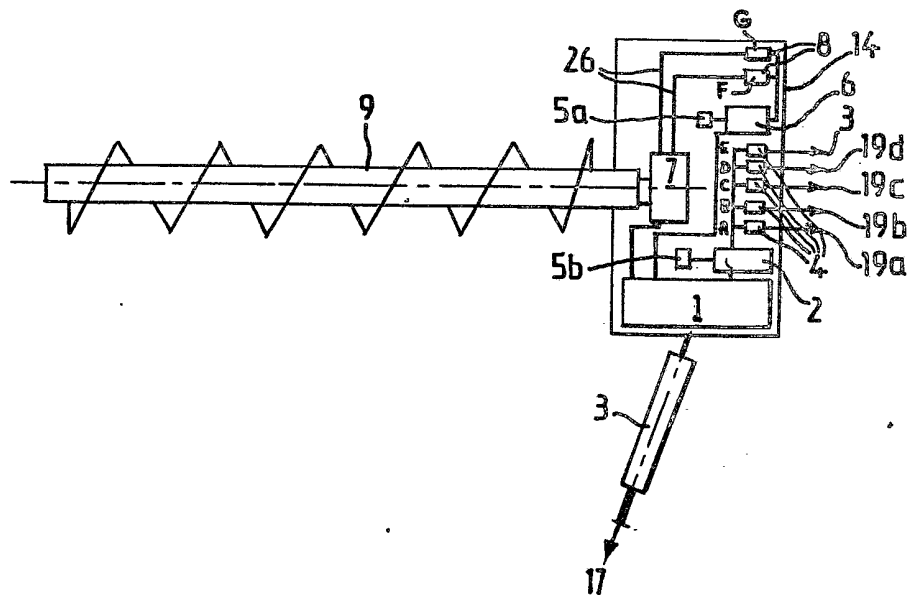


FIG. 4

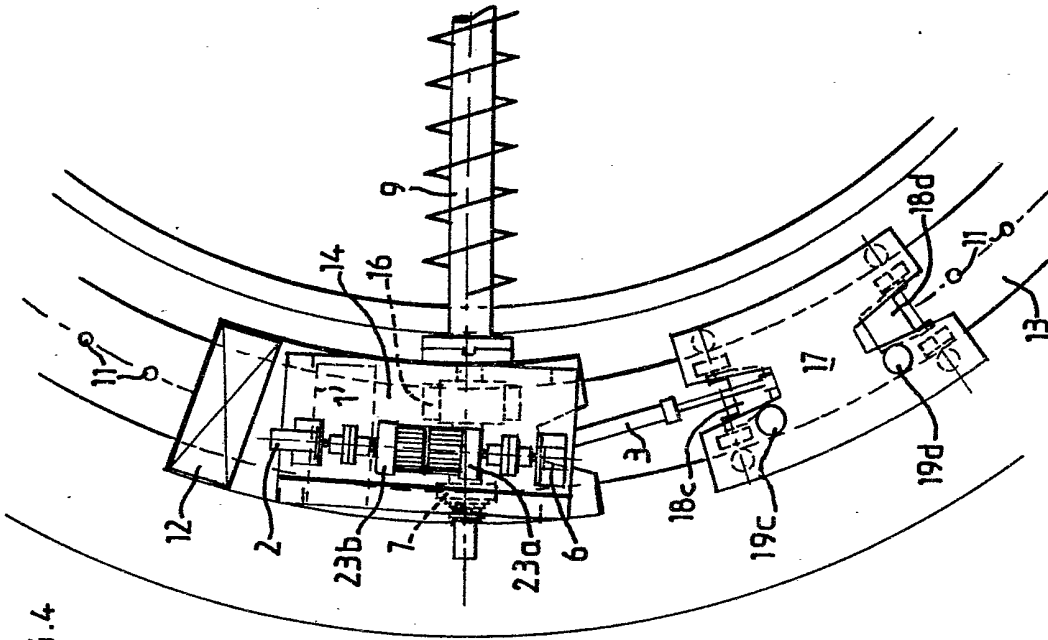


FIG. 3

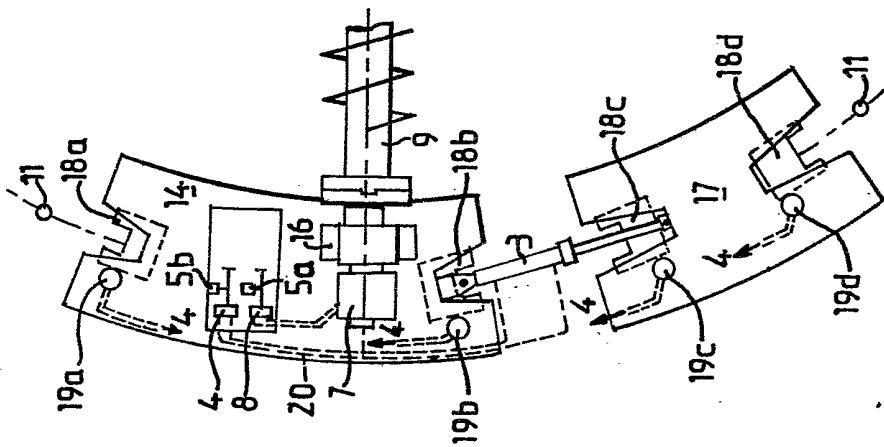


FIG. 5

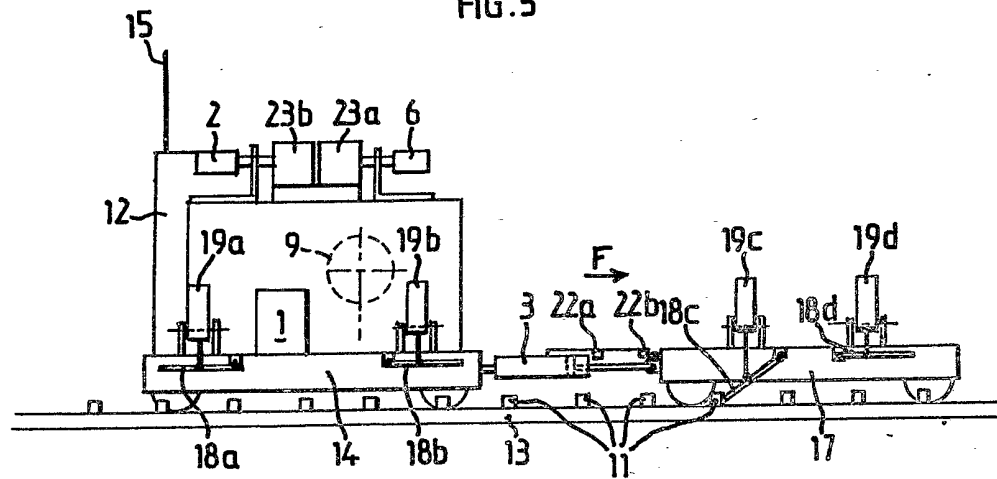
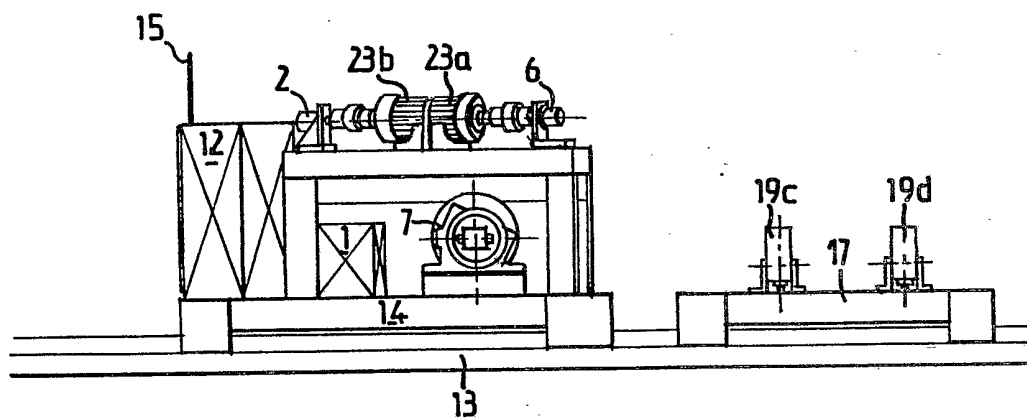


FIG. 6



4/8

FIG. 7

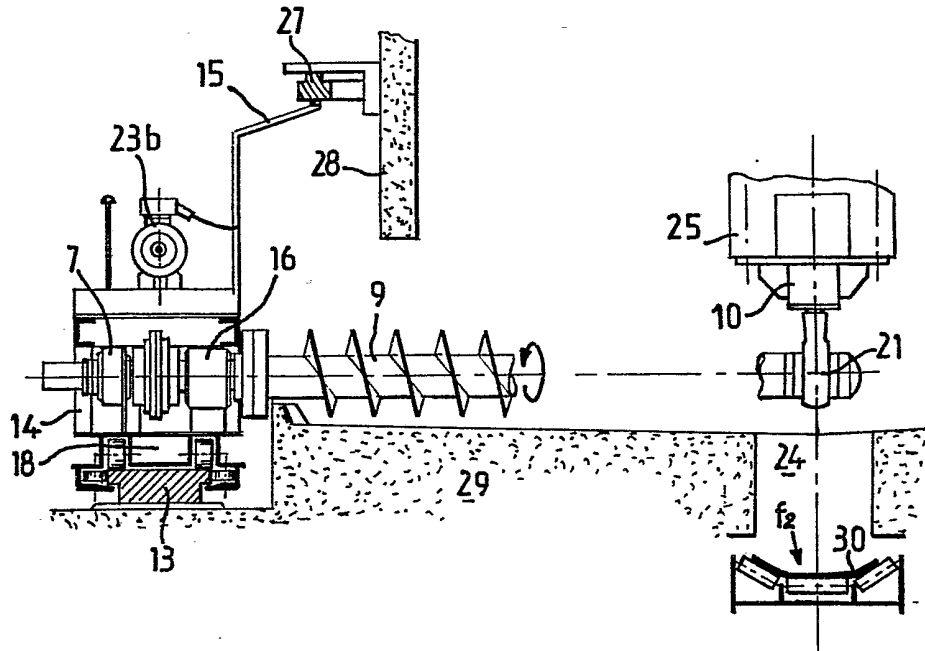
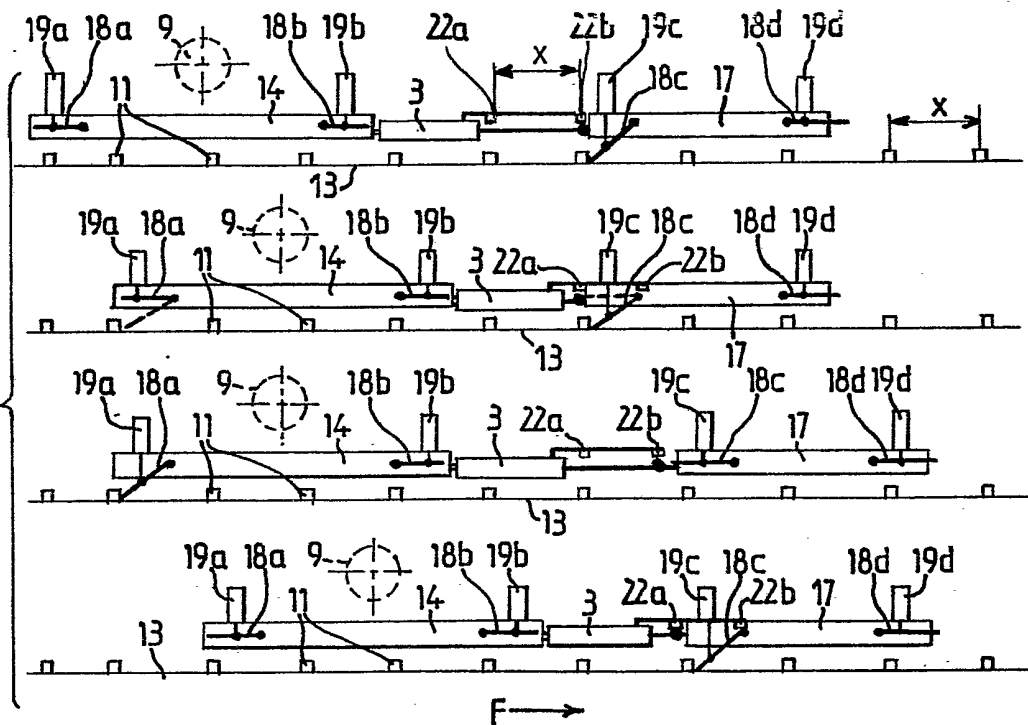


FIG. 8



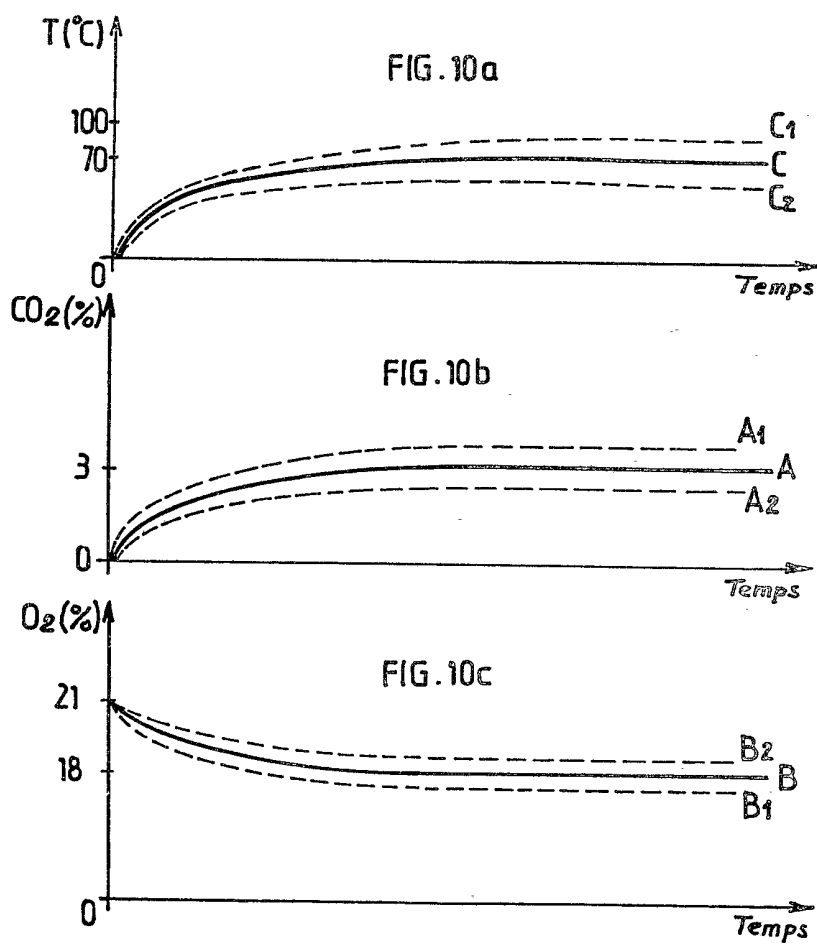
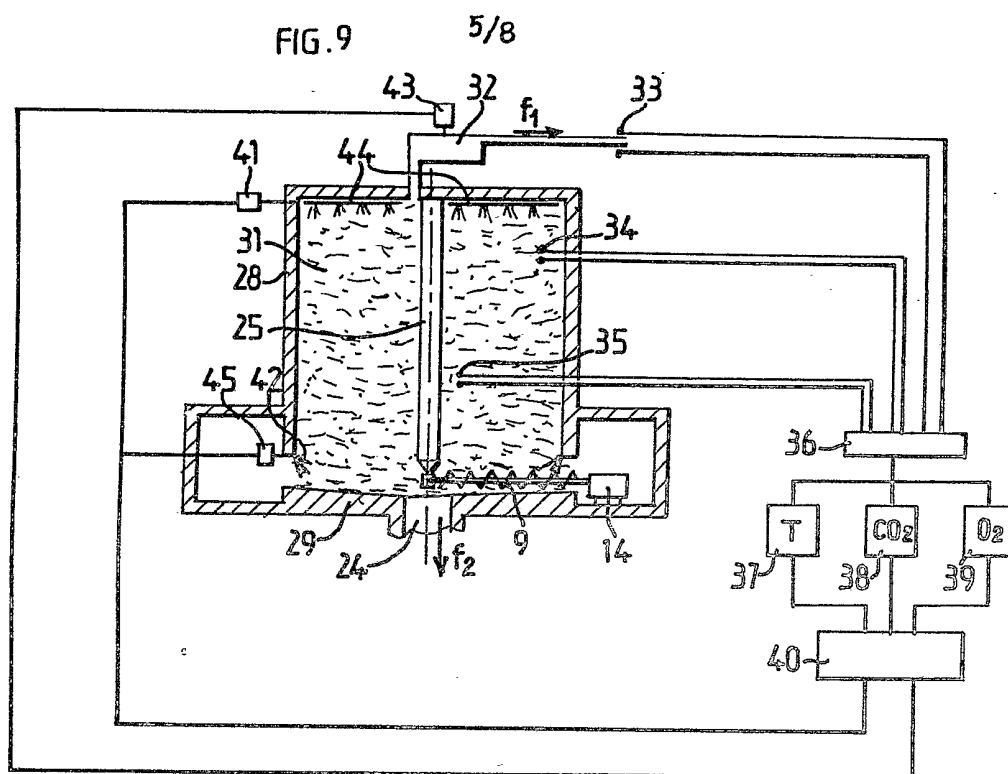
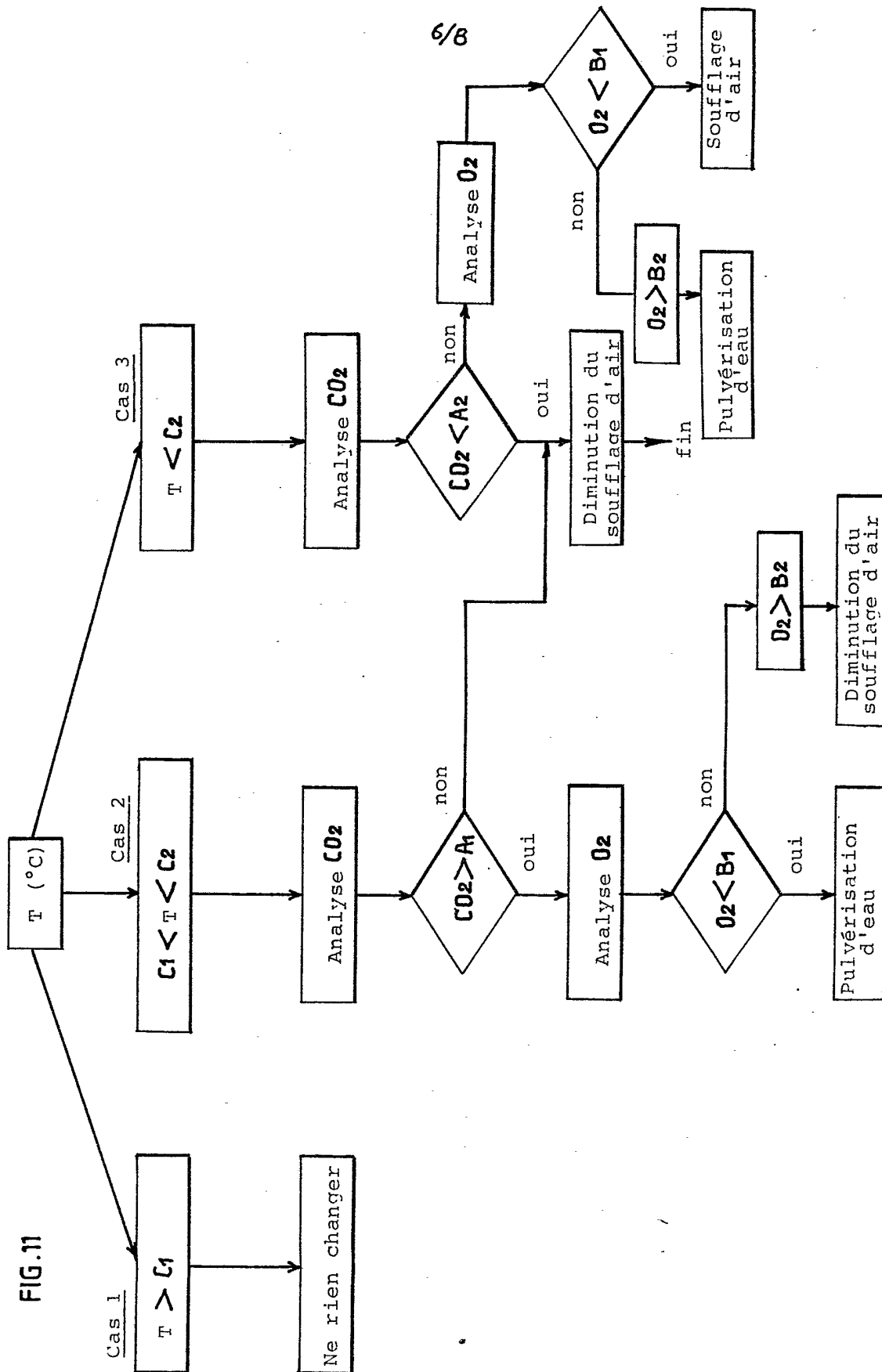
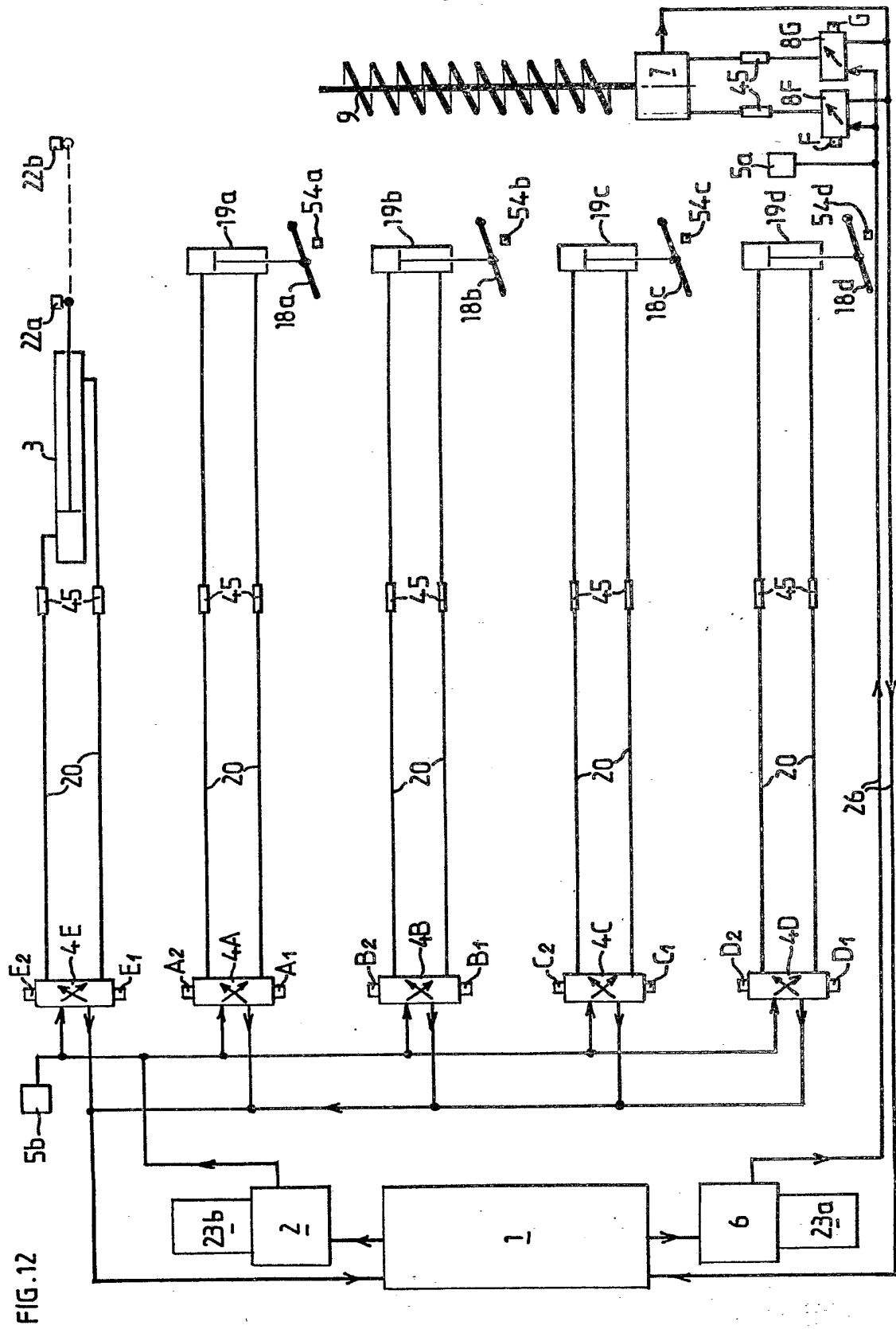




FIG. 11



7/8



8/8

FIG.13

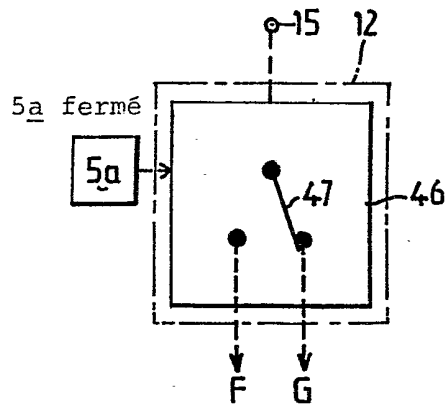


FIG.14

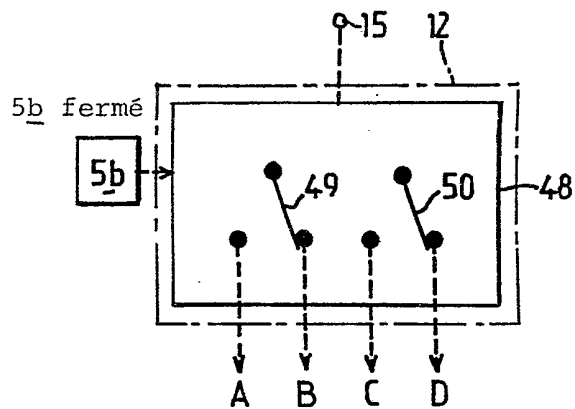
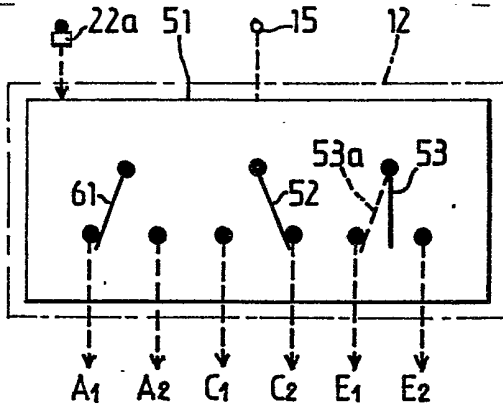


FIG. 15 (contact 5b ouvert)

22a fermé



22b fermé

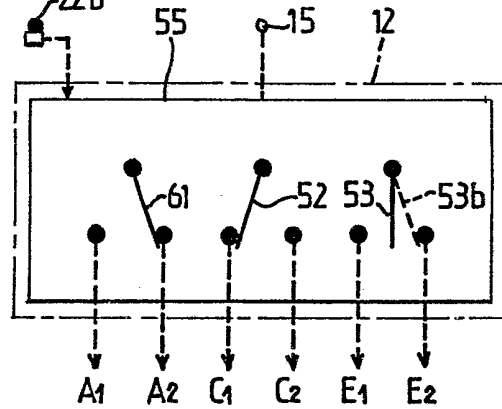
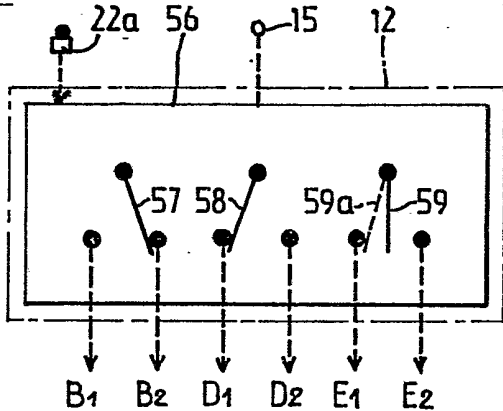


FIG.16 (contact 5b fermé)

22a fermé



22b fermé

