



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33475 B1**
- (51) Cl. internationale : **C04B 20/04; E01C 21/02; F27B 15/00**
- (43) Date de publication : **01.08.2012**
-
- (21) N° Dépôt : **33325**
- (22) Date de Dépôt : **04.11.2010**
- (71) Demandeur(s) : **SOCIETE DEMETER TECHNOLOGIES, 22, AVENUE DE PALARIN 31120 PORTET-SUR-GARONNE (FR)**
- (72) Inventeur(s) : **RAYNAUD, Gilbert ; PONS Olivier ; VALMALETTE Pierre ; SALVADOR Sylvain**
- (74) Mandataire : **CABINET MAITRE MOHAMMED JENKAL REPRESENTE PAR MLLE MERYEM EDDEROUASSI**
-
- (54) Titre : **INSTALLATION DE TRAITEMENT THERMIQUE DE MATIERES PULVERULENTES EN SUSPENSION ET APPLICATION POUR LA CALCINATION FLASH DE MATIERES MINERALES NOTAMMENT ARGILEUSES**
- (57) Abrégé : L'INVENTION CONCERNE UNE INSTALLATION PERMETTANT DE RÉALISER UN TRAITEMENT THERMIQUE RAPIDE DE MATIÈRES PULVÉRULENTES EN SUSPENSION, EN PARTICULIER UNE CALCINATION FLASH DE MATIÈRES MINÉRALES. CETTE INSTALLATION COMPREND DES MODULES (M1, M2, M3) AVANTAGEUSEMENT AGENCÉS EN UNITÉS MOBILES QUI COMPRENNENT DES MOYENS D'ALIMENTATION EN MATIÈRES PULVÉRULENTES, UNE CHAMBRE DE COMBUSTION (21) DANS LAQUELLE LES MATIÈRES SONT INTRODUITES EN SUSPENSION DANS UN FLUX D'AIR CHAUD ET UN ENSEMBLE DE REFROIDISSEMENT (M3) OÙ LA CHALEUR DES MATIÈRES CALCINÉES EST RÉCUPÉRÉE POUR PRÉCHAUFFER L'AIR DE COMBUSTION. LES MATIÈRES SONT PNEUMATIQUEMENT TRANSPORTÉES DANS L'AIR RÉCHAUFFÉ EN AVAL DES MOYENS D'ALIMENTATION, VIA UN DISPOSITIF DE PRÉCHAUFFAGE (17) JUSQU'À LA CHAMBRE DE COMBUSTION (21).

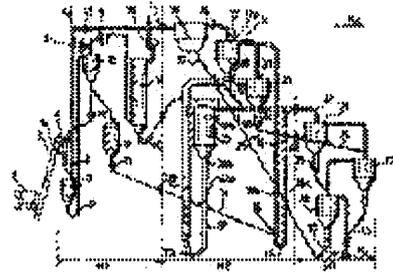
Abrégé

Titre: INSTALLATION DE TRAITEMENT THERMIQUE DE MATIERES PULVERULENTES EN SUSPENSION, ET APPLICATION POUR LA CALCINATION FLASH DE MATIERES

MINERALES NOTAMMENT ARGILEUSES
Abrégé: L'invention concerne une installation permettant de réaliser un traitement thermique rapide de matières pulvérulentes en suspension, en particulier une calcination flash de matières minérales. Cette installation comprend des modules (M1, M2, M3)

avantageusement agencés en unités mobiles qui comprennent des moyens d'alimentation en matières pulvérulentes, une chambre de combustion (21) dans laquelle les matières sont introduites en suspension dans un flux d'air chaud et un ensemble de refroidissement (M3) où la chaleur des matières

calcinées est récupérée pour préchauffer l'air de combustion. Les matières sont pneumatiquement transportées dans l'air réchauffé en aval des moyens d'alimentation, via un dispositif de préchauffage (17) jusqu'à la chambre de combustion (21).



01 AOUT 2012

33475

2764367

1

INSTALLATION DE TRAITEMENT THERMIQUE DE MATIERES
PULVERULENTES EN SUSPENSION, ET APPLICATION
POUR LA CALCINATION FLASH DE MATIERES
MINERALES NOTAMMENT ARGILEUSES

5 L'invention concerne une installation permettant de réaliser un traitement thermique rapide de matières pulvérulentes en suspension, en particulier une calcination flash de matières minérales. (Par
10 "pulvérulent", on entend dans toute la suite une matière se présentant à l'état divisé susceptible d'être mise en suspension dans un courant gazeux). Elle s'applique notamment pour calciner des matières argileuses en vue de préparer un liant pour stabiliser un sol sur un chantier
15 routier.

Les installations traditionnelles pour réaliser un traitement thermique, en particulier une calcination de matières minérales, travaillent en lit fixe et/ou en cycle long, par exemple dans le secteur de la
20 cimenterie où la calcination des matières dure plusieurs heures. Pour améliorer les échanges thermiques et réduire les temps de cuisson, certaines installations ont été amenées à travailler en lit fluidisé mais les paramètres de mise en oeuvre et de cuisson sont difficiles à maîtriser,
25 en particulier pour certains matériaux à particules hétérogènes. Toutes ces installations sont des installations lourdes, très encombrantes, dans lesquelles le rendement thermique est lié à la capacité de production.

On connaît par ailleurs un autre mode de
30 calcination des matières pulvérulentes, souvent désigné par "calcination flash", qui consiste à traiter thermiquement les matières en suspension dans des temps très courts, en les amenant à traverser une chambre de combustion dans un courant d'air qui les transporte dans la chambre et sert de
35 comburant. Ce mode de calcination flash est actuellement souvent utilisé dans les cimenteries pour assurer une précalcination des matières, mais les installations industrielles correspondantes restent très encombrantes, en

particulier en hauteur, du fait du cumul des étages nécessaires à l'intérieur desquels les matières descendent par gravité depuis leur alimentation en partie haute jusqu'à leur sortie en partie basse. Ces installations se prêtent mal à une réduction de taille et d'encombrement.

Le procédé de calcination flash (ou plus généralement le procédé consistant à faire subir un traitement thermique rapide à des matières en suspension) pourrait présenter un grand intérêt dans de multiples applications, en particulier pour activer des matières argileuses (notamment pour obtenir un métakaolin) en vue de la fabrication d'un liant hydraulique utilisable en application routière, en construction économique, en "petit génie civil"... (cf. notamment les publications suivantes :

15 "Pozzolanic properties... with soak-calcined products", S. SALVADOR, Cement and Concr. Res. 25 (1995) 102-112" ; "Evolution of structural changes during flash calcination of kaolinite", SALDE and DAVIES - J. MATER - Chem. 1991 - 1(3) - 361-364 ; "Flash calcines of kaolinite : effect of

20 process variables on physical characteristics", SLADE et al., JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE 27(1992) 2490-2500 ; "Prototyping flash calciners for the manufacture of synthetic pozzolana from kaolinite clay", SALVADOR S., Flash Reaction Processes, 295-318, T.W. Davies(ed.), 1995

25 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands, NATO ASI Series, Series E : Applied Science - vol. 282). Il est toutefois souhaitable, pour ces applications, de disposer d'installations de capacité modérée et de faible encombrement, tout particulièrement en technique routière

30 où une installation mobile ou semi-mobile permettrait de traiter les argiles sur place et de déplacer l'installation en fonction de l'avancement du chantier.

La présente invention se propose de fournir une installation pour le traitement thermique rapide de

35 matières pulvérulentes en suspension, dont la structure se prête à des changements d'échelle par rapport aux installations connues et permette aussi bien la fabrication d'installations de faible encombrement ayant des capacités

faibles ou modérées (1 à 10 tonnes/heure) que la fabrication d'installations de capacités élevées bénéficiant d'encombrement moindre que celui des installations de calcination flash connues.

5 Par "traitement thermique rapide", on entend un traitement d'une durée de l'ordre de quelques secondes à quelques dizaines de secondes, ce traitement thermique étant désigné par "calcination flash" dans le cas particulier où les matières pulvérulentes subissent une
10 transformation minéralogique.

Un objectif de l'invention est notamment de permettre la fabrication d'installations mobiles, facilement transportables au gabarit routier.

15 Un autre objectif est de fournir des installations bénéficiant d'une grande souplesse d'exploitation, avec notamment une faible inertie de mise en route et d'arrêt, qui se prêtent le cas échéant à un fonctionnement quotidien pendant les heures d'activité d'un chantier.

20 Un autre objectif est de fournir des installations bénéficiant d'un très bon rendement thermique, même dans le cas d'installations de petite taille ou très petite taille et de faible capacité (inférieure à 5 tonnes/heure par exemple).

25 A cet effet, l'installation visée par l'invention pour réaliser un traitement thermique de matières pulvérulentes en suspension comprend :

- des moyens d'alimentation en matières pulvérulentes,
- 30 - un dispositif de préchauffage des matières, pourvu d'une entrée de gaz chauds, d'une sortie de matières préchauffées et d'une sortie de gaz,
- une chambre de combustion contenant au moins un brûleur et dotée d'une entrée pour l'introduction
35 d'air réchauffé et des matières pulvérulentes préchauffées, et d'une sortie de fumée contenant les matières après passage dans la chambre,

- un séparateur pourvu d'une entrée

recevant les fumées et matières pulvérulentes issues de la chambre de combustion, d'une sortie de fumée reliée à l'entrée de gaz chauds du dispositif de préchauffage, et d'une sortie des matières pulvérulentes,

5 - et un ensemble de refroidissement des matières, doté d'une entrée des matières pulvérulentes issues du séparateur, d'une entrée d'air frais, dit air principal, d'une sortie des matières refroidies et d'une sortie d'air principal réchauffé.

10 L'installation selon la présente invention se caractérise en ce que :

- la sortie d'air principal réchauffé de l'ensemble de refroidissement est reliée à au moins deux conduits en vue de diviser l'air principal réchauffé en
15 deux flux, l'un dit air réchauffé, et l'autre air dérivé,

- l'un des conduits précités, dit conduit d'air réchauffé, est doté d'une arrivée de matières connectée à la sortie des matières préchauffées du dispositif de préchauffage en vue de l'introduction
20 desdites matières dans ledit conduit et est relié à l'entrée d'air réchauffé de la chambre de combustion en vue d'injecter lesdites matières dans ladite chambre de combustion,

- l'autre conduit précité, dit conduit by-pass, est doté d'une arrivée de matières connectée aux
25 moyens d'alimentation en vue de l'introduction des matières pulvérulentes dans ledit conduit et est relié à l'entrée de gaz chauds du dispositif de préchauffage en vue d'assurer un transport pneumatique desdites matières vers ce
30 dispositif et un premier réchauffement de celles-ci en amont dudit dispositif de préchauffage.

L'installation conforme à l'invention utilise le principe de la calcination flash en introduisant dans la chambre de combustion les matières pulvérulentes en
35 suspension dans une partie de l'air de combustion. Cet air provient du flux d'air principal qui est réchauffé dans l'ensemble de refroidissement par récupération de la chaleur libérée dans cet ensemble. L'air dérivé, également

réchauffé, qui est envoyé dans le conduit by-pass, réalise un transport pneumatique des matières pulvérulentes vers le dispositif de préchauffage (ces matières pouvant ainsi arriver en partie basse de l'installation afin d'éviter des cumuls de hauteur), tout en assurant un premier réchauffement desdites matières. Ces matières subissent ensuite un préchauffage, à la fois, grâce à la chaleur des fumées issues de la chambre de combustion et à la chaleur résiduelle de l'air dérivé du conduit by-pass. On obtient ainsi un excellent rendement thermique tout en profitant au mieux des avantages de la calcination flash (ou plus généralement d'un traitement thermique rapide des matières en suspension). Les essais ont démontré qu'une telle installation permettait une excellente maîtrise des paramètres de traitement pour des tailles d'installations faibles ou modérées (correspondant à des capacités de traitement inférieures à 1 tonne/heure).

L'installation conforme à l'invention peut en particulier être réalisée de façon à présenter un encombrement en hauteur (hauteur entre le niveau inférieur et le niveau supérieur de l'installation) très inférieur à la somme des hauteurs des différents ensembles fonctionnels : moyens d'alimentation, dispositif de préchauffage, chambre de combustion, ensemble de refroidissement. La sortie d'air principal réchauffé de l'ensemble de refroidissement de même que la sortie de fumée du séparateur sont de préférence situées à un niveau intermédiaire ou à proximité du niveau supérieur. Le conduit by-pass qui dérive une fraction de l'air réchauffé dans l'ensemble de refroidissement, transporte les matières pulvérulentes depuis l'arrivée de matière (laquelle est avantageusement située au voisinage du niveau inférieur), jusqu'au dispositif de préchauffage situé de préférence à proximité du niveau supérieur ; ce dispositif de préchauffage peut ainsi être disposé, d'une part, au-dessus de la sortie d'air principal réchauffé de l'ensemble de refroidissement (afin que les matières issues de ce dispositif de préchauffage soient directement déversées

dans l'air réchauffé issu de l'ensemble de refroidissement), d'autre part, au-dessus du niveau de la chambre de combustion (afin de limiter la longueur du conduit d'air réchauffé et, par voie de conséquence, les pertes thermiques). Le conduit by-pass comprend alors un tronçon descendant depuis la sortie d'air principal réchauffé vers le niveau inférieur de l'installation, est connecté aux moyens d'alimentation par l'arrivée de matière au voisinage dudit niveau inférieur en vue de recevoir les matières pulvérulentes à ce niveau et comprend un tronçon ascendant vers la sortie de fumée du séparateur.

Selon un mode de réalisation préféré, ledit conduit by-pass comprend, entre son tronçon descendant et son tronçon ascendant, un coude s'étendant le long d'une courbe régulière et présentant une section transversale minimale à proximité de sa partie basse. Ce coude présente avantageusement une section évolutive décroissante en amont de ladite section minimale et une section évolutive croissante en aval de ladite section minimale. De plus, il possède de préférence une plaque d'usure amovible s'étendant de part et d'autre de sa section minimale. Le transport pneumatique des matières pulvérulentes s'effectue ainsi dans les meilleures conditions, en évitant les dépôts de matière dans les parties basses et en limitant les pertes de charge. En outre, dans le cas de matières relativement abrasives, le changement de la plaque d'usure permet, rapidement et à moindre coût, de conserver les performances de l'installation.

Par ailleurs, selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la chambre de combustion est prolongée par un tube de traitement thermique qui est relié à la sortie de ladite chambre pour recevoir les fumées et les matières pulvérulentes après passage dans celle-ci, ledit tube étant connecté à son extrémité terminale à l'entrée du séparateur. Ce tube parcouru par les fumées et les matières en cours de traitement permet d'allonger la durée du traitement thermique, tout en gardant pour la chambre de combustion

des dimensions réduites. Il permet, en outre, de s'affranchir d'un agencement relatif imposé entre chambre de combustion et séparateur : ce dernier peut ainsi être aisément agencé dans l'installation de façon que sa sortie de matière alimente par gravité l'ensemble de refroidissement.

Le tube de traitement thermique ci-dessus indiqué peut avantageusement présenter une forme en col de cygne comprenant, entre un tronçon descendant et un tronçon ascendant, un coude s'étendant le long d'une courbe régulière et présentant une section transversale minimale à proximité de sa partie basse. Ce coude possède de préférence une section évolutive décroissante en amont de ladite section minimale et une section évolutive croissante en aval de ladite section minimale. De la même façon que le conduit by-pass précité, le coude du tube de traitement thermique peut comporter une plaque d'usure amovible s'étendant de part et d'autre de sa section minimale.

De façon connue en soi, les moyens d'alimentation en matières pulvérulentes peuvent comprendre, d'une part, un broyeur/sécheur adapté pour délivrer des matières de granulométrie et degré d'humidité déterminés, d'autre part, un silo-tampon intercalé entre la sortie dudit broyeur/sécheur et l'arrivée de matières par laquelle celles-ci sont déversées dans le conduit by-pass. Le broyeur-sécheur assure une mise en forme des matières brutes, en particulier sur chantier, en vue de disposer ces matières dans l'état optimal pour subir le traitement thermique, cependant que le silo-tampon confère à l'installation une grande souplesse d'exploitation dans les phases transitoires (mise en route et arrêt). Le broyeur-sécheur peut être alimenté en gaz chauds par le dispositif de préchauffage afin d'augmenter le rendement thermique global de l'installation. Le silo-tampon permet notamment de décaler dans le temps la mise en marche ou l'arrêt du broyeur-sécheur et du brûleur de la chambre de combustion afin de réduire la durée des phases transitoires.

L'installation conforme à l'invention peut

être dotée de tout organe supplémentaire connu en soi, permettant de l'adapter à l'application envisagée, en particulier, le cas échéant, d'un dépoussiéreur associé au broyeur/sécheur pour récupérer les fines avant le rejet des gaz de sortie et/ou d'un récupérateur de fines associé au dispositif de préchauffage pour récupérer les fines dans les fumées issues de ce dernier afin de réduire la charge circulante (ces fines déjà traitées étant directement envoyées dans le produit final à la sortie de l'ensemble de refroidissement).

Grâce à sa hauteur réduite, l'installation conforme à l'invention se prête à une division en modules juxtaposés, séparables et assemblables. Chacun de ces modules est pourvu d'un châssis qui peut être fixé sur une remorque dotée de moyens de roulement afin de le rendre mobile. Ainsi, sur un chantier, il est possible, en quelques heures, de désassembler les modules, de les transporter sur un nouveau site et de les assembler à nouveau afin de disposer l'installation à l'emplacement optimal du chantier.

Sur un chantier notamment routier, l'installation conforme à l'invention permet en particulier de mettre en oeuvre in situ le procédé suivant de stabilisation du sol : on extrait des terres argileuses naturelles brutes à proximité du chantier, on traite (séchage, calcination) lesdites terres au moyen d'une installation telle que définie précédemment en vue d'obtenir une matière argileuse activée, et on incorpore dans le sol ladite matière argileuse activée en mélange avec de la chaux et de l'eau dans des conditions propres à réaliser la prise hydraulique. Un tel procédé permet de réaliser des chantiers notamment routiers dans de remarquables conditions de rentabilité en raison de la diminution considérable des coûts de transport (sur le matériau brut et le liant hydraulique) et d'une production adaptée à la vitesse d'avancement du chantier (réduction des stocks).

L'installation conforme à l'invention peut

être mobile comme indiqué précédemment. Elle peut également être prévue fixe et située en particulier à proximité d'une usine industrielle, en particulier dans le cas où un sous-produit de ladite usine est à traiter par calcination (ou plus généralement par un traitement thermique rapide) pour le valoriser ou le transformer.

La description qui suit en référence aux dessins annexés présente, à titre non limitatif, un mode de réalisation d'une installation conforme à l'invention, adaptée pour former des métakaolins à partir de terres argileuses recueillies près d'un chantier routier. Sur ces dessins :

- la figure 1 est un schéma de ladite installation,

- la figure 2 en est une vue d'un détail, et la figure 3 une coupe par un plan A,

- la figure 4 est une vue schématique de l'un des ensembles,

- la figure 5 est une vue schématique des modules formant ladite installation en configuration de travail,

- la figure 6 est une vue schématique de l'un de ces modules en configuration de transport.

L'installation représentée à titre d'exemple à la figure 1 comprend trois modules principaux M1, M2, M3, qui sont associés en configuration de travail à des modules auxiliaires tels que moyens d'aménée des matières, groupe électrogène d'alimentation électrique (non représenté), poste de commande (non représenté), silo de stockage des produits finis (non représenté à la figure 1).

Les trois modules M1, M2 et M3 sont séparables comme l'illustrent les figures 5 et 6, et sont fonctionnellement assemblés en configuration de travail, d'une part, par des systèmes de brides tels que 1 disposés sur les conduits, d'autre part, le cas échéant par des systèmes d'attache des châssis de modules entre eux.

La matière brute, constituée en l'exemple par des mottes de terre argileuse recueillies près du

chantier, est déversée au moyen d'un chargeur classique dans une trémie doseuse 2 qui alimente un transporteur à bande 3, avec un débit contrôlé de matière. Ces moyens d'amenée de matière déversent celles-ci dans une trémie 4 dotée en sortie d'un double sas d'étanchéité 5 permettant de mettre l'installation en dépression grâce à un ventilateur 6 qui assure la circulation des gaz dans l'ensemble de l'installation. (A la figure 1, les conduits de gaz sont symboliquement représentés par des doubles traits, tandis que les conduits contenant uniquement des matières solides sont représentés par un trait simple plus gras).

A la sortie du double sas 5, les matières brutes tombent par gravité dans un broyeur à marteaux 7, traversé par des gaz chauds arrivant dans un conduit 8. Le broyeur 7 est équipé d'une grille amovible permettant d'ajuster la granulométrie des matières à sa sortie. Celles-ci sont ensuite transportées pneumatiquement dans un conduit 9 qui relie la sortie du broyeur 7 à un cyclone-sécheur 10. Les matières immergées dans le flux de gaz chauds à partir du broyeur 7 subissent un séchage depuis ce dernier jusqu'au cyclone-sécheur 10 ; dans ce dernier, l'humidité relative peut être ajustée en particulier à une valeur inférieure à 1 % (en poids). Les matières descendent ensuite par gravité dans un silo-tampon 11 ; une dérivation de recyclage dotée d'un sas rotatif 12 permet éventuellement de renvoyer vers la trémie 4 une partie des matières. Il est ainsi possible de mélanger dans la trémie 4 une proportion donnée de matières pulvérulentes déjà broyées et séchées afin de faciliter le cas échéant le séchage et la mise en forme des matières brutes.

Le silo-tampon 11 est équipé à sa sortie d'un sas alvéolaire rotatif 13 qui permet de déverser les matières par gravité à travers un conduit 14 qui débouche par une arrivée 15 dans le module M2. Le sas rotatif 13 permet de régler le débit d'arrivée des matières dans ledit module M2. La capacité du silo-tampon 11 correspond à 15 à 45 minutes de production de l'installation, ce qui permet,

lors de la mise en fonctionnement, de mettre en marche le broyeur 7 et le cyclone-sécheur 10 avec un décalage dans le temps (lorsque les gaz arrivant par le conduit 8 sont à la température appropriée) et, lors de l'arrêt de l'installation, d'interrompre le fonctionnement dudit moyen 7 et dudit cyclone-sécheur 10 avec un retard (tant que les gaz du conduit 8 conservent une température suffisante).

Les matières sont introduites dans le module M2 à l'intérieur d'un conduit by-pass 16 qui est parcouru par de l'air réchauffé : cet air transporte pneumatiquement les matières vers un cyclone de préchauffage 17, tout en réalisant un premier réchauffement desdites matières.

Les matières préchauffées dans le cyclone 17 sortent de ce cyclone à travers un double sas pendulaire 18 et sont déversées par gravité, au moyen d'un conduit 19, dans un conduit 20 parcouru par de l'air réchauffé. Le double sas 18 permet de maintenir la différence de pression établie entre le cyclone de préchauffage 17 et le conduit d'air réchauffé 20.

Les matières préchauffées sont pneumatiquement entraînées dans le conduit 20 par l'air réchauffé vers une chambre de combustion 21 de type cylindro-conique à axe vertical, adaptée pour assurer une calcination flash des matières en suspension dans le flux d'air réchauffé.

La chambre de combustion 21 est prolongée à sa base par un tube de traitement thermique 22 qui reçoit les fumées de combustion et les matières pulvérulentes entraînées par ces fumées. Ce tube 22 en forme de col de cygne comprenant un tronçon descendant 22a, un coude 22c et un tronçon ascendant 22b, permet d'ajuster la durée de la calcination flash depuis quelques secondes à quelques dizaines de secondes : sa longueur comprise entre 5 et 15 mètres est adaptée à la durée de séjour désirée en fonction des autres paramètres de l'installation (en particulier de la taille de la chambre de combustion).

Le tube de traitement thermique 22 est

relié à un cyclone-séparateur 23 qui alimente, à travers un double sas pendulaire 24 et un conduit 25, le module M3 constitué par un ensemble de refroidissement des matières. De façon classique, cet ensemble comprend plusieurs cyclones de refroidissement, en l'exemple trois cyclones 26, 27 et 28 montés en cascade. Chaque cyclone est équipé à sa base d'un double sas pendulaire tel que 29 qui permet aux matières de sortir par gravité, tout en maintenant les pressions différentielles établies. Les matières passent successivement dans les cyclones 26, puis 27, puis 28, et sont refroidies au cours de ces passages par un flux d'air principal qui parcourt les cyclones dans un ordre inverse.

A la sortie du cyclone 28, les matières traitées sont acheminées à travers un conduit 30 vers un silo de stockage (non représenté à la figure 1).

Un conduit d'air principal 31 alimente en air le cyclone 28 de l'ensemble de refroidissement. Dans ce conduit, sont introduites les matières provenant du cyclone 27 en vue de leur transport pneumatique jusqu'au cyclone 28. L'air traverse ensuite le cyclone 27 puis le cyclone 26 : il refroidit ainsi les matières et subit lui-même un réchauffement.

A la sortie du module de refroidissement M3, l'air principal ainsi réchauffé est envoyé par un conduit 32, d'une part, vers le conduit d'air réchauffé 20 en vue de son admission dans la chambre de combustion 21, d'autre part, dans le conduit by-pass 16 en vue de transporter et réchauffer les matières pulvérulentes introduites par l'arrivée 15.

Les fumées contenant les matières qui sortent de la chambre de combustion 21, circulent dans le tube de traitement thermique 22, sont séparées des matières solides dans le séparateur 23 et sont ensuite envoyées dans le cyclone de réchauffage 17 ; la sortie de fumée 33 du séparateur rejoint le conduit by-pass 16 et forme avec celui-ci un conduit commun 34 connecté à l'entrée de gaz chauds du cyclone de préchauffage 17. La sortie de gaz 35 de ce dernier est reliée à un récupérateur de fines 36, en

particulier du type électrofiltre, qui récupère les fines particules calcinées qui ont été entraînées par la sortie 35. La sortie de fines 37 de ce récupérateur rejoint la sortie 30 du module de refroidissement en vue de déverser dans la trémie de stockage les fines calcinées récupérées. On évite ainsi que des matières déjà traitées soient recyclées et augmentent la charge circulante.

La sortie d'air du récupérateur de fines 36 est reliée par le conduit 8 au broyeur 7 afin d'alimenter ce dernier en gaz chauds. Les gaz, après avoir traversé le broyeur 7 et le cyclone-sécheur 10, sont envoyés par le ventilateur 6 vers un dépoussiéreur 38, du type filtre à manches, qui les débarrasse des fines avant leur rejet vers l'atmosphère par l'action d'un ventilateur 39. Le dépoussiéreur 38 possède une sortie de fines 40 qui est reliée à l'entrée de la chambre de combustion 21 de façon à recycler ces fines non traitées.

En amont du ventilateur 6, une entrée d'air frais de dilution 41 permet le cas échéant de réduire la température des gaz avant leur introduction dans le dépoussiéreur 38 afin de protéger les manches filtrantes de ce dernier.

Des volets 42, 43 et 44 permettent d'établir des pertes de charges réglables sur le by-pass 16, l'entrée d'air principal 31 et l'entrée d'air de dilution 41 en vue d'ajuster les débits d'air à des valeurs appropriées. Le volet 42 du by-pass est placé en amont de l'arrivée de matières 15 en vue d'écarter tout risque d'abrasion ou de mauvais fonctionnement.

Les systèmes de brides tels que 1, prévus entre les modules M1, M2 et M3 pour permettre de les assembler, sont en l'exemple montés sur le conduit 8, le conduit 14, le conduit 40, le conduit 25 et le conduit 32.

L'installation conforme à l'invention s'étend dans le sens vertical entre un niveau inférieur N_i et un niveau supérieur N_s séparés par une hauteur sensiblement plus faible que dans les installations de calcination flash connues, en raison de l'agencement des

unités et des circulations de matières et de gaz prévues associées à des transports pneumatiques de matières d'une unité fonctionnelle à une autre. La sortie d'air principal réchauffé 32 du module de refroidissement et la sortie 33 du séparateur sont situées à un niveau intermédiaire. Le conduit by-pass 16 comporte un tronçon 16a qui descend vers le niveau inférieur Ni, est connecté à proximité de ce niveau inférieur à l'arrivée 15 de matière et comprend un tronçon 16b qui remonte vers la sortie de fumée 33.

Ce conduit by-pass 16, de même que le tube de traitement thermique 22 et que le conduit 9 du module d'alimentation M1 comprennent un coude tel que 45 entre leur tronçon descendant et un tronçon ascendant. Le coude de ces tube ou conduits présente les caractéristiques communes décrites ci-après en référence aux figures 2 et 3.

D'une façon générale, les conduits de l'installation sont cylindriques et possèdent une section transversale circulaire. Comme l'illustre la figure 2, le tronçon descendant 16a du conduit est relié au coude 45 par un adaptateur de section 46 qui présente une sortie 46b de section transversale rectangulaire dans laquelle s'inscrit la section transversale circulaire de son entrée 46a. Le coude 45 présente une section transversale rectangulaire telle que schématisée à la figure 3 et s'étend le long d'une courbe régulière E en forme de demi-ellipse. La section transversale du coude décroît jusqu'à la section la plus basse A qui est minimale, puis croît à nouveau jusqu'à un adaptateur de section 47 ayant une section transversale d'entrée rectangulaire 47a qui s'inscrit dans la section transversale de sortie 47b de forme circulaire.

Ces dispositions permettent, grâce à un effet de Venturi et à une trajectoire appropriée des particules, d'éviter des dépôts et agglomérations de particules et de limiter les pertes de charges. De part et d'autre de la section minimale, une plaque d'usure amovible 48 forme la paroi inférieure du coude. Cette plaque boulonnée peut être facilement changée en cas d'usure.

La figure 4 représente la chambre de

combustion 21 et son tube de traitement thermique 22. Cette chambre contient un brûleur à fuel oil domestique 49 qui reçoit de façon classique un flux d'air comprimé de pulvérisation permettant de pulvériser le carburant, et un flux d'air primaire régulé par un volet 50. Le flux d'air comprimé, le flux d'air primaire et le flux principal (qui arrive par l'entrée 21a avec les matières pulvérulentes) servent de comburant. En l'exemple, l'entrée 21a est située en partie haute de la chambre et est de type tangentiel, formant une spirale d'air chargée en matières autour d'une flamme de calcination axiale. La chambre de calcination 21 est raccordée à sa partie basse au tube de traitement thermique 22 par une portion tronconique 21b.

Les divers ensembles constitutifs des modules M1, M2, M3 sont réalisés en acier inoxydable en l'absence de matériau réfractaire (à l'exception de la chambre de combustion), ce qui conduit à une réduction du poids, de l'encombrement et de l'inertie thermique de l'installation. Seule la chambre de combustion comprend un revêtement réfractaire interne solidaire des parois en acier, en particulier un revêtement en béton réfractaire assujetti aux parois par des saillies d'accrochage que comportent celles-ci et qui sont noyées dans le béton.

La figure 5 schématise les modules M1, M2, M3 de l'installation en position de fonctionnement et la figure 6 l'un de ces modules (M3) en position de transport.

Chaque module est pourvu d'un châssis formé par plusieurs plateformes telles que 51, par des poutres principales 52 et par des entretoises 53 (figure 6). Le châssis est doté de moyens de roulement tels que 54 et d'un système d'attelage 55 pour former une remorque.

En position de roulement (figure 6), les ensembles constitutifs du module sont couchés sur la remorque, leur hauteur étant disposée dans le sens longitudinal de celle-ci. Des moyens de relevage (non représentés) sont associés à ladite remorque en vue de permettre de la redresser dans la position de la figure 5, de façon que les ensembles constitutifs prennent leur

position normale de fonctionnement, leurs conduits pouvant alors être assemblés en vue de permettre le fonctionnement. L'assemblage de ces conduits peut être réalisé au moyen de tronçons tubulaires assemblés à leurs deux extrémités sur
5 les conduits appropriés de l'installation au moyen des systèmes de brides 1.

Ainsi, l'installation peut être déplacée en fonction de l'emplacement du chantier routier pour permettre de traiter dans les meilleures conditions de
10 rentabilité la terre argileuse brute extraite à proximité. L'installation produit une argile activée riche en métakaolin qui peut être mélangée à de la chaux (60 % argile activée, 40 % chaux) pour être incorporée au sol à stabiliser.

REVENDEICATIONS

- 1/ - Installation permettant de réaliser un traitement thermique de matières pulvérulentes en suspension, en particulier une calcination flash de matières minérales, comprenant :
- 5' - des moyens (M1) d'alimentation en matières pulvérulentes,
 - un dispositif (17) de préchauffage des matières, pourvu d'une entrée de gaz chauds (17a), d'une sortie de matières préchauffées (18) et d'une sortie de gaz (35),
 - une chambre de combustion (21) contenant au moins un
10 brûleur (49) et dotée d'une entrée (21a) pour l'introduction d'air réchauffé et des matières préchauffées, et d'une sortie de fumée (21b) contenant les matières après passage dans la chambre,
 - un séparateur (23) pourvu d'une entrée recevant les fumées et les matières pulvérulentes issues de la chambre de combustion, d'une sortie de fumée
15 (33) reliée à l'entrée de gaz chauds du dispositif de préchauffage, et d'une sortie (24) des matières,
 - un ensemble de refroidissement des matières (M3), doté d'une entrée (25) des matières pulvérulentes issues du séparateur, d'une entrée (31) d'air frais, dit air principal, d'une sortie (30) des matières refroidies et d'une sortie
20 d'air principal réchauffé (32),
 - au moins deux conduits (20,16) reliés à la sortie d'air principal réchauffé (32) de l'ensemble de refroidissement en vue de diviser l'air principal réchauffé en deux flux, l'un dit air réchauffé, et l'autre air dérivé, le conduit d'air réchauffé (20) étant doté d'une arrivée (19) de matières connectée à la sortie des
25 matières préchauffées (18) du dispositif de préchauffage (17) en vue de l'introduction desdites matières dans ledit conduit (20), et étant relié à l'entrée (21a) d'air réchauffé de la chambre de combustion (21) en vue d'injecter lesdites matières dans ladite chambre de combustion,
- ladite installation s'étendant verticalement entre un niveau inférieur (Ni) et un niveau
30 supérieur (Ns) étant caractérisée en ce que le conduit d'air dérivé, dit conduit by-pass

(16), comprend un tronçon descendant (16a) depuis la sortie d'air principal réchauffé (32) vers le niveau inférieur (Ni) de l'installation, est connecté aux moyens d'alimentation (M1) par une arrivée (15) de matière pulvérulente au voisinage dudit niveau inférieur (Ni) en vue de recevoir les matières pulvérulentes, et comprend un tronçon ascendant (16b) vers la sortie de fumée (33) du séparateur pour former avec celle-ci un conduit commun (34) connecté à l'entrée (17a) de gaz chauds du dispositif de préchauffage (17), en vue d'assurer un transport pneumatique desdites matières pulvérulentes depuis le niveau Ni et un premier réchauffement de celles-ci en amont dudit dispositif de préchauffage.

2/ - Installation selon la revendication 1, dans laquelle la sortie d'air principal réchauffé (32) de l'ensemble de refroidissement (M3) de même que la sortie de fumée (33) du séparateur (23) sont situées à un niveau intermédiaire ou à proximité du niveau supérieur Ns.

3/ - Installation selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que le conduit by-pass (16) comprend, entre son tronçon descendant (16a) et son tronçon ascendant (16b), un coude (45) s'étendant le long d'une courbe régulière et présentant une section transversale minimale à proximité de sa partie basse, ledit coude (45) ayant une section évolutive décroissante en amont de ladite section minimale et une section évolutive croissante en aval de ladite section minimale.

4/ - Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que le coude (45) du conduit by-pass (16) présente une section transversale rectangulaire avec une paroi inférieure constituée par une plaque d'usure amovible (48) s'étendant de part et d'autre de la section minimale.

5/ - Installation selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle le conduit by-pass (16) comprend, en amont de l'arrivée (15) de matières, un volet (42) adapté pour établir une perte de charge réglable dans ledit conduit by-pass.

6/ - Installation selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la chambre de combustion (21) est prolongée par un tube de

traitement thermique (22) relié à la sortie de ladite chambre pour recevoir les fumées et les matières pulvérulentes après passage dans celle-ci, ledit tube (22) ayant une longueur comprise entre 5 et 15 mètres adaptée pour assurer un temps de séjour désiré des matières dans les fumées et étant connecté à son extrémité à l'entrée du
5 séparateur (23).

7/ - Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que le tube de traitement thermique (22) présente une forme en col de cygne comprenant, entre un tronçon descendant (22a) et un tronçon ascendant (22b), un coude (22c) s'étendant le long d'une courbe régulière et présentant une section transversale
10 minimale à proximité de sa partie basse, ledit coude (22c) ayant une section évolutive décroissante en amont de ladite section minimale et une section évolutive croissante en aval de ladite section minimale.

8/ - Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que le coude (22c) du tube de traitement thermique présente une section transversale
15 rectangulaire avec une paroi inférieure constituée par une plaque d'usure amovible s'étendant de part et d'autre de la section minimale.

9/ - Installation selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle la chambre de combustion (21) est du type cylindro-conique à axe vertical, l'entrée d'air réchauffé (21a) de type tangentiel étant située en partie haute de la
20 chambre, la sortie (18) de matières préchauffées du dispositif de préchauffage (17) étant connectée sur le conduit d'air réchauffé (20) en amont de cette entrée tangentielle (21a).

10/ - Installation selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les moyens d'alimentation (M1) comprennent un
25 broyeur/sécheur (7, 10) adapté pour délivrer des matières pulvérulentes de granulométrie et degré d'humidité déterminés et un silo-tampon (11) intercalé entre la sortie dudit broyeur/sécheur et l'arrivée (15) de matières introduisant celles-ci dans le conduit by-pass (16), la capacité dudit silo-tampon (11) correspondant à au moins 15 minutes de production de l'installation.

11 - Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que la sortie de gaz (35) du dispositif de préchauffage (17) est reliée par un conduit de gaz (8) au broyeur/sécheur (7, 10) en vue de réaliser le séchage au moyen de la chaleur résiduelle des gaz issus dudit dispositif de préchauffage.

5 12/ - Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce que :

- un dépoussiéreur (38) est associé au broyeur/sécheur (7, 10), en vue de récupérer les fines des matières pulvérulentes, avec une sortie de fines (40) reliée à l'entrée de la chambre de combustion (21),

10 - un récupérateur de fines (36) est monté sur le conduit de gaz (8) précité relié au dispositif de préchauffage, avec une sortie de fines (37) reliée à la sortie (30) de l'ensemble de refroidissement (M3).

13/ - Installation selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle l'ensemble de refroidissement (M3) comprend plusieurs cyclones de refroidissement (26, 27, 28) montés en série et parcourus dans un ordre inverse par les matières pulvérulentes et par l'air principal.

14/ - Installation selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que l'installation est divisée en modules juxtaposés (M1, M2, M3) séparables et assemblables, chacun desdits modules étant pourvu d'un châssis (51, 52, 53) formant une remorque dotée de moyens de roulement (54).

15/ - Installation selon la revendication 14, caractérisée en ce que chaque module (M1, M2, M3) est agencé sur sa remorque de façon que les ensembles constitutifs dudit module soient couchés sur ladite remorque, leur hauteur étant disposée dans le sens longitudinal de celle-ci, des moyens de relevage étant associés à ladite remorque en vue de permettre de la redresser de façon que ses ensembles constitutifs prennent des positions normales de fonctionnement.

16/ - Installation selon l'une des revendications 14 ou 15, caractérisée en ce que les ensembles constitutifs des modules sont réalisés en acier inoxydable en l'absence de matériau réfractaire, à l'exception de la chambre de combustion qui comporte un revêtement interne réfractaire solidaire de l'acier.

17/ - Procédé pour stabiliser un sol sur un chantier notamment routier, caractérisé en ce qu'on extrait des terres argileuses naturelles brutes à proximité dudit chantier, on calcine lesdites terres au moyen d'une installation conforme à l'une des revendications 1 à 16 en vue d'obtenir une matière argileuse activée, et on incorpore dans le sol ladite matière argileuse activée en mélange avec de la chaux et de l'eau dans des conditions propres à réaliser la prise hydraulique.

Fig 4

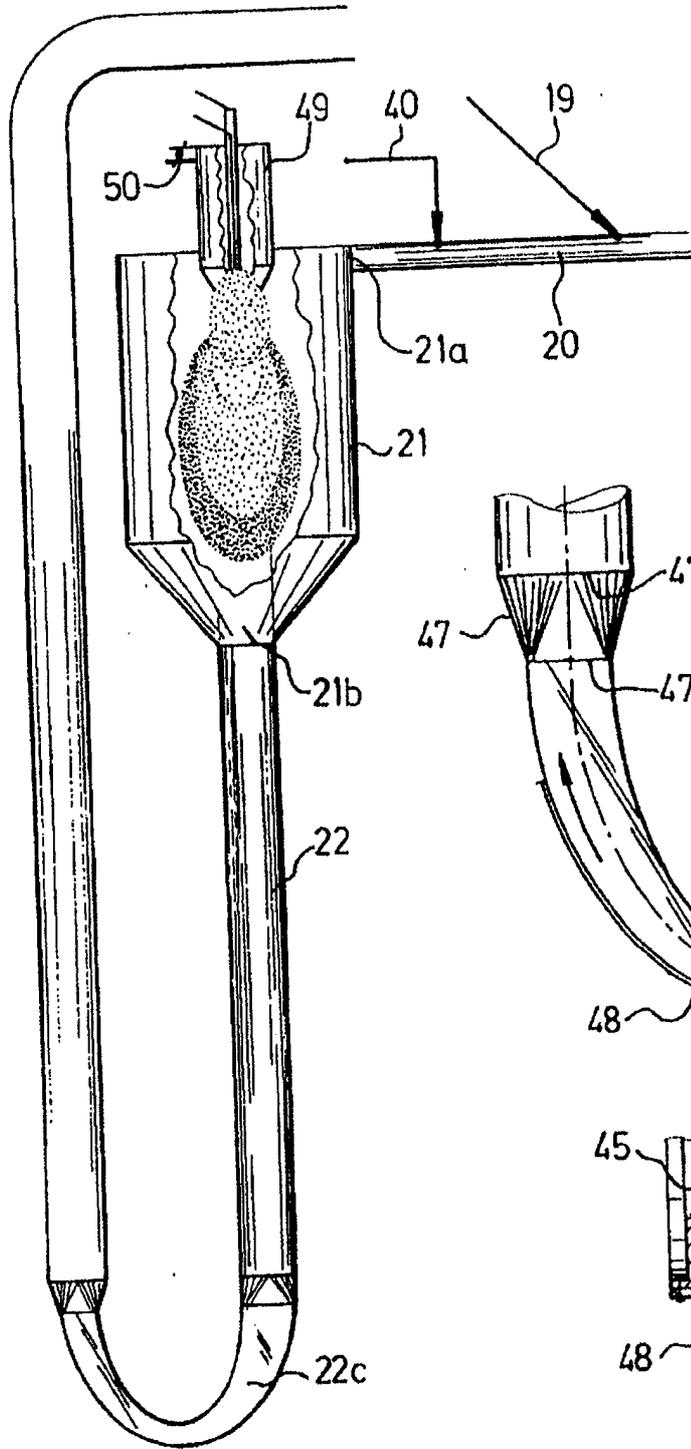


Fig 2

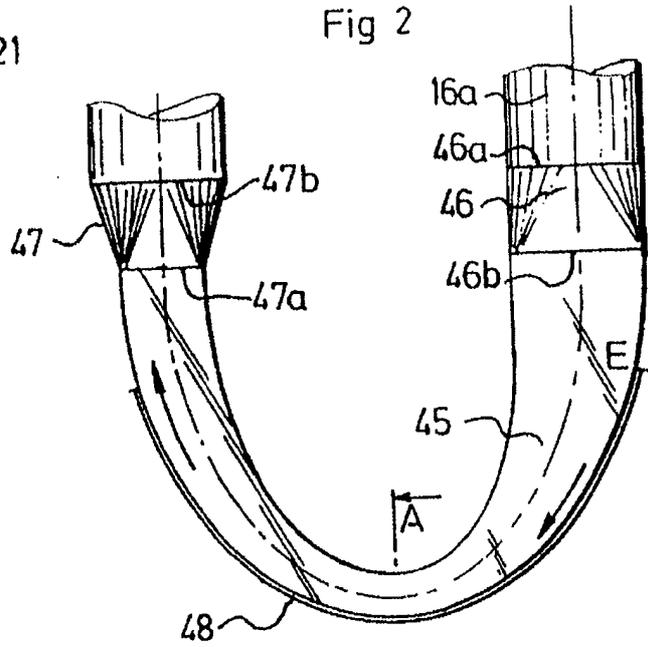
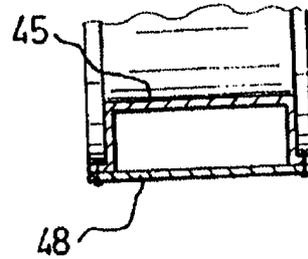


Fig 3



3/4

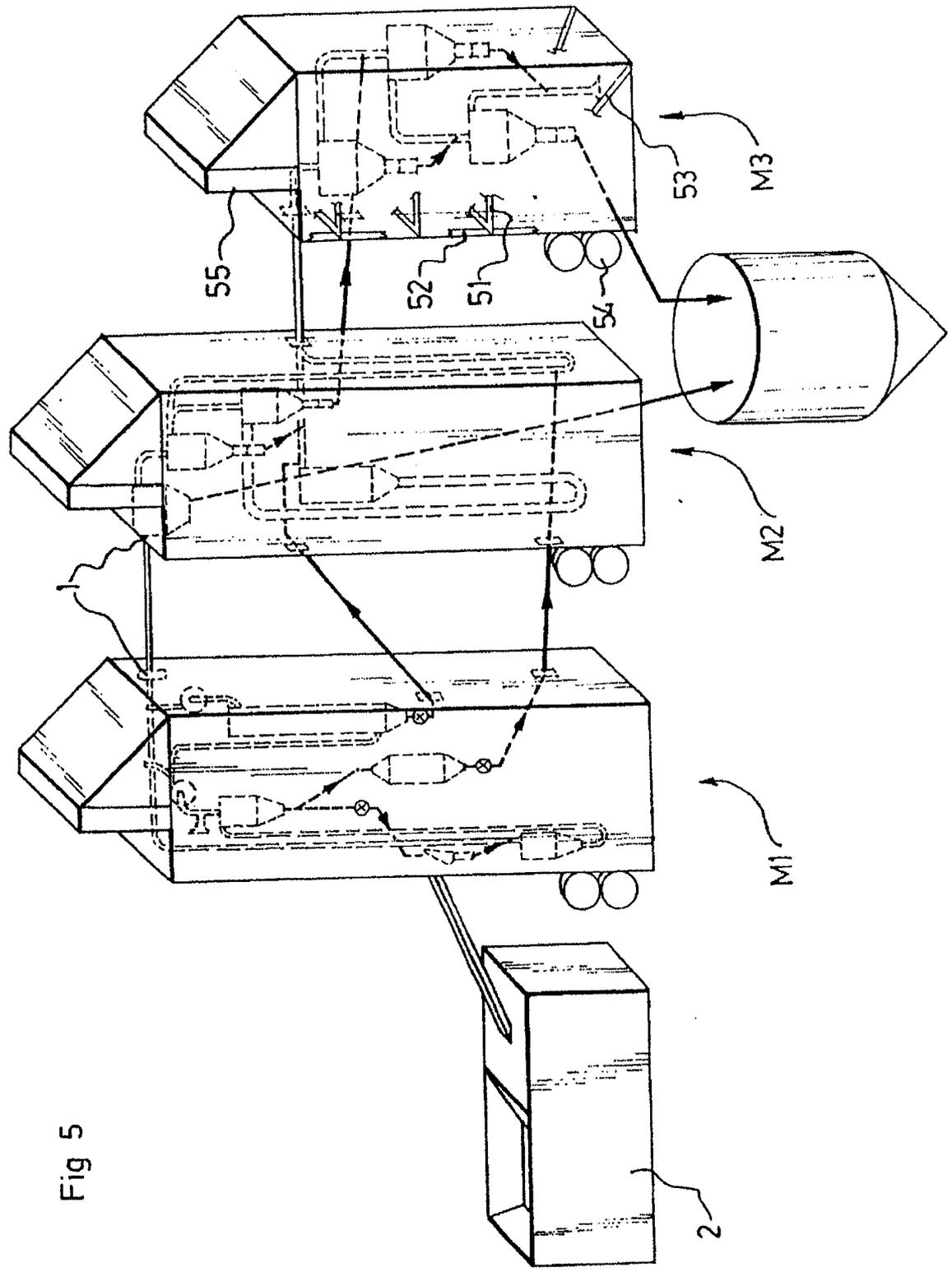


Fig 5

Fig 6

