

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑰ Numéro de dépôt: **88400008.4**

⑸ Int. Cl.4: **F 26 B 3/08**
F 26 B 17/22

⑱ Date de dépôt: **04.01.88**

⑳ Priorité: **05.01.87 FR 8700031**

㉑ Date de publication de la demande:
03.08.88 Bulletin 88/31

㉒ Etats contractants désignés:
BE CH DE ES GB IT LI LU NL

⑦① Demandeur: **ASSOCIATION POUR LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT DES METHODES ET PROCESSUS INDUSTRIELS (ARMINES)**
60, Boulevard Saint-Michel
F-75272 Paris Cédex 06 (FR)

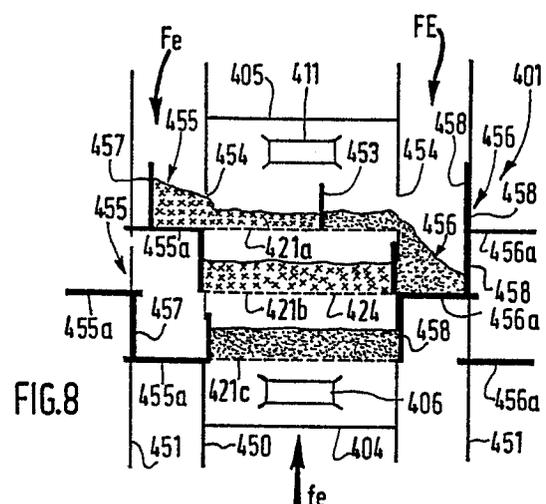
⑦② Inventeur: **Fraile, Patricia**
35 rue Henri Paul
F-77430 Champagne/Seine (FR)

Renon, Henri
10 Avenue Arouet
F-92330 Sceaux (FR)

⑦④ Mandataire: **Phélip, Bruno et al**
c/o Cabinet Harlé & Phélip 21, rue de la Rochefoucauld
F-75009 Paris (FR)

⑤④ **Procédé pour le séchage de produits sous forme divisée notamment de céréales et appareillages pour la mise en oeuvre de ce procédé.**

⑤⑦ Ce procédé est basé sur le principe de la mise en suspension du produit à sécher (grains de céréales, graines alimentaires, ...) dans un courant gazeux constituant le fluide chaud de séchage. Selon l'invention, on prévoit des alternances d'étapes de séchage et de ressuage de la matière en cours de traitement, le ressuage impliquant une absence de circulation du fluide de séchage autour des grains. Un appareillage pour la mise en oeuvre de ce procédé comporte une enveloppe d'axe vertical dans laquelle est monté au moins un plateau horizontal perforé (421a à 421c) supportant le lit fluidisé, une pale (453) étant susceptible de se déplacer perpendiculairement au plateau, deux trémies latérales (455, 456) à fond mobile (455a à 456a) étant associées à chaque plateau, une pale (457 ; 458) étant montée dans chaque trémie (455, 456).



Description

PROCEDE POUR LE SECHAGE DE PRODUITS SOUS FORME DIVISEE NOTAMMENT DE CEREALES, ET APPAREILLAGES POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCEDE

L'invention se rapporte à un procédé pour le séchage de produits qui se présentent sous une forme divisée, par exemple de grains, de particules ou de plaquettes. Elle s'applique avantagement au séchage de produits dont la cinétique de séchage est limitée par la diffusion interne de l'eau et dont il est souhaitable qu'ils soient séchés en profondeur, avec une homogénéité de séchage de grain à grain, les grains ne devant pas, lors du séchage, avoir perdu de leurs qualités par dégradation thermique. A titre d'exemples de tels produits, on peut mentionner les céréales, comme le blé et le maïs, et les autres graines alimentaires, comme le tournesol.

L'invention porte également sur des appareillages pour la mise en oeuvre de ce procédé. Ce dernier est un procédé basé sur le principe de la mise en suspension du produit à sécher dans un courant gazeux constituant le fluide chaud de séchage. On forme une couche épaisse du produit à sécher et on la fait traverser par un courant ascendant dudit fluide chaud, où elle prend alors l'apparence d'un fluide en ébullition, étant agitée en continu, et elle occupe intégralement l'espace qui lui est réservé jusqu'à sa surface libre, à la manière d'un liquide, la vitesse du courant gazeux étant adaptée aux caractéristiques physiques du produit. Cette technique, appelée "séchage en lit fluidisé" permet d'améliorer les phénomènes de séchage au niveau de la couche épaisse, favorisant ainsi les échanges thermiques.

On connaît en effet pour le séchage de céréales, des séchoirs à gaines diédriques. De tels séchoirs sont le plus souvent divisés en plusieurs caissons superposés, où le traitement thermique est différent à mesure que le grain descend par gravité autour des gaines qui distribuent l'air chaud à l'intérieur de la masse de grains. Toutefois, le contact air/produit n'est pas optimal et des passages préférentiels d'air s'installent, favorisant un traitement hétérogène du produit. En outre, ces appareils, pour être efficaces, doivent être de très grande taille et demandent un investissement considérable ; les séchoirs plus petits de ce type, dits séchoirs "fermiers", ont en effet des rendements très médiocres (environ 1500 kcal/kg d'eau évaporée), le temps de séjour du grain dans l'appareil variant entre 5 et 11 heures.

Dans le domaine agro-alimentaire, qui, comme cela a été évoqué ci-dessus, constitue l'un des domaines d'application de la présente invention, du fait que les produits agro-alimentaires nécessitent souvent un séchage avant conditionnement, on connaît différents types de séchoirs utilisant le principe de séchage en lit fluidisé, ces séchoirs pouvant être classés en deux catégories.

- la première catégorie est celle des séchoirs dans lesquels l'agent de séchage doit assurer le transport et le séchage du produit, et dont font partie le séchoir décrit dans le brevet tchèque n° 183 578, qui est un séchoir à un seul étage, et le séchoir décrit dans le brevet français n° 83-00674, qui est un séchoir à plusieurs étages. Dans les séchoirs de ce type, l'homogénéité du traitement thermique, apportée par la mise en suspension des grains, est fortement compromise par une mauvaise distribution des temps de séjour due au déplacement aléatoire des particules. En outre, les séchoirs à un seul étage sont, en règle générale, mal adaptés au séchage des particules, quand la diffusion interne de l'eau liée est l'étape limitante du processus. En effet, l'appareil doit être adapté pour que le temps de séjour minimal du produit corresponde au temps de séjour moyen pour obtenir un traitement suffisant des grains. Toutefois, le temps de séjour total du produit doit être optimisé afin de préserver la qualité alimentaire de celui-ci. En raison de la grande dispersion des temps de séjour, la taille des appareils est relativement grande et ceci entraîne l'utilisation de débits d'air très importants, dont le recyclage impératif est difficilement réalisable.

- la deuxième catégorie est celle des séchoirs dans lesquels l'agent de séchage assure le séchage du produit, tandis que son transport est effectué par des moyens mécaniques. Font partie de cette catégorie le séchoir décrit dans le brevet canadien n° 160 431, qui est un séchoir à un seul étage, et celui décrit dans la publication bulgare A.I.DRAGANOV : "Trudove Na Nauchnoiezsledovatelskija Institut Po E'mnosakhranenie E'rnoprerabotka I Khlebpoproduzstvo (SOFIA), 1971 ; V.2 ; 61-73", qui est un séchoir à quatre étages. Dans les séchoirs de cette deuxième catégorie, la distribution des temps de séjour est parfaitement contrôlée par des moyens mécaniques, qui consistent en des baffles verticaux assurant le déplacement des couches de grains sur des plateaux perforés qui servent de distributeur de gaz. Les appareils de ce type n'ayant qu'un étage présentent les mêmes inconvénients que ceux indiqués ci-dessus. En ce qui concerne l'appareil bulgare, sa conception ne permet pas le passage de l'air d'un étage à l'autre. Chaque étage est alimenté alternativement par un air chaud (125°C) ou froid (15°C) fourni par un ventilateur indépendant. Or, en fluidisation, le débit d'air nécessaire est proportionnel à la surface du lit à fluidiser. On constate que, dans ce cas, le débit d'air à chauffer est deux fois supérieur au débit qui serait utile s'il y avait passage de l'air d'un étage à l'autre. En outre, lors du refroidissement dans les deux étages prévus à cet effet, la chaleur cédée par le maïs n'est pas récupérée, c'est en partie pour ces deux raisons que la consommation énergétique est assez élevée (de l'ordre de 1400 kg/cal. par kilo d'eau évaporée).

L'étape limitante du séchage du maïs est la diffusion de l'eau de l'intérieur du grain vers la surface, cette diffusion est améliorée par la mise en température du grain et il est intéressant de maintenir celui-ci à une température donnée, pendant un temps donné, sans circulation d'air de séchage, afin d'accélérer la diffusion sans apport d'énergie supplémentaire.

Dans le séchoir bulgare, le fait de refroidir le grain entre deux étapes de séchage est une action consommatrice d'énergie, puisque :

- on perd la chaleur apportée pour chauffer le grain,
- on ralentit la diffusion interne de l'eau,
- on dispense de l'énergie pour fluidiser.

Les séchoirs existants n'ont jamais réussi à réaliser simultanément l'homogénéité des temps de séjour du grain et une circulation des fluides efficace du point de vue énergétique. La présente invention permet de concilier ces objectifs grâce à l'écoulement compartimenté du grain et au passage de l'air de séchage, d'un étage de séchage à l'autre, à contre-courant avec la matière à sécher. 5

L'homogénéité des temps de séjour du grain dans les différentes sections de l'appareil est importante pour concilier le séchage poussé du grain et la conservation des qualités alimentaires. En effet, la migration de l'humidité dans le grain exige un certain temps pour la diffusion, cette diffusion étant plus rapide si la température du grain augmente. En revanche, la perte des qualités alimentaires (ou autres) dépend essentiellement du temps de maintien à haute température. Pour réaliser au mieux le compromis nécessaire entre vitesse de séchage et maintien de la qualité, il convient de choisir au mieux température et temps de séchage. Ceci n'est possible que si tous les grains ont la même histoire thermique. Dans la mesure où les temps de séjour ne sont pas les mêmes pour tous les grains sur un étage donné, supposé à température homogène, il n'est pas possible de réaliser le meilleur compromis pour tous les grains. Certains grains restés un court laps de temps à haute température ne seront pas secs, d'autres maintenus à haute température trop longtemps auront perdu leurs qualités (ils seront cuits). 10 15

On a donc cherché à réaliser une circulation favorable des grains et du fluide de séchage, permettant une répartition homogène des temps de séjour, ce qui conduit à cloisonner le lit fluide de grains qui, sans cela, serait totalement mélangé et conduirait à un large étalement des temps de séjour dans la "population" des grains. Le cloisonnement lui-même doit être mobile, pour permettre le déplacement des grains dans un procédé continu, c'est-à-dire où la température reste constante en fonction du temps en un point donné. 20

La présente invention a donc d'abord pour objet un procédé pour le séchage d'une matière se présentant sous forme divisée et capable d'être séchée de manière uniforme, par mise en contact de ladite matière en lit fluidisé avec un fluide chaud de séchage en courant ascendant, caractérisé par le fait qu'il comporte des alternances d'étapes de séchage et de ressuage de la matière en cours de traitement, le ressuage impliquant une absence de circulation du fluide de séchage autour des grains. On règle avantageusement les temps de séchage et de ressuage tout au cours du procédé en fonction du degré d'humidité de la matière à sécher. 25

Par ailleurs on effectue le transport de la matière à sécher par des moyens autres que le fluide de séchage, notamment par des moyens mécaniques permettant la division en secteurs cloisonnés dans le but d'éviter le mélange axial des particules. 30

En outre, le procédé selon l'invention comporte au moins un étage de traitement et, de préférence, une pluralité de tels étages superposés. Dans ce cas, on utilise un même flux de fluide de séchage, qu'il est avantageux de recycler dans le procédé, ce qui entraîne une diminution appréciable du débit de fluide nécessaire: à titre de comparaison, pour deux appareils d'encombrement identique, les débits d'air utilisés dans un séchoir de type connu (séchoir fermier à gaines diédriques) et dans un séchoir selon l'invention sont les suivants : 7,8 m³/seconde pour le séchoir connu et 4,5 m³/seconde pour le séchoir selon la présente invention. Ceci constitue une amélioration par rapport au séchoir décrit dans la publication bulgare susindiquée. Dans le cas de l'utilisation d'un séchoir à plusieurs étages, on peut avantageusement faire varier la superficie des étages en jouant sur le rapport temps de séchage/temps de ressuage. 35 40

Conformément à une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, le transfert de la matière à sécher d'un étage à l'autre s'effectue en dehors de la zone de fluidisation, afin de faciliter ce transfert (en l'absence de circulation d'air à contre-courant), économiser le fluide de séchage et éviter des pertes de charge inutiles. 45

De plus, on peut avantageusement modifier la température du fluide de séchage entre différents blocs de traitement comportant chacun au moins un étage de traitement. De préférence, on constitue un bloc supérieur comportant un étage de pré-séchage, au moins un bloc intermédiaire comportant une pluralité d'étages de séchage et un bloc inférieur comportant au moins un étage de refroidissement de la matière en fin de séchage. 50

Par ailleurs, conformément à une caractéristique intéressante du procédé selon l'invention, on débarrasse la matière à sécher des rafles et autres déchets légers entraînés à la surface libre du lit fluidisé dans l'étage supérieur de pré-séchage. Les déchets qui flottent à la surface du lit fluidisé peuvent être éliminés par un moyen mécanique, raclage de la surface et passage au-dessus d'un déversoir, ou aspirés à la surface par succion modérée du fluide de séchage. Les déchets plus fins, tels que follicules, sont entraînés avec le courant de fluide de séchage d'où ils peuvent être recueillis par cyclonage ou ralentissement de la vitesse du courant de fluide (élargissement de la section de passage) avant son recyclage éventuel. 55

Selon une autre caractéristique du procédé selon l'invention, pour une installation donnée et pour des caractéristiques identiques de chauffage du fluide de séchage, on règle la vitesse de transport, dans chaque étage, de la matière à sécher, selon le degré d'humidité de la matière à traiter. Cette possibilité est de très grand intérêt pratique. On peut également, pour une installation donnée et pour des caractéristiques identiques de vitesse de transport de la matière à sécher, faire varier les caractéristiques de chauffage. 60

On peut également contrôler le taux d'humidité de la matière à sécher en différents points de manière à modifier au besoin les conditions de séchage-ressuage par la vitesse de transport de la matière à sécher et/ou la température du fluide de séchage. 65

Le rôle du ressuage est de permettre la diffusion de l'humidité à l'intérieur du grain pendant un temps

suffisant, sans consommer de fluide de séchage. Le rôle du fluide de séchage est multiple : transférer de la chaleur au grain pour l'échauffer et assurer la vaporisation de l'eau, transférer la vapeur d'eau loin de la surface du grain. Il arrive dans certaines phases du séchage que ces opérations soient plus rapides que la migration de l'humidité dans le grain, ce qui justifie le ressuage, période pendant laquelle l'humidité de l'intérieur du grain migre vers la surface sans consommation de fluide de séchage.

La combinaison des caractéristiques sus-indiquées du procédé selon l'invention permet de diminuer dans une très large mesure les durées des cycles de séchage, l'encombrement ou la taille des séchoirs, et les dépenses d'énergie, l'alternance des étapes séchage-ressuage réalisant les meilleures conditions de séchage. L'invention offre donc la possibilité de réaliser des séchoirs fermiers à fonctionnement optimisé (cycle d'une heure au lieu des 7 à 11 heures des séchoirs fermiers connus pour des séchoirs de même encombrement).

Parallèlement, dans le cas où la matière à sécher est constituée par des céréales ou graines alimentaires, par un choix judicieux des températures de traitement, la qualité alimentaire des grains est sauvegardée. Cette qualité est estimée en fonction des quantités d'acides aminés (tels que lysine, cystine et méthionine en ce qui concerne le maïs) encore présentes dans les grains à l'issue du séchage. Ainsi, il a été montré que lorsque le taux d'humidité des grains de maïs est supérieur à 20%, la température du grain peut atteindre 120°C environ dans l'étage supérieur du procédé sans dommage excessif pour les protéines. Ensuite, le séchage doit être poursuivi, dans les étages intermédiaires, à une température d'environ 90°C avant refroidissement et ensilage.

La présente invention porte également sur deux appareillages pour la mise en oeuvre du procédé qui vient d'être décrit, le premier présentant l'avantage de permettre une bonne résistance à la pression, et le deuxième présentant l'avantage d'être d'une construction modulaire.

Le premier de ces appareillages est caractérisé par le fait qu'il comporte:

- une enveloppe extérieure cylindrique d'axe vertical dans laquelle est monté au moins un plateau circulaire horizontal fixe pour constituer la limite inférieure d'un étage de lit fluidisé, un arbre susceptible de pivoter sur lui-même étant monté selon cet axe, ledit arbre comportant autant de séries de pales radiales qu'il y a de plateaux, lesdites pales, qui délimitent des compartiments pour la matière à sécher, assurant le déplacement de la matière se trouvant sur ledit plateau, chaque plateau comportant une partie perforée correspondant à la zone de passage du fluide de séchage, une partie fermée correspondant à une zone de ressuage et une partie ouverte, la matière à sécher arrivant sur un plateau sur une section de sa partie fermée et passant ensuite sur une partie perforée, puis sur une section fermée pour le ressuage, ou alternativement sur plusieurs parties perforées et fermées, et étant, en fin de parcours, déversée par sa partie ouverte;
- un moyen pour provoquer le déplacement en rotation de l'arbre; et
- un moyen pour transporter le fluide de traitement dans le sens ascendant.

Chaque plateau peut comporter une partie principale perforée d'un seul tenant, occupant une fraction variable de la surface du plateau, la partie ouverte étant insérée dans la partie fermée restante.

Conformément à une variante, chaque plateau comporte une alternance de régions perforées et de régions fermées, la partie ouverte étant insérée dans une région fermée.

Par ailleurs, conformément à un mode de réalisation particulièrement préféré, chaque plateau peut être considéré comme étant divisé en secteurs identiques, la partie ouverte correspondant à un secteur, le nombre de pales associées à un plateau étant égal au nombre de secteurs.

Le second appareillage selon la présente invention comporte:

- une enveloppe parallélépipédique d'axe vertical dans laquelle est monté au moins un plateau horizontal perforé devant constituer la limite inférieure d'un étage de lit fluidisé, une pale étant susceptible de se déplacer perpendiculairement audit plateau d'une extrémité à l'autre de celui-ci en fermant ou en ouvrant selon qu'elle se trouve dans l'une ou l'autre de ses positions d'extrémité, une ouverture pratiquée dans la paroi de l'enveloppe au-dessus dudit plateau, deux trémies latérales externes étant associées à chaque plateau, chaque trémie étant délimitée par une paroi extérieure commune à l'ensemble de l'appareillage et par un fond situé dans le même plan que ledit plateau et susceptible d'occuper une position adjacente à celui-ci pour le remplissage de la trémie et le ressuage de son contenu ou une position décalée vers l'extérieur pour le déversement du contenu de la trémie à l'étage inférieur, une pale perpendiculaire au fond de chaque trémie étant montée déplaçable en translation entre ladite paroi extérieure et la paroi de l'enveloppe comportant l'ouverture précitée et étant capable de fermer cette ouverture dans sa position extrême correspondante;
- un moyen de déplacement en translation des pales et des fonds des trémies; et
- un moyen pour transporter le fluide de traitement dans le sens ascendant selon un flux unique.

Conformément à des caractéristiques communes aux deux appareillages : les étages sont disposés selon des blocs d'au moins un étage, ces blocs étant séparés par des plaques laissant passer la matière à sécher, le fluide de séchage pouvant communiquer d'un bloc à l'autre, soit directement de manière interne, soit par une canalisation extérieure dans laquelle se situe un organe du type foyer ou échangeur de chaleur destiné à modifier la température du fluide de séchage ; ils peuvent comporter un organe de dépoussiérage de type cyclone disposé sur la sortie du fluide de séchage ; l'enveloppe comporte au moins une trappe de visite.

Pour mieux faire comprendre l'objet de la présente invention, on décrira plus en détail ci-après, à titre indicatif et non limitatif, des exemples de réalisation des dispositifs et d'appareillages de séchage du maïs selon l'invention, en référence au dessin annexé.

Sur ce dessin :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un dispositif de séchage conforme à un premier

mode de réalisation de la présente invention, un arrachement laissant voir la structure intérieure dudit appareillage ;

- la figure 2 est une vue en coupe partielle selon II-II de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue en coupe partielle selon III-III de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue schématique de dessus d'un plateau équipant le dispositif de la figure 1 ; 5
- les figures 5 et 6 sont des vues analogues à la figure 4 montrant chacune un plateau réalisé conformément à une variante ;
- la figure 7 est une vue schématique en coupe axiale d'un appareillage complet pour le séchage du maïs, comprenant plusieurs blocs de séchage, le bloc intermédiaire correspondant, dans son principe de réalisation, au dispositif tel que représenté sur la figure 1 ; 10
- la figure 8 est une vue schématique en coupe axiale d'un dispositif de séchage conforme à un second mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 9A à 9D sont des vues schématiques en coupe axiale d'un étage de traitement de l'appareillage de la figure 8, permettant d'expliquer les phases de déplacement du grain ; et
- la figure 10 est une vue analogue à la figure 7 d'un appareillage complet pour le séchage du maïs dans la structure duquel est intégré le dispositif représenté sur la figure 8. 15

Si l'on se réfère à la figure 1, on voit que l'on a représenté par 1, dans son ensemble, un dispositif qui constitue un des blocs de séchage du séchoir complet de la figure 7.

Ce dispositif 1 est constitué par une enveloppe extérieure cylindrique 2 comportant une paroi latérale cylindrique 3 raccordée, d'une part, à un fond plat 4 et, d'autre part, à une paroi supérieure plane 5. 20

Dans la paroi latérale 3, est ménagée, au voisinage du fond 4 et dans un plan parallèle à celui-ci, une ouverture 6, par laquelle débouche, à l'intérieur de ladite enveloppe 2, une canalisation extérieure 7 d'amenée d'air à l'intérieur de l'enveloppe 2. Cette canalisation 7, représentée, conformément à un mode de réalisation possible, comme se raccordant perpendiculairement à l'axe de l'enveloppe 2, est directement reliée à celle-ci de façon étanche. A l'intérieur de cette canalisation 7, est disposé un foyer ou un échangeur de chaleur représenté symboliquement en étant désigné par le chiffre de référence 10. La flèche fe symbolise le sens de déplacement de l'air introduit soit par compression, au moyen d'au moins un ventilateur, soit par extraction, au moyen d'au moins un ventilateur, soit par une combinaison des deux modes précités, ces ventilateurs n'ayant pas été représentés sur le dessin. 25

De même, dans la paroi latérale 3 de l'enveloppe 2, sont pratiquées, au voisinage de la paroi supérieure 5, une ouverture 11 disposée dans un même plan parallèle à ladite paroi supérieure 5, et située au droit de l'ouverture 6. Cette ouverture 11 met en communication l'espace intérieur de l'enveloppe 2 avec une canalisation 12 pour l'extraction de l'air. Cette canalisation 12, représentée, conformément à un mode de réalisation possible, comme se raccordant perpendiculairement à l'axe de l'enveloppe 2, est reliée à celle-ci de manière étanche. La flèche fs symbolise cette extraction de l'air. 30

En outre, l'enveloppe 2 comporte, entre les zones dotées des ouvertures 6 et 11, d'autres ouvertures 15 constituant des trappes de visite, disposées à différents emplacements, une ouverture 15 de ce type étant représentée sur la figure 1. Ces ouvertures 15 sont susceptibles d'être fermées de façon étanche par des volets 16 qui peuvent s'ouvrir de l'extérieur en vue du nettoyage et de la vérification des assemblages internes de l'appareil. Par ailleurs, ces trappes 15 sont adaptées en vue de leur utilisation par les services de sécurité en cas d'incendie. 35

L'enveloppe 2 est traversée par un arbre axial 17, susceptible d'être mis en rotation par un moteur (non représenté sur la figure 1), la paroi de fond 4 et la paroi supérieure 5 de l'enveloppe 2 présentant à cet effet chacune un ouverture centrale.

A l'intérieur de l'enveloppe 2 sont disposés, de façon fixe, parallèlement auxdites parois 4 et 5, trois plateaux 18 (notés respectivement 18a, 18b et 18c) pouvant être situés à égale distance les uns des autres, le plateau inférieur 18c étant situé au-dessus de l'ouverture 6. 45

Chaque plateau 18 (figure 4), dont la forme générale est celle d'un disque, présente une ouverture centrale 19 dimensionnée pour le passage de l'arbre 17 et repose, par sa bordure libre 20, laquelle vient sensiblement en contact avec la paroi latérale 3 de ladite enveloppe 2, sur des moyens de retenue (non représentés) portés intérieurement par ladite paroi 3. 50

Par ailleurs, comme on peut le voir sur la figure 4, chaque plateau 18 comporte trois parties correspondant chacune à un certain nombre de secteurs du disque, celui-ci étant virtuellement divisé en seize secteurs dans l'exemple représenté. Ces trois parties peuvent être décrites comme suit :

- une partie 21 comportant une pluralité de perforations 24 et correspondant à onze secteurs du disque disposés côte à côte ; 55
- une partie pleine 22 correspondant à quatre secteurs, dont un (22a) est adjacent à un secteur de bordure de la partie perforée 21 et dont les trois autres (22b), disposés côte à côte, sont adjacents à l'autre secteur de bordure de la partie 21 ;
- la partie restante 23 du disque, laquelle correspond à un secteur de celui-ci qui n'est pas matérialisé et offre ainsi une ouverture dans le plateau. 60

Sur les figures 5 et 6, on a représenté des variantes de réalisation du plateau 18 de la figure 4, les éléments correspondants des plateaux respectivement 118 et 218 conformes à ces variantes étant repérés par des chiffres de référence supérieurs respectivement de 100 et de 200 à ceux de la figure 4.

Le plateau 118 diffère du plateau 18 par le fait que la partie 121 ne correspond plus qu'à huit secteurs, que la 65

partie 122a correspond en revanche à deux secteurs adjacents au lieu d'un, et la partie 122b, à cinq secteurs adjacents au lieu de trois.

Quant au plateau 218 représenté sur la figure 6, il diffère du plateau 18 par le fait que trois secteurs de la partie 21 ne comportent plus de perforations 224 et correspondent donc à une section de partie pleine 222b, la partie formée par les trois secteurs en partie pleine voisins de la section non matérialisée 223 étant repérée par le chiffre de référence 222c. La partie perforée 221 se trouve donc divisée en deux sections identiques 221a et 221b.

Si l'on revient maintenant à la figure 1, on remarque que le dispositif 1 est complété par trois plaques radiales 25 montées perpendiculairement au plateau inférieur 18c. Deux de ces plaques se raccordent à chacune des deux bordures radiales 26 (figure 4) du plateau 18c, délimitant la partie ouverte 23, tandis que la troisième (29), disposée parallèlement à l'arbre 17, ferme la pointe de l'angle formée par les deux autres. Ces trois plaques 25, 29 et la paroi latérale 3 de l'enveloppe 2 se prolongent vers le bas, au-delà de la paroi de fond 4, laquelle est ouverte dans la région située entre ces trois plaques 25. Celles-ci délimitent, avec l'enveloppe 2, une goulotte 27 d'évacuation du maïs.

Comme on l'a déjà indiqué ci-dessus, les trois plateaux 18a, 18b et 18c, équipant le dispositif de séchage 1, sont identiques. Toutefois, ils sont disposés chacun avec un décalage angulaire d'un secteur, de sorte que la partie ouverte 23 se trouve, à chaque fois, décalée d'un secteur dans le sens inverse de rotation de l'arbre 17, le sens de rotation dudit arbre 17 étant schématisé par la flèche fr sur la figure 1.

Sur ledit arbre 17, sont fixées trois séries identiques de pales rectangulaires 28, dont chacune est fixée au-dessus d'un plateau 18 et compte seize pales radiales, régulièrement réparties, chaque pale étant fixée par sa bordure interne 28a (figure 3) à une des génératrices verticales du cylindre extérieur de l'arbre 17.

En position de montage, les pales 18 s'étendent, en largeur, pratiquement jusqu'au voisinage de la paroi latérale 3 de l'enveloppe 2, et, en hauteur, sur une distance pratiquement égale et légèrement inférieure à celle séparant deux plateaux 18 en position montée.

Dans cette position, chaque série de pales 28 constitue, avec le plateau qui lui est associé (18a, 18b ou 18c), un étage de traitement des grains de maïs. La bordure supérieure libre des pales 28 associée à l'étage supérieur se situe au-dessous de l'ouverture 11.

Sur la figure 1, on a également symbolisé, par la flèche Fe, l'entrée des grains de maïs dans le dispositif de séchage, leur sortie étant symbolisée par la flèche Fs. Les grains pénètrent, soit par une ouverture de la paroi 3 surplombant le plateau supérieur 18a, soit par une goulotte 27 qui relie les blocs entre eux.

Le fonctionnement du dispositif 1 qui vient d'être décrit est le suivant :

En position de départ, on s'arrange pour que l'arbre 17 ait pivoté pour se trouver dans la position représentée sur la figure 1, c'est-à-dire que les pales 28 se situent dans des plans radiaux passant par des rayons divisant les plateaux 18 en les différents secteurs précités, le décalage entre les différents plateaux étant celui indiqué ci-dessus.

On introduit le maïs à sécher par l'ouverture prévue à cet effet, le maïs tombant alors sur le secteur 22a du plateau 18a. Simultanément, on met en marche le moteur entraînant en rotation l'arbre 17 dans le sens de la flèche Fr, ainsi que les dispositifs de compression ou bien d'extraction destinés à créer le circuit de l'air interne à l'enveloppe 2 et, par conséquent, les lits fluidisés superposés dans les trois étages de l'appareil 1.

Le maïs, ainsi introduit sur le plateau 18a, commence par progresser sur l'étage supérieur, déplacé par les pales 28 correspondantes ; il passe alors sur la partie perforée 21 de ce plateau 18a, laquelle est traversée par l'air ascendant, ayant déjà traversé les parties perforées 21 des deux autres plateaux 18b et 18c. Cet air, se trouvant chauffé à la température voulue par l'organe 10 précité, permet le séchage du maïs dans le lit fluidifié. La progression des pales 28 va ensuite amener le maïs sur la partie pleine 22b où, n'étant plus soumis à une mise en suspension de l'air, il subit un ressuage, avant d'arriver dans la partie 23, où il tombe par gravité sur la partie 22a du plateau 18 de l'étage inférieur. Là, le maïs continue à subir le ressuage, puis il est à nouveau entraîné dans le cycle de séchage en lit fluidisé, avant de retomber sur le plateau inférieur 18c. Sur ce plateau, sa progression est strictement identique, jusqu'à ce qu'il finisse par retomber, dans la goulotte 27, soit vers un autre bloc de séchage, soit vers la sortie de l'appareil s'il a terminé son cycle de séchage.

Le dispositif qui vient d'être décrit pourrait bien entendu comporter un nombre d'étages différent, ce nombre d'étages dépendant du temps de séjour total des grains dans l'appareil 1 et du temps de séjour par étage. Le diamètre de l'enveloppe 3 est variable en fonction du débit de maïs sec à obtenir. Le temps de séjour du lit de grains sur chaque étage est réglé par la vitesse de rotation du moteur. Le débit de maïs sec dépend également de la hauteur des couches de grains et de la vitesse de rotation du moteur. La partie pleine 22 de chaque plateau 18 correspond à un certain nombre de secteurs qui dépendent du nombre d'étages et du temps de repos désiré. C'est pourquoi, on pourrait remplacer les plateaux 18 du dispositif de la figure 1 par les plateaux 118 et 218 qui ont été décrits ci-dessus. Dans le cas des plateaux 218, on ménage une phase de ressuage supplémentaire entre deux phases de séchage en lit fluidisé.

Par ailleurs, pour un nombre de secteurs fermés donné, le temps de ressuage varie avec la vitesse de rotation du moteur.

Cette rotation peut s'effectuer de manière continue ou intermittente et sa vitesse est choisie en fonction du traitement envisagé et des caractéristiques du maïs à traiter.

La puissance du (ou des) ventilateur(s) est déterminée par la perte de charge occasionnée par les couches de grains. Cette perte de charge varie en fonction de la hauteur des lits de grains, de la différence de densité entre le fluide de traitement (air) et le maïs à traiter, et enfin de la porosité du lit, la porosité du lit étant le

pourcentage de vide dans le volume total occupé.

En outre, sur chaque plateau, le maïs présente un temps de déjournement déterminé puisqu'il circule tout autour de l'étage en demeurant à l'intérieur d'un secteur cloisonné, sans mélange axial.

Sur la figure 7, on a représenté un appareillage plus complet 301, destiné au séchage du maïs.

Cet appareillage comprend une enveloppe allongée 302, qui comporte une paroi de forme cylindrique 303, raccordée, d'une part, à un fond 304, et, d'autre part, à une paroi supérieure 305. Le fond 304 est relié à une canalisation 307 d'amenée de l'air destinée à créer les lits fluidifiés, comme indiqué ci-dessus. Quant à la paroi supérieure 305, elle est reliée à la canalisation de sortie 312 de l'air, sur laquelle se situe un dispositif de dépoussiérage 330, la branche de la canalisation 312, en aval dudit dispositif 330, dirigeant l'air dépoussiéré vers un autre poste de traitement, qui peut être un préchauffage du maïs dans une trémie prévue à cet effet.

L'enveloppe 302 comporte également, dans la zone de jonction entre la paroi latérale 303 et la paroi supérieure 305, une ouverture 331 par laquelle l'enveloppe 302 est reliée à une gaine 333 disposée obliquement par rapport à l'axe du dispositif 301 et raccordée, à son autre extrémité, à une trémie d'alimentation 334. Dans le fond de cette trémie et dans la gaine 333 en pente vers l'enveloppe 302, se trouve un dispositif d'alimentation réglable du maïs, représenté schématiquement en 335 sur la figure 7 et pouvant consister en une vis d'Archimède, une bande transporteuse ou autre dispositif analogue.

Dans l'espace intérieur délimité par la paroi latérale 303, est monté pivotant sur lui-même un arbre axial 317 dont le mouvement est commandé par un moteur 336. Cet espace intérieur est, par ailleurs, divisé en trois régions A1, A2 et A3 par deux plaques 337 et 338 disposées perpendiculairement à la paroi latérale 303, la plaque supérieure 337 se situant sensiblement au quart de la hauteur de ladite paroi 303 et la plaque inférieure 338, au tiers de la hauteur de cette paroi. Ces plaques fixes 337 et 338 présentent chacune une perforation centrale pour le passage de l'arbre 317, ainsi que des ouvertures pour le transfert du maïs d'un bloc au bloc inférieur.

En outre, sont ménagées dans la paroi latérale 303 des entrées et sorties du fluide de séchage, le chiffre de référence 339 désignant l'entrée dans la section A1, le chiffre 340, l'entrée dans la section A2, le chiffre 341, la sortie de la section A2, et le chiffre 342, la sortie de la section A3.

Des foyers ou échangeurs 310 sont placés, d'une part, entre la sortie 342 de la section A3 et l'entrée 340 de la section A2, et, d'autre part, entre la sortie 341 de la section A2 et l'entrée 339 de la section A1.

Il est possible d'ajouter du fluide frais extérieur au niveau des foyers ou échangeurs, de façon à éviter que le taux de saturation en humidité du fluide de séchage ne devienne pas trop élevé.

A l'intérieur de l'enveloppe 302, sont logés différents plateaux 318a, à 318f, qui sont analogues au plateau 18 du dispositif de la figure 1. Le plateau 318a est disposé dans la région A1 ; les plateaux 318b, 318c et 318d sont disposés dans la région A2 ; quant aux plateaux restants 318e et 318f, ils sont disposés dans la région A3.

A chaque plateau se trouve bien entendu associé un ensemble de pales disposées au-dessus de lui, un tel ensemble étant identique à celui décrit en référence à la figure 1. Pour ne pas surcharger le dessin, ces pales n'ont pas été représentées sur la figure 7.

Si donc l'on imagine les ensembles de pales installés sur l'arbre 317, on voit que l'on a constitué un bloc de séchage supérieur (pré-séchage) B1 à un étage, un bloc de séchage intermédiaire B2 comportant trois étages, et un bloc inférieur B3, dont on verra qu'il s'agit d'un bloc de refroidissement après le séchage. Le dispositif de la figure 7 illustre donc un aménagement possible du principe qui est à la base de l'invention.

On décrira maintenant le fonctionnement du dispositif de la figure 7 en référence à l'exemple du maïs.

En ce qui concerne le maïs, le taux d'humidité à la récolte peut varier de 30 à 40% (soit de 0,428 à 0,666 kg d'eau/kg de matière sèche). La législation impose de réduire ce taux d'humidité à 15% (soit à 0,176 kg d'eau/kg de matière sèche).

Le maïs froid et humide, ou ayant subi un éventuel préchauffage, est introduit en haut de l'appareil par la trémie 334 et la gaine 333 dans la région A1 où il progresse comme cela a été décrit précédemment jusqu'à ce qu'il soit déversé dans un goulotte analogue à la goulotte 27 décrite en référence à la figure 1, et qui traverse la plaque 337.

Ensuite, le cheminement du maïs subit le même cycle séchage-ressuage-déversement sur le plateau de l'étage inférieur-ressuage, dans le bloc B2, puis après avoir traversé la plaque 338 par le même système de goulotte que précédemment, le cheminement se répète de façon analogue dans le bloc B3 jusqu'à l'évacuation des grains.

Dans ce cas particulier, le fluide de traitement utilisé pour créer les lits fluidisés est l'air atmosphérique. Cet air est introduit à la température ambiante au bas de l'appareil où il est utilisé pour effectuer le refroidissement des grains sur les deux étages du bloc B3. Pendant cette période de refroidissement, on utilise la chaleur sensible du maïs pour terminer l'opération de séchage et relever la température de l'air. La circulation de l'air à l'intérieur de l'appareil est réalisée par un (ou plusieurs) ventilateur(s) suivant les constructions. A titre d'exemple, la perte de charge d'un lit de grains d'une hauteur de 50 cm est d'environ 408 mm de colonne d'eau (4001, 11 Pa).

Cet air est ensuite dirigé vers le foyer 310 associé à la région A3, où l'on augmente sa température avant de le diriger vers les étages du bloc B2. La consigne de température à la sortie du foyer 310 dépend de la température maximale admissible dans la couche de grains à la sortie du dernier étage du bloc B2. Cette dernière, fixée à environ 90°C dans le cas maïs, dépend elle-même du débit de matière sèche.

A la sortie du bloc B2, l'air encore chaud est envoyé vers la source de chaleur 310 et sa température est à nouveau augmentée avant l'entrée dans le bloc B1. Pour les mêmes raisons que précédemment et, afin

d'atteindre une température maximale admissible de la couche de grains à la sortie du bloc B1 (120°C environ), la consigne de température en sortie du foyer 310 varie en fonction des hauteurs de couches.

Les deux températures citées ci-dessus sont des températures particulièrement adaptées au séchage du maïs. Elles permettent d'effectuer le séchage des grains avec un faible taux de dégradation des protéines. L'amélioration des qualités du produit séché est très importante ; elle conditionne la qualité des produits issus des industries de transformation (aliments pour bétail, semoule, riz, distilleries, amidonneries, etc).

A la sortie du bloc B1, l'air encore chaud et humide est dirigé vers le système de dépoussiérage 330 (cyclone), permettant la récupération des poussières et follicules qui trouvent des débouchés dans différentes industries, comme celles de l'alimentation pour bétail et les industries chimiques.

Le premier plateau du sommet de l'étage 1 peut avantageusement être équipé d'un dispositif permettant d'éliminer les rafles flottant à la surface du lit fluidisé de maïs.

La présence d'un système de dépoussiérage permet donc avantageusement de récupérer les déchets emportés par le courant gazeux. Ces déchets se détachent du produit traité le plus souvent au début de l'opération et leur évacuation est facilitée par l'utilisation du procédé de mise en suspension des particules. Cette possibilité d'évacuer une grande partie des déchets au début du traitement permet de réduire les risques d'incendie par encrassage de l'ensemble de l'appareil.

En ce qui concerne le temps de séjour du maïs dans le dispositif qui vient d'être décrit, il dépend de l'humidité initiale des grains et de la température de traitement choisi. Dans le cas du maïs, il se situe entre environ 66 et 96 minutes pour une variation d'humidité initiale de 30% à 40% et une température moyenne de traitement d'environ 100°C. Le temps de séjour par étage peut varier de 11 à 16 minutes. Pour le séchage du maïs, la vitesse de rotation de l'axe central 317 peut varier de préférence de 0,09 à 0,0625 tours par minute.

On remarquera également que l'on peut compléter le dispositif de la figure 7 par exemple par un système de détermination de l'humidité des grains en continu, utilisant par exemple le principe de la mesure par infra-rouge. Par ailleurs, l'automatisation complète du séchoir est facilitée par le réglage de la vitesse de rotation des pales.

La conception d'un appareil de ce type peut également être adaptée sans difficulté au séchage d'autres céréales que le maïs.

Si l'on se réfère maintenant à la figure 8, on voit que l'on a représenté par 401, dans son ensemble, un deuxième dispositif pour le séchage du maïs, qui comporte trois étages de traitement comme le dispositif 101, la structure de ces étages différant de celle décrite précédemment en référence aux dispositifs 101 et 301 par le fait qu'elle conduit à un déplacement rectiligne et non plus circulaire des grains sur chaque étage.

Le dispositif 401 présente une section rectangulaire. Il comporte une partie centrale 450 de section rectangulaire et deux parties latérales 451 rapportées sur la partie centrale, le long de ses parois de plus petite largeur. La partie centrale 450 constitue la partie de séchage et les parties latérales 451, celles de ressuage et de transfert du produit d'un étage à l'étage inférieur.

Ainsi, la partie centrale 450 comporte intérieurement trois plateaux perforés fixes 421a à 421c pouvant être disposés à égale distance l'un de l'autre, perpendiculairement à l'axe du dispositif 401. Elle est fermée par une plaque de fond 404 et une plaque-couvercle 405, toutes deux perpendiculaires à l'axe dudit dispositif 401.

Comme dans le mode de réalisation précédent, la dimension des perforations 424 des plateaux 421a à 421c est choisie en fonction de la taille des particules à sécher.

Sur chaque plateau 421a à 421c, est susceptible de se déplacer, perpendiculairement à celui-ci, une pale 453. Par ailleurs, au-dessus de chaque plateau 421a à 421c, et de part et d'autre de celui-ci, est ménagée, sur toute la largeur de la paroi latérale correspondante délimitant la partie 450, une ouverture rectangulaire 454. La pale 453 présente une hauteur telle qu'elle peut lorsqu'elle est appliquée contre l'une ou l'autre de ces parois latérales, obturer la totalité de chacune des ouvertures 454. La pale 453 est susceptible de racler la totalité du grain se trouvant sur le plateau pour le transporter d'une extrémité à une autre entre les deux ouvertures 454.

Les parties latérales 451 servent de support à des trémies, à raison de deux par étage, celles situées à gauche sur la figure 8 portant le chiffre de référence 455 et celles situées à droite, le chiffre de référence 456. Chaque extrémité comporte un fond 455a ou 456a occupant tout l'espace de la partie 451 correspondante, dans le plan du plateau 421 associé et étant monté mobile de façon à pouvoir subir une translation vers l'extérieur à l'opposé du plateau 421.

Par ailleurs, dans chaque trémie 455 ou 456, est susceptible de se déplacer, perpendiculairement au fond 455a ou 456a, une pale, 457 ou 458 suivant qu'elle équipe la trémie 455 ou la trémie 456, s'étendant sur toute la largeur de la partie 451 correspondante. Les pales 457 et 458 présentent une plus grande hauteur que les pales 453.

Dans une des parois latérales de plus grande largeur de la partie 450, sont ménagées des ouvertures 406 et 411, qui constituent les équivalents des ouvertures 6 et 11 du dispositif 1 de la figure 1 pour l'arrivée et la sortie de l'air de création des lits fluidifiés, les gaines d'amenée et d'extraction (non représentées sur la figure 8) pouvant comporter des moyens analogues aux moyens 10 de l'appareil 1.

Le fonctionnement de l'appareil 401 qui vient d'être décrit est le suivant (figures 9A à 9D).

Si l'étude du fonctionnement de l'appareil commence par le remplissage de la trémie 455 de gauche la séquence de fonctionnement d'un étage de traitement est la suivante :

Situation initiale des pales :

- la pale 457 de la trémie de gauche 455 est contre la paroi extérieure de la partie 451 correspondante;
- la pale centrale 453 ferme l'ouverture 454 de ladite trémie 455; et
- la pale 458 de la trémie de droite 456 ferme l'ouverture 454 de cette trémie 456 (Fig 9A).

Opération 1

On remplit la trémie de gauche avec un premier lot de maïs.

Opération 2

- La pale centrale 453 se déplace latéralement le long du plateau 421 en direction de l'ouverture 454 opposée, tandis que la pale 458 de la trémie de droite 456 se déplace vers la paroi extérieure de la partie 451 et que la pale 457 de la trémie de gauche 455 vient fermer l'ouverture 454 d'accès au plateau 421 (Fig 9B).

Opération 3

- Pendant la période de séchage du lot de maïs de la trémie de gauche 455, le fond 455a de cette même trémie 455 s'ouvre. Parallèlement le remplissage de la trémie de droite 456 s'effectue (Fig 9C).

Opération 4

- A la fin de la période de séchage, le même procédé se réalise en sens inverse et lors du retour de la pale centrale 453 vers l'ouverture de gauche 454, la couche de grain situé du côté gauche de la pale centrale 453 tombe par gravité dans la trémie inférieure gauche, tandis que le grain contenu dans la trémie de droite 456 s'installe sur le plateau 421 (Fig 9D).

Opération 5

- La pale 458 de la trémie de droite 456 ferme l'ouverture 454 pour la durée de la période de séchage. Le fond de la trémie de gauche se referme et un nouveau remplissage est possible.

Etant donné que le remplissage et la vidange des deux trémies latérales s'effectuent alternativement, le temps total de séjour par étage (temps de séchage sur le plateau 421 plus temps de repos (c'est-à-dire de ressuage) doit être identique pour tous les étages. Toutefois, il est possible de répartir le temps de séjour par étage en des temps de repos et de fluidisation différents pour chaque étage dans la mesure où la somme de ceux-ci peut rester constante pendant toute la durée de ce régime permanent établi.

Sur la figure 10, on a représenté un appareil de séchage du maïs 501 qui présente la même structure d'ensemble que l'appareil 301, les étages de traitement étant réalisés comme ceux de l'appareil 401. On ne reprendra pas dans le détail la description de l'appareil 501 en raison des points communs aux deux appareils précédemment décrits. Sur la figure 10, les chiffres de référence utilisés sont supérieurs de 200 ou de 100 à ceux utilisés pour désigner les éléments analogues des appareils respectivement 301 et 401.

Deux canalisations extérieures 560 débouchant en 559 dans la partie centrale 550 relient deux zones adjacentes A1-A2 et A2-A3. Dans ces canalisations sont disposés les organes 510 analogues aux organes 10 et 410 des appareils 1 et 401 précédemment décrits.

Les paramètres qui régissent le fonctionnement des séchoirs selon l'invention sont donnés ci-dessous, les valeurs étant données à titre d'exemple.

- Le diamètre de la colonne conditionne le débit d'air qui pour le maïs doit correspondre à une vitesse en fût vide de 1,9 m/s. Ainsi, pour un diamètre de 1 mètre, le débit d'air nécessaire est d'environ 4800 kg/heure.

- Le débit de matière séchée aux normes (15% d'humidité) en sortie du séchoir dépend du diamètre de la colonne, de l'humidité initiale du produit, de la hauteur des couches de grains et de la cinétique de séchage qui détermine le temps de séjour. Pour un diamètre de colonne de 1 mètre et une cinétique de séchage telle qu'indiquée plus loin, les variations sur les débits de matière sont les suivantes :

hauteur de couches en cm	humidité initiale en %	débit de matière séchée à 15% en kg/h
20	40	390
20	30	760
50	40	980
50	30	1900

- Les températures de traitement du produit qui déterminent la cinétique de séchage sont choisies de façon à obtenir un produit séché dont les qualités alimentaires sont préservées. Dans ce but, les températures d'air en sortie des foyers 310 ou 510 sont réglées en fonction du débit de matière sèche. Ainsi, la première partie du

séchage (de 30 à 20% par exemple) est réalisée à partir de la température d'entrée du maïs (soit 20°C) jusqu'à ce que la température de la couche atteigne 120°C. De 20 à 15% d'humidité, la température de la couche est maintenue entre 80 et 90°C, température à laquelle le taux de dégradation des protéines reste faible.

5

Exemples de températures à la sortie
des foyers 310 ou 410

10

Débit de matière séchée à 15% en kg/h	Température du foyer inférieur	Température du foyer supérieur
760	105°C	160°C
1900	120°C	250°C

15

20

Les températures des foyers varient en fonction du rapport débit d'air/débit de grain.

25

Revendications

30

1 - Procédé pour le séchage d'une matière se présentant sous forme divisée et capable d'être séchée en profondeur, par mise en contact de ladite matière en lit fluidisé avec un fluide chaud de séchage en courant ascendant, caractérisé par le fait qu'il comporte des alternances d'étapes de séchage et de ressuage de la matière en cours de traitement, le ressuage impliquant une absence de circulation du fluide de séchage autour des grains.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on règle les temps de séchage et de ressuage tout au cours du procédé en fonction du degré d'humidité de la matière à sécher.

35

3 - Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait qu'on effectue le transport de la matière à sécher par des moyens autres que le fluide de séchage, notamment par des moyens mécaniques permettant la division en secteurs cloisonnés dans le but d'éviter le mélange axial des particules.

40

4 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins un étage de traitement et, de préférence, une pluralité de tels étages superposés.

5 - Procédé selon la revendication 4, comportant plusieurs étages de traitement, caractérisé par le fait qu'on utilise un même flux de fluide de séchage.

6 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait que la superficie des étages varie en fonction du rapport entre temps de séchage et temps de ressuage.

45

7 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que le transfert de la matière à sécher d'un étage à l'autre s'effectue en dehors de la zone de fluidisation.

8 - Procédé selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé par le fait qu'on modifie la température du fluide de séchage entre différents blocs de traitement comportant chacun au moins un étage de traitement.

50

9 - Procédé selon la revendication 8, caractérisé par le fait qu'on constitue un bloc supérieur comportant un étage de pré-séchage, au moins un bloc intermédiaire comportant une pluralité d'étages de séchage et un bloc inférieur comportant au moins un étage de refroidissement de la matière en fin de séchage.

55

10 - Procédé selon la revendication 9, caractérisé par le fait qu'on débarrasse la matière à sécher des rafles et autres déchets légers entraînés à la surface libre du lit fluidisé dans l'étage supérieur de pré-séchage avant recyclage éventuel.

11 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que, pour une installation donnée et pour des caractéristiques identiques de chauffage du fluide de séchage, on règle la vitesse de transport, dans chaque étage, de la matière à sécher, selon le degré d'humidité de cette dernière.

60

12 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que, pour une installation donnée et pour des caractéristiques identiques de vitesse de transport de la matière à sécher, on fait varier les caractéristiques de chauffage.

65

13 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé par le fait qu'on contrôle le taux d'humidité de la matière à sécher en différents points de manière à modifier au besoin les conditions de séchage-ressuage par la vitesse de transport de la matière à sécher et/ou la température du fluide de séchage.

14 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé par le fait que la matière à sécher est choisie parmi les produits dont la cinétique de séchage est limitée par la diffusion interne de l'eau.

15 - Appareillage pour la mise en oeuvre du procédé tel que défini à l'une des revendications 1 à 14, caractérisé par le fait qu'il comporte:

- une enveloppe extérieure cylindrique (2 ; 302) d'axe vertical dans laquelle est monté au moins un plateau circulaire horizontal fixe (18a à 18c ; 118 ; 218 ; 318a à 318f) pour constituer la limite inférieure d'un étage de lit fluidisé, un arbre (17 ; 317) susceptible de pivoter sur lui-même étant monté selon cet axe, ledit arbre (17 ; 317) comportant autant de séries de pales radiales (28) qu'il y a de plateaux (18a à 18c ; 118 ; 218 ; 318a à 318f), lesdites pales (28), qui délimitent des compartiments pour la matière à sécher assurant le déplacement de la matière se trouvant sur ledit plateau, chaque plateau comportant une partie perforée (21 ; 121 ; 221) correspondant à la zone de passage du fluide de séchage, une partie fermée (22 ; 122 ; 222) correspondant à une zone de ressuage et une partie ouverte (23 ; 123 ; 223), la matière à sécher arrivant sur un plateau sur une section de sa partie fermée et passant ensuite sur une partie perforée, puis sur une section fermée pour le ressuage, ou alternativement sur plusieurs parties perforées et fermées et étant, en fin de parcours, déversée par sa partie ouverte; 5
- un moyen pour provoquer le déplacement en rotation de l'arbre; et 10
- un moyen pour transporter le fluide de traitement dans le sens ascendant. 15

16 - Appareillage selon la revendication 15, caractérisé par le fait que chaque plateau (18a à 18c ; 118) comporte une partie principale perforée (21 ; 121) d'un seul tenant, occupant une fraction variable de la surface du plateau, la partie ouverte (23 ; 123) étant insérée dans la partie fermée restante (22a, 22b ; 222a, 222b). 20

17 - Appareillage selon la revendication 15, caractérisé par le fait que chaque plateau (218) comporte une alternance de régions perforées (221a, 221b) et de régions fermées (222a, 222b, 222c), la partie ouverte (223) étant insérée dans une région fermée.

18 - Appareillage selon l'une des revendications 15 à 17, caractérisé par le fait que chaque plateau (18a à 18c ; 118 ; 218 ; 318a à 318f) peut être considéré comme étant divisé en secteurs identiques, la partie ouverte (23, 123, 223) correspondant à un secteur, le nombre de pales (28) associées à un plateau étant égal au nombre de secteurs. 25

19 - Appareillage pour la mise en oeuvre du procédé tel que défini à l'une des revendications 1 à 14, caractérisé par le fait qu'il comporte: 30

- une enveloppe parallélépipédique d'axe vertical dans laquelle est monté au moins un plateau horizontal perforé (421a à 421c ; 521a à 521f) devant constituer la limite inférieure d'un étage de lit fluidisé, une pale (453 ; 553) étant susceptible de se déplacer perpendiculairement audit plateau d'une extrémité à l'autre de celui-ci en fermant ou en ouvrant selon qu'elle se trouve dans l'une ou l'autre de ses positions d'extrémité, une ouverture (454 ; 455) pratiquée dans la paroi de l'enveloppe au-dessus dudit plateau, deux trémies latérales externes (455, 555 ; 456, 556) étant associées à chaque plateau, chaque trémie étant délimitée par une paroi extérieure commune à l'ensemble de l'appareillage (401 ; 501) et par un fond (455a, 456a ; 555a, 556a) situé dans le même plan que ledit plateau et susceptible d'occuper une position adjacente à celui-ci pour le remplissage de la trémie et le ressuage de son contenu ou une position décalée vers l'extérieur pour le déversement du contenu de la trémie à l'étage inférieur, une pale (457, 458 ; 557, 558) perpendiculaire au fond de chaque trémie étant montée déplaçable en translation entre ladite paroi extérieure et la paroi de l'enveloppe comportant l'ouverture précitée et étant capable de fermer cette ouverture dans sa position extrême correspondante; 35
- un moyen de déplacement en translation des pales (453, 457, 458 ; 553, 557, 558) et des fonds (455a, 456a ; 555a, 556a) des trémies; et 40
- un moyen pour transporter le fluide de traitement dans le sens ascendant selon un flux unique. 45

20 - Appareillage selon l'une des revendications 15 à 19, caractérisé par le fait que les étages sont disposés selon des blocs (B1, B2, B3) d'au moins un étage, ces blocs étant séparés par des plaques (338 ; 538) laissant passer la matière à sécher, le fluide de séchage communiquant d'un bloc à l'autre par une canalisation extérieure (560) dans laquelle se situe un organe du type foyer ou échangeur de chaleur (310 ; 510) destiné à modifier la température du fluide de séchage. 50

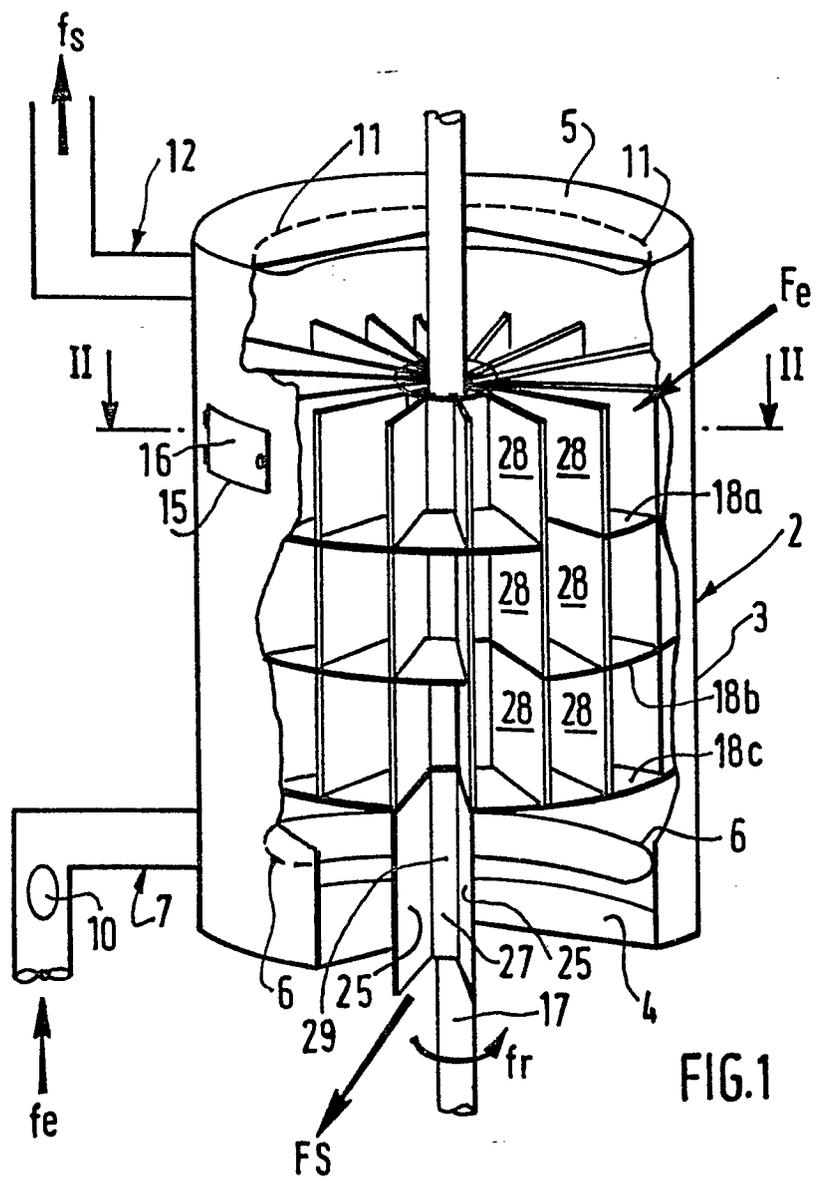
21 - Appareillage selon l'une des revendications 15 à 20, caractérisé par le fait qu'il comporte un organe de dépoussiérage de type cyclone (330 ; 530) disposé sur la sortie (312 ; 512) du fluide de séchage.

22 - Appareillage selon l'une des revendications 15 à 21, caractérisé par le fait que l'enveloppe (2 ; 302) comporte au moins une trappe de visite (15). 55

60

65

0277046



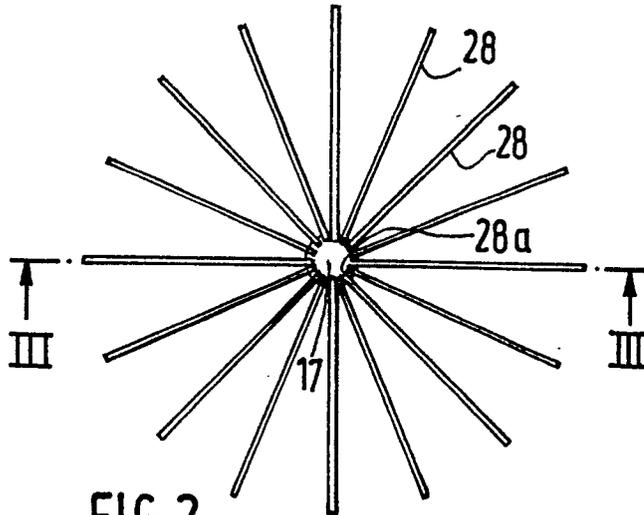


FIG. 2

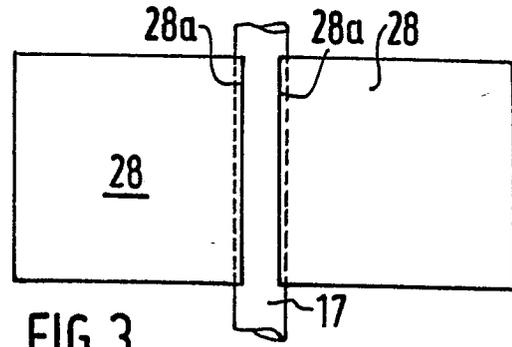


FIG. 3

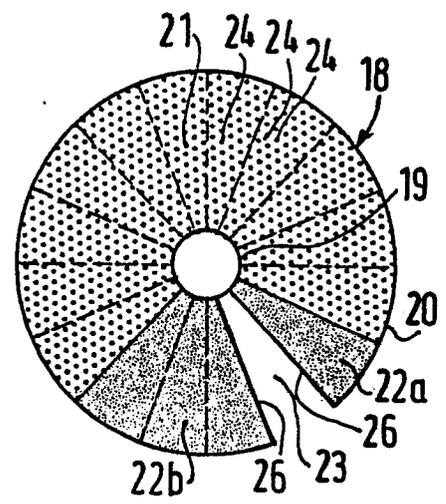


FIG. 4

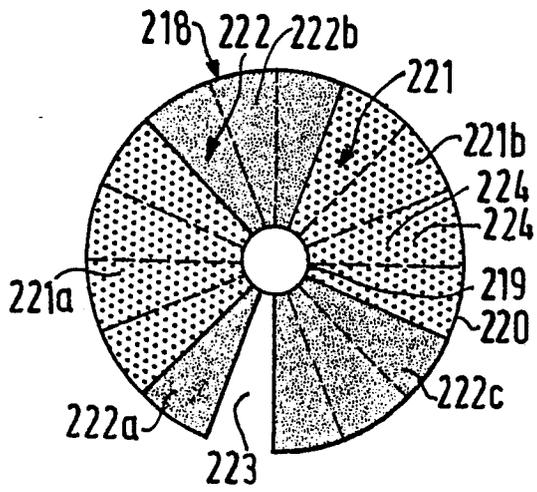


FIG. 6

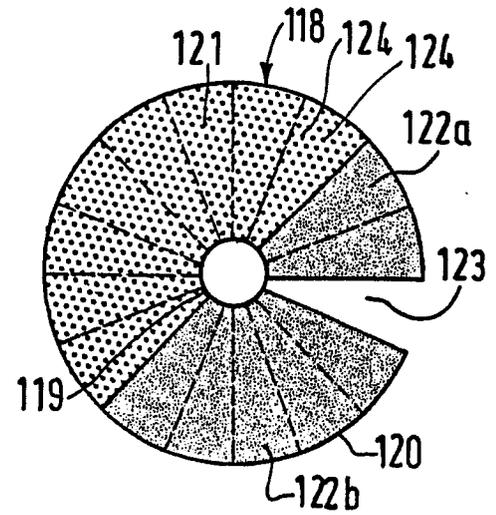


FIG. 5

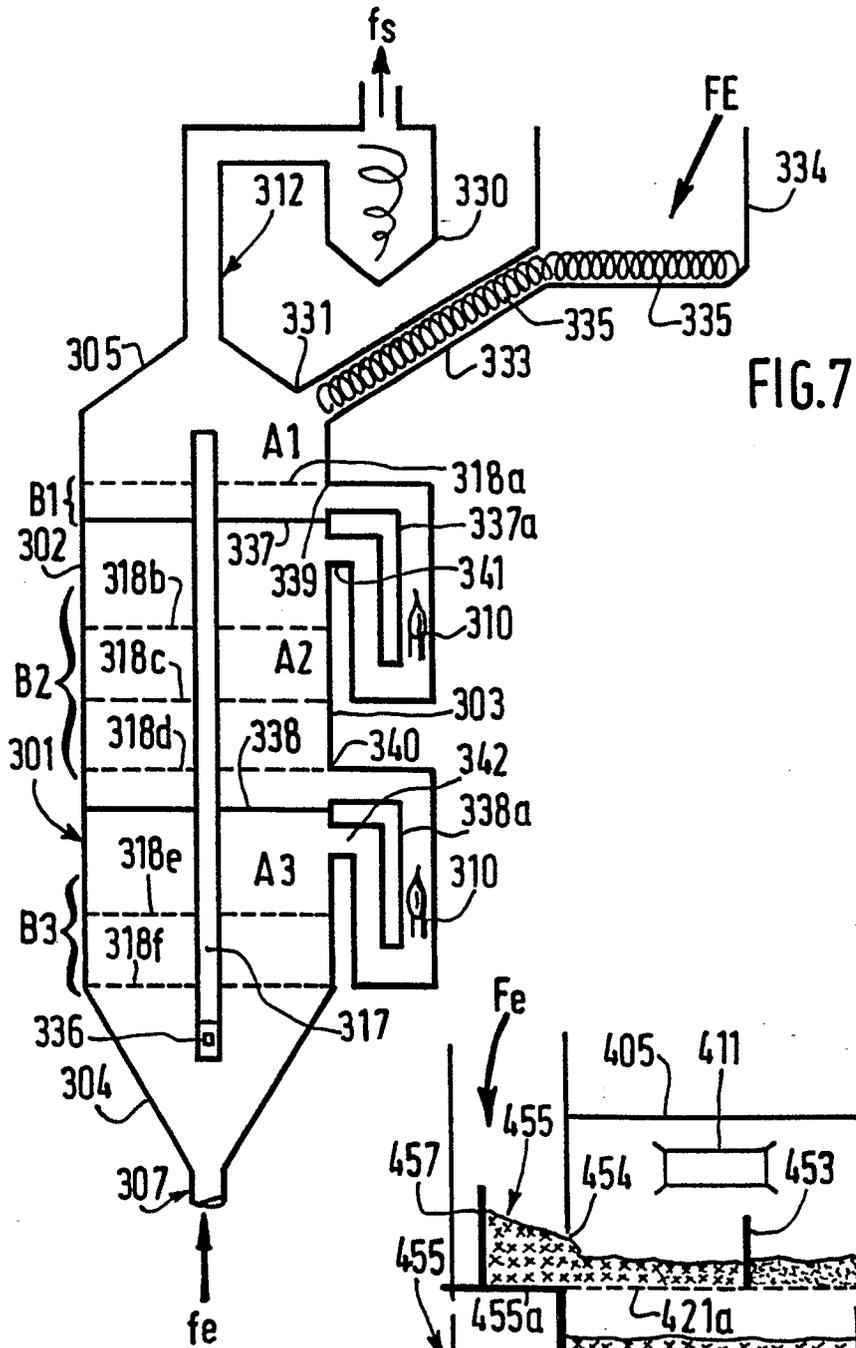


FIG. 7

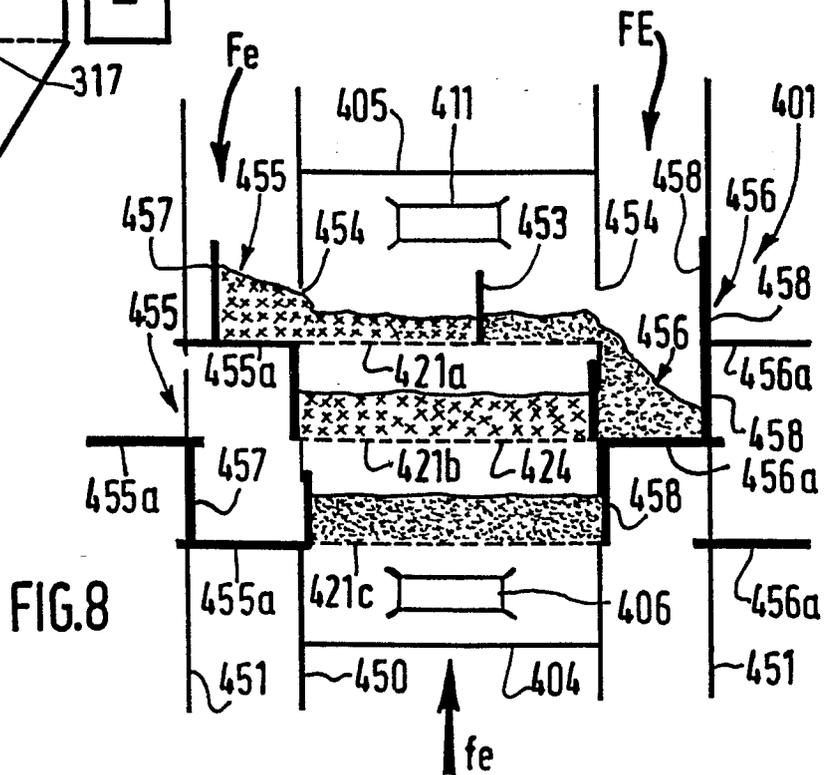
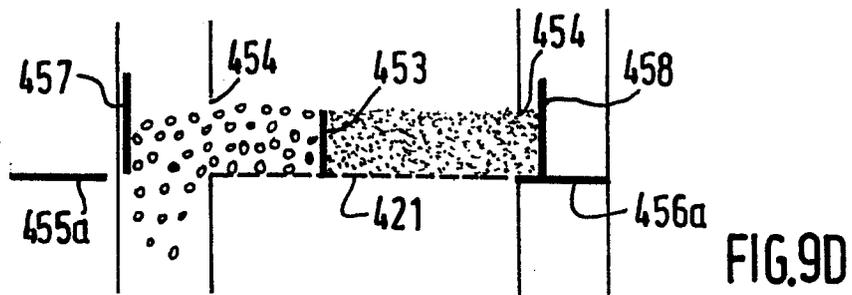
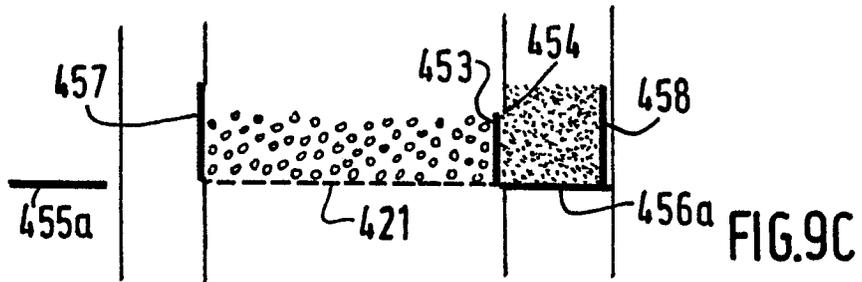
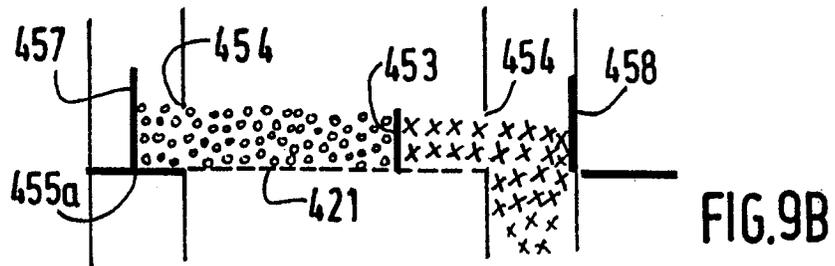
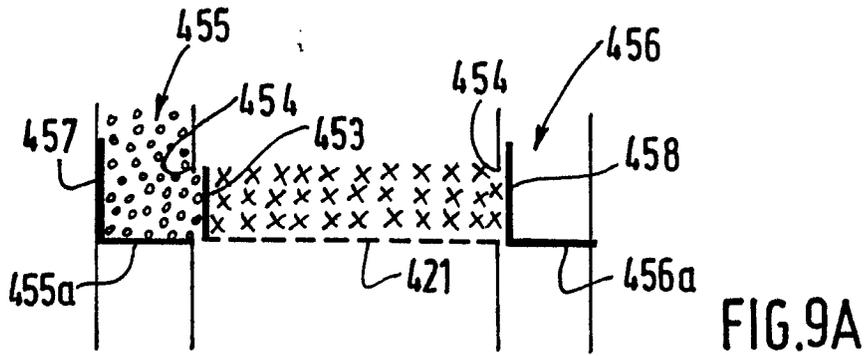
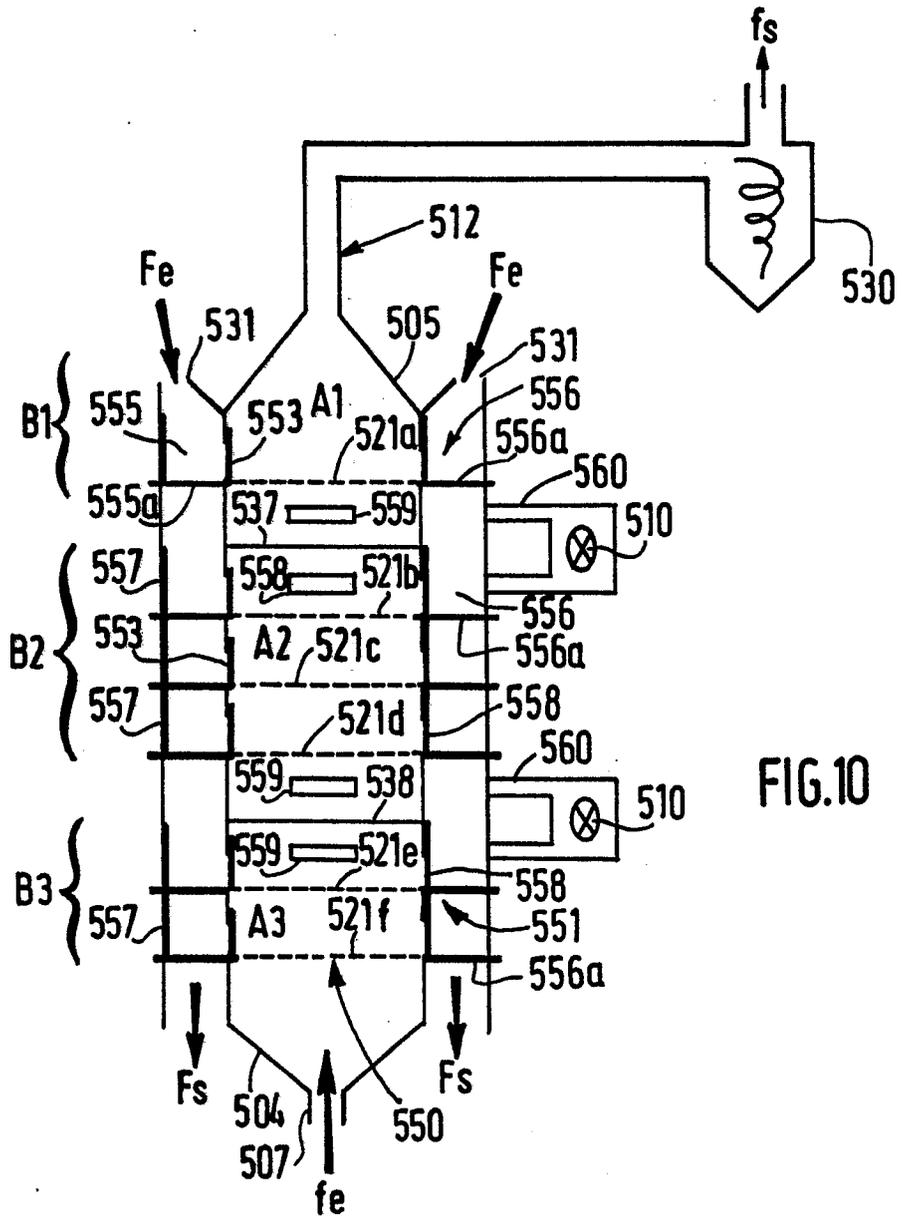


FIG. 8

0277046



0277046





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	FR-A-2 430 582 (KISHINEVSKY POLITEKHNICHESKY INSTITUT IMENI S. LAZO) * Page 7, lignes 4-16; figures 1,3 * -----	1	F 26 B 3/08 F 26 B 17/22
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			F 26 B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07-04-1988	Examineur PESCHEL G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			