

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②①

N° 81 11591

⑤④ Procédé d'extraction des matières solubles des cannes à sucre et appareil de mise en œuvre.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). C 13 D 1/00.

②② Date de dépôt..... 12 juin 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 50 du 17-12-1982.

⑦① Déposant : BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES, établissement public à
caractère industriel et commercial, résidant en France.

⑦② Invention de : Maxime Rivière.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : A. M. Blain,
22, av. de l'Opéra, 75001 Paris.

2507621

L'invention se rapporte à un procédé d'extraction des matières solubles des cannes à sucre et aux moyens de mise en oeuvre en vue de réduire les puissances consommées par les moyens utilisés et d'obtenir le degré d'extraction voulu sans
5 accroître la durée des opérations.

L'extraction du jus contenant les matières solubles des cannes à sucre, et en particulier la saccharose qui représente environ 87 % des matières solubles, est traditionnellement réalisée par pression au moyen de batteries de moulins à cannes.

10 Afin d'améliorer l'efficacité de cette méthode on fait appel à un processus d'imbibition consistant à arroser le résidu des matières ligneuses, ou bagasse, provenant de l'extraction du jus au moyen d'un moulin à cannes, occupant le rang (N-1) dans une batterie de moulins, avec le jus extrait
15 par le moulin de rang (N+1) avant de soumettre ce résidu à la pression du moulin de rang N.

Cette méthode a l'inconvénient d'être coûteuse car les moulins à cannes mettent en jeu des pressions très élevées, ce qui aboutit à une consommation d'énergie considérable. Cette
20 consommation ne fait qu'accroître le coût du produit traité tout en faisant appel à un matériel lourd et coûteux alors que l'efficacité du mélange du jus retenu par la bagasse en utilisant le solvant, c'est-à-dire l'eau ou le jus nécessaire au processus d'imbibition n'est que de l'ordre de 35 % suivant
25 le critère de Murphee.

Par ailleurs on a cherché à réduire ces inconvénients en augmentant la puissance des appareils de préparation qui précèdent les moulins. Ces appareils de préparation (coupe cannes et broyeurs à marteaux) sont destinés à obtenir par éclatement
30 du tissu des cannes un pourcentage de cellules ouvertes de l'ordre de 90 % permettant ainsi une récupération équivalente du jus sucré et disponible alors par simple lixiviation.

Afin de récupérer le maximum de jus on a tenté de se rapprocher du processus d'extraction des matières solubles contenues dans le jus des betteraves et qui consiste à faire
35 diffuser le jus sucré par osmose à travers les parois des cellules végétales des cossettes de betterave en utilisant des appareils diffuseurs de grandes dimensions. Cependant ces appareils qui permettent un temps de séjour prolongé des cossettes ne sont pas du tout adaptés aux cannes à sucre. On se

contente donc de faire percoler du jus de plus en plus dilué sur une couche épaisse de bagasse disposée sur une surface poreuse.

L'expérience montre cependant que cette méthode n'est guère plus efficace que celle des batteries de moulins, car l'efficacité de séparation jus sucré-bagasse étant moindre on est conduit à utiliser un nombre d'étages d'extraction beaucoup plus élevé.

Etant donné que le temps de séjour prolongé de la bagasse dans les appareils : de l'ordre de 30 à 60 minutes entraîne une coloration du jus il était nécessaire de trouver une méthode permettant d'améliorer l'extraction du jus de canne en diminuant à la fois le nombre d'étages de séparation et la durée des opérations en vue de diminuer la consommation d'énergie et d'éviter la coloration du jus.

Ainsi, l'objet de l'invention est un procédé d'extraction des matières solubles de cannes à sucre en vue d'accroître le pourcentage du jus extrait de la canne tout en réduisant le nombre d'étages de traitement et la durée des opérations après éclatement du tissu des cannes, caractérisé en ce que l'on met la bagasse en suspension dans un excès de solvant eau ou jus, cet excès correspondant à un poids du jus de l'ordre d'au moins 10 fois le poids de la bagasse et en ce que l'on procède à une agitation rapide et violente du mélange, de courte durée.

L'expérience montre alors que cet excès de liquide accélère de façon considérable l'extraction et que le rendement atteint des valeurs encore jamais atteintes dès que l'excès est de l'ordre de 10 fois le poids de la bagasse et que la mise en présence de la bagasse et du solvant en excès s'effectue avec agitation intense du mélange.

Ainsi contrairement aux procédés de l'art antérieur selon lesquels l'extraction du jus sucré de la bagasse s'effectuait toujours par imbibition de celle-ci pratiquement en milieu solide et par simple percolation, on procède avec un excès de liquide de l'ordre d'au moins dix fois le poids de la bagasse avec agitation intense du mélange pendant une courte période.

Une autre caractéristique de l'invention est de procéder après chaque phase d'agitation du mélange intime fragments de bagasse, solvant ou excès à la séparation solide liquide

par circulation du solide vers l'étage aval de l'appareillage en utilisant un tamis incliné dont le vide des mailles est de l'ordre de 50 à 70 % de la surface du panneau tamiseur.

Un avantage important de cette caractéristique est de permettre la constitution d'une cellule d'extraction par échange avec rendement maximum d'extraction du jus sucré, cette cellule permettant une agitation rapide et intense des fragments de bagasse et d'excès de solvant, puis un entraînement par lixiviation des matières solubles et une séparation des phases solide-liquide, chaque cellule pouvant être ainsi soit associée seule à une suite de cellules identiques soit combinée à des éléments séparateurs solide-liquide et insérée dans une suite de telles cellules composites pour accroître la rapidité d'extraction ainsi que pour accroître la siccité de la bagasse, en vue d'obtenir une bagasse susceptible d'être utilisée comme combustible.

Un autre objet de l'invention est un appareil de mise en oeuvre du procédé ainsi défini comprenant un tamis incliné fait d'une toile souple à mailles pratiquement non colmatables un dispositif d'alimentation et un bac caractérisé en ce qu'il comporte dans sa partie amont un plan incliné (1) d'alimentation en bagasse et un rotor (2) pourvu d'éléments radiaux (16) tournant dans un sens tel que la bagasse tend à s'accumuler en amont par l'action desdits éléments et à être projetée par dessus le rotor sur un second plan incliné (3), de sens d'inclinaison différent du premier et dirigé vers un écran (7) sensiblement perpendiculaire au premier plan incliné (1), la partie amont dudit second plan incliné comportant un collecteur de solvant eau ou jus sous pression (4) pourvu de tuyères (5) dirigées vers ledit écran (7), un tamis (6) s'étendant dudit écran (7) jusqu'à un second rotor (8) servant à l'évacuation des produits solides.

Un tel appareil se prête ainsi aisément à la formation d'une cellule d'extraction au sein d'une suite de cellules semblables. Il suffit en effet d'alimenter le collecteur de la cellule définie ci-dessus par le liquide contenu dans son bac au moyen d'une pompe et de déverser dans ce bac de rang n le mélange contenu dans le bac de rang $(n+1)$ de la cellule adjacente aval. Le mélange : jus provenant du tamis (9) et du solvant provenant du bac de rang $(n+1)$ est transmis au bac

amont de rang (n-1). La bagasse circule ainsi d'amont en aval et le solvant à contre courant.

Sous l'effet de la pompe les fragments de la bagasse alimentés par le rotor (2) sur le plan incliné (3) sont entraînés et 5 projetés violemment contre l'écran (7) par l'eau ou le jus sortant des tuyères (5) sous pression. On réalise ainsi une agitation intense avec excès de solvant le mélange tourbillonnaire s'écoulant ensuite simplement sur le tamis (6) en permettant à la bagasse de s'égoutter dans la région inférieure 10 du tamis en amont du rotor (8) de telle sorte que l'on réalise un contact intime entre le solvant et les cellules ouvertes de la bagasse. La durée relativement courte des opérations de lavage et d'égouttage n'entraîne aucun des inconvénients rencontrés avec les appareils antérieurs.

15 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description suivante faite en référence aux dessins annexés qui représentent à titre d'exemple non limitatif un mode de réalisation d'un moyen de mise en oeuvre de la méthode objet de l'invention et trois exemples d'applica- 20 tions.

Sur les dessins :

La figure 1 représente une cellule d'extraction du jus par lixiviation conforme à l'invention,

La figure 2 est une représentation schématique de la cellule de lixiviation représentée figure 1, 25

La figure 3 une batterie de telles cellules simples,

La figure 4 une cellule composite d'échangeur dont l'élément annexé à la cellule de lixiviation est un séparateur du type presse à bande ou un moulin,

30 La figure 5 est un exemple d'échangeur à trois étages à éléments composite de cellule de lixiviation et de moulins,

La figure 6 est un exemple de batterie de cellules de lixiviation associées à des presses et à un moulin et,

La figure 7 un exemple du dernier étage d'une batterie 35 dont la cellule est associée à des presses et à un moulin.

Le lavage efficace de la canne broyée ou de la bagasse s'effectue dès que la canne a été convenablement traitée par tous appareils de type connus : coupe-cannes ou broyeurs à marteaux pour faire éclater le tissu ligneux et provoquer 40 l'ouverture des cellules. A cet effet et contrairement aux

méthodes antérieures, le contact intime entre le jus à extraire et le jus de lavage s'effectue par la mise en suspension de la bagasse dans un excès de solvant eau ou jus de l'ordre de dix fois le poids de la bagasse et en accélérant le transfert du jus par une agitation à la fois violente et de courte durée. Puis au cours d'une seconde phase on fait suivre la période rapide de mise en contact avec forte agitation par une phase de séparation entre le jus de lavage et la bagasse de beaucoup plus longue durée, la durée totale étant cependant relativement faible par rapport aux méthodes antérieures en vue d'éviter des séjours de la matière en un même lieu entraînant une coloration indésirable comme cela se rencontre dans les diffuseurs connus.

Une telle méthode permet des rendements d'extraction non encore atteints pour une consommation d'énergie moindre et peut être avantageusement mise en oeuvre par la cellule de lavage représentée figure 1.

La matière végétale (19) préalablement divisée est introduite sur le plan incliné (1) en une couche sensiblement uniforme d'épaisseur convenable. Celle-ci dépend essentiellement des produits et volumes à traiter et des appareils disponibles. Elle peut donc varier de façon importante d'une installation à l'autre. Le rotor (2) disposé à l'extrémité aval du plan (1) est muni de doigts d'entraînement (16) projetant les particules solides de bagasse à grande vitesse en les dispersant sur le plan incliné (3). Le rotor (2) tourne dans le sens de la flèche (17) sous l'action d'un moteur électrique non représenté. Une plaque de protection (18) empêche les projections de matière, celle-ci retombant avec les fragments directement entraînés vers le plan incliné (3).

Le collecteur (4), alimenté en liquide sous pression par le tuyau (13) comporte une série de tuyères (5) dont l'axe forme un angle de quelques degrés seulement avec le plan incliné (3) de telle sorte que les jets liquides obtenus se rejoignent sur le plan incliné. Ils forment une lame liquide turbulente balayant à grande vitesse toute la surface de réception des fragments projetés par le rotor (2).

Cette lame liquide s'écrase à grande vitesse sur la partie haute du tamis (6) contre un écran (7). On crée ainsi un remous dans lequel le mélange solide-liquide est violemment agité

avant de perdre sa vitesse et de s'écouler par gravité le long du tamis (6). Ce tamis est de préférence du type décrit au brevet français 1.590.563 ou en dérivant et dont l'une des propriétés est d'être pratiquement incolmatable. Ce tamis peut
5 d'ailleurs comprendre éventuellement dans des conditions particulières un dispositif contre le colmatage. Selon l'invention on choisit en outre un tamis dont le vide des mailles est élevé : de l'ordre de 50 à 70 % de la surface totale du panneau tamiseur laissant ainsi s'écouler très rapidement la plus
10 grande partie du jus.

Cet agencement permet d'abord l'entraînement à grande vitesse des fragments solides qui seraient retenus par le tamis, cette action favorisant le lavage de la matière traitée. Puis à mesure que le jus s'écoule à travers le tamis, la vitesse
15 des fragments solides diminue ce qui favorise la phase d'égouttage de plus longue durée.

Le rotor (8) disposé à la partie inférieure du tamis (6) tourne dans le même sens que le rotor (2) ce qui a pour effet de refouler les fragments qui se trouvent au bas de la couche
20 située en (20) en provoquant une augmentation de l'épaisseur de la couche jusqu'à un niveau sensiblement supérieur à l'axe du rotor. Les fragments sont entraînés comme dans le cas du rotor (2) par l'extrémité des doigts du rotor et projetés à grande vitesse vers l'aval de l'appareil. Ce rotor peut donc
25 constituer soit la sortie de l'appareil soit l'entrée d'une nouvelle cellule identique à celle qui vient d'être décrite. Cette cellule comporte en outre un tuyau d'évacuation (10) du liquide s'écoulant à travers le tamis (6). Le liquide s'écoule d'abord sur le plan incliné (9) d'où il est recueilli en aval
30 par le tuyau (10) débouchant sur le bac (11). La pompe (12) connectée à la partie inférieure du bac (11) permet le recyclage du liquide en l'envoyant sous pression par le tuyau (13) dans le collecteur (4). Un solvant eau ou jus est envoyé dans le bac par le conduit (14).

35 Cette cellule présente l'avantage de traiter rapidement et de façon profonde la matière à laver en procédant par une mise en agitation intense d'une petite fraction de matière au sein d'un important excès de liquide cette phase intervenant dès la projection des fragments arrachés par les doigts
40 (16) du rotor d'alimentation. Cette agitation et cet excès de

liquide a non seulement l'avantage d'entraîner une lixiviation intense mais encore d'éviter tout colmatage de la partie supérieure du tamis (8). En outre, en utilisant un tamis du type décrit au brevet français 1.590.563 et pourvu ou non de tous dispositifs auxiliaires, on obtient une séparation extrêmement rapide de la phase liquide dans la région amont pour toute inclinaison comprise entre 35° à 45° pour les produits considérés. L'appareil fonctionne dans sa partie aval à la fois comme diffuseur et séparateur en ce sens que le contact entre phase solide et phase liquide lors de l'égouttage est de durée relativement importante par rapport à la phase précédente. Elle permet de compléter l'extraction du jus de la matière non encore extrait lors de l'agitation intense, le rotor (8) aval retenant la matière traitée en (20) sur le tamis (6). Ce dernier est choisi pour que le vide des mailles soit important de l'ordre de 50 à 70 % de la surface du panneau tamiseur.

La durée de circulation des produits dans une cellule étant relativement courte on peut grouper ces cellules pour obtenir le degré d'extraction désirée.

On peut constituer ainsi un échangeur à étages multiples. Si la cellule représentée correspond à l'étage n, la matière est projetée par le rotor (8) vers l'étage identique (n+1). La matière (20) a sensiblement alors la même composition que celle admise en (19) sur le plan incliné (1) et provenant de l'étage (n-1) et le débit de jus retenu par les fragments solides est le même à l'entrée et à la sortie de l'étage. Le débit du liquide circulant dans la boucle fermée pompe (12) collecteur (4) tuyau (10) bac (11) est donc sensiblement constant. Lorsque l'on fait une admission de solvant au dernier étage, la circulation de ce solvant s'effectue à contre courant des matières solides, le liquide enrichi de l'étage (n+1) s'écoulant vers le bac (11) par le conduit (14), le conduit (15) amenant le mélange de jus du bac (11) vers le bac de l'étage (n-1).

La figure 2 représente schématiquement une cellule de rang n, (14) indiquant le liquide pénétrant dans la cellule, (15) le liquide sortant enrichi en produits solubles. La matière solide (19) pénètre dans la cellule (21), le solide appauvri en matières solubles pénétrant sur le tamis de l'étage (n+1).

La figure 3 représente un exemple de groupement de N cellules dans une application de lixiviation de cannes à sucre.

Après broyage dans un broyeur à marteaux, la canne broyée pénètre en (22) dans la cellule C_1 et passe d'une cellule à la suivante pour sortir finalement en (23) sous la forme d'une bagasse appauvrie débarrassée des matières solubles. L'eau est admise en (14) dans la cellule C_N , le jus sortant en (15) est admis à la cellule C_{N-1} et le jus enrichi sort en (24) de la cellule C_1 .

Le nombre d'étages d'un tel échangeur est fonction de la teneur en matières solubles de la canne, de la quantité de solvant utilisée, du taux d'extraction recherché et de l'efficacité de chaque étage. A titre d'exemple le nombre N peut, dans les conditions habituellement rencontrées dans l'industrie être compris entre 5 et 10 étages.

Lorsqu'initialement le tissu ligneux n'a pu être soumis à un traitement permettant l'éclatement d'un pourcentage de cellule suffisant on peut dans certaines conditions réduire le nombre de cellules de lavage tout en accroissant la siccité de la bagasse sortant du dernier étage en remplaçant chaque cellule de la figure 3 par la cellule composite représentée figure 4. Ceci revient à intercaler dans le circuit des solides de la figure 3 entre chaque cellule un séparateur solide-liquide (31). Ainsi dans la cellule composite de la figure 4 le solide pénètre en (19) dans une cellule (30) de même type que celle de la figure 2, sort en (21) puis est repris par le séparateur (31) avant d'être transmis après la sortie (25) au rotor de la cellule suivante. La sortie du liquide (26) est canalisée vers le circuit du solvant eau ou jus (14) admis à la cellule, le liquide enrichi sortant en (15).

Lorsque le nombre des cellules est relativement important et lorsque l'on désire d'une part diminuer le nombre des cellules, d'autre part réduire l'humidité de la bagasse à sa sortie de 85 % à 70 % on associe de préférence à la cellule de lavage un séparateur du type décrit au deuxième certificat d'addition 80.04532 au brevet 74.12706 utilisant des presses à bandes fil-trantes.

Ainsi, chaque cellule de lavage reprend la bagasse sortant de la presse pour la remettre en condition au moyen du rotor d'alimentation et des jets à forte pression.

Lorsque l'on dispose de moulins, on peut ainsi associer à chaque cellule de lavage (30) un moulin (29) comme représenté

figure 5 ce qui a pour effet d'extraire dès le premier étage 70 à 80 % du jus de la canne provenant du broyeur à marteaux et alimentant en (27) la première cellule composite (28). Trois cellules composites de ce type suffisent pour extraire en (31) 5 une bagasse pratiquement exempte de jus et dont l'humidité est réduite à 50 % environ permettant ainsi son utilisation comme combustible.

Une variante d'une telle batterie de cellules composites a été représentée figure 6 pour permettre de réduire le nombre 10 de moulins à 2. La canne est directement envoyée à un premier moulin (34) permettant de recueillir en (35) environ 70 à 80 % du jus. la bagasse pénètre en (19) dans la cellule (30) du premier étage puis passe dans un séparateur du type à presse (31). Elle est traitée de la même manière dans le deuxième 15 étage avant de pénétrer dans la cellule de lavage (30) du troisième étage qui diffère du précédent par le remplacement du séparateur à presses par un second et dernier moulin (35). L'eau arrive en (14) et circule en sens inverse, le jus de diffusion est recueilli en (15).

20 L'industrie exigeant généralement à la sortie des appareils utilisés une bagasse finale prête à servir de combustible, on a représenté à la figure 7 une cellule composite d'un étage final dans le cas où le moulin (36) n'est pas adapté à fournir une bagasse à 50 % d'humidité lorsqu'elle reçoit la bagasse 25 provenant d'une cellule (30). On associe alors à la cellule (30) un séparateur du type à presse (31) qui alimente alors le moulin (36) en une bagasse dont l'humidité est ramenée de 85% à 70 %. Cette réduction notable d'humidité facilite l'alimentation du moulin (35) qui permet de récupérer en (37) une 30 bagasse apte à être utilisée comme combustible.

Bien que l'on ait décrit dans ce qui précède que quelques exemples d'utilisation de l'appareil de mise en oeuvre de la méthode d'extraction par lixiviation du jus de cannes, il est clair que l'on ne sortirait pas du cadre de l'invention en 35 remplaçant la cellule décrite, seule ou associée à un séparateur et ou à un moulin, par des agencements équivalents fonction des caractéristiques propres aux séparateurs et moulins utilisés et que les liaisons entre ces divers appareils peuvent varier de même en fonction des dispositifs d'alimentation et 40 de sortie de ces appareils. La souplesse d'utilisation de la

cellule décrite permet notamment de diminuer considérablement le nombre des moulins tout en conservant une même efficacité.

REVENDEICATIONS

1°) Procédé d'extraction des matières solubles de cannes à sucre en vue d'accroître le pourcentage de jus extrait de la canne après éclatement du tissu ligneux tout en réduisant la puissance consommée quel que soit le nombre d'étages de l'installation et sans accroître la durée des opérations caractérisé en ce que l'on met la canne broyée ou la bagasse en suspension dans un excès de solvant eau ou jus, cet excès correspondant à un poids du liquide d'un ordre au moins 10 fois le poids de la bagasse et en ce que l'on procède à une agitation rapide et violente du mélange de courte durée.

2°) Procédé tel que revendiqué en 1 selon lequel après chaque phase d'agitation intense du mélange fragments de bagasse, solvant en excès, on procède à la séparation solide-liquide par circulation du solide vers l'étage aval de l'appareillage en utilisant un tamis incliné dont le vide des mailles est de l'ordre de 50 à 70 % de la surface du panneau tamiseur.

3°) Procédé tel que revendiqué en 2 selon lequel, après la phase d'agitation intense du mélange liquide en excès - fragments solides, on procède à une élimination rapide de la plus grande partie de l'eau en excès, cette phase étant suivie d'une phase d'égouttage de la bagasse.

4°) Procédé tel que revendiqué en 3 selon lequel l'égouttage se produit avec accumulation de la bagasse et ralentissement de sa vitesse de circulation.

5°) Procédé tel que revendiqué en 4 selon lequel l'accumulation de la bagasse se produit au cours de l'évacuation de celle-ci pour une nouvelle reprise des fragments de bagasse en vue d'une nouvelle agitation rapide et violente d'un mélange de fragments de bagasse dans un excès de solvant eau ou jus.

6°) Procédé tel que revendiqué dans l'une quelconque des revendications 1 à 5 selon lequel la bagasse d'alimentation provient d'un broyeur à marteaux.

7°) Procédé tel que revendiqué dans l'une quelconque des revendications 1 à 5 selon lequel la bagasse d'alimentation provient de la sortie d'un moulin.

8°) Procédé tel que revendiqué dans l'une quelconque des revendications 1 à 7 selon lequel on intercale entre la phase d'égouttage et la remise en mélange des fragments de bagasse et de solvant en excès pour agitation violente, une opération

auxiliaire de séparation de phase liquide et solide à l'aide d'un séparateur à presse ou d'un moulin, en vue d'accroître la vitesse d'extraction du jus après égouttage.

9°) Procédé tel que revendiqué dans l'une quelconque des 5 revendications 1 à 7 selon lequel la phase terminale d'agitation intense suivie de la phase d'égouttage est complétée par une opération de séparation de phase liquide et solide pour l'obtention d'une chute d'humidité de la bagasse faisant passer son humidité à un taux de l'ordre de 70 % suivie d'une nouvelle 10 opération de séparation faisant passer l'humidité à un taux de l'ordre de 50 à 55 %.

10°) Appareil de mise en oeuvre du procédé revendiqué dans l'une quelconque des revendications 1 à 9 comportant un tamis incliné fait d'une toile à mailles sensiblement non colmatable, 15 un moyen d'alimentation et un bac recueillant le liquide tamisé, caractérisé en ce qu'il comporte dans la partie aval un plan incliné (1) d'alimentation en bagasse (19), un rotor (2) pourvu d'éléments radiaux (16) en forme de doigts tournant dans un sens tel que la bagasse tend à s'accumuler en amont 20 par l'action desdits éléments et à être projetée par dessus le rotor sur un second plan incliné (3), de sens d'inclinaison différent du premier et dirigé vers un écran (7) sensiblement perpendiculaire au premier plan incliné (1), la partie amont dudit second plan incliné comportant un collecteur de solvant 25 eau ou jus (4) sous pression pourvu de tuyères (5) dirigées vers ledit écran (7), un tamis (6) s'étendant dudit écran (7) jusqu'à un second rotor (8) servant à l'évacuation des produits solides.

11°) Appareil tel que revendiqué en 10 caractérisé en ce 30 que le collecteur (4) est alimenté sous pression par une pompe (12) raccordée au bac (11) recevant par un canal (10) le liquide traversant le tamis (6).

12°) Appareil tel que revendiqué en 11 dont le rotor aval (8) sert de dispositif d'alimentation à un second appareil 35 identique, un canal (14) déversant le trop plein du bac dudit second appareil dans le bac (11), le rotor amont (2) servant de rotor aval à un troisième appareil identique dont le bac reçoit, par le canal (15), le trop plein du bac (11) compris entre les bacs des deux appareils adjacents.

1/2

Fig. 1

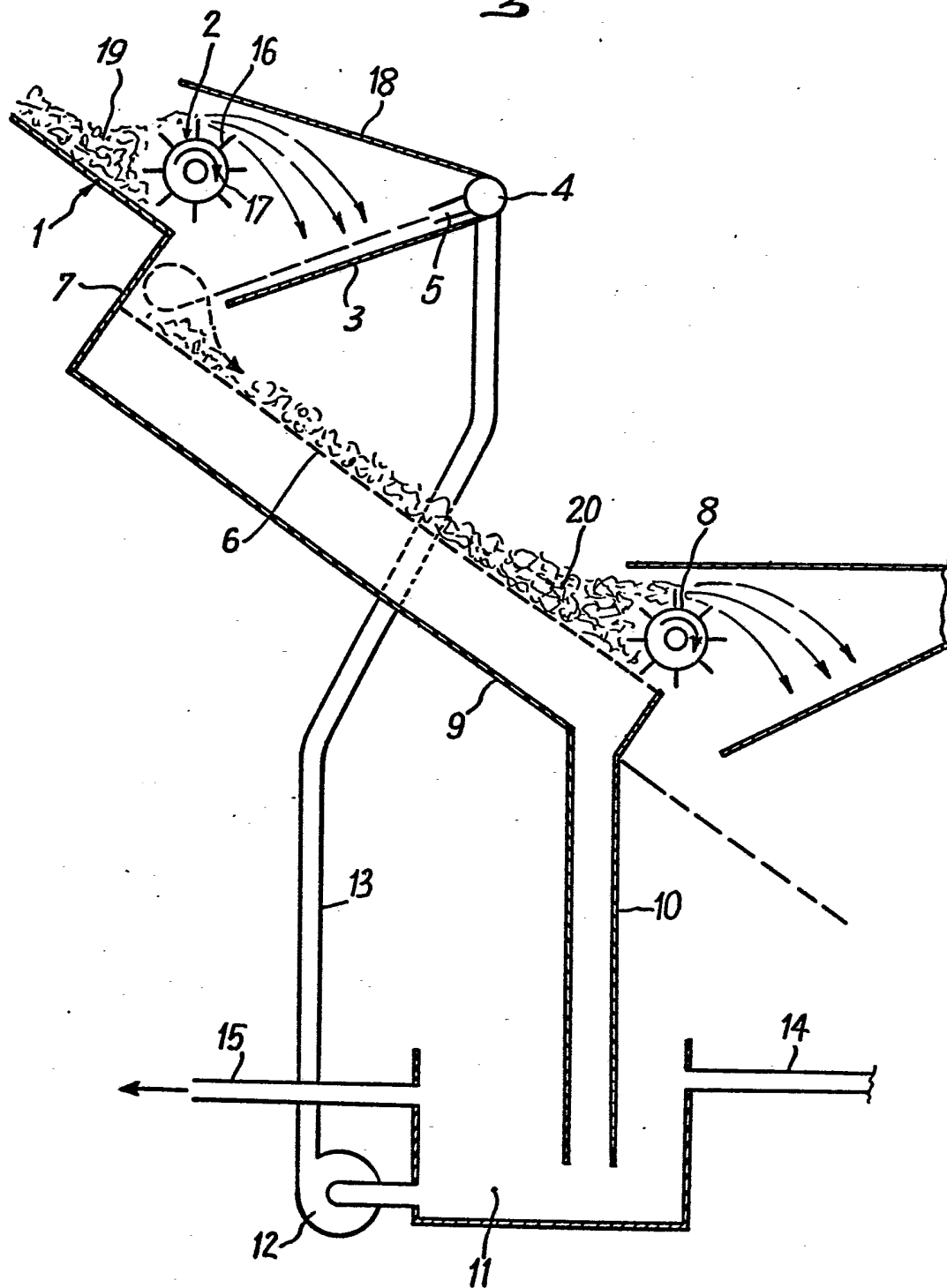
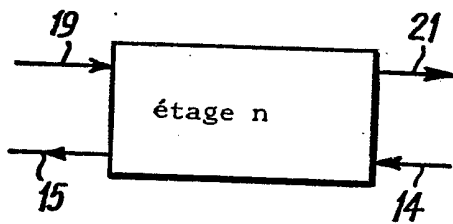
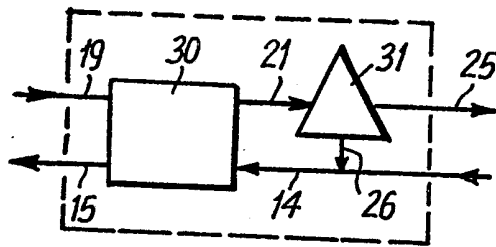
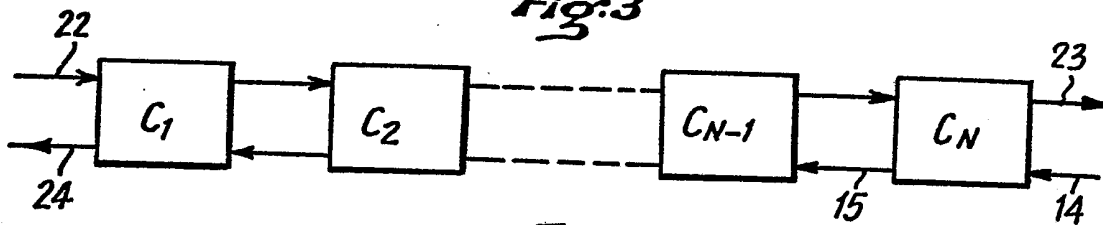
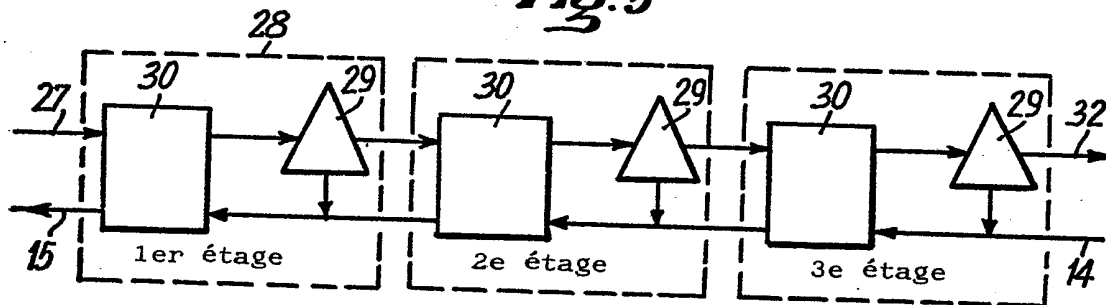
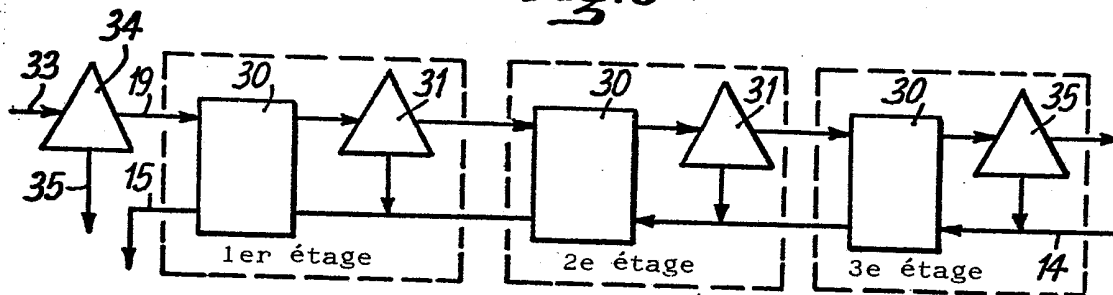


Fig. 2*Fig. 4**Fig. 3**Fig. 5**Fig. 6**Fig. 7*