

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.01.97.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 10.07.98 Bulletin 98/28.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : BOUCHALAT YOUSSEF — FR.

72 Inventeur(s) :

73 Titulaire(s) :

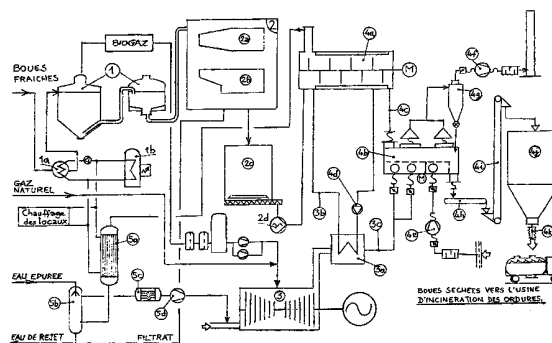
74 Mandataire :

54 PROCEDE DE TRAITEMENT ET VALORISATION ENERGETIQUE OPTIMISEE DES BOUES DE STATIONS
D'EPURATION URBAINE ET INDUSTRIELLE.

57 Procédé de traitement et valorisation énergétique opti-
misée des boues de stations d'épuration urbaine et indus-
trielle.

Il est constitué par une combinaison "nouvelle" d'équipe-
ments connus et éprouvés, formant un ensemble compact
de six fonctions qui sont: une digestion anaérobie des
boues (1) et production de biogaz, une déshydratation mé-
canique (2) jusqu'à 22-24% MS, une installation de turbine
à gaz (3) brûlant le biogaz en "énergie totale", un séchage
thermique (4) des boues jusqu'à 92% MS constitué d'un
sécheur à couche mince et d'un sécheur/refroidisseur vibré
à lit fluidisé (4b), une condensation des buées (5) permet-
tant le chauffage du digesteur et des locaux, et une valori-
sation énergétique optimisée (6) des boues séchées
comme combustible d'appoint stockable et dosable dans
les fours-chaudières d'incinération des ordures ménagè-
res.

Le procédé, selon l'invention, s'applique également au
traitement et à la transformation en engrais granulé ensa-
ché du lisier. §.



5 La présente invention concerne un procédé de traitement et de valorisation énergétique des boues produites dans les stations d'épuration des eaux usées d'origine urbaine et industrielle.

10 Le procédé objet de la revendication 1 est caractérisé par une combinaison inédite de moyens connus et expérimentés séparément, permettant de « libérer » l'énergie contenue dans les boues d'épuration et d'obtenir un bilan énergétique positif, égal à $\cong 5,7$ tonnes équivalent pétrole / an / 1000 équivalents habitants.

15 Le procédé objet de la revendication 1 traite complètement le problème posé par l'élimination des boues d'épuration sans transfert de nuisances, en protégeant les sols, les nappes et l'environnement contre la pollution bactériologique et olfactive et celle des métaux lourds ; il
20 est caractérisé en ce que :

25 1) Son coût d'investissement est compétitif et s'élève à environ 10 % de celui, pour le même nombre d'équivalents habitants, d'une usine d'incinération d'ordures ménagères avec récupération de chaleur et épuration conforme des fumées.

 2) Son automatisme est suffisamment poussé avec toutes les sécurités pour permettre de l'exploiter en automatique sans présence de personnel, sachant qu'il n'utilise pas de vapeur sous pression.

30 3) Son entretien est simple et peu coûteux ; il nécessite l'intervention soit du personnel d'entretien de la station d'épuration, soit d'une société extérieure de maintenance.

4) Son coût global de traitement complet de la tonne de boue est tout à fait compétitif en comparaison au coût d'une élimination conforme des boues d'épuration.

5 Il en résulte une incitation économique à créer des nouveaux investissements liés au procédé objet de l'invention, qui sont ainsi rentables et créateurs d'un nombre important d'emplois stables induits par la construction des équipements chez les fournisseurs.

10 Le problème posé par les boues d'épuration préoccupe aujourd'hui sérieusement les Collectivités locales et l'Etat, étant donné leur tonnage considérable qui ne cesse d'augmenter, et les risques de pollution toxique, bactériologique et olfactive qu'elles induisent pour les sols, les nappes et l'environnement. Il est donc urgent de
15 disposer d'une technique optimale de traitement et de valorisation de ces boues qui soit sûre, durable, écologique, économique et applicable à tous les cas ; c'est ce que propose le procédé objet de l'invention, qui s'applique à toutes les stations d'épuration de capacité supérieure ou
20 égale à 30.000 équivalents habitants.

La destination actuelle des boues d'épuration est, après leur déshydratation mécanique, soit l'épandage agricole, soit la mise en décharge, et parfois leur incinération conjointe, avec ou sans séchage thermique
25 préalable, avec les ordures ménagères. Cette dernière destination est onéreuse en investissement et n'est pas optimisée en valorisation énergétique des boues.

La mise en décharge des boues d'épuration est appelée à disparaître du fait de son interdiction annoncée pour 2002.

30 L'épandage agricole des boues d'épuration, de plus en plus pratiqué actuellement, est caractérisé par le fait que la forte teneur des boues en P2O5 et le relativement faible besoin des plantes en engrais phosphorique inscrivent le phosphore comme élément limitant et identifient les boues à

un engrais « retard » libérant lentement les éléments fertilisants.

Il y a un risque de transmission des maladies pour l'homme et l'animal par les boues d'épuration épandues sur les champs ou en décharge ; en Suisse par exemple le risque de maladie est réduit car les boues épandues sur des terres agricoles doivent toujours être « hygiénisées » et ne doivent pas contenir plus de 100 entérobactériacées par gramme et aucun oeuf de ver contagieux. Une telle obligation n'existe pas en France.

Même après une hygiénisation, l'utilisation des boues comme engrais phosphorique retard doit être effectuée avec « parcimonie » à cause de leur apport en métaux lourds, pour éviter à très long terme (voir tableau ci-après) d'entraîner une saturation des sols en métaux lourds ; en effet le délai en années de saturation des sols en métaux lourds provenant d'un épandage de boues à raison de 2,5 t MS / ha / an, selon les normes fixées par l'ordonnance suisse sur la protection des sols, publié dans les « Nouvelles de l'EAWAG n° 28 de septembre 1989 », s'établit comme suit pour deux qualités de boues :

Métal	Teneur moyenne mg / kg MS	Délai en années	Faible teneur mg / kg MS	Délai en années
Zinc	1500	150	100	240
Cuivre	800	80	250	240
Cadmium	5	180	1	900
30 Mercure	5	160	1	800

La pratique du « remplissage » du sol jusqu'aux normes du fait de la généralisation progressive de l'épandage agricole des boues d'épuration, n'est pas conforme à une bonne gestion du patrimoine naturel de l'humanité ; la

prudence doit donc être de mise car il faut admettre que l'assainissement des sols pollués serait une tâche fastidieuse et très coûteuse pour les générations futures. Par ailleurs l'interdiction de la mise en décharge des boues d'épuration à brève échéance (2002), est à cet égard très sécurisante.

Concernant les toxiques organiques présents également dans les boues d'épuration, à savoir : LAS (alkylbenzène sulfonate linéaire), NP (nonylphénol), PAK (hydrocarbures aromatiques polycycliques), Sn-OC (composés organo-étains), PCB (polychlorobiphényles), HCB (héxachlorobenzène) et LI (lindane), il manque selon l'information des « Nouvelles de l'EAWAG, septembre 89 » une meilleure évaluation des risques encourus dans l'utilisation agricole des boues d'épuration.

Le procédé objet de la présente invention, permet de remédier à ces inconvénients ; il prévoit la « valorisation énergétique » des boues préalablement séchées thermiquement jusqu'à 92 % de matières sèches, comme « combustible d'appoint » aisément stockable et dosable automatiquement dans les fours d'usines d'incinération des ordures ménagères, équipées de récupération d'énergie et d'installation d'épuration des fumées séparant les métaux lourds, qui subissent un traitement conforme à la protection des sols et des nappes.

Le tonnage de ces boues séchées représente en moyenne, en France, « 4,5% » de celui des ordures ménagères pour un même nombre d'équivalents habitants. Leur emploi comme combustible d'appoint permettra de combler les « creux » de charge thermique des fours-chaudières dus à la variabilité du taux d'humidité des ordures ménagères et de leur composition, donc de leur PCI (pouvoir calorifique inférieur), et d'assurer une production de vapeur « constante » et égale dans la mesure du possible, à leur capacité nominale, grâce aux équipements de stockage adéquat et de dosage automatique des boues séchées

qui font partie du procédé de l'invention, et qui seront installés sur le site de l'usine d'incinération des ordures ménagères le plus proche de celui de la station d'épuration.

5 Les dessins annexés illustrent le « procédé » objet de l'invention :

La figure 1 représente les équipements relatifs aux cinq premières fonctions du procédé.

La figure 2 représente la sixième fonction du procédé.

10 La figure 3 représente une « variante » de réalisation des fonctions 1 et 2 du procédé.

La figure 4 représente l'application du procédé au traitement complet du lisier et sa transformation en engrais granulé.

15 En référence aux figures 1 et 2 représentant le schéma de procédé, les fonctions 1 à 5 groupées pour la première fois sur le site d'une station d'épuration, et la fonction 6 installée pour la première fois sur le site d'une usine d'incinération, sont décrites ci-après :

20

1) La digestion anaérobie (1) des boues fraîches liquides qui « libère » une partie de l'énergie des boues sous forme de biogaz. Celui-ci après traitement par dessiccation et filtration, est stocké en vue de son utilisation. Le PCI du biogaz s'élève à environ 5500 Kcal/Nm³ soit 6,395 kwh/Nm³. Dans le procédé selon l'invention, la digestion anaérobie s'effectue à la température de 35 °C à l'abri de l'air pendant environ 20 jours dans un réacteur conventionnel unique. Le chauffage des boues fraîches liquides est réalisé à travers l'échangeur de chaleur (1a) utilisant l'eau chaude produite grâce à la chaleur de condensation des buées de séchage. Pour le premier démarrage de la digestion anaérobie une petite chaudière électrique

25

30

(1b) assurera à l'aide de l'échangeur de chaleur (1a) le premier chauffage des boues.

Selon des modes particuliers de réalisation, la digestion anaérobie conventionnelle peut être remplacée dans le procédé selon l'invention, par une digestion anaérobie avec séparation des deux phases d'hydrolyse acidogénèse et de méthanisation, ou par une stabilisation aérobie thermophile suivie d'une digestion anaérobie.

2) La déshydratation mécanique (2) des boues digérées jusqu'à 22 à 24 % de matières sèches à l'aide d'une centrifugeuse (2a), d'un filtre à bande pressante (2b) ou tout autre dispositif de déshydratation mécanique sans limitation du degré de siccité obtenue. La déshydratation mécanique des boues nécessite généralement l'adjonction de polymères pour la floculation préalable des boues liquides, permettant d'obtenir pour une siccité optimale des boues déshydratées, une meilleure qualité du filtrat qui retourne en tête de la station d'épuration. Les boues déshydratées sont amenées dans un silo de stockage tampon (2c), d'où elles sont dosées à l'aide d'une pompe spéciale (2d) vers le séchage thermique. Le rôle du silo tampon est de pouvoir faire fonctionner le séchage thermique en « continu » alors que la déshydratation mécanique peut fonctionner en discontinu.

3) La combustion du biogaz enrichi avec un faible appoint de gaz naturel, dans une « turbine à gaz (3) » dont l'application, objet de la revendication 2, est caractérisée en ce que l'installation de cogénération fonctionne « en énergie totale », entraînant un accroissement de son rendement global supérieur à 16 % par rapport à celui d'une cogénération classique, grâce à sa combinaison « judicieuse » avec un système de séchage thermique des boues à deux

appareils, dont le premier utilise (circuit 3b) « les 100 % » de l'énergie récupérée sur les gaz chauds dans la chaudière de récupération (3a), et le deuxième emploie (circuit 3c) comme fluide de chauffe « les 100 % » du débit des gaz chauds à la température de sortie de la chaudière de récupération (3a), directement sans aucune adaptation ni équipement spécial complémentaire.

Selon des modes particuliers de réalisation, la turbine à gaz peut être remplacée dans le procédé selon l'invention, par un moteur à gaz ou tout autre système de cogénération, et le combustible peut être remplacé dans le procédé selon l'invention, par du biogaz seul ou du gaz naturel seul.

4) Le séchage thermique (4) des boues déshydratées mécaniquement jusqu'à 92 % de matières sèches et en même temps le refroidissement des boues séchées, à l'aide d'un système comprenant deux appareils en série, directement reliés entre eux par une goulotte (4c), « sans » équipement de mélange en amont de boues séchées recyclées et de boues humides, donc « sans » recyclage de boues séchées et « sans » équipement de mélange et granulation intermédiaire ; entraînant ainsi une simplification considérable de l'installation de « séchage et refroidissement » des boues.

La description de ces deux appareils, performants, qui sont retenus dans le procédé selon l'invention, pour le séchage et le refroidissement des boues est comme suit :

- Le premier appareil (4a) est un « sécheur rotatif à couche mince » du type indirect, à double enveloppe chauffée par circulation d'huile thermique elle-même réchauffée dans la chaudière de récupération (3a) susvisée grâce à la pompe de circulation (4d).

Selon des modes particuliers de réalisation, la chaudière de récupération (3a) peut produire dans le procédé selon l'invention, de la vapeur saturée sous pression, qui sera

utilisée comme fluide de chauffe dans la double enveloppe du sécheur à couche mince à la place de l'huile thermique.

L'échange de chaleur s'effectue à travers l'enveloppe interne sur laquelle sont étalées en couche mince les boues à sécher. Le coefficient de transfert de chaleur est élevé du fait de la faible épaisseur de la couche mince de boue, dont le renouvellement en contact avec la paroi est intense grâce à la forte turbulence de la couche mince créée par une vitesse linéaire des extrémités des pales voisine de 8 m/s.

Le sécheur à couche mince est un sécheur éprouvé qui permet de sécher des boues d'épuration avec des siccités variables à l'entrée, sans recyclage de boues séchées, en fournissant à la sortie des boues à la siccité voulue sans craindre la phase extrêmement visqueuse et collante, dite phase plastique, que traversent les boues d'épuration lors du séchage thermique au-delà d'une siccité voisine de 50 % MS (% de matières sèches), laquelle limite est variable en fonction de la nature des boues.

Le rotor du sécheur est équipé de pales réglables et amovibles qui sont à l'origine de la grande flexibilité du sécheur, et assurent l'étalement des boues en couche mince et son avancement continu jusqu'à la sortie du sécheur à environ 64 % de matières sèches, c'est-à-dire au-delà de la phase plastique des boues, sous forme granulée grâce au dispositif interne de granulation du sécheur.

Au cours du séchage s'effectue d'abord le chauffage des boues entrantes jusqu'à la température de 100 °C environ, puis s'effectue à cette température l'évaporation de l'eau contenue dans les boues ; du fait de l'élévation de leur température à 100 °C au cours du séchage, les boues sont hygiénisées et leur pollution bactériologique est supprimée en quasi totalité.

L'évaporation de l'eau contenue dans les boues se poursuit dans le deuxième appareil de séchage (voir ci-après) jusqu'à une siccité de 92 % MS environ avec obtention de

granulés stables exempts de poussières ; du fait de la réduction de l'humidité des boues à la fin du séchage, à une valeur bien en-dessous des 15 % d'eau, le risque de reprise de la fermentation des boues séchées avec formation de mauvaises odeurs est éliminé.

Selon des modes particuliers de réalisation, le sécheur à couche mince peut être remplacé dans le procédé selon l'invention, par tout autre type de sécheur.

- Le deuxième appareil (4b) est un sécheur/refroidisseur vibré à lit fluidisé qui assure la fin du séchage des boues de 64 % MS jusqu'à 92 % MS environ par convection au moyen des gaz chauds sortie chaudière de récupération (3a) traversant une sole fixe perforée.

Les boues préséchées à environ 64 % MS et à la température d'environ 100 °C tombent directement par gravité dans la goulotte d'alimentation (4c) du sécheur vibré (4b) ; en effet la granulation interne au sécheur à couche mince et la siccité des boues préséchées, au-delà de la phase plastique des boues, confèrent à celles-ci une structure optimale pour leur séchage final dans un sécheur vibré à lit fluidisé, sans la nécessité d'avoir un mélangeur granulateur des boues préséchées avec des boues séchées recyclées, entre les deux appareils.

Le même sécheur vibré (4b) comprend à son extrémité une zone cloisonnée à travers laquelle circule de l'air frais, au moyen des ventilateurs (4e) et (4f) servant au refroidissement des boues séchées à 92 % MS jusqu'à une température inférieure à 50 °C, compatible avec son stockage ultérieur.

Le sécheur/refroidisseur vibré (4b) ne comporte pas de pales rotatives qui meulent les boues produisant des poussières fines de boues séchées ; les granulés de boue précédemment formés dans le sécheur à couche mince ne sont donc pas détruits dans le sécheur/refroidisseur vibré, seule

leur grosseur est légèrement réduite du fait de la réduction de leur teneur en eau. Il en résulte l'absence de poussières dans le produit sec final et dans les gaz chauds d'échappement ; un cyclone (4g) est toutefois installé sur le circuit de sortie des gaz chauds à titre de sécurité.

Les boues séchées refroidies sont amenées par un transporteur à bande (4h) avec une couverture translucide, et un élévateur à godets (4i) dans un silo de stockage (4j) équipé d'une goulotte télescopique (4k), avant leur transport par camion muni d'un système pneumatique de déchargement des boues séchées sur le site de l'usine d'incinération des ordures ménagères la plus proche.

Selon des modes particuliers de réalisation, le sécheur vibré à lit fluidisé peut être remplacé dans le procédé selon l'invention, par tout autre type de sécheur, de même le cyclone de sécurité peut être soit supprimé soit remplacé par tout autre dispositif tel que filtre à manches.

5) La condensation des buées issues du sécheur indirect à couche mince, (5), avec récupération de la chaleur de condensation à l'aide du condenseur tubulaire (5a). Cette récupération d'énergie des buées sous forme d'eau chaude, sert au chauffage des boues fraîches liquides avant leur digestion anaérobie, et au chauffage des locaux de la station d'épuration. Le condenseur par mélange (5b) sert par injection d'eau épurée, à condenser un excédent éventuel de buées et est dimensionné pour condenser, le cas échéant, la totalité des buées issues du sécheur à couche mince.

Les composés volatils contenus dans les boues, tels que : mercaptans, formaldéhyde et hydrogène sulfuré, se retrouvent entraînés dans les buées issues du sécheur indirect à couche mince où les boues sont préséchées jusqu'à environ 64 % MS ; à ce stade tous les composés volatils malodorants se trouvent évaporés et entraînés par les buées vers les condenseurs ; les gaz incondensables sortie

condenseurs représentent un faible débit et sont aspirés à travers un séparateur de gouttelettes (5c), par un ventilateur (5d) et refoulés vers le foyer de la turbine à gaz pour y être brûlés et ainsi désodorisés thermiquement ;

5 ainsi les boues préséchées à 64 % MS se trouvent débarrassées des composés volatils malodorants et peuvent être séchées dans le sécheur vibré à lit fluidisé à l'aide des gaz chauds sans le risque de transmettre à ces derniers une pollution olfactive importante, de telle sorte que la désodorisation

10 des gaz chauds sortie sécheur/refroidisseur vibré n'est pas nécessaire, ce qui simplifie considérablement le procédé selon l'invention.

Selon des modes particuliers de réalisation, dans le procédé selon l'invention, la désodorisation des gaz

15 incondensables sortie condenseurs, peut être réalisée par voie chimique ou biologique, et le sécheur/refroidisseur vibré peut être équipé dans le procédé selon l'invention, d'une installation pour la désodorisation des gaz chauds d'échappement.

20

6) La valorisation énergétique « optimisée » des boues séchées à 92 % MS environ, objet de la revendication 3, est caractérisée en ce que :

- Les boues séchées représentant un faible volume,

25 sont transportées par camion sur le site de l'usine d'incinération des ordures ménagères la plus proche où il sera installé, dans le cadre du procédé de l'invention, un silo de stockage adéquat (6a) des boues séchées ainsi qu'un équipement de dosage (6b) automatique du débit des boues

30 séchées.

- Les boues séchées dont le PCI est égal à environ 2270 kcal/kg ou 2,64 kwh/kg, sont dosées automatiquement dans chaque four-chaudière (7) en fonction du débit vapeur de consigne, et compenseront les creux des

35 oscillations de la charge thermique des ordures ménagères,

jusqu'à la ligne horizontale correspondant à la charge thermique nominale du four-chaudière, sans que cela nécessite un surdimensionnement des équipements existants de l'usine d'incinération des ordures ménagères. Ce mode de valorisation énergétique des boues séchées présente l'avantage pour l'usine d'incinération des ordures ménagères, de disposer d'un combustible d'appoint aisément stockable et dosable, pour produire un débit vapeur « constant » et pouvoir assurer une livraison « garantie » d'énergie à un tiers.

Une usine d'incinération des ordures ménagères, est déclarée apte à brûler les boues séchées, si elle est équipée en plus de la récupération d'énergie, d'installation d'épuration des fumées (8) conforme aux règlements en vigueur en vue de la protection des sols, des nappes et de l'environnement, en particulier concernant l'élimination des métaux lourds des ordures ménagères et des boues séchées. Sachant la relative faible proportion du tonnage des boues séchées par rapport à celui des ordures ménagères, généralement égale à 4,5%, l'élimination des métaux lourds en provenance des boues séchées entraînera un surcoût « marginal », à déterminer et à comparer au cas par cas avec le bénéfice de la valorisation de l'énergie contenue dans les boues séchées.

Selon des modes particuliers de réalisation, la destination des boues séchées peut être dans le procédé selon l'invention, différente de celle exposée ci-dessus telle que toute autre installation d'incinération.

Tout le matériel de liaison, de mesures et régulations, de manutention et stockage des boues etc ..., est caractérisé en ce qu'il sera choisi à la pointe de la technique à la date de chaque réalisation du procédé selon l'invention ; les représentations schématiques de ce matériel figurant sur le schéma de procédé annexé ne sont pas limitatives.

Le procédé selon l'invention réduit le tonnage des boues d'épuration, au fur et à mesure des étapes de traitement, comme l'indique le tableau ci-dessous :

Boues d'épuration en T/1000 EH/an :					
	B.fraîches (4-5 %MS)	B.digérées (4-5 %MS)	B.déshydratées (22-24 %MS)	B.séchées (92 %MS)	B.incinérées (100% M.min.)
10	511	350,5	104,5	17,14	7,82

En référence à la figure 3, la « variante », objet de la revendication 4, du procédé objet de l'invention, est caractérisée en ce que les fonctions 3, 4 et 6 du procédé sont inchangées, et que les fonctions 1, 2 et 5 peuvent être réalisées, de façon inédite dans le cadre du procédé, comme suit : les boues fraîches liquides sont chauffées à la température de 55-60 °C dans le condenseur (5e) des buées issues du sécheur à couche mince, puis déshydratées en continu par centrifugation (2a) avec adjonction préalable de polymères ; la quantité de polymères utilisée est plus faible et la siccité des boues fraîches déshydratées est plus élevée, du fait de l'élévation de la température des boues à 55-60 °C. Pour le premier démarrage du chauffage des boues fraîches seront utilisés la chaudière électrique (1b) et l'échangeur de chaleur (1a) qui, en cas de besoin, serviraient d'appoint.

Les boues déshydratées à 28-30 % de matières sèches, alimentent directement par gravité à travers une goulotte (1c), le digesteur anaérobie thermophile horizontal (1), muni d'un agitateur assurant le mélange des boues au cours de leur digestion et un dégazage optimal ; le volume du digesteur est beaucoup plus réduit du fait de l'élévation de la siccité des

boues fraîches entrantes à 28-30 % MS au lieu de 4-5 % MS, entraînant une réduction du volume du digesteur d'environ 6 fois pour une durée de séjour inchangée.

5 Les boues digérées sont extraites, en continu, à l'extrémité du réacteur horizontal, et sont dosées à l'aide d'une pompe spéciale (2d) directement, sans silo de stockage intermédiaire, vers le séchage thermique des boues digérées.

10 Le digesteur horizontal est dimensionné avec une réserve de volume suffisante pour pallier à un arrêt intempestif du séchage thermique des boues. La durée du séjour des boues dans le réacteur est voisine de 20 jours. Les fonctions 3, 4 et 6 du procédé sont ensuite réalisées sans changement.

15 En référence à la figure 4, l'« application », objet de la revendication 5, du procédé objet de l'invention, au traitement du « lisier », est caractérisée en ce que les fonctions 1, 2, 3 et 4 du procédé sont inchangées, et que les fonctions 5 et 6 peuvent être réalisées, de façon inédite dans le cadre du procédé, comme suit :

20 La condensation des buées issues du sécheur indirect à couche mince s'effectue d'une part dans le condenseur tubulaire (5a), produisant l'eau chaude pour le chauffage du digesteur anaérobie, et d'autre part dans un évaporateur à couche mince (5g) avec un rotor muni de palettes mobiles qui, 25 en cours de marche, s'appliquent sur la paroi chauffée en vue de finir la concentration à environ 20% de matières sèches, du « filtrat » provenant de la déshydratation mécanique du lisier ; la préconcentration du filtrat du lisier est réalisée dans une installation à multiple effet (5f) 30 d'évaporateurs à film tombant ; le concentrat à environ 20% MS est amené dans le silo de stockage tampon (2c) ; le distillat, constitué d'eau épurée, est utilisée pour l'irrigation ou rejetée dans le milieu naturel. Les gaz incondensables sortie condenseurs représentent un faible 35 débit et sont aspirés à travers un séparateur de gouttelettes

(5c), par un ventilateur (5d) et refoulés vers le foyer de la turbine à gaz pour y être brûlés et ainsi désodorisés thermiquement.

5 Le lisier séché est valorisé comme un engrais « de ferme » granulé, ensaché à l'aide de l'ensacheuse (6a) ; il est riche en éléments nutritifs et sera en priorité utilisé en fonction des besoins des plantes, sans surdosage, au même titre qu'un engrais du commerce.

REVENDECATIONS

- 1) Procédé de traitement et de valorisation énergétique
5 des boues d'épuration d'origine urbaine et industrielle,
permettant par la juxtaposition inédite d'équipements connus
et éprouvés, l'obtention d'un bilan énergétique positif égal
à $\cong$ 5,7 tonnes équivalent pétrole par an et par 1000
équivalents habitants ; il est caractérisé en ce qu'il
10 comporte les étapes suivantes au nombre de six :
- ♦ la digestion anaérobie des boues (1), à une phase, à deux
phases ou précédée d'une stabilisation aérobie
thermophile, et production de biogaz,
 - ♦ la déshydratation mécanique (2) des boues digérées,
 - 15 ♦ la combustion du biogaz, enrichi avec un faible appoint
de gaz naturel, dans une turbine à gaz (3) fonctionnant
« en énergie totale »,
 - ♦ le séchage thermique des boues déshydratées avec deux
appareils en série : le premier appareil est un sécheur à
20 couche mince (4a) à double enveloppe, chauffée par
l'huile thermique en circulation (3b) dans la chaudière
de récupération (3a) de la chaleur des gaz de combustion
du biogaz, le deuxième appareil est un sécheur/
refroidisseur (4b) vibré à lit fluidisé, chauffé par les
25 gaz chauds (3c) sortie chaudière de récupération et muni
à sa sortie gaz d'un cyclone (4g), à titre de sécurité,
 - ♦ la condensation des buées issues du sécheur indirect à
couche mince, avec désodorisation thermique des gaz
incondensables dans le foyer de la turbine à gaz, dans un
30 condenseur tubulaire (5a) assurant l'eau chaude
nécessaire au chauffage du digesteur et des locaux, et en
secours dans un condenseur par mélange (5b) par injection
d'eau épurée,

♦ le transport des boues séchées sur le site d'une usine d'incinération des ordures ménagères la plus proche, et leur « valorisation » énergétique comme combustible d'appoint stockable (6a) et automatiquement dosé (6b) en fonction de la demande des fours-chaudières existants (7) de manière à compenser les creux de la charge thermique et à utiliser au mieux la capacité des équipements existants de l'usine d'incinération, y compris ceux relatifs à l'élimination des métaux lourds (8), « sans » nécessiter leur surdimensionnement, imputable au traitement des boues.

2) Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'énergie générée par la combustion du biogaz dans l'installation de cogénération, étape 3 du procédé objet de l'invention, est « totalement » utilisée, aux pertes par déperditions près, pour les besoins du séchage thermique des boues d'épuration ou du lisier, avec un rendement global énergétique supérieur de 16 % à celui d'une installation classique de cogénération ; et ce grâce à l'emploi judicieux de deux sècheurs appropriés : le premier sécheur (4a), du type à couche mince, chauffé indirectement par l'huile thermique (3b) réchauffée dans la chaudière de récupération (3a), et le deuxième sécheur (4b), du type vibré à lit fluidisé, chauffé directement par les gaz de combustion du biogaz sortie chaudière (3c).

3) Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que les boues séchées dont le pouvoir calorifique inférieur (PCI) est égal à environ 2270 Kcal/Kg, sont utilisées comme combustible pauvre par l'usine, la plus proche, d'incinération des ordures ménagères avec récupération d'énergie et élimination des métaux lourds ; ce qui lui permet grâce à cet apport de combustible d'appoint aisément

stockable et « dosable », d'assurer une livraison constante et garantie de l'énergie récupérée.

4) Procédé selon la revendication 1 caractérisée en ce
5 que les boues fraîches liquides sont d'abord déshydratées
mécaniquement, par centrifugation continue (2a), puis
digérées en anaérobie thermophile dans un réacteur horizontal
(1) ; le chauffage des boues fraîches à la température de 55-
60 °C utilisant la chaleur des buées issues du sécheur à
10 couche mince (4a), est réalisé avec des boues liquides dans
un condenseur par mélange (5e) muni de cascades, ce qui
améliore les performances de la centrifugation qui fournit
des boues déshydratées à 28-30 % de matières sèches. Celles-
ci alimentent directement le digesteur à la température
15 voulue, et progressent à l'intérieur par un effet de
« piston » jusqu'à l'extrémité, puis sont dosées par une
pompe (2d) vers le sécheur à couche mince (4a). Les fonctions
3, 4 et 6 du procédé objet de la revendication 1, sont alors
utilisées sans changement.

20

5) Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce
que, pour le traitement et transformation en engrais granulé
du « lisier », sont apportées les adaptations suivantes :

- le filtrat de la déshydratation mécanique est
25 préconcentré dans une installation à multiple effet (5f)
d'évaporateurs à film tombant, puis concentré jusqu'à environ
20 % de matières sèches dans un évaporateur à couche mince
(5g) avec un rotor muni de palettes mobiles, au moyen de
l'énergie fournie par les buées excédentaires par rapport au
30 besoin de chauffage du digesteur .

- le lisier séché est ici valorisé comme un
engrais « de ferme » granulé ; après séchage/refroidissement,
il est stocké puis ensaché à l'aide de l'ensacheuse (6a).

6) Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la turbine à gaz (3) est remplacée par un moteur à gaz ou tout autre système de cogénération.

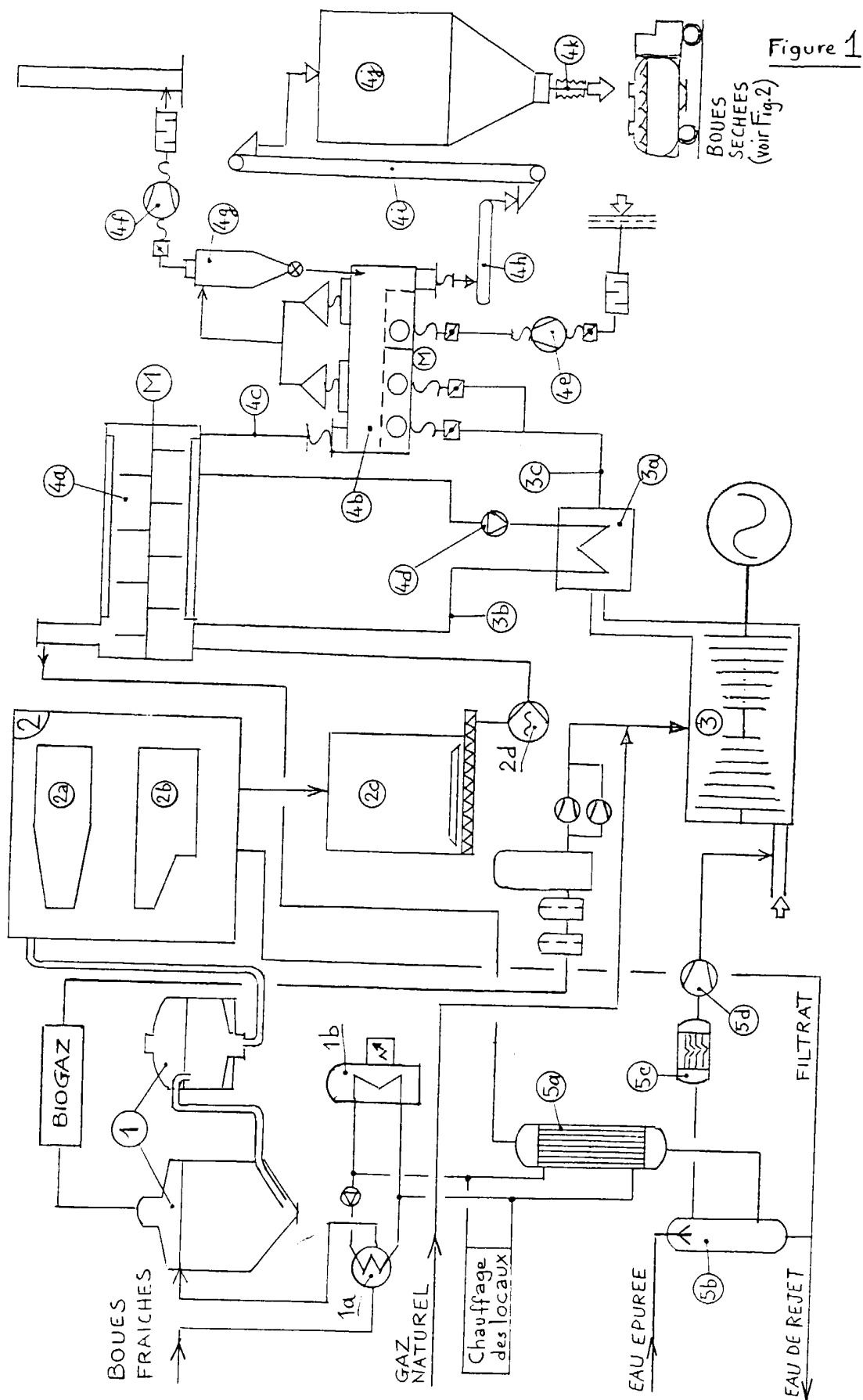
5 7) Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le sécheur à couche mince (4a) ou le sécheur vibré à lit fluidisé (4b) sont remplacés, ensemble ou séparément, par tout autre type de sécheur.

10 8) Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le cyclone (4g) est soit supprimé, soit remplacé par tout autre dispositif tel que filtre à manches.

15 9) Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la désodorisation des gaz incondensables ou des gaz d'échappement est réalisée par voie chimique ou biologique.

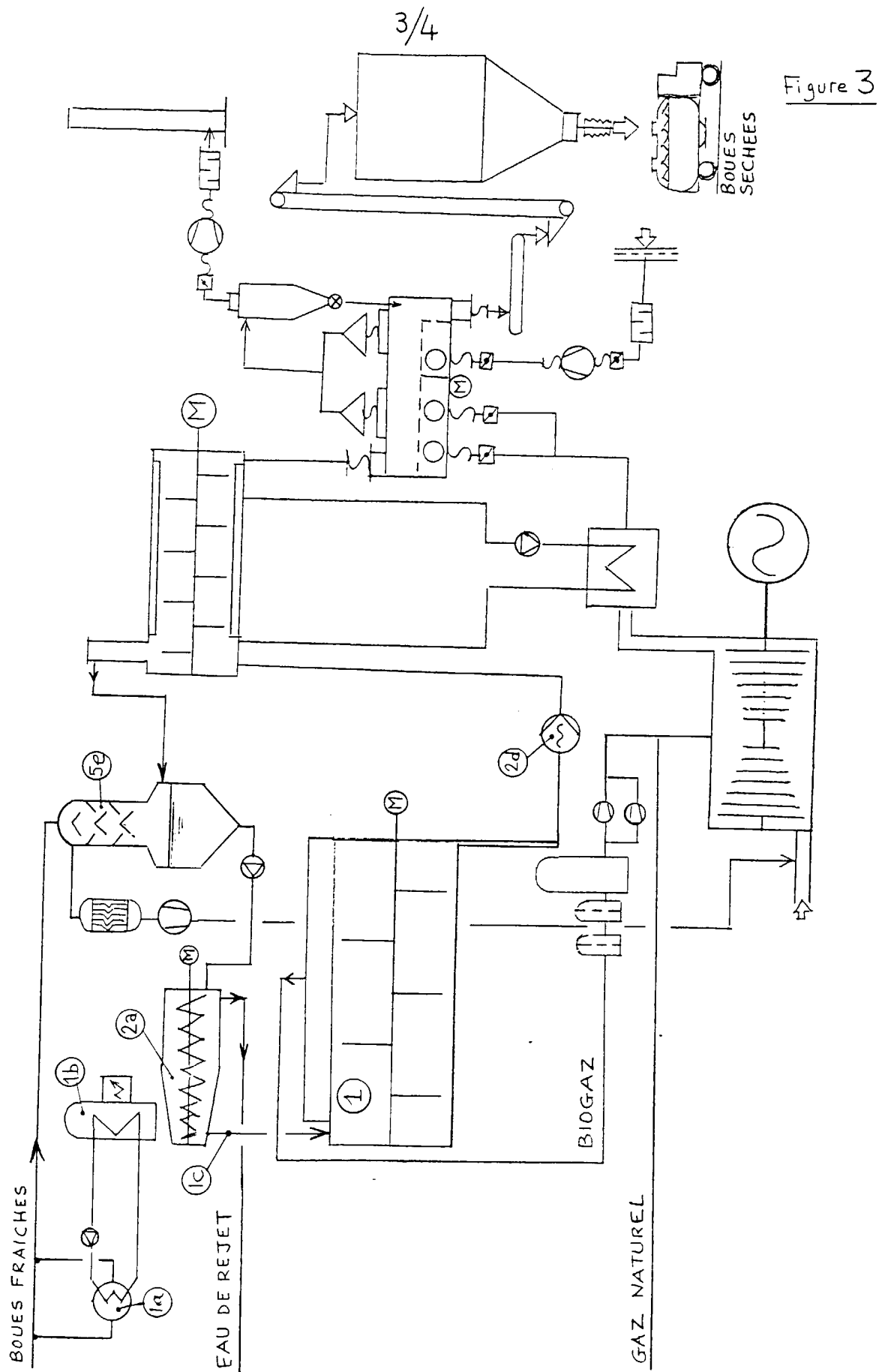
20 10) Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que les boues séchées ne sont pas employées comme combustible d'appoint dans une usine d'incinération d'ordures ménagères, mais dans toute autre installation d'incinération .

1/4



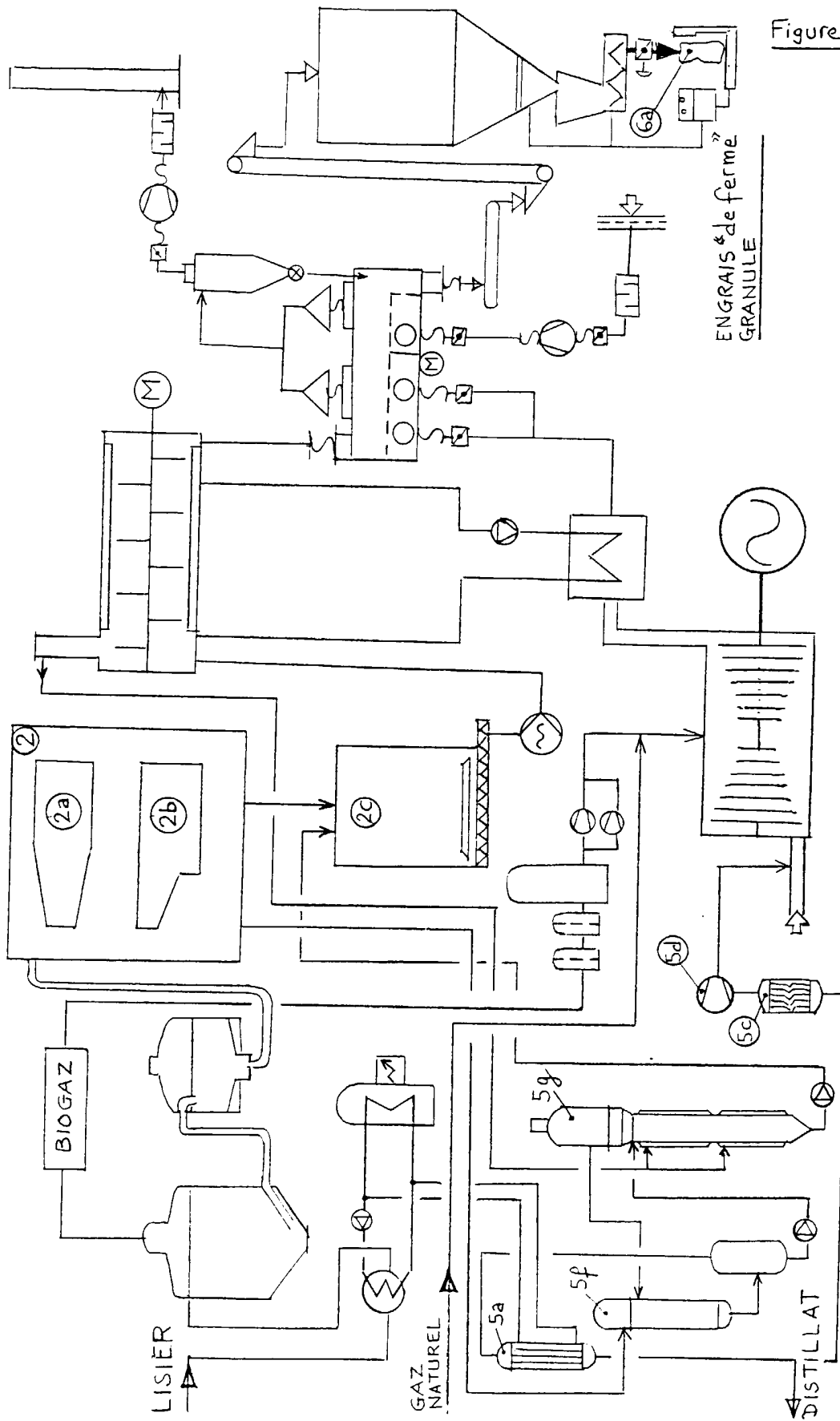
① ② ③





4/4

Figure 4



**INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE**

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

**établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche**

**N° d'enregistrement
national**

FA 539139
FR 9700050

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	FR 2 240 890 A (ANSTETT ALFRED) 14 mars 1975 * le document en entier * ---	1
A	DE 195 02 856 A (VIT ROBERT) 1 août 1996 * page 4, ligne 39 - ligne 49; figure 1 * ---	1
A	EP 0 564 298 A (NGK INSULATORS LTD) 6 octobre 1993 * le document en entier * -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		C02F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
24 septembre 1997		Gonzalez Arias, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		