

(19)



(11)

EP 2 584 262 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

24.04.2013 Bulletin 2013/17

(51) Int Cl.:

F23G 5/28 (2006.01)

F23G 5/027 (2006.01)

F23G 7/00 (2006.01)

F23G 7/14 (2006.01)

F23G 5/38 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11186170.4**

(22) Date de dépôt: **21.10.2011**

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Etats d'extension désignés:

BA ME

(71) Demandeur: **Cockerill Maintenance & Ingenierie
S.A.**

4100 Seraing (BE)

(72) Inventeur: **Oudenne, Paul-Dominique
4260 Braives (BE)**

(74) Mandataire: **Pronovem**

Office Van Malderen

**Parc d'affaires Zénobe Gramme- bâtiment K
Square des Conduites d'eau 1-2**

4020 Liège (BE)

(54) **Procédé de traitement pyrolytique de résidus organiques et inorganiques en four à étages pour la récupération de sous-produits valorisables**

(57) La présente invention se rapporte à un procédé pour le retraitement, le recyclage ou la séparation de matières ou déchets dans un four à étages par pyrolyse directe, appelé procédé de pyrolyse « sans flamme », caractérisé en ce que de la vapeur d'eau à basse pres-

sion est injectée de manière contrôlée dans au moins une zone du four étagé de manière à obtenir un profil de température précis et uniforme tant dans la phase gazeuse que dans la phase solide.

EP 2 584 262 A1

Description**Objet de l'invention**

5 **[0001]** La présente invention concerne un procédé de traitement pyrolytique, en four à étages ou four à soles multiples, intégrant un contrôle adéquat du profil de température tant au niveau du produit traité qu'au niveau de la phase gazeuse. Ce procédé s'applique à une pyrolyse directe où les brûleurs du réacteur sont en contact direct avec les gaz résultant du procédé.

10 **Etat de la technique**

[0002] Il est connu que la pyrolyse est un procédé thermique de transformation de matières solides et liquides en composés gazeux et en résidus solides constitués de carbone fixe et de matières minérales.

15 **[0003]** On entend par pyrolyse directe un procédé utilisant un four où des brûleurs sont montés directement sur le four et produisent une flamme.

[0004] Un four étagé typique comprend une série de soles circulaires, placées les unes au-dessus des autres dans une enveloppe métallique couverte de réfractaire. Un arbre rotatif vertical situé selon l'axe du four porte une série de bras munis de râbles qui déplacent la charge selon un chemin en spirale au travers de chaque sole. Les matières à traiter sont chargées au niveau de la sole supérieure et râblées au travers de celle-ci au travers d'orifices vers la sole immédiatement inférieure et ainsi de suite. Après avoir parcouru toutes les soles, les matières traitées sont déchargées au bas du four. Les gaz chauds circulent dans le four souvent à contre-courant pour chauffer la charge à sa température de réaction et produire la réaction désirée. La chaleur est fournie par la combustion des matières elles-mêmes dans la charge ou par du combustible auxiliaire. Quand le combustible auxiliaire est requis, la combustion est soit induite directement par des brûleurs situés au niveau de soles spécifiques (cuisson directe) ou indirectement via une chambre séparée (cuisson indirecte).

25 **[0005]** La Demanderesse a développé depuis de nombreuses années un procédé de pyrolyse directe en four multi-étagé, suivie d'une combustion éventuelle de carbone fixe. Dans ce contexte, le traitement thermique étagé requiert d'adapter le four à étages conventionnel qui doit présenter :

- 30
- une zone de séchage des matières à traiter ;
 - une zone de chauffe et gazéification pyrolytique des matières volatiles, dans une atmosphère pauvre en oxygène. Après l'étape de pyrolyse, les produits ne contiennent plus que des matières minérales et du carbone fixe ;
 - une zone de combustion du carbone fixe en présence d'excès d'air.

35 **[0006]** Le procédé de pyrolyse directe présente un certain nombre d'avantages sur le procédé de pyrolyse indirecte. D'abord, alors que le procédé direct se fait en four à étages, le procédé indirect nécessite généralement un autre type de four, le four rotatif. Dans celui-ci, la présence de matières gazeuses nécessite de rendre inerte l'entrée et la sortie du réacteur, vu le risque d'explosion inhérent. De plus, la perte d'énergie est plus importante puisqu'il faut chauffer l'enveloppe avec un gaz de manière indirecte. Enfin, le râblage est moins bon et il est difficile de traiter des résidus tels que des huiles par exemple.

40 **[0007]** Le procédé de pyrolyse directe en four à étages permet de traiter de nombreux résidus tels que des boues de station d'épuration ou STEP, des boues industrielles, des résidus industriels composés de mélanges de matières organiques et minérales, etc. et a été appliqué industriellement dans de nombreux pays européens (Allemagne, France, Suisse, etc.).

45 **[0008]** En pyrolyse conventionnelle, les matières volatiles combustibles générées par le procédé viennent en contact avec la flamme des brûleurs. La présence d'oxygène résiduel provoque alors une propagation de la flamme (flammes fugaces) et une réaction en chaîne. On peut se heurter à des températures incontrôlées au niveau de la phase gazeuse et au niveau du produit traité, avec comme conséquence des problèmes de fusion partielle ou de frittage du produit râblé, par exemple sous forme de mâchefers, nécessitant l'arrêt de l'installation ou carrément l'abandon de la pyrolyse pour le traitement de certains produits.

50 **[0009]** Le procédé conventionnel de pyrolyse a fait l'objet de nombreuses publications en Europe ainsi qu'aux Etats-Unis.

[0010] La demande WO 2010/142397 divulgue un procédé pour récupérer des métaux à partir d'un flux riche en hydrocarbures et résidus carbonés au moyen d'une section de traitement, comprenant les étapes suivantes : envoyer le courant dans un traitement primaire, effectué en une ou plusieurs étapes, dans lequel le flux est traité en présence d'un agent fluxant dans un appareil adéquat à une température comprise entre 80 et 180°C, de préférence entre 100 et 160°C et soumis à une séparation liquide/solide pour obtenir un produit clarifié consistant essentiellement en des liquides et un gâteau (gâteau d'huile), éventuellement soumettre le gâteau séparé au séchage, en vue d'enlever du

gâteau la composante hydrocarbonée dont le point d'ébullition est inférieur à une température comprise entre 300 et 350°C, envoyer le gâteau, éventuellement séché, vers un traitement thermique secondaire comprenant : une pyrolyse « sans flamme » du gâteau réalisée entre 400 et 800°C, de préférence entre 500 et 670°C, une oxydation du résidu de pyrolyse réalisée dans un environnement oxydant et à des températures comprises entre 400 et 800°C, de préférence entre 500 et 700°C.

[0011] La demande WO 2010/55489 divulgue un procédé et une installation pour le traitement de matériaux contenant un mélange de matières plastiques et de matières métalliques, tels que des cartes électroniques usagées. Le procédé comprend les étapes suivantes : le broyage des matériaux à traiter ; la pyrolyse des matériaux broyés ; une première séparation magnétique effectuée sur les matériaux ayant subi la pyrolyse, fournissant d'une part une fraction métallique ferreuse et d'autre part des résidus non-ferreux ; une deuxième séparation magnétique effectuée sur les résidus non-ferreux, fournissant d'une part une fraction métallique non-ferreuse et d'autre part des résidus non-magnétiques.

[0012] La demande EP 843 142 divulgue un appareil amélioré et une méthode pour traiter efficacement des matières, par exemple incinérer des déchets, en particulier des boues déshydratées, dans un four à étages en injectant des jets d'oxygène à haute vitesse dans la zone de chauffe ou de séchage du four pour augmenter le mélange de la phase gazeuse turbulente, pour faciliter la combustion totale du monoxyde de carbone et des hydrocarbures dans la phase gazeuse, en vue d'obtenir des émissions plus faibles, pour augmenter la convection au-dessus des boues en cours de séchage en vue d'augmenter la vitesse de séchage et pour enflammer les boues en cours de séchage, en vue d'encore augmenter leur taux de séchage. L'installation et le procédé procurent une augmentation du débit des boues et une réduction du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote et des émissions hydrocarbonées.

[0013] La demande EP 2 083 954 divulgue un procédé de traitement de déchets contenant des métaux précieux, comprenant les étapes successives suivantes : mise en contact des déchets avec une composition à base de plomb fondu ; écumage du mélange obtenu et raffinage du mélange écumé par électrolyse de manière à récupérer les métaux précieux.

[0014] Le brevet US 4,261,268 divulgue un procédé et une installation pour le traitement de déchets dans un four à contre-courant dans lequel les matières sont introduites à une extrémité du four et déchargées à l'autre extrémité. De l'air est introduit simultanément dans le four et les gaz de combustion s'écoulent à contre-courant par rapport au traitement des matières et s'échappent à une première extrémité du four. Le four a une tendance naturelle à former des zones de traitement comprenant séquentiellement, en partant de la première extrémité du four, une zone de séchage, une zone de carbonisation et de combustion des matières volatiles, une zone de combustion du carbone fixe et une zone de refroidissement des cendres. Le procédé comprend les étapes de purge des gaz d'échappement secondaires à partir du milieu du four, substantiellement entre la zone de combustion du carbone fixe et la zone de carbonisation et de combustion des matières volatiles. Selon une forme d'exécution de l'invention, les gaz d'échappement secondaires subissent un échange thermique avec l'air qui est ajouté au four.

[0015] Le brevet US 4,046,086 divulgue un procédé et une installation similaires pour le traitement de déchets contenant des métaux alcalins. La température maximale dans le four est maintenue sous 1400°F (760°C) environ, directement à proximité de la surface du lit de matières à traiter.

[0016] Le brevet US 4,118,220 divulgue un procédé de traitement de matières contenant des métaux lourds et des matières carbonées, comprenant les étapes d'introduction continue de déchets à traiter par une entrée dans un premier four tout en ajoutant simultanément de l'air au four, de chauffage des déchets dans le four jusqu'à ce qu'ils soient dans un état de carbonisation et de là de déchargement des matières du four et de passage de celles-ci dans un appareil secondaire de traitement, tout en déchargeant simultanément les gaz d'échappement du four, de récupération et d'enlèvement, par lessivage chimique, des métaux lourds des déchets dans l'appareil secondaire de traitement, ensuite de passage du reste des déchets vers un second four pour brûler les matières carbonées restantes dans les déchets et de décharge séparée des cendres et des gaz d'échappement à partir du second four.

Buts de l'invention

[0017] La présente invention vise à s'affranchir des problèmes de l'état de la technique.

[0018] En particulier, l'invention vise à retraiter ou recycler des résidus ou déchets complexes, contenant des matières organiques telles que des huiles pour en récupérer des matières solides, notamment des matières minérales telles que des métaux précieux ou des terres rares.

[0019] L'invention a également comme but de contrôler la température du procédé en four à étages.

[0020] L'invention a également comme but de limiter les transformations cristallographiques de la matière à retraiter et la formation de matières frittées, de mâchefers.

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0021] La présente invention se rapporte à un procédé pour le retraitement, le recyclage ou la séparation de matières

ou déchets dans un four à étages par pyrolyse directe, appelé procédé de pyrolyse « sans flamme », dans lequel les matières sont respectivement introduites et déchargées à une première extrémité et une seconde extrémité du four, ledit four comprenant séquentiellement, en partant de la première extrémité, une zone de séchage, une zone de gazéification pyrolytique conduisant à la formation d'une phase gazeuse comprenant des matières volatiles et d'une phase

solide comprenant du carbone fixe et des matières minérales, et optionnellement une zone de combustion du carbone fixe en excès d'air, la chaleur de combustion de la charge étant obtenue par injection directe d'air et de combustible auxiliaire dans le four, caractérisé en ce que de la vapeur d'eau à basse pression est injectée de manière contrôlée dans au moins une zone du four étagé de manière à obtenir un profil de température précis et uniforme tant dans la phase gazeuse que dans la phase solide.

[0022] Selon des modes particuliers ou préférés de l'invention, le procédé comporte en outre une ou une combinaison appropriée d'au moins deux des caractéristiques suivantes :

- la pression de vapeur d'eau injectée est comprise entre 1 et 5 bars ;
- la vapeur d'eau injectée est de la vapeur sèche ;
- la vapeur d'eau injectée est de la vapeur saturante ;
- dans le cas d'une pyrolyse suivie d'une combustion de carbone fixe, la vapeur d'eau est injectée à la transition entre la zone de gazéification pyrolytique et la zone de combustion du carbone fixe ;
- la gazéification pyrolytique est effectuée en atmosphère réductrice ;
- le domaine de température couvert s'étend entre 150 et 1050°C ;
- la température maximale dans le four est réduite d'au moins 100°C par rapport à la situation où on utilise le même procédé, mais sans injection de vapeur d'eau ;
- les déchets à recycler sont des circuits électroniques usagés ;
- les déchets à recycler sont des boues contenant des hydrocarbures et/ou des métaux ;
- les déchets à recycler sont des minéraux contaminés par des hydrocarbures et autres matières volatiles ;
- les gaz de combustion et les fumées s'écoulent à contre-courant par rapport au sens de traitement des matières ;
- les gaz de combustion et les fumées sont extraits au niveau de la partie supérieure du four et les matières retraitées sont extraites au niveau de la partie inférieure du four ;
- les gaz de combustion et les fumées s'écoulent à co-courant par rapport au sens de traitement des matières ;
- les gaz de combustion et les fumées, ainsi que les matières retraitées, sont extraits au niveau de la partie inférieure du four, la pyrolyse étant réalisée entre 150 et 500°C.

[0023] Un autre aspect de la présente invention concerne un four à étages ou à soles multiples, pour la mise en oeuvre du procédé décrit ci-dessus, comprenant une série de soles ou plaques de cuisson circulaires, disposées les unes au-dessus des autres dans une enveloppe d'acier tapissée de réfractaire ainsi qu'un arbre rotatif vertical disposé selon l'axe du four et portant des bras munis de râbles, qui brassent la charge et la déplacent à travers chaque sole selon un chemin en spirale, le produit à traiter étant déposé au niveau d'une sole supérieure et râblée pour passer à travers celle-ci par des orifices débouchant sur la sole immédiatement inférieure, et ainsi de suite vers le bas de l'installation où le produit traité est déchargé, des gaz chauds de combustion circulant dans le four pour chauffer la charge à sa température de réaction et produire la réaction désirée, en particulier un séchage poussé, une gazéification pyrolytique directe et optionnellement une combustion du carbone fixe, la chaleur de combustion étant produite par la combustion soit des constituants de la charge elle-même, soit de carburant auxiliaire brûlé dans des brûleurs situés au niveau d'une ou plusieurs soles spécifiques, ledit four à étages étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre des buses d'injection de vapeur d'eau à basse pression situées au niveau d'une ou plusieurs soles spécifiques.

Description de formes d'exécution préférées de l'invention

[0024] L'invention se rapporte à un procédé de traitement thermique par pyrolyse directe, « sans flamme » (*flameless pyrolysis*), en four à étages, plus spécifiquement, de résidus, déchets ou matériaux contenant des matières minérales et des matières organiques. Ce procédé nécessite un contrôle précis de la température tant au niveau de la phase gazeuse que de la phase solide.

[0025] Selon l'invention, la pyrolyse « sans flamme » permet, par une injection contrôlée et étagée de vapeur à basse pression dans le réacteur à étages, de contrôler de façon précise et uniforme le profil de température dans le produit solide et dans la phase gazeuse. L'injection de vapeur empêche l'enflamment des matières volatiles, la propagation de la flamme et l'augmentation incontrôlée de température.

[0026] La pression de vapeur d'eau injectée, sèche ou saturante, sera avantageusement comprise entre 1 et 5 bars. La vapeur d'eau sera aussi injectée à une ou plusieurs soles du réacteur en fonction du résultat souhaité. Dans le cas de la gazéification pyrolytique suivie de la combustion du carbone fixe, la vapeur est injectée de préférence à la sole où se trouve la zone de transition entre la fin de la pyrolyse et le début de la combustion du carbone fixe.

[0027] Selon la présente invention, le procédé de pyrolyse directe « sans flamme » peut être appliqué généralement en mode de fonctionnement à contre-courant, c'est-à-dire que les fumées sont extraites au niveau de la partie supérieure du réacteur et le produit solide est extrait au niveau de la partie inférieure du réacteur. Cependant, pour des applications de pyrolyse directe à base température (typiquement entre 150 et 400°C), le procédé peut être également appliqué en mode de fonctionnement à co-courant dans le réacteur. Dans ce cas spécifique, les fumées et les produits solides sont tous deux extraits au niveau de la partie basse du réacteur.

[0028] Le procédé de l'invention permet de traiter de manière efficace des produits riches en hydrocarbures ou générant énormément de matières volatiles combustibles au cours de la pyrolyse directe.

[0029] Ce procédé peut s'appliquer avantageusement tant à des boues et résidus riches en hydrocarbures qu'à des sols contaminés, des déchets électroniques (« electronic scrap ») ou des minéraux contaminés par des hydrocarbures ou d'autres matières volatiles.

[0030] Ce procédé permet de travailler sur des gammes de températures très étendues, allant de 150°C à plus de 1000°C et avec des atmosphères en phase gazeuse très réductrices.

[0031] Le mode de disposition des brûleurs, leur réglage ainsi que la disposition de buses d'introduction de vapeur permettent une optimisation de la pyrolyse « sans flamme » au coeur du réacteur à soles multiples.

[0032] Les profils de température obtenus en appliquant la pyrolyse « sans flamme » par rapport à la pyrolyse conventionnelle directe démontrent de façon claire le bien-fondé de la présente invention et son application à une multitude de résidus et sous-produits en vue de leur valorisation.

Exemple 1 : mélange de métaux, de fibres de verre et de résines époxy (Tableau 1)

[0033] Le but du traitement est de libérer les métaux et les fibres de verre de leur matrice époxy. Le procédé consiste en une pyrolyse « sans flamme » à basse température. Le tableau 1 donne une comparaison entre la pyrolyse « sans flamme » et la pyrolyse conventionnelle. On voit que le procédé selon l'invention permet d'éviter l'emballement de la température au cours du temps.

[0034] L'excès d'air (ou lambda) exprime la quantité d'air en excès par rapport à la quantité d'air minimum nécessaire à une combustion complète (ou stoechiométrique). On travaille ici en atmosphère réductrice, donc avec défaut d'air (lambda < 1).

[0035] En dehors de la pyrolyse « sans flamme », il n'est pas possible de contrôler la température de la phase gazeuse et en corollaire celle de la phase solide, ce qui engendre du frittage et de la fusion dans la phase solide.

Exemple 2 : traitement de métaux mélangés à des huiles et de l'eau (Tableau 2)

[0036] Le but du traitement est de libérer les métaux (par exemple des oxydes de tungstène) et à nouveau de contrôler la température de la phase gazeuse pour éviter d'élever la température de la phase solide de façon incontrôlée. Dans la méthode conventionnelle par oxydation, la température s'emballe avec le dégagement de matières volatiles. Le carbone fixe est encapsulé via enrobage par les matières volatiles. Cette méthode pose des problèmes de refroidissement.

[0037] La pyrolyse « sans flamme » permet de contrôler de manière précise la température de la phase gazeuse et de la phase solide.

Exemple 3 : traitement de boues par pyrolyse et combustion du carbone fixe (Tableau 3)

[0038] Dans un four à 6 soles par exemple, une vapeur à une pression de 2,5 bar est injectée dans la sole 3. Cette vapeur se détend complètement dès son entrée dans le réacteur. La pyrolyse « sans flamme » permet de contrôler la température de la phase gazeuse (Tfg) dans la zone de transition, c'est-à-dire au niveau de la sole 3 dans le cas présent (voir tableau 3 en grisé), entre la pyrolyse et la combustion du carbone fixe. On ne mesure pas ici la température du produit solide râblé. L'injection de vapeur permet de diminuer la température de 100-150°C dans la charge et de minimiser ainsi les risques de frittage (formation de mâchefers) dans la phase gazeuse comme l'illustre l'exemple ci-après.

Tableau 1

Temps (min)	Température (°C)	Lambda
0	552	0, 87
17	741	0, 97
35	732	0,73

EP 2 584 262 A1

(suite)

Temps (min)	Température (°C)	Lambda
50	713	0,73
Pyrolyse conventionnelle		
Temps (min)	Température (°C)	Lambda
0	643	0,72
10	547	0,75
20	576	0,77
30	542	0,74
40	514	0,71
Pyrolyse « sans flamme » (invention)		

Tableau 2

Temps (min)	Température (°C)	Lambda
0	559	0,67
15	542	0,69
30	637	0,75
60	713	0,74
90	737	0,61
Pyrolyse conventionnelle		
Temps (min)	Température (°C)	Lambda
0	670	0,54
30	559	0,77
45	587	0,77
60	594	0,74
90	581	0,74
Pyrolyse « sans flamme » (invention)		

Tableau 3

Temps (h)	Tfg sole 1 (°C)	Tfg sole 2 (°C)	Tfg sole 3 (°C)	Tfg sole 4 (°C)	Tfg sole 5 (°C)	Tfg sole 6 (°C)
Pyrolyse conventionnelle						
0	589	845	978	692	609	486
0,5	588	859	961	690	611	463
1	639	887	1014	706	623	513
Pyrolyse « sans flamme » (invention)						
1,5	655	862	959	704	620	524
2	675	864	910	694	618	524

(suite)

5

10

15

Pyrolyse « sans flamme » (invention)						
2,5	701	828	901	689	611	518
3	709	811	878	688	609	514
3,5	719	798	907	693	611	518
4	728	790	899	697	614	524
4,5	735	799	871	692	611	528
5	738	805	901	698	617	530
5,5	745	807	887	696	613	532
6	743	813	880	681	614	529
6,5	760	805	867	684	612	530

Revendications

20

25

30

35

40

45

50

55

1. Procédé pour le retraitement, le recyclage ou la séparation de matières ou déchets dans un four à étages par pyrolyse directe, appelé procédé de pyrolyse « sans flamme », dans lequel les matières sont respectivement introduites et déchargées à une première extrémité et une seconde extrémité du four, ledit four comprenant séquentiellement, en partant de la première extrémité, une zone de séchage, une zone de gazéification pyrolytique conduisant à la formation d'une phase gazeuse comprenant des matières volatiles et d'une phase solide comprenant du carbone fixe et des matières minérales, et optionnellement une zone de combustion du carbone fixe en excès d'air, la chaleur de combustion de la charge étant obtenue par injection directe d'air et de combustible auxiliaire dans le four, **caractérisé en ce que** de la vapeur d'eau à basse pression est injectée de manière contrôlée dans au moins une zone du four étagé de manière à obtenir un profil de température précis et uniforme tant dans la phase gazeuse que dans la phase solide.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression de vapeur d'eau injectée est comprise entre 1 et 5 bars.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vapeur d'eau injectée est de la vapeur sèche.
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vapeur d'eau injectée est de la vapeur saturante.
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans le cas d'une pyrolyse suivie d'une combustion de carbone fixe, la vapeur d'eau est injectée à la transition entre la zone de gazéification pyrolytique et la zone de combustion du carbone fixe.
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la gazéification pyrolytique est effectuée en atmosphère réductrice.
7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le domaine de température couvert s'étend entre 150 et 1050°C.
8. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la température maximale dans le four est réduite d'au moins 100°C par rapport à la situation où on utilise le même procédé, mais sans injection de vapeur d'eau.
9. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les déchets à recycler sont des circuits électroniques usagés.
10. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les déchets à recycler sont des boues contenant des hydrocarbures et/ou des métaux.
11. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les déchets à recycler sont des minéraux contaminés par

des hydrocarbures et autres matières volatiles.

12. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les gaz de combustion et les fumées s'écoulent à contre-courant par rapport au sens de traitement des matières.

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les gaz de combustion et les fumées sont extraits au niveau de la partie supérieure du four et **en ce que** les matières retraitées sont extraites au niveau de la partie inférieure du four.

14. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les gaz de combustion et les fumées s'écoulent à co-courant par rapport au sens de traitement des matières.

15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les gaz de combustion et les fumées, ainsi que les matières retraitées, sont extraits au niveau de la partie inférieure du four, la pyrolyse étant réalisée entre 150 et 500°C.

16. Four à étages ou à soles multiples, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une série de soles ou plaques de cuisson circulaires, disposées les unes au-dessus des autres dans une enveloppe d'acier tapissée de réfractaire ainsi qu'un arbre rotatif vertical disposé selon l'axe du four et portant des bras munis de râbles, qui brassent la charge et la déplacent à travers chaque sole selon un chemin en spirale, le produit à traiter étant déposé au niveau d'une sole supérieure et râblée pour passer à travers celle-ci par des orifices débouchant sur la sole immédiatement inférieure, et ainsi de suite vers le bas de l'installation où le produit traité est déchargé, des gaz chauds de combustion circulant dans le four pour chauffer la charge à sa température de réaction et produire la réaction désirée, en particulier un séchage poussé, une gazéification pyrolytique directe et optionnellement une combustion du carbone fixe, la chaleur de combustion étant produite par la combustion soit des constituants de la charge elle-même, soit de carburant auxiliaire brûlé dans des brûleurs situés au niveau d'une ou plusieurs soles spécifiques, ledit four à étages étant **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre des buses d'injection de vapeur d'eau à basse pression situées au niveau d'une ou plusieurs soles spécifiques.



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 18 6170

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 4 046 085 A (BARRY LOUIS T ET AL) 6 septembre 1977 (1977-09-06)	1,5,6, 10,12, 13,16	INV. F23G5/28 F23G5/027
Y	* colonne 2, ligne 41 - colonne 3, ligne 36 * * colonne 3, ligne 50-56; figure *	9,11,14, 15	F23G7/00 F23G7/14 F23G5/38 F23L7/00
Y	WO 03/093401 A1 (ABB SP Z O O [PL]; SEKULA ROBERT [PL]; LESZCZYNSKI SLAWOMIR [PL]; KACZ) 13 novembre 2003 (2003-11-13) * le document en entier *	9	
Y	US 5 080 025 A (NELL DAVID J [US] ET AL) 14 janvier 1992 (1992-01-14) * le document en entier *	11,14,15	
X	US 3 153 633 A (DREUSCHE JR CHARLES F VON) 20 octobre 1964 (1964-10-20) * figure 1; exemples *	1,2,11, 14-16	
X	US 5 018 458 A (MCINTYRE GLOVER C [CA] ET AL) 28 mai 1991 (1991-05-28) * colonne 2, ligne 55 - colonne 3, ligne 52 * * colonne 4, ligne 4-13; figures 1,2 *	1,2,10, 12,13,16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F23G F23L
X	US 1 806 020 A (PARKER CHARLES K ET AL) 19 mai 1931 (1931-05-19) * page 1, ligne 81 - page 2, ligne 54 * * page 2, ligne 79 - page 3, ligne 20; figure *	1,2,7, 11,13,16	
X	US 2005/217545 A1 (BARRY LOUIS T [US]) 6 octobre 2005 (2005-10-06) * alinéas [0019], [0020]; figure 3 *	1,16	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 21 mars 2012	Examineur Coli, Enrico
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		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	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 18 6170

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 2 145 090 A (LEWERS GEORGE R) 24 janvier 1939 (1939-01-24) * revendication 11; figure 2 *	1,16	
A	DE 15 26 075 B1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 22 janvier 1970 (1970-01-22) * figure *	14,15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 21 mars 2012	Examineur Coli, Enrico
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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			

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 11 18 6170

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-03-2012

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4046085	A	06-09-1977	CA 1083427 A1	12-08-1980
			GB 1577543 A	22-10-1980
			US 4046085 A	06-09-1977

WO 03093401	A1	13-11-2003	AT 335064 T	15-08-2006
			AU 2003238978 A1	17-11-2003
			DE 60307263 T2	05-07-2007
			EP 1504077 A1	09-02-2005
			WO 03093401 A1	13-11-2003

US 5080025	A	14-01-1992	AUCUN	

US 3153633	A	20-10-1964	BE 709950 A	30-05-1968
			GB 941635 A	13-11-1963
			US 3153633 A	20-10-1964

US 5018458	A	28-05-1991	CA 2043053 A1	13-03-1992
			GB 2247939 A	18-03-1992
			US 5018458 A	28-05-1991

US 1806020	A	19-05-1931	AUCUN	

US 2005217545	A1	06-10-2005	AUCUN	

US 2145090	A	24-01-1939	AUCUN	

DE 1526075	B1	22-01-1970	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2010142397 A [0010]
- WO 201055489 A [0011]
- EP 843142 A [0012]
- EP 2083954 A [0013]
- US 4261268 A [0014]
- US 4046086 A [0015]
- US 4118220 A [0016]