

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 19.08.94.

③0 Priorité : 20.08.93 DE 4328000; 20.08.93 DE 4327999; 20.08.93 DE 4327998.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 24.02.95 Bulletin 95/08.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SKW TROSTBERG
AKTIENGESELLSCHAFT — DE.

⑦2 Inventeur(s) : Dr Ebeling Joachim et Dr. Weber
Günter.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Plasseraud.

⑤4 Procédé pour la fabrication de carbure de calcium.

⑤7 Procédé pour la préparation de carbure de calcium par mise en réaction d'un composant de carbone à partir de déchets de matières synthétiques avec de l'oxyde de calcium dans un four à arc électrique, par:

- a) décomposition thermique à 500 jusqu'à 1300°C,
- b) formation consécutive de noir de carbone et/ou précipitations du carbone formé lors de la séparation des gaz de décomposition à l'étape a) sur le coke granuleux à 800 jusqu'à 1500°C, et
- c) séparation des particules de noir de carbone finement divisées et/ou des particules de coke revêtues de carbone des gaz d'échappement produits.

Ce procédé permet d'exploiter presque totalement et écologiquement les déchets de matières synthétiques et d'obtenir simultanément des composants de carbone particulièrement économiques ainsi que le courant nécessaire pour ce procédé.

FR 2 709 121 - A1



PROCEDE POUR LA FABRICATION DE CARBURE DE CALCIUM

La présente invention concerne un procédé pour la
préparation de carbure de calcium par mise en réaction d'un
5 composant carbone avec de l'oxyde de calcium dans un four à
arc électrique.

Le carbure de calcium représente une substance
chimique fondamentale importante, utilisée par exemple dans
la préparation de la chaux azotée ou cyanamide de calcium,
10 de dérivés NCN, de gaz acétylène ainsi que de produits
secondaires d'acétylène et au cours des dernières décennies,
il sert notamment d'agent de désulfuration dans l'industrie
métallurgique.

La fabrication à l'échelle industrielle de carbure
15 de calcium s'effectue aujourd'hui de préférence dans des
fours à arc électrique, notamment dans des fours fermés
équipés d'électrodes Soederberg. Ce procédé électrothermique
est très coûteux car la production de la température
réactionnelle nécessaire de 2000 à 2300°C exige de grandes
20 quantités de courant et la pureté et la taille particulière
des matériaux de départ doivent répondre à des critères
rigoureux. Ainsi, dans pratiquement la totalité des instal-
lations de production, on met en oeuvre des fours de carbure
avec un mélange de chaux vive finement divisée et de coke ou
25 d'anthracite dans un rapport de 60/40 et avec une taille
particulière d'environ 5 à 40 mm, de sorte que les dépenses
pour la production des matières premières, l'alimentation et
le chargement des fours de carbure s'avèrent relativement
élevées.

30 De nombreuses tentatives visant à abaisser la
consommation d'énergie spécifique du procédé de carbure de
calcium ou à réduire les coûts au niveau des matières
premières ont par conséquent été entreprises. Une approche
déjà connue d'une manière générale pour la production de
35 carbure de calcium consiste à mettre en oeuvre les compo-
sants de départ sous forme condensée. Les corps moulés

correspondants sont constitués par les partenaires de réaction oxyde de calcium et coke dans le rapport stœchiométrique requis et ils se caractérisent par un comportement réactionnel particulièrement favorable et une résistance électrique spécifique élevée.

Une autre solution consiste essentiellement à ne mettre en oeuvre que des substances noires sélectionnées ou spécialement prétraitées pour la production de carbure de calcium, en veillant particulièrement à ce qu'un élément porteur de carbone ait une conductivité électrique spécifique et une teneur en matières volatiles aussi faibles que possible.

Dans l'état de la technique, il a par exemple déjà été proposé de mettre en oeuvre du coke de houille spécialement prétraité (DD-PS 139 948) ou du coke BHT (DD-PS 132 977) ou un coke ayant une proportion xylitique inférieure à 10% (proportion des masses)(voir DD-PS 295 334). Toutefois, ces étapes de traitement préliminaire sont dans la plupart des cas d'une technicité relativement coûteuse et par conséquent peu rentables.

Enfin, par le document DE-PS 30 13 726, à la place du coke, il est connu de faire appel à des substances noires meilleur marché comme par exemple l'anhracite, le coke de pétrole et le charbon maigre. En raison de la proportion élevée en substances volatiles, il est toutefois nécessaire de procéder à une calcination préalable de ces matières, ce qui entraîne également un prétraitement supplémentaire et accroît les coûts des matières premières. En outre, dans les procédés industriels à grande échelle, ces substances noires ne peuvent être utilisées que dans des proportions limitées en tant que matières fondantes grossières pour le lit de fusion.

La présente invention a par conséquent pour but de proposer un procédé pour la préparation de carbure de calcium par réaction d'un composant carbone avec de l'oxyde de calcium dans un four à arc électrique et qui ne présente

pas les inconvénients cités de l'art antérieur mais en partant de matières premières relativement bon marché et qui, sans gros investissements techniques, permet d'obtenir un composant carbone facilement utilisable dans la fabrication du carbure de calcium.

Ce but est atteint selon l'invention en ce que l'on met en oeuvre un composant carbone qui a été préparé à partir de déchets de matières synthétiques :

- a) par décomposition thermique à 500 jusqu'à 1300°C,
- b) ensuite par formation de noir de carbone et/ou précipitation du carbone formé lors de la séparation des gaz de décomposition à l'étape a) sur le coke granuleux à 800 jusqu'à 1500°C, et
- c) séparation des particules de noir de carbone finement divisées et/ou des particules de coke revêtues de carbone des gaz d'échappement produits.

D'une façon surprenante, on a constaté que les composants de carbone proposés dans le procédé selon l'invention conviennent parfaitement à la production de carbure de calcium à l'échelle industrielle.

Dans le procédé selon la présente invention, la préparation des matières de départ pour la production de carbure de calcium s'effectue en trois étapes, moyennant quoi comme matières brutes on utilise pour les composants de carbone des déchets synthétiques. Grâce à ces composants de carbone économiques, on obtient un abaissement sensible des coûts de matières premières. Les déchets de matières premières sont de préférence utilisés sous la forme broyée, notamment déchiquetée d'une dimension particulière de 1 à 100 mm. Comme déchets de matières synthétiques on peut utiliser les thermoplastiques usuels trouvés dans les déchets ménagers avec une teneur en carbone relativement élevée de 70 à 85%.

De préférence, peuvent trouver ici application les polymères d'hydrocarbure purs comme par exemple le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrol, etc. En principe, on peut également utiliser d'autres matières synthétiques, par exemple le polyacrylnitrile, les polyamides, etc, ou des copolymères comme par exemple le PEP ou ABS. Dans le cadre de la présente invention, il est cependant également possible d'utiliser des polymères halogénés, par exemple le chlorure de polyvinyle dans certaines proportions car les composés halogénés volatiles produits lors du lavage consécutif des gaz, notamment après la pyrolyse et/ou la formation de noir de carbone, peuvent être à nouveau éliminés.

De plus, on peut également traiter sans problème d'autres matières synthétiques, par exemple le polyester, les polyuréthannes, les polycarbonates ainsi que des composants carton, papier ou autres hydrates de carbone dans des proportions déterminées. La présence de matières de charge minérales et d'impuretés, de quartz et de composants métalliques ne gêne absolument pas le procédé.

Ces déchets de matières synthétiques broyées sont décomposés thermiquement à 500 jusqu'à 1300°C, la décomposition thermique pouvant être conduite de différentes manières. Selon un mode de réalisation préférée, les déchets de matières synthétiques sont pyrolysés à 500 jusqu'à 1000°C, de préférence à 600 jusqu'à 800°C, la pyrolyse étant conduite dans les réacteurs habituels, de préférence dans un four tubulaire rotatif ou dans un réacteur à lit tourbillonnaire. En principe, d'autres réacteurs de pyrolyse par exemple avec des agents caloporteurs solides tournants pourront également être utilisés. Le chauffage de ces réacteurs s'effectue directement ou indirectement, par voie thermique ou électrique. Le résidu solide restant lors de la pyrolyse et qui pour l'essentiel est constitué par du coke et des impuretés non gazéifiables à partir de matières synthétiques (matières de charge, composants métalliques,

etc) est évacué en continu. Ce résidu de pyrolyse peut éventuellement être broyé, libéré des métaux et des particules étrangères et être ajouté sous forme de coke de pyrolyse au noir de carbone obtenu ultérieurement à partir des gaz de pyrolyse avant la granulation ou le compactage dans la mesure où les impuretés ne gênent pas la production de carbure de calcium.

En variante, parallèlement à la pyrolyse, on peut décomposer les déchets de matières synthétiques broyées également dans une couche tourbillonnaire ou dans un lit fluidisé à 800 jusqu'à 1300°C de préférence à 900 jusqu'à 1100°C et en présence de gaz inerte (par exemple de l'azote). Une gazéification peut ensuite également être effectuée au cours de cette réaction de désintégration ou de décomposition qui peut être conduite dans les réacteurs classiques à lit tourbillonnaire ou à lit fluidisé (avec un chauffage direct ou indirect, thermique ou électrique). Dans l'étape b), les gaz de décomposition produits consécutivement à l'étape a) à 800 jusqu'à 1500°C peuvent être employés pour la formation de noir de carbone et/ou, après leur dissociation en carbone, précipiter sur le coke granuleux.

Cette formation de noir de carbone est de préférence conduite à 900 jusqu'à 1100°C dans les réacteurs de noir de carbone habituels, par exemple les réacteurs de noir de carbone de type fourneaux ou réacteurs thermiques selon les procédés connus. Les particules fines de noir de carbone produites à cette occasion sont prélevées du réacteur respectif en continu et sont par conséquent séparées des gaz d'échappement produits. Ces particules de noir de carbone, grâce à leur finesse, peuvent être amenées au four de production de carbure comme lit de fusion fin par l'électrode creuse. Pour cette raison, on granule ou on compacte une partie des particules fines de noir de carbone à une granulométrie de 3 à 25 mm. Cette granulation ou ce compactage peuvent être effectués selon des procédés connus, moyennant quoi pour la granulation on peut recourir à un

adjuvant connu, par exemple la mélasse. Ces particules de noir de carbone granulées ou compactées peuvent être utilisées après traitement thermique (séchage) simplement comme fondant ou lit de fusion grossier dans la fabrication de carbure de calcium.

A la place de la formation de noir de carbone, les gaz de décomposition produits à l'étape b) peuvent également être amenés dans un lit tourbillonnaire ou dans un lit fluidisé constitué par du coke granuleux à 800 jusqu'à 1300°C, de préférence à 900 jusqu'à 1100°C. Dans ces conditions, les gaz de désintégration sont décomposés en carbone qui se dépose subséquentement sur le coke granuleux. Cette réaction de décomposition peut être réalisée dans les réacteurs classiques à lit tourbillonnaire ou à lit fluidisé et selon des procédés connus.

Le type de coke mis en oeuvre ne présente pratiquement pas de caractère critique, c'est-à-dire que l'on peut recourir à tous les types usuels de coke convenant à la production de carbure de calcium à l'échelle industrielle. La granulométrie particulière du coke utilisé peut varier dans de vastes proportions ; toutefois, il s'est avéré particulièrement avantageux d'utiliser du coke granuleux ayant une taille particulière de 0,5 à 3 mm.

Selon un mode de réalisation préféré, la décomposition thermique (étape a) et le dépôt subséquent du carbone formé à partir des gaz de décomposition à 800 jusqu'à 1500°C (étape b) sont conduits simultanément dans un réacteur, par exemple un réacteur à lit tourbillonnaire ou à lit fluidisé. Les particules de coke formées à l'étape b) et qui sont revêtues du carbone nouvellement formé (désignées ci-après particules carbone/coke) sont subséquentement séparées des gaz d'échappement produits, ces particules carbone/coke étant de préférence évacuées dans le bas du réacteur à lit tourbillonnaire ou à lit fluidisé en continu. Après le refroidissement, on sépare par tamisage ces particules carbone/coke, la fraction grossière (> 3mm) étant utilisée comme substance de

lit de fusion grossière pour la préparation du carbure de calcium, tandis que la fraction fine ($< 3\text{mm}$) est recyclée au lit tourbillonnaire ou au lit fluidisé ou encore, elle est ramenée comme fondant fin par l'électrode creuse au four de production de carbure.

Dans le cadre de la présente invention, il est possible de mettre en oeuvre une partie des gaz d'échappement libérés lors de la réaction de décomposition, gaz qui, pour l'essentiel, consistent en hydrogène et en hydrocarbures inférieurs, par exemple du méthane sous forme de gaz de lit tourbillonnaire. Selon un mode de réalisation préféré, les gaz d'échappement peuvent encore être soumis à un lavage au gaz selon les procédés habituels, de préférence à l'eau. De cette manière, il se produit un dépoussiérage et simultanément une séparation des composés halogénés indésirables.

Les gaz de séparation traités de cette manière peuvent être facilement recyclés en raison de leur pureté élevée, éventuellement conjointement avec le gaz CO en provenance du four de production de carbure et ils peuvent être soumis à un traitement ultérieur ou être mis en oeuvre pour la production de courant ou comme gaz de chauffage. De cette manière, on réalise une exploitation pratiquement complète et très écologique des déchets des matières synthétiques tout en obtenant un composant carbone particulièrement avantageux pour le procédé de production du carbure de calcium. En raison de ces avantages particuliers, le procédé selon l'invention convient particulièrement bien à la mise en oeuvre à l'échelle industrielle.

On va expliquer l'invention plus en détail en se référant aux exemples suivants.

Exemple 1

Dans un four tubulaire rotatif on introduit et on pyrolyse à une température de 750°C des matières synthétiques déchiquetées à une taille particulière de 5 à 70 mm avec une proportion de 65% en poids de polyéthylène, 9% en

poids de polypropylène, 15% en poids de polystyrol, 5% en poids de téréphtalate de polyéthylène, 2% en poids de PVC et 4% en poids d'autres composants.

5 A partir du four tubulaire rotatif chauffé indirectement, on prélève 110 g de coke de pyrolyse par tonne de matières synthétiques de charge contenant 70 kg de particules métalliques incluses (fer, aluminium) ainsi que du sable et des matières de charge).

10 Le gaz de pyrolyse quittant le four tubulaire rotatif est ensuite séparé dans des réacteurs thermiques de noir de carbone à 100 jusqu'à 1400°C, et le noir de carbone se dépose dans un filtre qui libère les gaz de séparation par lavage d'eau de HCl ; l'acide chlorhydrique obtenu est préparé par distillation à une concentration de 31% HCl.

15 Le noir de carbone précipité à partir des gaz de séparation est granulé dans un granulateur de mélange avec 100% en poids d'une solution de mélasse aqueuse et addition de 0,1% en poids de chaux, puis il est séché dans un sécheur à lit fluidisé. La teneur en liant des granulats obtenus
20 avec une granulométrie de 5 à 30 mm est de 2,1% en poids. les composants volatiles des granulats peuvent être presque entièrement séparés par chauffage jusqu'à 200°C.

Le granulat de carbone a été transformé en carbure avec 81,5% de teneur CaC dans un rapport pondéral charbon :
25 chaux 35,7 : 64,3% dans un fourde carbure fermé.

Les gaz de séparation libérés du noir de carbone de l'acide chlorhydrique sont amenés dans une installation de chaudière à vapeur. Le courant obtenu sert à alimenter le four de production de carbure.

30

Exemple 2

Dans un réacteur à lit tourbillonnaire avec du sable comme agent tourbillonnaire, on introduit et on pyrolyse, à une température de 750°C des matières synthétiques déchiquetées d'une granulométrie de 5 à 70 mm avec une proportion de
35 64% en poids de polyéthylène, 10% en poids de polypropylène,

12% en poids de téréphtalate de polyéthylène, 5% en poids de chlorure de polyvinyle et 5% en poids d'autres composants.

5 A partir de la couche tourbillonnaire chauffée indirectement, on prélève conjointement avec une partie du produit tourbillonnaire 150 kg de coke de pyrolyse par tonne de matières synthétiques chargées contenant 80 kg de parties métalliques incluses (fer, aluminium), ainsi que du sable et des matières de charge.

10 Le gaz de pyrolyse quittant le réacteur à lit tourbillonnaire est conduit sans refroidissement dans des réacteurs de noir de carbone de type four pour y être converti à 1000 jusqu'à 1400°C en noir de carbone et en un gaz de séparation riche en CO et en H₂. Le noir de carbone précipité dans un filtre après refroidissement des gaz de
15 séparation et le chlorure d'hydrogène contenu dans le gaz de séparation est rincé à l'aide d'un lavage à l'eau. L'acide chlorhydrique ainsi obtenu est préparé par distillation à une concentration de 31% HCl.

20 Le noir de carbone séparé des gaz de séparation est granulé dans un granulateur de mélange avec 10% en poids d'une solution de mélasse aqueuse et addition de 0,1% en poids de chaux, puis il est séché dans un sécheur à lit fluidisé. La teneur en liant des granulats obtenus d'une granulométrie de 3,35 mm est de 3,5% en poids. Les compo-
25 sants volatiles des granulats peuvent être presque totalement séparés par chauffage jusqu'à 200°C.

30 Le granulat de carbone est transformé en carbure avec 80,3% de teneur CaC dans un rapport pondéral carbone : chaux 35,6 : 64,4% dans un four de production de carbure fermé.

Les gaz de séparation séparés du noir de carbone de l'acide chlorhydrique sont amenés dans une installation de chaudière à vapeur. Le courant obtenu sert à l'alimentation du four de production de carbure.

35

Exemple 3

Dans un four tubulaire rotatif qui est chauffé indirectement de l'extérieur à l'aide d'un chauffage à résistance électrique, on dose au moyen d'un convoyeur sans fin refroidi, 15% en poids par heure de matières synthétiques broyées, d'une granulométrie de 5 à 70 mm avec
5 une proportion de 65% en poids de polyéthylène, 9% en poids de polypropylène, 15% en poids de polystyrol, 5% en poids de téréphtalate de polyéthylène et 6% en poids d'autres composants, dans des conditions de température interne de
10 four tubulaire rotatif d'environ 500°C.

Le gaz de pyrolyse sortant du four tubulaire rotatif est amené sans refroidissement supplémentaire dans un réacteur à couche tourbillonnaire qui contient environ 110 parties en poids de coke de 0,2 à 1,2 mm et il est chauffé
15 indirectement de l'extérieur jusqu'à environ 1200°C. Une partie du gaz de sortie du réacteur est recyclée et mélangée au gaz de pyrolyse. Le gaz de sortie excédentaire du réacteur est amené à un lavage consécutif. Les composants non gazéifiables sont prélevés par charge par le fond du
20 réacteur à lit tourbillonnaire. En chargeant du carbone et des particules de coke, on augmente constamment le volume apparent. Pour maintenir le volume apparent constant on prélève par conséquent par charge 15% en poids toutes les 15 minutes ou 50% en poids par heure en continu à partir du
25 réacteur de couche tourbillonnaire par sas à roue cellulaire et on amène à une installation de tamis. Les granulométries inférieures à 3 mm sont recyclées dans la couche tourbillonnaire, les granulométries supérieures à 3 mm sont amenées au four de production de carbure.

30 La quantité de coke nécessaire à sortir est pour l'exemple de réalisation présent d'environ 4 parties en poids par heure.

Les particules coke/carbone sont traitées dans un rapport pondéral carbone : chaux 35,8 : 64,2% dans un four
35 de production de carbure fermé pour donner un carbure ayant une teneur de 90,7% en CaC_2 .

Les gaz d'évacuation purifiés sont amenés dans une installation de chaudière à vapeur. Le courant obtenu sert à l'alimentation du four de production de carbure.

5 Exemple 4

Dans un réacteur à lit tourbillonnaire on ajoute 110 parties en poids d'un coke en vrac de 0,2 à 1,2 mm.

10 Le réacteur est chauffé indirectement jusqu'à environ 1100°C. Pendant la phase de chauffage, on amène un courant de gaz inerte constitué par de l'azote à travers le lit en vrac qui entre ainsi en un tourbillonnement intensif. On dose alors 12 parties en poids/heure de particules de matières synthétiques broyées d'environ 1 à 3 mm avec une portion de 70% en poids de polyéthylène, 9% en poids de polypropylène, 15% en poids de polystyrol, 5% en poids de téréphtalate de polyéthylène, 5% en poids d'autres composants à l'aide d'un transporteur à vis sans fin et ensuite on introduit par soufflage dans le lit en vrac, en utilisant pour le soufflage du gaz de sortie de réacteur refroidi et recyclé. Le gaz de sortie de réacteur excédentaire est amené à un lavage subséquent. Les portions non gazéifiables sont ramenées au four tubulaire rotatif.

20 L'augmentation du carbone sur les particules de coke fait croître le volume apparent de façon continue. Pour maintenir le volume apparent constant, on prélève par conséquent en continu de la couche tourbillonnaire par charges ou lots de 15 parties en poids toutes les 15 minutes ou 50 parties en poids toutes les heures, par un sas à roue cellulaire et l'on amène à une installation de tamisage. Les granulométries inférieures à 3 mm sont ramenées à la couche tourbillonnaire, les granulométries supérieures à 3 mm sont ramenées au four de production de carbure. La quantité de coke nécessaire à évacuer est d'environ 4 parties en poids par heure pour l'exemple de réalisation précité.

30 Les particules carbone/coke sont dans un rapport carbone : chaux 35,9 : 64,1% dans un four de production de

carbure fermé et sont transformées en carbure de calcium avec 79,7% de teneur en CaC_2 .

Les gaz d'échappement purifiés sont amenés dans une installation de chaudière à vapeur. Le courant obtenu sert
5 à alimenter le four de production de carbure.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour la préparation de carbure de calcium par mise en réaction d'un composant de carbone avec de l'oxyde de calcium dans un four à arc électrique, caracté-
5 risé en ce que l'on met en oeuvre un composant carbone qui a été produit à partir de déchets de matières synthétiques :

- a) par désintégration décomposition thermique à 500 jusqu'à 1300°C,
10
- b) ensuite par formation de noir de carbone et/ou précipitation du carbone formé lors de la séparation des gaz de décomposition à l'étape a) sur le coke granuleux à 800 jusqu'à 1500°C, et
15
- c) séparation des particules de noir de carbone finement divisées et/ou des particules de coke revêtues de carbone des gaz d'échappement produits.

20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on met en oeuvre des déchets de matières synthétiques sous forme broyée d'une granulométrie de 1 à 100 mm.

3. Procédé selon les revendications 1 et 2 caracté-
25 risé en ce que les déchets de carbone possèdent une teneur en carbone de 70 à 85% en poids.

4. Procédé selon les revendications 1 à 3, caracté-
risé en ce que l'on choisit comme déchets de matières synthétiques des thermoplastiques à partir du groupe polyéthylène, polypropylène ou polystyrol.

30 5. Procédé selon les revendications 1 à 4, caracté-
risé en ce que l'on conduit la décomposition thermique sous forme de pyrolyse à 500 jusqu'à 1000°C de préférence à 500 jusqu'à 800°C.

35 6. Procédé selon les revendications 1 à 5, caracté-
risé en ce que l'on procède à la pyrolyse dans un four tubulaire rotatif ou dans un réacteur à lit tourbillonnaire.

7. Procédé selon les revendications 1 à 6, caracté-
risé en ce que l'on procède à la décomposition thermique
(étape a) et à la précipitation du carbone se formant lors
de la séparation des gaz de décomposition (étape b) simulta-
5 nément dans un lit tourbillonnaire ou dans un lit fluidisé
à partir de coke granuleux à 800 jusqu'à 1300°C, de préfé-
rence 900 jusqu'à 1100°C.

8. Procédé selon les revendications 1 à 7, caracté-
risé en ce que le coke granuleux présente une granulométrie
10 de 0,5 à 10 mm.

9. Procédé selon les revendications 1 à 8, caracté-
risé en ce que l'on effectue la formation de noir de carbone
des gaz de décomposition à 900 jusqu'à 1100°C dans un
réacteur de noir de carbone usuel.

10. Procédé selon les revendications 1 à 9, caracté-
risé en ce que l'on granule ou compacte les particules fines
de noir de carbone séparées à l'étape c) en une granulo-
15 métrie de 3,25 mm.

11. Procédé selon les revendications 1 à 10,
20 caractérisé en ce que l'on extrait en continu les particules
carbone/coke formées à l'étape b) à partir du réacteur à lit
tourbillonnaire ou à lit fluidisé.

12. Procédé selon les revendications 1 à 11 caracté-
risé en ce que l'on utilise une partie du gaz d'échappement
25 comme gaz du lit tourbillonnaire.

13. Procédé selon les revendications 1 à 12,
caractérisé en ce que l'on soumet les gaz d'échappement à un
lavage au gaz selon les procédés usuels.

14. Procédé selon les revendications 1 à 13,
30 caractérisé en ce que l'on met en oeuvre des gaz d'évacua-
tion purifiés pour la production de courant.