

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 463 179

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 17611**

(54) Procédé de réduction de la teneur en soufre du charbon.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). C 10 L 5/00; B 02 C 23/08; B 03 C 1/00; C 10 L 9/00.

(22) Date de dépôt..... 8 août 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 8 août 1979, n° 064 726.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 8 du 20-2-1981.

(71) Déposant : Société dite : ADVANCED ENERGY DYNAMICS, INC., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Stanley R. Rich.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

L'invention concerne un nouveau procédé de réduction de la teneur en soufre du charbon.

Du fait essentiellement des impératifs légaux de non pollution de l'environnement, une très grande partie des ressources en charbon des Etats-Unis d'Amérique restent inutilisées et ne contribuent donc pas, comme elles le devraient, aux approvisionnements en énergie des Nations. En effet la majeure partie du charbon disponible contient de l'ordre de 2 à 6 % en poids de soufre, et cette teneur en soufre est déclarée inacceptable par les textes de lois. De nombreux efforts ont été entrepris pour trouver des moyens de supprimer ce soufre ou du moins de réduire cette teneur en soufre à un niveau acceptable, mais ces efforts n'ont pas donné jusqu'à maintenant de résultats satisfaisants.

Le problème est décrit dans une publication de Sabri Ergun et Ernest H. Beau intitulée "Séparation magnétique de la Pyrite et du Charbon" et publiée par le Bureau des Mines (1968) Département U.S.A. de l'Intérieur, Rapport de Recherches 7181.

Les auteurs proposent un certain nombre d'approches utilisant le chauffage diélectrique du charbon à des fréquences déterminées pour renforcer le paramagnétisme de la pyrite par chauffage sélectif de celle-ci de manière à en transformer une certaine quantité en pyrrhotite présentant une susceptibilité magnétique environ 1000 fois supérieure à celle de la pyrite. Les auteurs indiquent (page 23) "Dans ce type de chauffage la pyrite n'a pas besoin d'être broyée pour réagir; en fait c'est l'inverse qui est vrai, c'est-à-dire que plus la pyrite est fine plus le chauffage est facile. Le broyage nécessaire pour libérer la pyrite peut se faire après le chauffage diélectrique". Cependant cela ne concerne pas le traitement des types de charbon dans lesquels la pyrite se trouve en particules de taille inférieure à 50 microns par exemple, ou même inférieure à 10 microns dans certains cas.

Dans une publication plus récente intitulée "Importance de la Distribution de Pyrite colloïdale pour améliorer les Déterminations de teneur en soufre du charbon" de R.T. Greer, "Department of Engineering Science and Mechanics and Engineering Research Institute, Université de l'état d'Iowa, Ames, Iowa 50011, publiée dans les Proceedings of the International Symposium of Analytical chemistry de l'"Exploration la Recherche

Minière et le Traitement des Matériaux", Johannesburg, République Sud Africaine, du 23-27 Août 1976, pages 171-174 1976, il est indiqué que la pyrite est la principale source de soufre dans le charbon, et que pour séparer les phases porteuses de soufre 5 dans la matrice organique du charbon, il est important que ce charbon soit pulvérisé en très fines particules passant à travers un tamis standard de calibre 400.

On a pu constater que dans de nombreux types différents de charbons, en particulier de charbons contenant des particules de pyrite de tailles inférieures ou égales 10 à 50 microns, le fait de broyer ou de pulvériser le charbon pouvait ne pas suffire pour obtenir une séparation physique satisfaisante entre la pyrite et la matrice de charbon, permettant de réduire la teneur en soufre du charbon à une valeur acceptable. 15 On a pu constater également que les procédés et appareils industriels couramment utilisés pour séparer les éléments d'un mélange de particules ne permettaient pas de traiter un charbon pulvérisé à un calibre inférieur à 200. En effet un charbon aussi finement pulvérisé ressemble à de la poussière et tend à se 20 mettre en paquets après pulvérisation. D'autre part, si l'on évite avec succès cette agglomération, le charbon pulvérisé tend à former des nuages de poussière dans les appareils de séparation haute tension qui sont par ailleurs nécessaires pour effectuer les étapes finales de séparation entre la pyrite et le charbon.

25 L'invention a pour but de pallier ces inconvenients et concerne à cet effet un procédé de réduction de la teneur en soufre du charbon, procédé caractérisé en ce qu'il comprend les différentes étapes consistant à pulvériser le charbon de manière à libérer, par des moyens physiques, une 30 proportion importante de la pyrite contenue dans le charbon (Etape 1) ; à faire passer le mélange obtenu de particules de charbon et de pyrite dans une décharge corona silencieuse en courant alternatif, de manière à réduire les forces d'adhérence électrostatiques entre particules pour détruire tout risque 35 d'agglomération entre ces particules (Etape 2); et à séparer ensuite les particules de charbon des particules de pyrite (Etape 3).

La première étape de ce procédé consiste donc à pulvériser le charbon à un calibre inférieur à 200, de manière à obtenir un mélange de particules de charbon et de 40

pyrite dans lequel la majorité des particules de pyrite sont physiquement libérées de la matrice de charbon. La seconde étape du procédé consiste à appliquer une décharge corona silencieuse en courant alternatif, et en présence de gaz, pour 5 séparer les unes des autres les particules du mélange, et pour éviter l'agglomération de ces particules de manière à obtenir un mélange dans lequel les surfaces de pratiquement toutes les particules sont accessibles au traitement de contact.

La "décharge silencieuse" par effet corona 10 en courant alternatif ionise le gaz entre les électrodes en créant dans ce gaz un grand nombre de paires d'ions positifs et négatifs. Cette "décharge silencieuse" transforme également une partie des molécules de gaz en atomes de gaz naissants. La présence de particules de charbon et de pyrite dans le gaz 15 ionisé décharge toute charge électrostatique des particules. Si le gaz peut réagir avec le charbon ou la pyrite, les molécules de gaz ionisé réagissent avec la surface des particules de pyrite ou de charbon en transformant les substances choisies en composés différents.

20 Par exemple l'hydrogène du gaz réagit avec le bisulfure de fer (pyrite) pour transformer en fer la couche de surface de cette substance et pour transformer le soufre en une très petite quantité de sulfure d'hydrogène gazeux. Le fer est à la fois bon conducteur de l'électricité et fortement 25 magnétique.

Cette étape du procédé modifie considérablement toutes les particules de pyrite jusqu'à une profondeur d'une molécule au moins, pour donner une nouvelle forme chimique caractérisée par le renforcement de l'une au moins des différences préexistantes de susceptibilité magnétique et de conductibilité électrique entre les éléments de pyrite et de charbon du mélange. Dans une troisième étape le procédé selon l'invention 30 utilise ensuite l'une ou les deux différences de propriétés, renforcées comme indiqué ci-dessus, pour améliorer la séparation 35 de ces deux éléments.

L'étape consistant à pulvériser le charbon contenant des particules de pyrite en particules de l'ordre de 50 microns ou moins peut ne pas suffire pour séparer convenablement la pyrite du charbon au point de permettre aux étapes 40 suivantes du procédé d'effectuer la réduction voulue de la

teneur en soufre. Dans ce cas la pulvérisation du charbon en particules encore plus fines, atteignant un calibre inférieur à 200, peut au contraire augmenter les difficultés de manipulation des poudres extrêmement fines obtenues.

5 On a constaté qu'on pouvait utiliser certains produits chimiques pour rendre plus lâche la liaison entre les plus petites particules de pyrite et la matrice de charbon, avant l'étape de broyage ou de pulvérisation, ce qui permettait ensuite d'augmenter l'effet de l'étape de pulvérisation au point de séparer physiquement de la matrice de charbon des particules de pyrite atteignant une taille aussi faible que 37 microns. Si l'on mouille par exemple un échantillon de charbon de ce type dans une solution aqueuse d'ammoniaque ou d'hydroxyde de potassium pendant quelques heures à la pression atmosphérique et à la température ambiante, pour le sécher ensuite, l'étape de pulvérisation de cet échantillon à un calibre inférieur à 200 permet d'obtenir une augmentation de la séparation physique entre la pyrite et le charbon.

20 Dans un exemple de processus préféré l'étape finale s'effectue dans un séparateur haute tension en utilisant un procédé généralement appelé jusqu'ici "séparation électrostatique".

25 Le terme de "séparation électrostatique", tel qu'il est utilisé ici, recouvre tout ce qui est écrit à ce sujet dans le "Chemical Engineer's Handbook", Directeurs de l'Edition ; 5ème édition 1973, dans l'article intitulé "Séparation électrostatique" aux pages 21-62 à 21-65 -- Mc Graw-Hill Book Company, New York, N.Y.

30 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit et qui se réfère aux dessins ci-joints dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma de principe général de l'invention,

35 - la figure 2 représente l'étape préliminaire de relâchement chimique des liaisons entre la pyrite et le charbon, et

- la figure 3 illustre un dispositif à "décharge silencieuse" permettant d'éviter l'agglomération du mélange pulvérisé de pyrite et de charbon.

La figure 1 illustre de façon générale le procédé selon l'invention comprenant trois étapes pouvant être effectuées chacune de plusieurs manières différentes.

Dans l'étape 1 le charbon est pulvérisé au calibre 200. Il est maintenant bien connu que la pyrite est la principale source de soufre dans le charbon, et que cette pyrite peut se trouver dans le charbon sous forme de grains inférieurs à 50 microns. Pour séparer physiquement les particules de pyrite de la matrice de charbon dans laquelle elles sont emprisonnées, il faut pulvériser ce charbon en particules de calibre 200 ou moins. Cependant le charbon pulvérisé aussi finement est difficile à manipuler.

Dans un milieu gazeux tel que de l'air, le mouvement des très petites particules de charbon et de pyrite, dont beaucoup présentent pratiquement le même diamètre aérodynamique effectif, est régi essentiellement par la loi de Stokes définissant la résistance R au mouvement par

$$R = 6\pi\eta av$$

expression dans laquelle " η " est la viscosité du fluide "a" le rayon des particules (sphères), et "v" la vitesse des particules.

La masse n'intervient pas pour les particules de petite taille présentes, de sorte que les particules de charbon et de pyrite sont facilement transportées ou dispersées dans tout le gaz environnant, et qu'inversement ces particules ne peuvent être séparées les unes des autres par le seul effet de la pesanteur.

Lorsque le charbon et la pyrite sont pulvérisés à la taille voulue pour séparer physiquement une proportion importante (c'est-à-dire pratiquement la majorité) de la pyrite contenue dans le charbon, la séparation de ces deux éléments peut se faire de différentes manières au cours des étapes suivantes du procédé. Plus précisément l'étape suivante du procédé, c'est-à-dire l'Etape 2, utilise la transformation de la pyrite sous une forme permettant de la séparer soit magnétiquement soit électrostatiquement du charbon.

En ce qui concerne le premier type de séparation, c'est-à-dire la séparation magnétique, la pyrite, substance essentiellement non magnétique, peut être transformée en matériau magnétique par des moyens thermiques (dont certains sont bien connus) ou par des moyens chimiques.

En ce qui concerne le second type de séparation, c'est-à-dire la séparation électrique, la pyrite est relativement plus conductrice électriquement que le charbon et cette différence peut être renforcée par des moyens chimiques ou électriques, ou par la combinaison des deux, pour rendre la pyrite bien meilleure conductrice de l'électricité que le charbon en cours de traitement, ce qui permet de faciliter considérablement la séparation par des moyens électrostatiques.

La séparation magnétique entre la pyrite et les carbons est le sujet d'une publication portant ce titre, de Sabri Ergun et Ernest H. Bean, publiée par le Bureau des Mines (1978) Département U.S.A de l'Intérieur, Rapport de Recherches 7181. Les auteurs de cette publication montrent qu'une certaine quantité de pyrite est transformée en composés ferromagnétiques de fer lorsqu'elle est chauffée à une température supérieure à 500°C. Le chauffage diélectrique du charbon dans des gammes de fréquence de l'ordre du Gigahertz semble le procédé le plus facile à mettre en œuvre pour renforcer le paramagnétisme de la pyrite. Le chauffage sélectif de la pyrite est mentionné dans ce rapport. Cependant les temps de chauffage sont tels (jusqu'à 30 minutes dans l'un des exemples donnés) que le charbon se trouve également chauffé de manière importante, ce qui nécessite une énergie totale de chauffage prohibitive. Cela est mis en évidence dans le Rapport N.T.I.S. n° PB 285-880.

Selon l'invention le paramagnétisme des particules de pyrite peut se renforcer plus économiquement par une transformation chimique ou électrique de la surface des particules de pyrite en composés plus magnétiques que le bisulfure de fer (pyrite). Cela se fait chimiquement par exemple en traitant la pyrite et le charbon par des gaz halogènes ou par des vapeurs de leurs acides tels que l'acide chlorhydrique ou bromhydrique ou iodhydrique, de manière à transformer la surface des particules de pyrite en chlorures bromures ou iodures ferreux ou ferriques. Ces composés, outre le fait qu'ils sont plus magnétiques que le bisulfure de fer, sont moins chers à obtenir que la pyrrhotite, composé obtenu par chauffage de la pyrite.

Le traitement chimique de surface des particules de pyrite peut se modifier électriquement par une décharge corona silencieuse en courant alternatif.

Les recombinaisons d'ions à la surface des particules conduisent à des températures locales élevées (comme dans la nitruration corona de l'acier) qui, lorsqu'elles sont appliquées en présence d'un ou plusieurs gaz appropriés, 5 produisent à leur tour la réaction chimique voulue. Le gaz de réaction peut être introduit, en même temps que le charbon et la pyrite pulvérisés, entre l'Etape 1 et l'Etape 2, comme indiqué sur la figure 1.

Dans chacun de ces exemples c'est la 10 surface de chaque particule de pyrite qui se transforme en un ou plusieurs composés plus magnétiques que le bisulfure de fer. Il suffit en effet simplement de transformer une mince couche de surface de chaque particule de pyrite en un matériau chimique plus magnétique, et cette caractéristique de l'invention permet 15 de réaliser une grande économie d'énergie. On pourra également noter sur les exemples ci-dessus d'étapes de transformation de la pyrite, que ces étapes aboutissent à une forme plus facilement séparable du charbon par des procédés électrostatiques.

La séparation électrostatique des deux 20 types de particules est possible même si les résistivités ne diffèrent que de deux ou trois ordres de grandeur. C'est en effet parfois le rapport des résistivités entre la pyrite et le charbon qu'on utilise comme paramètre de séparation, la pyrite étant, par nature même, meilleure conductrice de l'électricité 25 que le charbon. On trouve dans le commerce des séparateurs électrodynamiques (utilisant un dépôt de charges par bombardement d'ions) capables de séparer des particules présentant un rapport de conductibilités électriques d'environ cinq à six ordres de grandeur. Il est alors simplement nécessaire de transformer une 30 mince couche de surface de chaque particule de pyrite en produit chimique très bon conducteur pour rendre en fait les particules de pyrite bien meilleures conductrices que les particules de charbon ; le traitement chimique consistant ainsi à renforcer la différence pré-existante entre les conductibilités électriques 35 des deux matériaux.

En théorie il suffit que la profondeur de la couche de surface à conductibilité renforcée de chaque particule de pyrite soit de l'ordre d'une molécule seulement. Cela signifie que la réaction peut se faire pratiquement instantanément, et l'invention prévoit d'effectuer cette réaction à 40

n'importe quel instant convenable après que le mélange charbon/pyrite ait quitté le pulvérisateur.

Selon l'invention la conductibilité électrique des particules de pyrite peut être renforcée par la combinaison de moyens électriques et chimiques en amenant la pyrite sous la forme de particules finement divisées, de préférence transportées par un gaz ou une vapeur de réaction, et en faisant passer ces particules entre des électrodes dont l'une au moins est isolée par un diélectrique convenable, une tension électrique alternative suffisamment élevée pour produire une décharge corona silencieuse étant alors appliquée entre les électrodes pour produire à la fois des ions positifs et des ions négatifs dans le gaz de transport (voir figure 3).

Les recombinaisons d'ions à la surface des particules de pyrite conduisent à des températures locales élevées qui apparaissent en présence du gaz ou de la vapeur de transport et de réaction, ce gaz ou cette vapeur déclenchant ou accélérant à leur tour la réaction ou les réactions voulues avec le gaz ou la vapeur. Les recombinaisons d'ions se font à la fois à la surface des particules de pyrite et de charbon, ce qui accélère les réactions chimiques entre le gaz de transport et l'un ou les deux matériaux (pyrite et/ou charbon).

Le gaz ou la vapeur de transport doit donc être choisi de manière à favoriser la réaction voulue avec la pyrite et à supprimer ou réduire au minimum la réaction avec le charbon.

On peut transformer la surface des particules de pyrite en un composé meilleur conducteur de l'électricité en faisant réagir le mélange charbon/pyrite avec du chlore gazeux, par exemple juste après que ce mélange ait quitté le pulvérisateur, de manière à transformer la couche de surface en chlorure ferreux et/ou ferrique.

On a pu constaté que lorsqu'on travaillait avec du charbon pulvérisé à un calibre inférieur à 200, les particules de charbon avaient tendance à s'agglomérer et à former des paquets. Cela tend à gêner l'étape de traitement ultérieure qui nécessite l'accès à la surface des particules (comme par exemple dans le cas d'un renforcement de la conductibilité de surface des particules de pyrite par des moyens chimiques ou d'une séparation des particules dans un appareil dépendant de la

charge des particules par bombardement ionique.

On a constaté d'autre part qu'on pouvait supprimer l'agglomération d'un mélange de particules de charbon et de pyrite de calibre 200 en faisant passer ce mélange dans une décharge corona silencieuse en courant alternatif à la suite de l'étape de pulvérisation (Etape 1). Cette étape de suppression d'agglomération des particules de mélange permet l'accès à la surface de pratiquement toutes les particules et augmente considérablement l'intérêt de renforcer la différence électrique et/ou magnétique préexistante entre la pyrite et le charbon pour obtenir avec succès une bonne séparation entre les particules de pyrite porteuses de surface et les particules de charbon.

Ainsi l'Etape 2 du procédé selon l'invention permet simultanément de supprimer l'agglomération du mélange de particules de pyrite et de charbon et de renforcer considérablement la différence préexistante entre leurs propriétés respectives de conductibilité électrique et/ou de susceptibilité magnétique. L'Etape 3 du procédé selon l'invention, qui peut s'effectuer de nombreuses manières différentes classiques, s'en trouve ainsi plus efficace et plus performante.

Sur la figure 2 on peut voir qu'on relâche chimiquement, dans une étape de traitement préliminaire, la liaison entre les particules de pyrite et la matrice de charbon, cette opération étant effectuée avant l'Etape 1 du processus décrit sur la figure 1. On a constaté que cette Etape préliminaire permettait de renforcer la séparation physique ultérieure entre la partie pyrite et la partie charbon dans un échantillon de charbon bitumeux contenant des particules de pyrite de l'ordre de 50 microns. A titre d'exemple une quantité de charbon contenant 3,11 % de sulfure de pyrite a été traitée par un agent de morcellement chimique constitué ici par une solution aqueuse à 29 % d'ammoniaque sous la pression atmosphérique et à la température ambiante. Après un traitement de quelques heures le mélange a été desséché puis pulvérisé dans un concasseur l'amenant à un calibre inférieur à 200. Cet échantillon pulvérisé a été traité ensuite dans l'Etape 2 du procédé selon l'invention, puis séparé dans l'Etape 3. La teneur en soufre du charbon récupéré à la fin de l'Etape 3 était de 0,95 %. La teneur en soufre de la pyrite avait été réduite de 75 %.

La figure 3 représente un tube diélectrique 20 (en verre "Pyrex" par exemple) comprenant une première électrode électriquement conductrice 21 sur sa surface extérieure, et une seconde électrode électriquement conductrice 22 logée 5 axialement à l'intérieur du tube. Cette seconde électrode peut être maintenue en place par n'importe quel dispositif de support convenable (non représenté) offrant le minimum de résistance possible au débit de gaz et de mélange de particules. Dans une variante de réalisation le tube 20 peut comporter deux électrodes 10 extérieures placées sur ses surfaces extérieures opposées, et dans ce cas les parois du tube recouvertes par les électrodes doivent de préférence être plates de façon que les électrodes soient uniformément espacées sur toute la longueur du passage traversé par le débit de gaz (ou de vapeur) et de mélange de 15 particules.

Une paire de bornes 23, 24 sont reliées respectivement à chaque électrode 21, 22 et une haute tension alternative d'environ 25.000 volts sous un faible courant d'environ 1 milliampère, est appliquée entre ces bornes de 20 manière à produire une décharge corona silencieuse entre les électrodes. Le gaz (ou la vapeur) et le mélange de particules traversent cette décharge corona silencieuse à courant alternatif de manière à ioniser le gaz (ou la vapeur) pour déclencher une réaction entre le gaz (ou la vapeur) et au moins la pyrite 25 contenue dans le mélange de charbon et de pyrite, afin d'obtenir les résultats décrits ci-dessus.

L'effet de la décharge corona alternative silencieuse, suivant que le gaz ou la vapeur de réaction sont présents ou non, est de détruire l'agglomération des particules 30 constituant le mélange de charbon et de pyrite. Quand on fait passer un mélange pulvérisé au calibre 200, dans le tube 20, en présence d'une tension alternative convenable appliquée entre les bornes 23, 24, les particules effectuent un mouvement rapide de va et vient entre les électrodes 21, 22, transversalement par rapport à leur direction de passage entre les électrodes, de sorte que l'intérieur du tube se trouve rempli d'un 35 nuage de particules en mouvement bloquant pratiquement toute la lumière qui, dans le cas contraire, traverserait le tube.

On obtient ainsi à la sortie du tube un 40 mélange de charbon et de pyrite ne présentant plus la moindre

trace d'agglomération. Quand un gaz de réaction est également présent, celui-ci modifie la pyrite de manière à renforcer ses propriétés électriques et/ou magnétiques, comme décrit ci-dessus. Ce mélange de sortie est ensuite envoyé aux moyens de séparation de l'Etape 3.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de réduction de la teneur en soufre du charbon, procédé caractérisé en ce qu'il comprend les différentes étapes consistant à pulvériser le charbon de manière à libérer, par des moyens physiques, une proportion importante de la pyrite contenue dans le charbon (Etape 1) ; à faire passer le mélange obtenu de particules de charbon et de pyrite dans une décharge corona silencieuse en courant alternatif, de manière à réduire les forces d'adhérence électrostatiques entre particules pour détruire tout risque d'agglomération entre ces particules (Etape 2) ; et à séparer ensuite les particules de charbon des particules de pyrite (Etape 3).

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste, en même temps qu'on détruit toute possibilité d'agglomération, à modifier la constitution chimique de la pyrite pour renforcer la différence de conductibilité électrique entre la pyrite et le charbon, et à séparer ensuite électrostatiquement ces deux éléments l'un de l'autre.

3.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il consiste, en même temps qu'on détruit l'agglomération des particules, à augmenter sélectivement la susceptibilité magnétique de la pyrite par rapport à celle du charbon et à séparer ensuite magnétiquement ces deux éléments l'un de l'autre.

4.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il consiste, en même temps qu'on détruit l'agglomération des particules, à modifier la surface de pratiquement toutes les particules de pyrite jusqu'à une profondeur correspondant à au moins une molécule du nouveau corps chimique formé dont l'une au moins des caractéristiques de susceptibilité magnétique et de conductibilité électrique est nettement renforcée par rapport à celles des particules de charbon, et à séparer ensuite les deux éléments l'un de l'autre.

5.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la conductibilité électrique des particules de pyrite est renforcée, ce procédé comprenant l'étape consistant à séparer électrostatiquement les deux éléments.

6.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la susceptibilité magnétique des particules de pyrite est renforcée, ce procédé comprenant l'étape consistant à séparer magnétiquement les deux 5 éléments.

7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le charbon est pulvérisé en particules de calibre inférieur ou égal à 200.

8.- Procédé selon l'une quelconque des 10 revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape préliminaire consistant à traiter le charbon au moyen d'un produit chimique convenable de manière à relâcher les liaisons entre la matrice de charbon et les particules de pyrite, et à pulvériser ensuite le charbon pour séparer physiquement la pyrite 15 du charbon.

9.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le produit chimique utilisé dans l'étape préliminaire est de l'eau contenant 29 % 20 d'ammoniaque, le charbon étant mouillé dans cette solution puis ensuite pulvérisé.

