

ROYAUME DE BELGIQUE

NUMERO DE PUBLICATION : 1018212A3

SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE DEPOT : 2008/0382

Classif. Internat. : C04B

Date de délivrance le : 06 Juillet 2010

Office de la Propriété intellectuelle

Le Ministre pour l'entreprise,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 10 Juillet 2008 à 10H55 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE:ARTICLE 1.- Il est délivré à : CARMEUSE RESEARCH AND TECHNOLOGY
Bd de Lauzelle 65, B-1348 LOUVAIN-LA-NEUVE(BELGIQUE)représenté(e)(s) par : PLUCKER Guy, OFFICE KIRKPATRICK S.A., Avenue Wolfers 32 - B
1310 LA HULPÉ.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : METHODE DE CONDUITE DES FOURS DROITS DE TYPE REGENERATIF POUR LA PRODUCTION DE CHAUX.

INVENTEUR(S) : Thibeaumont Etienne, c/o Carmeuse Research and Technology, Bd de Lauzelle 65, B-1348 Louvain-la-Neuve (BE); Boone Benoit, c/o Carmeuse Research and Technology, Bd de Lauzelle 65, B-1348 Louvain-la-Neuve (BE); Tilquin Jean-Yves, c/o Carmeuse Research and Technology, Bd de Lauzelle 65, B-1348 Louvain-la-Neuve (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 06 Juillet 2010
PAR DELEGATION SPECIALE :
DRISQUE S.
Conseiller
S. DRISQUE
Conseiller**.be**

Méthode de conduite des fours droits de type régénératif pour la production de
chaux

Domaine de l'invention

5

La présente invention concerne une méthode de conduite des fours droits de type régénératif utilisés dans la production de chaux. Cette méthode de conduite des fours permet d'utiliser des matières premières et/ou des combustibles contenant du soufre pour des applications exigeant de faibles teneurs en soufre dans la chaux
10 produite.

Description de l'art antérieur

La production de chaux vive (CaO) par décarbonatation de calcaire est bien connue
15 depuis l'antiquité mais c'est au cours du vingtième siècle que les technologies de fours ont fortement évolué. La production de chaux par des technologies de type « intermittentes » a progressivement évolué vers des fours continus.

Des systèmes de fours verticaux à simple cuve et des fours rotatifs avec et sans
20 préchauffage ont été progressivement développés. Ces technologies ont révolutionné le mode de production de la chaux ; néanmoins les performances énergétiques de ces fours sont restées limitées.

Les développements de fours droits de type régénératif à deux ou plus de deux cuves
25 ont été décrits dans le brevet Autrichien 211, 214 et l'article dans le journal Zement Kalk and Gips n°6, 1980 p217. Ces fours ont la particularité de produire une chaux de bonne qualité avec une consommation spécifique faible. La consommation spécifique est la quantité de chaleur utilisée pour produire un kg de chaux.

30 Le brevet US 4,382,779 décrit une amélioration de ces fours afin de limiter la recarbonatation de la chaux dans le four.

Le problème de la réduction du soufre dans la chaux produite a déjà fait l'objet de nombreux dépôts de brevet pour d'autres types de four à chaux.

- 5 Le brevet américain US 3,499,636 décrit l'utilisation d'un four rotatif limitant la teneur en oxygène dans la zone de déchargement afin de réduire la teneur en soufre contenu dans la chaux.

- Le brevet américain US 3,633,894 décrit une méthode pour réduire le soufre dans la
10 chaux dans un four annulaire.

Le brevet américain 3,617,583 décrit la calcination du calcaire dans un four à lit fluidisé où le soufre provenant du fuel serait majoritairement extraite des fumées.

- 15 Le brevet américain US 5,380,505 décrit un procédé de production de chaux à basse teneur en soufre grâce à un système de four rotatif et l'addition de fines particules de chaux hydratée.

- La demande PCT WO 2004/089842 décrit un système de conduite des fours rotatifs
20 avec préchauffeur pour limiter la teneur en soufre dans la chaux.

- Cependant, aucun de ces documents ne propose une méthode de production de chaux vive à partir de calcaire dans un four droit régénératif en continu, au départ de conditions standard d'utilisation et avec des matières premières et des combustibles
25 courants, tout en réduisant les problèmes liés à la présence de composés de soufre.

Description de l'invention

- Certains types de calcaire et d'énergie fossile utilisés pour les fours à chaux
30 contiennent naturellement du soufre.

Il y a différents types d'énergies fossiles utilisables pour les fours à chaux. Généralement leurs prix varient en fonction notamment de leur teneur en soufre.

5 A titre d'exemple, si l'on prend la teneur en soufre de certaines énergies fossile en Europe de l'Ouest à la fin du premier trimestre 2007 comme le gaz naturel (0,0% en poids), la lignite (0,35%), le charbon (2,6%) et le coke de pétrole (5,0%), on verra que le coût en Euro par GigaJoule produit se présente précisément dans l'ordre inverse : coke de pétrole (2,87 Euro par GJ), charbon (2,96), lignite (3,32) et gaz naturel (4,95). On remarque que les énergies fossiles les moins chères sont celles qui
10 contiennent le plus de soufre.

Compte tenu que le soufre est généralement capté en grande partie par la chaux et que certaines applications requièrent une chaux contenant une quantité limitée de soufre, l'utilisation de combustible fossile à haute teneur en soufre est proscrite.

15

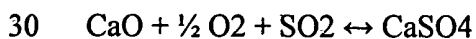
Une autre source de soufre est bien entendu le calcaire utilisé pour produire la chaux : ce calcaire est par exemple plus ou moins riche en pyrite.

20 Typiquement pour une utilisation en sidérurgie les teneurs maximum de soufre dans la chaux sont limitées à 0,1% en poids, voire souvent à 0,03%.

Le but de cette invention est donc de proposer une méthode permettant d'utiliser des calcaires et des combustibles fossiles contenant du soufre, tout en réduisant les problèmes liés à la présence de soufre.

25

En se basant sur les principes généraux de thermodynamique, on peut décrire l'équilibre entre l'oxyde de calcium (CaO), l'oxygène (O₂) et le dioxyde de soufre (SO₂) de la façon suivante :



Cette réaction progresse dans un sens ou dans l'autre en fonction des variables telles que l'excès d'air de combustion et la température dans les différentes zones du procédé.

- 5 Si la température diminue et/ou la teneur en oxygène augmente, le soufre est capturé par l'oxyde de calcium.

Si la température augmente et/ou la teneur en oxygène diminue, le soufre est « extrait » de l'oxyde de calcium et se trouve ainsi sous forme gazeuse.

10

De plus, sur base du même principe d'équilibre, on peut mettre en évidence d'autres réactions entre ces mêmes composés, notamment dans le cas où nous nous trouvons en présence de monoxyde de carbone ou CO (soit en atmosphère réductrice). Dans ce cas, la réaction suivante a lieu et est également fortement dépendante de variables

15 du procédé :



20 Si la température diminue et/ou la teneur en CO augmente, le soufre est « fixé » par l'oxyde de calcium.

Si la température augmente et/ou la teneur en CO diminue (tout en conservant une atmosphère réductrice), le soufre est oxydé à nouveau et se trouve sous forme gazeuse.

25

En dehors des aspects thermodynamiques, il convient aussi d'examiner le four utilisé.

30 Le four de type régénératif est représenté à la Figure 1. Ce type de four consiste en deux cuves (circulaires ou rectangulaires) (6) et (7) interconnectées en leur partie centrale par un carneau de liaison (5).

Les cuves sont chargées en leur sommet (10) à intervalle régulier avec du carbonate de calcium (et/ou de magnésium) en pierres. Le produit final CaO est déchargé de façon régulière à la base des cuves (11).

5 Le combustible arrive par l'entrée (1); l'air de combustion par l'entrée (2), tandis que l'air de refroidissement arrive en (3). Les gaz quittent le four par la sortie (4). Les deux modifications notables sont la mise en place d'appareils permettant la mesure (8) en température et en composition des gaz au niveau du carneau, ainsi que la pose de clapet automatiques (9) sur l'arrivée d'air de refroidissement.

10

Le carbonate introduit traverse successivement les zones de préchauffage (jusqu'au bout des lances injectant le combustible), de décarbonatation (du bout des lances jusqu'à hauteur du carneau de liaison entre les deux cuves), et de refroidissement (du carneau jusqu'au dispositif de déchargement de la chaux).

15

La marche du four est scindée en deux périodes de durée égale d'environ 8 à 15 minutes.

20

Pendant la première période, le combustible est injecté au travers des lances de la cuve n°1 et entre en combustion grâce à l'air de combustion injecté en partie supérieure de cette cuve.

L'énergie dégagée est utilisée pour décarbonater les pierres présentes dans la cuve n°1. Une quantité supplémentaire d'air est injectée à la base de chaque cuve afin de refroidir l'oxyde de calcium produit.

25

L'air de refroidissement injecté à la base de la cuve n°1 ainsi que les gaz provenant de la combustion dans la cuve 1 se rejoignent et traversent le carneau de liaison. Ils se mélangent ensuite avec l'air de refroidissement injecté à la base de la cuve n°2 avant de traverser toute la hauteur de produit se trouvant dans la cuve n°2.

30

Ce faisant, les pierres présentent en partie haute de la cuve n°2 « capturent » la majorité de l'énergie présente dans ce mélange gazeux. Si ce procédé se poursuit de

cette façon, la température des gaz s'échappant à la cheminée dépasseraient largement les 500°C.

C'est pourquoi, après 8 à 15 minutes, la seconde période débute.

- 5 L'injection de combustible et d'air de combustion dans la cuve n°1 sont interrompus. Une charge de pierres est injectée dans la/les cuve(s). Ensuite, le combustible et l'air de combustion sont injectés dans la cuve n°2 alors que les gaz de combustion ainsi que l'air de refroidissement sont évacués au travers de la cuve n°1.

10

Le principe de fonctionnement décrit ci-dessus tient compte des aspects suivants :

- Le lit de pierres présentes dans la partie de préchauffage de chaque cuve agit comme un échangeur de chaleur « à régénération ». L'énergie en excès
15 contenue dans les gaz provenant de la cuve en combustion est transférée aux pierres se trouvant dans la zone de préchauffage de la cuve n°2 lors de la première étape. Une partie de cette chaleur est ensuite transférée des pierres vers l'air de combustion. Cet air de combustion atteint des températures proches de 800°C.

20

- La décarbonatation de la chaux est terminée à hauteur du carneau de liaison à une température relativement modérée de 1100°C. Ces conditions favorisent la production de chaux fortement réactive. Le produit final peut, si
25 besoin, être produit avec une teneur en CaCO₃ résiduel relativement basse.

25

Un four standard pourra être alimenté avec un calibre de pierres allant de 25 à 130mm. Habituellement le rapport entre les dimensions des plus petites et des plus
grosses est maintenu proche de 2 (calibre allant de 40 à 80 mm par exemple). La consommation spécifique d'un four de ce type est de l'ordre de 3678 KJ/kg chaux
30 produite.

En vue d'appliquer la méthode de la présente invention, le four sera équipé d'un analyseur de gaz mesurant les gaz se trouvant dans le carneau de liaison et des thermocouples et/ou pyromètres optiques installés dans le carneau de liaison afin d'en mesurer la température.

5

De plus, la chaux extraite du four est analysée de façon régulière afin d'en mesurer la teneur en CaCO_3 résiduelle et la teneur en soufre, qui resteront bien entendu dans les tolérances de production.

10 La conduite du four est fortement basée sur les valeurs de ces trois groupes de mesures. D'une façon globale, on peut dire que le soufre est mobilisé sous forme gazeuse à un ou plusieurs endroits spécifiques du four grâce à un suivi précis des informations précédentes et en agissant sur :

- la consommation spécifique (kJ/kg de chaux produite) ;

15 - l'excès d'air de combustion ;

- la répartition de l'air de refroidissement entre la cuve en combustion et la cuve en préchauffage.

20 En vue d'appliquer la méthode de la présente invention, on effectuera une première étape au départ d'un four fonctionnant dans des conditions standard. Par conditions standard, on désigne les conditions normales pour la conduite d'un tel four, eu égard notamment aux différentes températures, l'excès d'air de combustion, l'air de refroidissement, la consommation spécifique, etc.

25 Au cours de cette première étape, le débit d'air de combustion est diminué progressivement d'au moins 10% par rapport aux conditions standard d'air de combustion, sachant qu'une valeur normale pour ce type de four est de 100 à 130% des besoins stœchiométriques. La diminution d'au moins 10% se calcule en valeur relative.

30

Ainsi, si le four fonctionne de façon standard avec un excès d'air de combustion de 130% des besoins stœchiométriques, au cours de la première étape, il conviendra de descendre progressivement en dessous de 117% d'excès d'air de combustion.

- 5 De la même façon et toujours à titre d'exemple, en partant de 120% d'excès d'air de combustion en conditions standard, il faudra descendre progressivement en dessous de 108% d'excès d'air de combustion. Et en partant de 110% d'excès d'air en conditions standard, il faudra descendre progressivement en dessous de 99% des besoins stœchiométriques.

10

Les mesures de l'analyseur de gaz CO, O₂ et SO₂ mesurant les valeurs au niveau du carneau de liaison sont attentivement suivies.

- 15 On arrête la diminution du débit d'excès d'air de combustion lorsque l'on détecte la présence du phénomène de postcombustion dans le carneau. Celui-ci est caractérisé par une forte teneur en CO et accessoirement par une augmentation significative de la température au niveau du carneau de liaison. Ce phénomène mène le four vers une situation de déséquilibre difficile à gérer.

- 20 On notera à ce moment une concentration en SO₂ au niveau du carneau de liaison entre les cuves.

- 25 La première étape décrite ci-dessus peut être suivie par une deuxième étape facultative si la température du carneau n'a pas encore atteint les valeurs maximales autorisées dans le four. Cette deuxième étape consiste à augmenter progressivement la température du carneau de liaison jusqu'à au moins 1050°C. Cette limite dépend cependant des caractéristiques du revêtement réfractaire installé dans le carneau. Cette hausse de température est obtenue en augmentant la consommation spécifique du four (kJ/kg de chaux produite). Une alternative possible consiste à augmenter
30 cette température jusqu'à 1100°C, si cela ne conduit pas à endommager le revêtement du four.

On notera durant cette deuxième étape le maintien d'une concentration élevée en SO₂ au niveau du carneau de liaison entre les cuves.

- 5 Une troisième étape pouvant intervenir après la première (si la température est déjà un facteur limitatif) ou après la deuxième, consiste à diminuer la quantité d'air de refroidissement injecté dans le bas de la cuve où l'on réalise la combustion. Cette façon de faire va favoriser la « vaporisation » du soufre sous forme gazeuse en conservant une faible teneur en oxygène dans les gaz se trouvant dans le carneau.
- 10
- Le débit est ainsi diminué progressivement jusqu'à ce que la température de la chaux ne dépasse pas 150°C. Il est important de signaler que la diminution de débit dans la cuve en combustion est compensée par une augmentation du débit dans la cuve en préchauffage. De cette façon, nous conservons un rapport air exprimé en
- 15 Nm³/kg de chaux produite proche de 0,65.

Les ajustements décrits dans cette troisième étape conduisent à maintenir une concentration élevée en SO₂ au niveau du carneau.

- 20 La présente invention concerne donc une méthode de production de chaux vive à partir de calcaire dans un four droit régénératif en continu. Cette méthode est caractérisée en ce que, au départ de conditions standard d'excès d'air de combustion pour la conduite de ce four, elle comporte une étape où l'excès d'air de combustion est réduit progressivement jusqu'au moment où une teneur supérieure à 1000 ppm
- 25 (en volume) en monoxyde de carbone est atteinte au niveau du carneau de liaison entre les cuves.

- A la suite de la première étape, cette méthode peut comporter une deuxième étape où la température du four est progressivement augmentée, jusqu'au moment où la
- 30 température atteint au moins 1050°C au niveau du carneau.

Directement à la suite de la première étape ou à la suite de la seconde étape, cette méthode peut comporter une étape subséquente où le volume d'air de refroidissement de la cuve en combustion est réduit progressivement, jusqu'au moment où la température de la chaux produite ne dépasse pas 150°C.

5

Les conditions standard d'excès d'air de combustion pour la conduite de ce four correspondent à un excès d'air compris entre 100% et 130% de la valeur stœchiométrique.

- 10 La première étape de cette méthode est caractérisée en ce que l'excès d'air de combustion est réduit progressivement d'au moins 10% par rapport aux conditions standard d'air de combustion pour la conduite de ce four.

- 15 La deuxième étape de cette méthode peut être caractérisée en ce que la température atteint 1100°C au niveau du carneau.

En utilisant la méthode selon l'invention, on notera qu'une hausse de la teneur en dioxyde de soufre gazeux est observée au niveau du carneau, par rapport à ce four conduit dans des conditions standard.

20

Exemple

- 25 Nous avons mené une campagne de production de 30 jours sur un four droit régénératif dont la capacité nominale est de 220 tonnes de chaux par jour, en utilisant du coke de pétrole comme combustible.

Les paramètres de conduite du four ont été progressivement adaptés au départ de valeurs standard, afin de promouvoir une forte concentration de SO₂ dans le carneau de liaison.

30

Afin de mener cette campagne, nous avons installé les instruments et dispositifs suivants : un analyseur de gaz mesurant des gaz au niveau du carneau de liaison entre les deux cuves, des clapets automatiques sur les conduits d'amenée de l'air de refroidissement vers chaque cuve ; un analyseur de gaz à l'entrée et à la sortie du
5 filtre à manche qui retient les particules solides dans le flux de gaz émis par le four.

Pendant toute la durée de la campagne, nous avons mesurés et pris de nombreux échantillons des flux entrants (combustible, pierres) et sortants (chaux, poussières de filtre, gaz de combustion, etc.).
10

Il est à noter que la production du four a été maintenue constante.

La figure 2 présente l'évolution de la température moyenne dans le carneau de liaison des cuves, au cours du temps exprimé en jour.
15

La figure 3 présente l'évolution de la concentration en SO₂ au même endroit, au cours du temps exprimé en jour.

La première phase (approximativement jours 1 à 6) consiste en une stabilisation du
20 procédé dans les conditions normales. Durant cette phase, la consommation spécifique était de 3600 kJ/kg chaux et l'excès d'air standard. Cet excès d'air était de 124% par rapport aux besoins stœchiométriques de la combustion.

Comme habituellement sur les fours régénératifs, l'air de refroidissement était distribué de façon égale entre la cuve en combustion et la cuve en préchauffage.
25

Pendant la deuxième phase (approximativement jours 6 à 11), l'excès d'air a été réduit progressivement à 109% des besoins stœchiométriques.

30

Il s'en est suivi :

-une augmentation de la concentration moyenne en SO₂ dans le carneau de 500 ppm à 3000 ppm ; il est à noter que pendant cette même phase, des pointes de SO₂ jusqu'à des valeurs de l'ordre de 7700 ppm ont été observées ;

-une augmentation de la température moyenne du carneau de 900°C à 953°C ; au vu des caractéristiques spécifiques du réfractaire de ce four, il a été décidé de ne pas augmenter davantage la température du carneau ;

10

-une augmentation de la concentration moyenne en CO dans le carneau d'environ 300 ppm à environ 1200 ppm.

Comme la limite thermique du four a été atteinte à la phase précédente, une hausse jusqu'à au moins 1050°C, voire 1100°C dans le cas de revêtement encore plus réfractaire, est bien entendu exclue à la phase suivante. L'essai sera donc poursuivi en modifiant directement la répartition d'air de refroidissement.

Pendant la phase suivante (approximativement jours 11 à 16), la distribution de l'air de refroidissement est progressivement modifiée de façon à finalement ne plus injecter d'air de refroidissement dans la cuve en combustion. La température se stabilise vers 960°C au niveau du carneau, alors que le SO₂ moyen dans le carneau atteint des valeurs de l'ordre de 3050 ppm.

25 Pendant cette phase, nous observons de façon presque systématique des pointes de SO₂ jusqu'à 8000 ppm, tandis que la température de la chaux défournée reste inférieure ou égale à 150°C.

Pendant ces deux phases, la consommation spécifique du four était de l'ordre de 30 3600 kJ/kg de chaux produite.

D'une façon générale, du fait de la circulation des gaz dans le carneau, on peut dire que le débit en kg/h de SO₂ dans le carneau a été stabilisé à des valeurs correspondant à 2 fois la quantité de soufre entrant dans le four.

- 5 Après deux semaines de fonctionnement dans ces conditions de « bas excès d'air et 100% air de refroidissement à la cuve en préchauffage », nous avons progressivement ajusté les paramètres du four afin de le remettre dans des conditions standard. La température du carneau a ainsi diminué de 35°C et le SO₂ dans le carneau a diminué jusqu'à atteindre des valeurs proches des valeurs de
- 10 départ (500 ppm).

REVENDEICATIONS

1. Méthode de production de chaux vive à partir de calcaire dans un four droit régénératif en continu, caractérisée en ce que, au départ de conditions standard d'excès d'air de combustion pour la conduite de ce four, elle comporte une
5 étape où l'excès d'air de combustion est réduit progressivement jusqu'au moment où une teneur supérieure à 1000 ppm (en volume) en monoxyde de carbone est atteinte au niveau du carneau de liaison entre les cuves.
- 10 2. Méthode selon revendication 1, caractérisée en ce que, suite à l'étape où l'excès d'air de combustion est réduit progressivement, elle comporte une étape subséquente où la température du four est progressivement augmentée, jusqu'au moment où la température atteint au moins 1050°C au niveau du carneau.
- 15 3. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comporte une étape subséquente où le volume d'air de refroidissement de la cuve en combustion est réduit progressivement, jusqu'au moment où la température de la chaux produite ne dépasse pas 150°C.
- 20 4. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que les conditions standard d'excès d'air de combustion pour la conduite de ce four correspondent à un excès d'air compris entre 100% et 130% de la valeur stœchiométrique.
- 25 5. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'excès d'air de combustion est réduit progressivement d'au moins de 10% par rapport aux conditions standard d'excès d'air de combustion.
- 30 6. Méthode selon la revendication 2, caractérisée en ce la température atteint 1100°C au niveau du-carneau.

7. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte une mesure de la température au niveau du carneau.
- 5 8. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte une mesure de la teneur en monoxyde de carbone au niveau du carneau.
9. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte une mesure de la teneur en dioxyde de soufre au niveau du carneau.
- 10 10. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte une mesure de la teneur en oxygène au niveau du carneau.
- 15 11. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'une hausse de la teneur en dioxyde de soufre gazeux est observée au niveau du carneau, par rapport à un four conduit dans des conditions standard.
- 20 12. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la teneur en dioxyde de soufre gazeux atteint 3000 ppm en volume au niveau du carneau.
- 25 13. Méthode selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisée en ce que le dioxyde de soufre provient du calcaire mis-en-œuvre.
14. Méthode selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisée en ce que le dioxyde de soufre provient du combustible mis-en-œuvre.

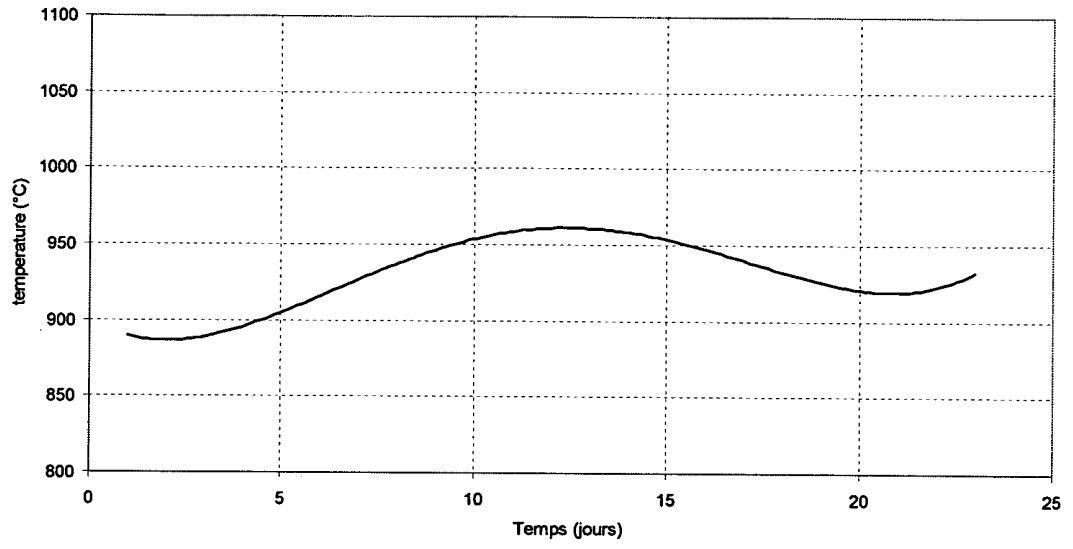
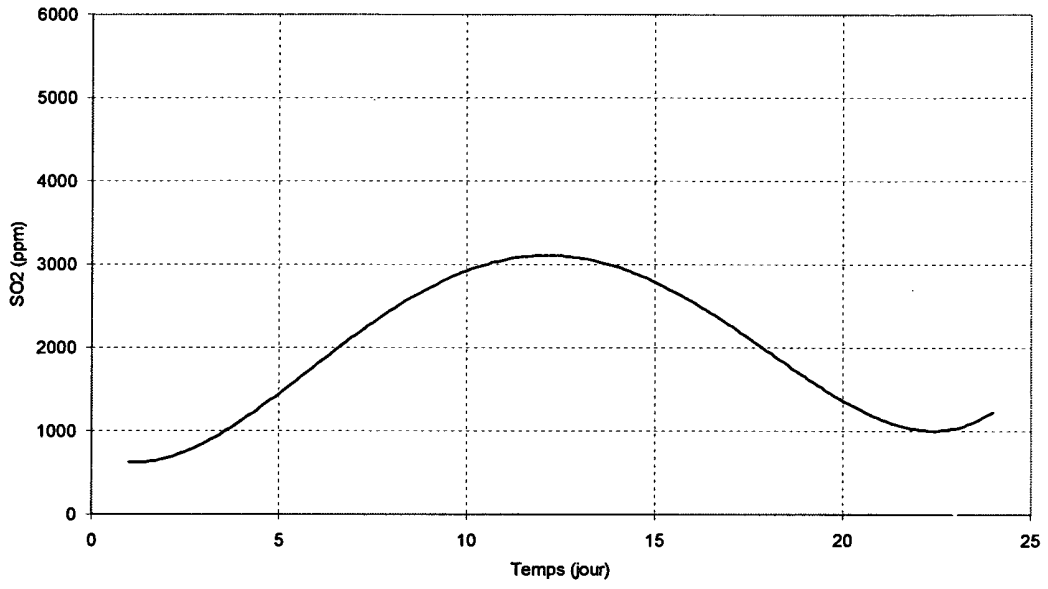


FIG. 2



5

FIG. 3

Abrégé

Méthode de conduite des fours droits de type régénératif pour la production de
chaux

5

La présente invention concerne une méthode de production de chaux vive à partir de calcaire dans un four droit régénératif en continu, caractérisée en ce que, au départ de conditions standard d'excès d'air de combustion pour la conduite de ce four, elle comporte notamment une étape où l'excès d'air de combustion est réduit progressivement jusqu'au moment où une teneur supérieure à 1000 ppm (en volume) en monoxyde de carbone est atteinte au niveau du carneau de liaison entre les cuves. On assiste alors à une hausse de la teneur en dioxyde de soufre gazeux au niveau du carneau, par rapport à un four conduit dans des conditions standard.

15 Fig. 1

RAPPORT DE RECHERCHE
 établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
 de la loi belge sur les brevets d'invention
 du 28 mars 1984

BO 9535
 BE 200800382

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC) |
| D,A | US 5 380 505 A (COLLEGE JOHN W [US]) 10 janvier 1995 (1995-01-10) * revendications 1-17 * | 1-14 | INV. C04B2/02 C04B2/12 |
| D,A | WO 2004/089842 A (RHEINKALK GMBH [DE]; SCHWERTMANN THOMAS [DE]; OBERKOHOLT PETER [DE]) 21 octobre 2004 (2004-10-21) * page 13, ligne 12 - page 16, ligne 4 * * revendications 1-30 * | 1-14 | |
| D,A | US 3 633 894 A (SUNNEGREN CARL E) 11 janvier 1972 (1972-01-11) * colonne 2, ligne 44 - colonne 3, ligne 63 * * revendications 1-6 * | 1-14 | |
| D,A | US 3 617 583 A (MOSS GERALD ET AL) 2 novembre 1971 (1971-11-02) * revendications 1-9 * | 1-14 | |
| | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
| | | | C04B |
| Date d'achèvement de la recherche | | Examineur | |
| 5 mars 2009 | | Burtan, 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 : 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 | |

**ANNEXÉ AU RAPPORT DE RECHERCHE
RÉLATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 9535
BE 200800382

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche 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.

05-03-2009

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|---|------------------------|---|--|
| US 5380505 | A | 10-01-1995 | CA 2133624 A1 | 08-04-1995 |
| WO 2004089842 | A | 21-10-2004 | AT 342243 T DE 10317307 A1 DK 1603845 T3 EP 1603845 A1 | 15-11-2006 18-11-2004 05-02-2007 14-12-2005 |
| US 3633894 | A | 11-01-1972 | AUCUN | |
| US 3617583 | A | 02-11-1971 | DE 1949895 A1 FR 2020233 A5 GB 1276660 A JP 55045491 B NL 6915284 A SE 362057 B SE 358623 B | 18-06-1970 10-07-1970 07-06-1972 18-11-1980 13-04-1970 26-11-1973 06-08-1973 |

Concernant le point V

1. Il est fait référence aux documents suivants:

D1: US-A-5 380 505 (COLLEGE JOHN W [US]) 10 janvier 1995 (1995-01-10)
D2: WO 2004/089842 A (RHEINKALK GMBH [DE]; SCHWERTMANN THOMAS [DE];
OBERKOXHOLT PETER [DE]) 21 octobre 2004 (2004-10-21)
D3: US-A-3 633 894 (SUNNEGREN CARL E) 11 janvier 1972 (1972-01-11)
D4: US-A-3 617 583 (MOSS GERALD ET AL) 2 novembre 1971 (1971-11-02)

2. Le document D1, qui est considéré comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication indépendante 1, décrit (les références entre parenthèses s'appliquent à ce document) un procédé de production de chaux à basse teneur en soufre grâce à un système de four rotatif et l'addition de fines particules de chaux hydratée (revendications 1, 11). Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de ce procédé connu en ce que la chaux vive est produite en continu à partir de calcaire dans un four régénératif comprenant un carneau de liaison entre deux cuves. L'objet de la revendication 1 est donc nouveau.

3. Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme produire de la chaux vive tout en réduisant les problèmes liés à la présence de soufre dans les combustibles fossiles courants. La solution de ce problème proposée dans la revendication 1 de la présente demande est considérée comme impliquant une activité inventive, et ce pour les raisons suivantes: par réduire progressivement l'excès d'air de combustion jusqu'au moment où une teneur supérieure à 1000 ppm CO est atteinte au niveau du carneau de liaison entre les cuves, le soufre capturé par l'oxyde de calcium est extrait en forme gazeuse (SO₂).

4. Les revendications 2 - 14 dépendent de la revendication 1 et satisfont donc également, en tant que telles, aux conditions en ce qui concerne la nouveauté et l'activité inventive.