

82857

Brevet N°

du 16 OCT. 1980

Titre délivré : 10 MAI 1982

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

- ARBED S.A. (1)
- Avenue de la Liberté (2)
- Luxembourg (2)
- à M dépose(nt) ce seize octobre 1980 quatre-vingts (3)
- heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg :
1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant : (4)
- Procédé et installation pour la réduction directe de minerais
2. la délégation de pouvoir, datée de _____ le _____
3. la description en langue française de l'invention en deux exemplaires;
4. 1 planches de dessin, en deux exemplaires;
5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,
- le 16 octobre 1980
- déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :
- Monsieur Raymond LIMPACH Monsieur Guy WOLTER (5)
- ingénieur ingénieur
- 65 Route d'Esch 6 Rue P.d'Aspelt
- Huncherange Luxembourg
- revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de (6)
- déposée(s) en (7) _____
- le _____ (8)
- au nom de _____ (9)
- élit(é lisent) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg _____ (10)
- sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à dix-huit mois. (11)

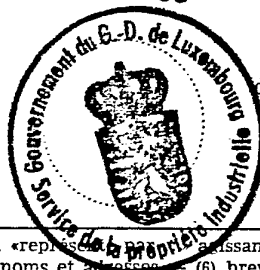
Le déposant.

A R B E D S.A.

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :

16 OCT. 1980

à M heures

Pr. le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes,
p.d.

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il a lieu «représenté» par _____ assurant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7) pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

Demande de brevet

Déposant : ARBED S.A.
Avenue de la Liberté
Luxembourg

Procédé et installation pour la réduction directe
de minerais

Procédé et installation pour la réduction directe en continu de minerais.

La présente invention concerne un procédé de réduction directe en
5 continu de minerais, notamment de minerais de fer finement broyés.

La plupart des procédés connus de réduction directe se basent sur la
réduction de minerais de fer concassés et criblés à + 5mm ou encore
sur la réduction de pellets, c.-à.-d. de conglomerats de minerais
10 très fins ou de concentrés. Quelques procédés seulement prévoient la
réduction en phase gazeuse directement à partir de ces minerais ou
concentrés, en lits fluidisés. Ces procédés présentent des difficul-
tés d'ordre technologique qui peuvent se résumer comme suit:

15 Dès que les fines particules de minerais atteignent un certain degré
de métallisation, elles ont tendance à coaguler et détruisent ainsi
les conditions rhéologiques des lits fluidisés; le processus des lits
fluidisés devient dès lors incontrôlable et inopérable. Cette ten-
dence à la coagulation est d'autant plus marquée que la température
de réduction est élevée. Les techniques actuelles en lit fluidisé se
20 contentent donc de travailler à des températures relativement mo-
destes de l'ordre de 600 à 700°C seulement contre 850 à 950°C pour
les procédés en cuve ou contre 1.000 à 1.100°C des procédés en four
tournant. Pour atteindre, à ces basses températures, des vitesses de
réduction acceptables, ces procédés sont amenés à réaliser la
réduction dans un courant d'hydrogène alors que les autres procédés
25 en phase gazeuse comme les fours à cuve, se servent utilement d'un
mélange de CO et d'hydrogène obtenu directement par reforming d'un
hydrocarbure gazeux ou liquide, ou même d'un charbon. Les procédés en
lits fluidisés se servent également de ces sources d'énergie pour
fabriquer un gaz primaire composé de CO et de H₂; ce gaz est alors
30 transformé à la vapeur d'eau en H₂ et CO₂ suivant la "shift con-
version"; le CO₂ est éliminé suivant l'une ou l'autre technique
connue; le H₂ restant est ensuite chauffé à la température de réduc-
tion voulue. Ce procédé de fabrication du gaz réducteur final n'est
pas économe: à part les pertes thermiques inévitables, un gaz à
35 haut pouvoir calorifique est finalement transformé en un gaz à plus

plus faible pouvoir calorifique: 1 Nm³ de CO avec un PCI de 3.015 Kcal/Nm³ donne naissance à 1 Nm³ de H₂ ayant un pouvoir calorifique de 2.575 Kcal/Nm³ seulement.

5 Les produits fins réduits à basses températures sont réputés pour leur caractère pyrophorique et ils doivent être compactés sous atmosphère non-oxadante, dès qu'ils sortent du réacteur de réduction. Les produits réduits à température plus élevée (p.ex. 950°C) sont nettement moins pyrophoriques.

10

Les procédés à lits fluidisés se servent de plusieurs réacteurs en série pour mieux utiliser le pouvoir réducteur des gaz; les gaz qui sortent d'un réacteur sont débarrassés des particules solides entraînées avant d'être introduits dans le réacteur suivant. Cette épuration n'est jamais parfaite et les gaz recyclés entraînent toujours des particules de minerai réduit à haut pouvoir agglutinant. Comme les réacteurs des lits fluidisés sont munis à leur base d'une grille fine pour la répartition des gaz réducteurs, les fines particules de minerai réduit ont tendance à se déposer sur cette grille et d'y col-
15 ller, si bien qu'ils perturbent l'équipartition des gaz et par la suite les conditions rhéologiques du lit fluidisé.

20

La stabilité des lits fluidisés exige en plus une granulométrie bien définie et homogène des matières solides.

25

Le but de l'invention était de proposer un procédé pour la réduction de minerais très fins qui évite ces difficultés.

30

Ce but est atteint par le procédé suivant l'invention qui est caractérisé en ce que l'on prévoit une source de gaz réducteurs d'une température et d'un pouvoir réducteur déterminés, que l'on imprime à ces gaz un mouvement ascensionnel qui les conduit à partir de ladite source vers une station d'arrivée, que l'on introduit dans le courant ascendant de gaz les particules de minerai d'une granulométrie et
35 d'un degré d'oxydation déterminés et que l'on règle la vitesse dudit courant de manière à assurer que seules les particules ayant subi

une réduction à un degré désiré qui est en rapport avec une perte de poids correspondante, soient entraînées par ledit courant vers ladite station.

5 Ainsi au lieu d'effectuer la réduction en lit fluidisé, c.à.d. de suspendre les particules dans un courant de gaz tourbillonnant et semi-stable, on prévoit suivant l'invention un courant ascendant, perpétuellement en voie de déplacement unidirectionnel et qui présente une intensité appropriée pour assurer l'entraînement sélectif des
10 particules ayant atteint le degré de réduction désiré.

Suivant l'invention la source de gaz réducteurs d'un cycle de réduction est soit une quelconque unité de production de gaz de reformage ($\text{CO} + \text{H}_2$), soit une station d'arrivée où aboutissent les gaz réducteurs au terme d'un cycle de réduction consécutif au cycle en ques-
15 tion.

En effet il est prévu d'effectuer la réduction en plusieurs cycles consécutifs, dont le premier met en oeuvre un minerai oxydé pré-
20 chauffé et du gaz réducteur provenant du cycle suivant, tandis que le dernier des cycles met en oeuvre du gaz frais et aboutit au produit qui présente le degré de réduction final.

Avant de subir le premier cycle de réduction, le minerai est utilement préchauffé par la combustion des gaz réducteurs, relativement
25 épuisés, qui proviennent du resp. des cycles de réduction antérieurs.

Le procédé suivant l'invention présente vis-à-vis des procédés de réduction en lits fluidisés les avantages suivants:

30 Il ne peut-y avoir d'influence adverse provenant de la part d'une obstruction d'une grille, étant donné qu'il s'agit d'un procédé où il n'est pas prévu de grille de répartition. En effet il n'y a pas de phase tourbillonnaire semi-stable des solides, un collage de grains réduits ne peut donc pas perturber tout le processus; s'il y a des
35 agglomérats de grains collés, ceux-ci tombent vers le bas des tubes de réduction et peuvent être évacués.

La granulométrie des particules solides peut présenter un éventail plus large que dans le cas des lits fluidisés.

5 Il est possible de travailler à températures plus élevées et d'utiliser ainsi un gaz réducteur moins cher.

10 En plus les matières réduites à température plus élevée présentent un caractère pyrophorique nettement moins prononcé, d'où une diminution du danger d'ignition spontanée.

15 En utilisant un minerai à large éventail granulométrique, il est encore possible d'aboutir à 2 produits différents, à savoir: un produit fin hautement métallisé utilisable p.ex. en fours à arc et un produit plus gros, moins métallisé, utilisable après compactage en convertisseurs à oxygène ou en haut fourneau.

20 L'installation nécessaire à la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention, est caractérisée en ce qu'elle comprend notamment une unité (R) de production de gaz de reformage, une enceinte de préchauffage (A1) des minerais par combustion de gaz et au moins un réacteur (A3,A2) qui est relié par en bas à une source de gaz (R, C3, C2) et par en haut à une station d'arrivée (C3, C2) sous forme d'un cyclone destiné à recueillir les particules légères de minerais
25 réduit qui sont entraînées par le courant ascendant de gaz réducteurs.

30 En principe du gaz de reformage chaud, composé de CO et H₂, obtenu suivant une quelconque technique connue, est chargé en minerai oxydé ou déjà préréduit, dans un dispositif classique, p.ex. un éjecteur, et introduit par le bas dans un réacteur vertical (A3) garni de réfractaires. Ce réacteur aura avantageusement une section circulaire à diamètre croissant vers le haut: ainsi on peut ajuster la vitesse ascensionnelle des gaz et des particules à la diminution
35 en poids des matières en cours de réduction: Au fur et à mesure que la réduction progresse, les particules deviennent plus légères.

35

On peut concevoir plusieurs réacteurs en série: dans le dernier (A3) s'effectue la réduction finale au degré souhaité; les gaz sortants, à pouvoir réducteur diminué, sont introduits dans le ou les réacteurs précédents (A2), où ils préréduisent un matériau encore oxydé; ce ma-
5 tériau préréduit est réduit au degré final dans le dernier réacteur (A3). Les gaz à pouvoir réducteur fortement diminué qui sortent de ce ou ces réacteurs de préréduction (A2) ont encore un certain pouvoir calorifique qui peut être mis à l'oeuvre dans une enceinte (A1) de préchauffage des minerais fins (M), où ceux-ci sont amenés à
10 la température de réduction en atmosphère légèrement oxydante par combustion à l'air ou à l'oxygène des gaz relativement épuisés.

Un aperçu sur le fonctionnement de l'installation est fourni par la description du dessin schématisé qui montre de manière non-limitative
15 une forme d'exécution possible de l'installation suivant l'invention.

Du minerai (M) froid est chargé dans une enceinte (A1), où il est préchauffé par combustion à l'air (O) de gaz (G2). Ce gaz (G2) est du gaz relativement épuisé qui a servi dans le cadre de tous les cycles
20 de réduction prévus dans l'opération entière. Le minerai préchauffé (M1) est entraîné par les fumées de combustion (G) dans un cyclone (C1). Ce dernier fournit le minerai (M1) à un premier réacteur de réduction (A2), où se déroule un premier cycle de réduction par l'action des gaz (G3). Le minerai préréduit (M2) est collecté dans le cy-
25 clone (C2), d'où il est transporté dans le réacteur (A3).

C'est le réacteur (A3) qui parfait la réduction et ceci à l'aide de gaz frais à pouvoir réducteur élevé, qui sont produits dans l'unité de reformage (R), à partir d'éléments de départ (E) appropriés. Le
30 minerai (M3) réduit au degré définitif est collecté dans le cyclone (C3).

On constate que l'installation, telle qu'elle est représentée, comporte un secteur de préchauffage (A1, C1), un secteur de préréduc-
35 tion (A2, C2) et un secteur de réduction finale (A3, C3), chaque secteur peut comporter plusieurs réacteurs en série et chaque série peut

comporter plusieurs réacteurs en parallèle.

D'un autre côté on peut prévoir une installation d'envergure réduite, qui comprendrait seulement les secteurs (A1, C1) et (A3, C3), en court-circuitant le secteur de préréduction (A2, C2).

Revendications.

1. Procédé de réduction directe en continu de minerais, notamment de minerais de fer finement broyés, caractérisé en ce que l'on prévoit une source de gaz réducteurs d'une température et d'un pouvoir réducteur déterminés, que l'on imprime à ces gaz un mouvement ascendant qui les conduit à partir de ladite source vers une station d'arrivée, que l'on introduit dans le courant ascendant de gaz les particules de minerai d'une granulométrie et d'un degré d'oxydation déterminés et que l'on règle la vitesse dudit courant de manière à assurer que seules les particules ayant subi une réduction à un degré désiré, qui est en rapport avec une perte de poids correspondante, soient entraînées par ledit courant vers ladite station.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue la réduction en continu en plusieurs cycles consécutifs, dont le premier met en oeuvre un minerai oxydé et du gaz réducteur épuisé, provenant du cycle suivant, tandis que le dernier des cycles met en oeuvre du gaz réducteur frais et aboutit au produit présentant le degré de réduction final
3. Procédé suivant les revendications 1-2, caractérisé en ce que la source de gaz réducteurs est une quelconque unité de production de gaz de reformage($\text{CO} + \text{H}_2$).
4. Procédé suivant les revendications 1-3, caractérisé en ce que la source de gaz réducteurs d'un cycle de réduction est une station d'arrivée faisant partie d'un cycle consécutif au premier.
5. Procédé suivant les revendications 1-4, caractérisé en ce que l'on préchauffe le minerai en brûlant les gaz réducteurs provenant de la station d'arrivée du premier cycle de réduction.
6. Installation pour la mise en oeuvre du procédé suivant les revendications 1-5, caractérisée en ce qu'elle comprend notamment une

5 unité (R) de production de gaz de reformage, une enceinte de pré-
chauffage (A1) des minerais par combustion de gaz et au moins un
réacteur (A3, A2) qui est relié par en bas à une source de gaz (R,
C3, C2) et par en haut à une station d'arrivée (C3, C2) sous forme
d'un cyclone destiné à recueillir les particules légères de mine-
rais réduits qui sont entraînées par le courant ascendant de gaz
réducteurs.

10 7. Installation suivant la revendication 6, caractérisée en ce qu'un
réacteur (A3) est relié à une source de gaz (R) sous la forme
d'une unité de production de gaz de reformage et à une station
d'arrivée (C3) sous la forme d'un cyclone où est recueilli le pro-
duit réduit au degré de réduction final.

15 8. Installation suivant les revendications 6 et 7, caractérisée en ce
qu'un réacteur (A2) est relié à une source de gaz (C3) sous la
forme du cyclone qui fait fonction de station d'arrivée d'un ré-
acteur (A3), destiné à parfaire la réduction qui est opérée dans
ledit réacteur (A2), ainsi qu'à une station d'arrivée (C2) où est
20 recueilli le produit réduit dans ledit réacteur (A2).

25 9. Installation suivant les revendications 6-8, caractérisée en ce
qu'un cyclone (C1) contient du minerai préchauffé provenant d'une
enceinte de préchauffage (A1), lequel cyclone C est relié à un
réacteur (A2) de réduction.

30 10. Installation suivant les revendications 6-9, caractérisée en ce
qu'elle comprend des dispositifs de contrôle et de réglage de
l'intensité des courants de gaz.

