

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑰ Numéro de dépôt: **85440065.2**

⑤① Int. Cl.⁴: **C 21 B 5/00**

⑳ Date de dépôt: **07.11.85**

③① Priorité: **21.11.84 FR 8418075**

⑦① Demandeur: **INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE FRANCAISE (IRSID), Voie Romaine B.P. 64, F-57210 Maizières-les-Metz (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **28.05.86**
Bulletin 86/22

⑦② Inventeur: **Michard, Jean-Alex, 27, rue de Marnes, F-92410 Ville d'Albray (FR)**
Inventeur: **de Saint Martin, Lucien, 29 bis, rue Roederer, F-57070 Metz (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés: **AT BE DE FR GB IT LU NL SE**

⑦④ Mandataire: **Ventavoli, Roger et al, INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE FRANCAISE (IRSID) Station d'Essais Boîte Postale 64, F-57210 Maizières-lès-Metz (FR)**

⑤④ **Procédé pour la conduite d'un haut-fourneau, notamment d'un haut-fourneau sidérurgique.**

⑤⑦ Le procédé selon l'invention se caractérise en ce que, au moins temporairement au cours du fonctionnement normal de l'appareil, on introduit directement dans la zone de combustion des tuyères du minerai en même temps qu'un courant gazeux préalablement chauffé à haute température par passage dans une torche à plasma pour satisfaire aux besoins thermiques de la désoxydation et de la fusion du minerai injecté, et l'on compense l'effet de suroxygénation dû au minerai par un ajout d'azote ou de combustible auxiliaire par exemple, de façon à maintenir constantes ou quasi constantes les caractéristiques de fonctionnement de la partie supérieure de l'appareil.

Appliquée à un haut fourneau sidérurgique, l'invention permet, sans perturber la marche habituelle du haut fourneau, de produire de la fonte marginale ferreuse ou chromifère, selon la nature du minerai injecté, et en ne consommant pour ce faire que de l'énergie thermique d'origine électrique apportée depuis l'extérieur de l'appareil.

PROCEDE POUR LA CONDUITE D'UN HAUT FOURNEAU,
NOTAMMENT D'UN HAUT FOURNEAU SIDERURGIQUE

La présente invention concerne la conduite d'un haut fourneau, notamment d'un haut fourneau sidérurgique.

On sait qu'une pratique vieille de près de deux siècles a fait du haut fourneau sidérurgique d'aujourd'hui un instrument de production massive de fonte, qui fonctionne bien, que l'on maîtrise bien, et qui, par beaucoup de ses aspects, demeure encore inégalé.

Mais, comme tout outil élaboré, le degré de sophistication qu'il atteint désormais lui confère, en contrepartie, une grande sensibilité à toute modification de son allure de marche, constituant de ce fait un frein aux souhaits ou aux nécessités de variations de sa production journalière de fonte. A cela peut se rajouter un handicap dû à l'inertie du système, qui fait que tout changement éventuel d'allure s'accompagne de phénomènes transitoires dans le fonctionnement de l'appareil qui peuvent durer plusieurs jours ; ceci à supposer, bien entendu, que la nouvelle allure voulue se situe dans les limites des possibilités de fonctionnement de l'appareil. A l'inverse, un besoin d'accroissement de la production, alors que l'appareil serait déjà conduit à une allure limite ou voisine de son niveau maximum (par exemple un fonctionnement à débit de vent maximal), resterait sans réponse en dehors d'une remise en question de l'ensemble de l'installation, donc en dehors d'un nouvel investissement productif toujours très lourd financièrement. Au demeurant, un tel investissement serait de toute façon injustifié, si le besoin d'accroissement de la production n'avait qu'un caractère momentané ou temporaire, comme cela serait le cas s'il fallait pouvoir répondre à des augmentations sporadiques des carnets de commande ou pallier les mises en réfection périodiques d'un autre haut fourneau de l'usine, par exemple.

Existerait-il quand même un moyen permettant une augmentation, plus généralement une variation des productions journalières de fonte, sans modifier ou influencer de façon significative l'allure de l'appareil ? Ce moyen serait-il en outre à même de présenter à la fois la simplicité, l'efficacité, la

rapidité et la souplesse requises pour lui permettre d'atteindre sans délai une sanction industrielle ?

La présente invention a pour but de répondre positivement à une telle attente.

Un autre but de l'invention est d'élargir les gammes habituelles de fonte produites dans un haut fourneau.

Avec ces objectifs en vue, l'invention a pour objet un procédé pour la conduite d'un haut fourneau, notamment d'un haut fourneau sidérurgique caractérisé en ce que, au moins temporairement au cours de la marche habituelle de l'appareil, on y introduit, directement dans la zone des tuyères, ou en un niveau voisin, des matières métallifères solides oxydées, généralement du minerai cru ou préréduit, conjointement à un courant gazeux, pour satisfaire aux besoins thermiques de la désoxydation et de la fusion des matières métallifères ainsi introduites, ledit courant étant à cet effet chauffé avant son insufflation dans l'appareil par un apport d'énergie électrique, réalisé de préférence à l'aide de torches à plasma, et en ce que l'on ajuste le débit de vent provenant des cowpers de façon à maintenir sensiblement constantes les conditions de production de gaz au nez des tuyères en même temps que l'on prévoit des moyens pour compenser l'effet de suroxygénation du vent occasionné par l'oxygène apporté par les matières métallifères injectées, afin de ne pas modifier sensiblement les caractéristiques de fonctionnement de la partie supérieure de l'appareil par rapport à sa dite marche habituelle.

Conformément à une mise en oeuvre, les matières métallifères sont véhiculées dans l'appareil par le courant gazeux surchauffé électriquement ou par le vent venant des cowpers, ou par les deux à la fois, lesdites matières étant préalablement conditionnées en particules de faible granulométrie de préférence sous forme de fines ou de poussières pour pouvoir être transportables facilement par voie pneumatique.

En variante, le courant gazeux préchauffé est insufflé par les tuyères existantes du haut fourneau après avoir été

mélangé au vent venant des cowpers. Cette variante est applicable aussi bien lorsque ce mélange gazeux est insufflé seul aux tuyères ou contenant en suspension la matière métallifère.

Ceci étant, il reste possible d'introduire séparément le gaz préchauffé et les particules métallifères par des organes différents et en des lieux différents sur le pourtour du haut fourneau.

Conformément à une autre variante, le transport pneumatique des particules peut fort bien être remplacé par un transport fluide, les particules étant alors conditionnées en pulpe par mise en suspension dans un milieu liquide qui peut parfaitement être de l'eau.

Conformément à une réalisation, les moyens pour pallier l'éventuel effet d'une suroxygénation du vent par les oxydes injectés sont constitués par un apport d'azote gazeux dans la zone des tuyères.

En résumé, l'invention consiste donc à introduire, directement dans la zone des tuyères de l'appareil, en plus du vent habituel provenant des cowpers, du minerai, un gaz plasmagène apportant l'énergie d'origine électrique nécessaire pour la transformation de ce minerai en fonte, et de l'azote ou tout autre fluide capable de compenser la suroxygénation du vent induite par le minerai. Ces différents flux peuvent être séparés, ou réunis avant leur introduction dans le haut fourneau, notamment à l'aide des tuyères existantes, le gaz plasmagène pouvant être de l'air frais, ou du vent provenant des cowpers, ou même l'ajout d'azote, sinon une partie de celui-ci, selon les quantités nécessaires et les besoins de surchauffe électrique.

On considèrera par la suite le cas d'un haut fourneau sidérurgique dans lequel les matières métallifères oxydées introduites directement dans la zone des tuyères sont du minerai de fer, sans que l'on puisse pour autant préjuger que l'invention est d'application limitée à ce seul type d'injection. On verra d'ailleurs plus loin, qu'il est loisible, grâce à la mise en oeuvre de l'invention, d'élargir les gammes usuelles de fonte produites au haut fourneau simplement en jouant sur la nature des minerais injectés.

Ainsi, l'invention permet, sans perturber sensiblement la marche habituelle du haut fourneau, de produire de la fonte marginale ferreuse ou chromifère (ou les deux), selon la nature du minerai injecté et en ne consommant pour ce faire que de l'énergie thermique d'origine électrique apportée depuis l'extérieur de l'appareil et la quantité de carbone nécessaire à la carburation de cette fonte.

L'invention sera bien comprise, et d'autres aspects et avantages apparaîtront au vu de la description qui suit d'exemples chiffrés de mise en oeuvre données en référence au tableau unique de valeurs donné à la dernière page du mémoire.

Dans ce tableau sont fournies :

- à la colonne 1, les caractéristiques d'une marche habituelle d'un haut fourneau sidérurgique qui serviront de référence pour la comparaison des résultats,

- à la colonne 2, les caractéristiques d'une marche modifiée par la mise en oeuvre de l'invention avec injection de minerai cru mais avec un rapport de "fer injecté sur fonte traversante" de 10 % en poids,

- aux colonnes 3 et 4, les caractéristiques d'une marche selon l'invention avec injection de minerai préréduit à 50 % et avec un rapport de "fer injecté sur fonte traversante" respectivement de 10 et 20 %.

Comme on peut le voir dans la colonne 1 du tableau, le haut fourneau concerné est prévu, en allure maximale, pour produire 6000 tonnes de fonte par jour, ce qui conduit à une "mise au mille" de coke enfourné au gueulard de 450 kg par tonne de fonte produite, c'est-à-dire à une consommation journalière de 2700 tonnes. Ce haut fourneau est équipé de vingt huit tuyères pour le soufflage du vent.

Conformément à l'invention, en se reportant à la colonne 2, on peut voir que la production de fonte a pu être portée à plus de 6500 tonnes par jour en injectant aux tuyères du minerai de fer sous forme particulière, de granulométrie inférieure à 1 mm environ, à raison de 10 % en poids de fer injecté par rapport à la fonte traversante, cette dernière représentant

la fonte résultant du minerai enfourné au gueulard sous forme d'aggloméré.

Simultanément à cette injection de minerai, on souffle aux tuyères un vent surchauffé, à l'aide de torches à plasma, de manière que l'énergie apportée par les torches à plasma satisfasse les besoins thermiques de la réduction et de la fusion du minerai injecté aux tuyères.

Dans l'exemple représenté dans la colonne 2, le débit de vent total injecté est de 902 Nm³ par tonne de fonte et sa température s'élève à 1777°C. Ces résultats sont obtenus en réglant les torches à plasma de manière à ce qu'elles puissent fournir une énergie utile de 288 kWh par tonne de fonte. En effet, la surchauffe du vent est prévue, comme déjà dit, pour assurer uniquement les besoins thermiques du minerai injecté, à savoir essentiellement le craquage des oxydes et la fusion du métal, ce qui permet d'une part, de conserver une température de flamme constante de 2250°C, et d'autre part, de ne pas mettre globalement à contribution le coke métallurgique enfourné au gueulard et destiné à assurer avant tout les besoins thermiques et chimiques de l'aggloméré.

De ce fait, la consommation de coke par tonne de fonte totale produite, devient inférieure de plus de 35 kg à celle de la marche classique de la colonne 1. Par contre, la "mise au mille" du coke à la tonne de fonte traversante reste égale à celle du haut fourneau en marche classique, ce qui montre bien que l'enfournement des matières au gueulard n'est pas modifié par l'injection de minerai et que tout le coke sert, comme en marche classique, au traitement de la fonte traversante. La conduite selon l'invention permet également de conserver le fonctionnement interne du haut fourneau (température de flamme invariante, mêmes caractéristiques de température, de débit et de composition pour le gaz de gueulard). Tout se passe finalement comme si l'ensemble du haut fourneau "ignorait" les modifications apportées dans la zone des tuyères par la mise en oeuvre de l'invention.

La surchauffe du vent insufflé aux tuyères est obtenue par le mélange d'un flux principal de vent issu des cowpers

à 1200°C, complétant un flux secondaire de vent plasmagène, porté à une température élevée au moyen des torches à plasma. Dans l'exemple présenté dans la colonne 2, la combinaison de ces deux flux gazeux présente un débit égal à 799 Nm³ par tonne de fonte.

L'oxygène apporté par le minerai injecté est également pris en compte. Dans le but de "synthétiser" du vent, cet oxygène est avantageusement complété avec un ajout d'azote qui, dans cet exemple, s'élève à 103 Nm³ par tonne de fonte.

Le flux gazeux global injecté aux tuyères comprend donc le flux de vent (dont le débit est de 799 Nm³ par tonne de fonte) et l'ajout d'azote.

Comme indiqué précédemment, le flux gazeux global présente un débit de 902 Nm³ par tonne de fonte et sa température s'élève à 1777°C. A ce flux, amené de l'extérieur, s'additionne, dans la zone de combustion des tuyères, le gaz produit par la réduction directe du minerai de fer injecté.

On rappelle que l'ajout d'azote a pour rôle de pallier les inconvénients propres à l'effet de suroxygénation du vent qui serait réalisé, "in situ", dans la zone des tuyères, par la décomposition thermique en cet endroit des oxydes de fer injectés, selon la réaction simplifiée : $\text{Fe}_x\text{O} \longrightarrow x \text{Fe} + 1/2 \text{O}_2$.

Il s'agit là d'inconvénients bien connus des hauts fournistes et qui se traduisent systématiquement par une augmentation de la mise au mille du coke enfourné au gueulard, suite à une diminution nécessaire de la température du vent soufflé aux tuyères pour conserver une température de flamme adéquate.

D'ailleurs, on verra par la suite que l'invention s'accommode parfaitement d'un remplacement éventuel de tout ou partie de l'azote, en tant que moyen de compensation de la suroxygénation du vent sur la marche du haut fourneau, par un combustible auxiliaire selon une pratique déjà connue en soi depuis fort longtemps (voir par exemple le brevet français n° 1340 858).

Il doit être bien compris que les quantités d'azote à injecter n'ont pas forcément à être ajustées uniquement en fonction des quantités d'oxydes injectées, mais qu'elles doivent

également tenir compte, le cas échéant, des paramètres de fonctionnement en marche normale de l'appareil. Ainsi, si en marche normale (ou "marche de référence"), c'est-à-dire en l'absence d'injection de minerai, le vent soufflé aux tuyères est déjà suroxygéné, l'apport ultérieur d'azote, lors de la mise en oeuvre de l'invention, sera donc d'autant diminué par rapport aux indications chiffrées du tableau puisque l'oxygène apporté par le minerai viendra alors en remplacement, pour partie au moins, de l'oxygène pur qui, auparavant, était ajouté en excès au vent.

D'un autre côté, il doit être noté qu'une part relativement faible mais néanmoins significative de ces oxydes peut également servir à une désiliciation de la fonte déjà dans le haut fourneau selon une réaction du type : $2 \text{Fe}_x\text{O} + \text{Si} \longrightarrow 2 \text{Fe}_x + \text{SiO}_2$, (voir demande de brevet japonais n° 56-194005), donc sans libérer d'oxygène gazeux, ce qui tend aussi à réduire les quantités d'azote nécessaires.

Conformément aux variantes exemplifiées dans les colonnes 3 et 4, on injecte cette fois du minerai préréduit par les tuyères.

Ainsi, dans l'exemple présenté dans la colonne 3, il s'agit d'un minerai dont le taux de réduction est de 50 % et dont l'injection représente 10 % en poids de fer injecté par rapport à la fonte traversante.

Etant donné que cette marche vise une production de 6507 tonnes de fonte par jour, la comparaison de ces données et résultats avec ceux de la colonne 3 s'impose.

Comme on pouvait normalement s'y attendre, la mise au mille du coke est identique dans les colonnes 2 et 3.

Le minerai étant préréduit à 50 %, ses besoins thermiques sont donc plus faibles que ceux du minerai cru.

L'énergie utile donnée par les torches à plasma est réduite dans ce cas à 161 kWh par tonne de fonte. L'ajout d'azote est également réduit à 51 Nm³ par tonne de fonte, soit plus de la moitié du cas précédent.

On constate que le débit du gaz total injecté, qui s'élève à 903 Nm³ par tonne de fonte, est presque égal à celui réalisé dans la colonne 2. Par contre, la température de ce

gaz est nettement inférieure (1521°C), de manière à pouvoir satisfaire les besoins thermiques du minerai préréduit sans perturber le fonctionnement interne du haut fourneau.

En effet, les caractéristiques du gaz de gueulard et la température de flamme sont identiques à celles présentées dans la colonne 1 concernant la marche de référence.

L'exemple présenté dans la colonne 4 montre qu'il est encore possible d'accroître la productivité de ce haut fourneau et de la porter à 7000 tonnes/jour. Ce résultat est simplement obtenu par une injection de minerai préréduit à 50 % représentant 20 % en poids de fer par rapport à la fonte traversante.

Toujours dans le but d'assurer les besoins thermiques de ce minerai, les torches à plasma sont réglées pour délivrer une énergie utile de 296 kWh par tonne de fonte, conduisant à l'insufflation globale de gaz sous un débit s'élevant à 832 Nm^3 par tonne de fonte, et à la température de 1840°C .

La mise au mille de coke est, bien entendu, inférieure aux marches décrites précédemment. Par contre, la consommation journalière de coke reste la même. De plus, les caractéristiques du gaz de gueulard ainsi que la température de flamme ne varient pas.

Parmi d'autres avantages propres à l'invention, on peut signaler le fait que le minerai injecté n'a pas à être passé préalablement dans une installation d'agglomération, d'où une réalisation d'un gain économique et énergétique supplémentaire. Un autre avantage est que, dans l'hypothèse d'un manque de courant électrique ou d'autres ennuis de ce genre, il est possible d'interrompre immédiatement les injections de matières et retrouver alors instantanément la marche de référence de l'appareil. On comprend que cette possibilité peut être déterminante pour la fiabilité d'un haut fourneau fonctionnant selon le procédé de l'invention.

Il va de soi que l'invention n'est pas limitée aux exemples décrits ci-dessus mais s'étend à de multiples variantes ou équivalents, dans la mesure où sont respectées les caractéristiques énoncées dans les revendications jointes.

Ainsi, l'invention s'applique de manière générale à l'injection de toute matière métallifère oxydée, non seulement du minerai, mais également des battitures de fer (mill scale) ou des poussières de gueulard de haut fourneau, des poussières d'aciérie ou des fines de retour de chaînes d'agglomération, etc.

De même, l'invention n'est pas limitée aux quantités de minerai injecté, données dans les exemples précédents.

La limite pourra éventuellement être imposée par la puissance des torches dont on dispose, puisque l'énergie électrique devant être apportée croît bien entendu avec la quantité de minerai injectée. A titre indicatif, on notera que la puissance des torches actuellement disponibles sur le marché est de l'ordre de 4 à 8 MW, mais qu'elle devrait pouvoir atteindre 10 à 12 MW dans un avenir relativement proche.

L'invention pourra ainsi être préférentiellement mise en oeuvre en concentrant l'injection du minerai et la puissance électrique sur quelques-unes des tuyères au lieu de les répartir sur toutes les tuyères équipant le haut fourneau. Ainsi, dans l'exemple précédent (colonne 2 du tableau), on peut injecter 1,2 tonne/heure de minerai cru par chacune des vingt huit tuyères du haut fourneau considéré et installer sur chaque tuyère une torche à plasma de 3,3 MW de puissance (avec un rendement électrique de 0,85), ou injecter 4,8 tonnes/heure de minerai cru par sept torches-tuyères ayant une puissance de 13 MW chacune, l'azote servant de gaz plasmagène (4000 m³/h par torche-tuyère), et le vent chaud provenant des cowpers étant réparti sur les vingt et une tuyères restantes. On pourra même concentrer l'injection de minerai sur quatre torches-tuyères de 23 MW de puissance chacune (8,4 tonnes de minerai et 7000 m³ d'azote par heure et par torche-tuyère) lorsqu'on disposera de torches d'aus-si grande puissance.

Néanmoins, on prendra soin de ne pas trop modifier l'allure du haut fourneau en s'assurant que les caractéristiques du gaz à sa sortie au gueulard demeurent sensiblement invariantes. Pour cela, on s'efforcera de maintenir constante la température

de flamme au nez des tuyères et on ajustera en conséquence le débit de vent venant des cowpers (dont la température est classiquement entre 1100 et 1300°C environ) comme complément au débit de gaz plasmagène. Celui-ci sera déterminé, en fonction des besoins thermiques de la réduction et de la fusion du minerai injecté, par un fonctionnement à rendement maximal des torches à plasma, et en tenant compte de l'insufflation d'azote pour les raisons indiquées auparavant.

A cet égard, on observera dans le tableau (colonnes 2 et 3) que plus la quantité de minerai injecté croît, moins les besoins en oxygène libre, donc en vent, sont importants et plus le débit d'azote doit être corrélativement augmenté si l'on souhaite éviter les inconvénients déjà évoqués d'une suroxygénation élevée du vent par rapport à la marche de référence de l'appareil.

Une limite supérieure théorique de la quantité de minerai injectable pourra donc être atteinte lorsque tout l'oxygène du vent sera apporté par le minerai et que tout le vent sera donc remplacé par de l'azote.

Comme on l'a déjà évoqué au début, une variante intéressante peut consister à injecter, non plus du minerai de fer, mais du minerai de chrome, ou un mélange des deux, ce qui permet d'obtenir à la sortie du haut fourneau directement de la fonte chromifère, pour l'élaboration ultérieure d'aciers inoxydables, en particulier. On comprend l'attrait de cette application par rapport à la pratique connue qui consiste à réaliser ce type de production par un mélange, hors réacteurs, d'une fonte classique issue d'un haut fourneau avec du ferrochrome éventuellement fondu dans un four électrique.

Le haut fourneau selon l'invention fonctionne alors comme un réacteur unique à deux étages superposés, spécialisés chacun dans une production différente, échangeant des matières et de la chaleur sans se perturber mutuellement : l'étage du bas, à savoir la zone des tuyères, produisant de la fonte chromifère marginale à partir du minerai injecté et la partie supérieure élaborant, de la manière classique à partir de la charge

enfournée au gueulard, de la fonte ferreuse principale traversante. Les deux phases liquides se rassemblent dans le creuset du four pour former la fonte au chrome souhaitée.

En fonction des teneurs visées en chrome, on ajuste donc la proportion de minerai injecté aux tuyères par rapport au débit de fonte traversante, qui lui, est conservé constant.

Un autre avantage de ce type de variante apparaît, si l'on prend en compte le fait que, de toute façon, le minerai de chrome, contrairement au minerai de fer, ne peut se réduire que directement par le carbone, et donc uniquement dans le voisinage de la zone des tuyères où règnent les températures élevées appropriées (à partir de 1100°C environ).

L'injection directe de ce minerai dans la zone des tuyères, combinée à une surchauffe du vent conformément à l'invention, permet ainsi de fournir, sous forme d'énergie électrique, l'énergie nécessaire au préchauffage du minerai de chrome, et surtout celle, beaucoup plus importante, nécessaire à la réduction des oxydes de ce minerai. De ce fait, les besoins en coke par tonne de fonte chromifère sont réduits par rapport à une marche classique, où tout le minerai de chrome aurait été enfourné à la partie supérieure de l'appareil. En outre, les gaz sortent au gueulard plus oxydés, donc plus "épuisés" énergétiquement, ce qui constitue toujours un critère favorable pour le rendement thermique du haut fourneau.

Si, pour atteindre les teneurs en chrome visées, les quantités de minerai à injecter s'avéraient trop importantes, soit en raison des puissances des torches disponibles, soit en raison des limites des possibilités des circuits d'injection par exemple, on pourra introduire une partie du minerai de chrome dans la charge enfournée au gueulard. Il est signalé cependant que cette pratique peut entraîner certains inconvénients comme un surcroît de la consommation de combustibles, etc.

On a vu que l'on pouvait introduire directement dans la zone des tuyères des oxydes métalliques combinés à de l'énergie électrique pour produire de la fonte marginale tout en

conservant, par un ajout d'azote, la mise au mille du coke par tonne de fonte traversante.

Bien que l'ajout d'azote soit, à cet effet, certainement une solution très commode et de mise en oeuvre aisée, il se peut que, dans certains cas ou circonstances, on manque d'azote ou que les quantités disponibles soient insuffisantes.

Dans ce cas, l'effet de la suroxygénation induite du vent par les oxydes injectés sur la consommation du coke pourra, conformément à une variante de l'invention, être contrecarré par la pratique, déjà connue en soi, qui consiste à injecter dans le vent aux tuyères un combustible auxiliaire, tel qu'un hydrocarbure liquide ou gazeux, du gaz naturel, du gaz de cokerie ou du charbon.

On aura certainement bien compris que l'utilisation de termes comme "pallier", "compenser" ou "contrecarrer", qui a été faite tout au long du présent mémoire pour qualifier le rôle de l'ajout d'azote (ou de combustible auxiliaire), ne signifie nullement que l'azote doit nécessairement être introduit en quantité ajustée à celle du minerai pour permettre de reconstituer un mélange N_2/O_2 dans les proportions précises du vent que l'on souffle habituellement dans un haut fourneau.

L'ajout d'azote a pour rôle de prévenir les conséquences connues d'une telle suroxygénation sur la marche du haut fourneau afin de maintenir la partie supérieure de l'appareil à un point de fonctionnement qui soit, sinon identique, du moins peu différent de celui correspondant à sa marche habituelle.

Il est précisé enfin que si l'invention trouve une application préférentielle aux hauts fourneaux sidérurgiques, elle n'est pas pour autant limitée à ce type d'application, mais peut fort bien être mise en oeuvre pour la conduite de hauts fourneaux d'autres catégories, par exemple les hauts fourneaux utilisés pour la production de ferro-manganèse, auquel cas les matières injectées dans la zone des tuyères seront bien entendu du minerai de manganèse.

- TABLEAU UNIQUE -

	Marche de REFERENCE	Marche avec INJECTION de MINERAL		
Production de fonte	t/J	6 000	6 507	7 000
Taux de réduction du minerai	%	0	0	50
Fer injecté / Fonte traversante	%	0	10	20
Mise au mille du coke	kg/tF t/J	450 2 700	414 2 694	395 2 695
Energie utile donnée par les torches à plasma	kWh/tF	0	288	161
Débit de vent injecté	Nm ³ /tF	1 016	799	852
Débit de N ₂ ajouté	Nm ³ /tF	0	103	51
Débit total du gaz injecté	Nm ³ /tF	1 016	902	903
Température du gaz total injecté	°C	1 200	1 777	1 521
<u>Gaz de gueulard</u>				
débit	Nm ³ /h	382 550	378 870	375 410
température	°C	107	109	112
pouvoir calorifique	kcal/Nm ³	674	675	676
Température de flamme	°C	2 254	2 254	2 254

**PROCEDE POUR LA CONDUITE D'UN HAUT FOURNEAU
NOTAMMENT D'UN HAUT-FOURNEAU SIDERURGIQUE**

1) Procédé pour la conduite d'un haut fourneau, notamment d'un haut fourneau sidérurgique, caractérisé en ce que, au moins temporairement au cours du fonctionnement habituel de l'appareil, on introduit directement dans la zone de combustion des tuyères, ou en un niveau voisin, des matières métallifères solides oxydées, conjointement à un courant gazeux servant de vecteur thermique pour satisfaire aux besoins thermiques de la désoxygénation et de la fusion desdites matières métallifères, ce courant gazeux étant à cet effet chauffé avant son introduction dans l'appareil par un apport d'énergie électrique, et on ajuste le débit de vent provenant des cowpers en même temps que l'on prévoit des moyens pour pallier l'effet d'une suroxygénation du vent, dû à l'oxygène apporté par les matières métallifères injectées, de manière à ne pas modifier sensiblement les caractéristiques de fonctionnement de la partie supérieure de l'appareil par rapport à sa dite marche habituelle.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit courant gazeux est chauffé électriquement en passant dans une torche à plasma.

3) Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens pour pallier l'effet de suroxygénation du vent sont constitués par un ajout d'azote.

4) Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit azote constitue, au moins partiellement, le courant gazeux chauffé électriquement.

5) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites matières métallifères oxydées sont injectées par voie pneumatique sous forme de fines particules.

6) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites matières métallifères oxydées sont introduites dans le haut fourneau sous forme d'une pulpe liquide, notamment d'une pulpe aqueuse.

7) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites matières métallifères oxydées sont du minerai de fer, à l'état cru ou préréduit.

8) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites matières métallifères oxydées sont du minerai de chrome pur ou mélangé à du minerai de fer.

5 9) Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens pour pallier l'effet de suroxygénation du vent sont constitués par un ajout de combustible auxiliaire, tel qu'un hydrocarbure liquide ou gazeux, du gaz naturel, du gaz de cokerie ou du charbon.

10 10) Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on introduit ledit courant gazeux chauffé électriquement dans le haut fourneau par des tuyères existantes du soufflage du vent que l'on équipe de torche à plasma.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0182730

Numero de la demande

EP 85 44 0065

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS															
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)												
Y	FR-A-2 500 478 (I.R.S.I.D.) * Revendications 1 et 4 *	1	C 21 B 5/00												
A	* Revendication 4 *	2, 5, 10													
Y	--- PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 7, no. 195 (C-183)[1340], page 87 C 183, 25 août 1983; & JP - A - 5 896 803 (SUMITOMO KINZOKU KOGYO K.K.) 09-06-1983 * Abrégé *	1													
A	IDEM	6-9													
A	--- DE-C- 822 089 (THYSSENSCHE GAS- UND WASSERWERKE) * Revendications 1, 3; page 2, lignes 113-126; page 3, lignes 1-10 *	1, 7, 9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4) C 21 B												
A, D	--- FR-A-1 340 858 (I.R.S.I.D.) * Résumé *	7, 9													
A	--- GB-A-2 077 766 (SKF STEEL ENGINEERING) * Revendication 1 *	8													
A	--- BE-A- 883 667 (C.R.M.) * Revendications 1, 2, 6 et 7 *	2													
	--- -/-														
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications															
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 17-12-1985	Examineur ELSEN D.B.A.												
<table border="0"><tr><td>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</td><td>T : théorie ou principe à la base de l'invention</td></tr><tr><td>X : particulièrement pertinent à lui seul</td><td>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date</td></tr><tr><td>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</td><td>D : cité dans la demande</td></tr><tr><td>A : arrière-plan technologique</td><td>L : cité pour d'autres raisons</td></tr><tr><td>O : divulgation non-écrite</td><td></td></tr><tr><td>P : document intercalaire</td><td>& : membre de la même famille, document correspondant</td></tr></table>				CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention	X : particulièrement pertinent à lui seul	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	D : cité dans la demande	A : arrière-plan technologique	L : cité pour d'autres raisons	O : divulgation non-écrite		P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention														
X : particulièrement pertinent à lui seul	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date														
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	D : cité dans la demande														
A : arrière-plan technologique	L : cité pour d'autres raisons														
O : divulgation non-écrite															
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant														



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	FR-A-2 270 202 (C.R.M.) * Revendications 1-4 * -----	2-4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 17-12-1985	Examineur ELSEN D.B.A.
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	