

Brevet N° **87857**
du 10 décembre 1990
Titre délivré **25 AOUT 1992**



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

*to. 12.9
10.6.92
aj. Mm.*

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La Société dite: ARBED S.A., 19 avenue de la Liberté, (2)
L-2930 Luxembourg

Représentée par: FREYLINGER Ernest T., MEYERS Ernest, OFFICE
DE BREVETS FREYLINGER & ASSOCIES, 321, route d'Arlon, B.P.1, (3)
L-8001 Strassen/ Luxembourg

dépose(nt) ce dix décembre mil neuf cent quatre-vingt-dix (4)
à 15.00 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: (5)
"Procédé de régulation de l'opération d'affinage de fonte"

C 3/C

- 2. la description en langue française de l'invention en trois exemplaires;
- 3. 2 (deux) planches de dessin, en trois exemplaires;
- 4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 05 décembre 1990 ;
- 5. la délégation de pouvoir, datée de Luxembourg le 04 décembre 1990 ;
- 6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont): (6)

Robert MOUSEL, 20, rue Comte de Berbier, L-3422 Dudelange
André BOCK, 9, rue Ludwig v. Beethoven, L-1224 Luxembourg

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de (7)
..... déposée(s) en (8)

le (9)
sous le N° (10)
au nom de (11)

élit(élistent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
321, route d'Arlon, B.P.1, L-8001 Strassen/Luxembourg (12)

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 18 (dix-huit) mois. (13)

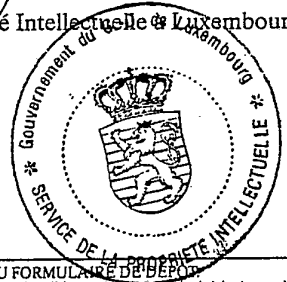
L'un des exposants/mandataires: (14)

Ernest Freylinger

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: 10 décembre 1990

à 15.00 heures



Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,
p. d.
Le chef du service de la propriété intellectuelle,

A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT. à la demande de brevet principal No. (1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No. (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu: "représenté par. agissant en qualité de mandataire" - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)", lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complété, le cas échéant, par l'indication de l'office récepteur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) 2, 6, 12 ou 18 mois - (14) signature du demandeur ou du mandataire agréé.

Brevet N° **87857**
du 10 décembre 1990
Titre délivré _____



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

*to. 12.9
10.6.92
aj. 18m.*

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La Société dite: ARBED S.A., 19 avenue de la Liberté, (2)
L-2930 Luxembourg

Représentée par: FREYLINGER Ernest T., MEYERS Ernest, OFFICE
DE BREVETS FREYLINGER & ASSOCIÉS, 321, route d'Arlon, B.P.1, (3)
L-8001 Strassen/ Luxembourg

dépose(nt) ce dix décembre mil neuf cent quatre-vingt-dix (4)
à 15.00 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:

"Procédé de régulation de l'opération d'affinage de fonte" (5)

2. la description en langue française de l'invention en trois exemplaires;

3. 2 (deux) planches de dessin, en trois exemplaires;

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 05 décembre 1990;

5. la délégation de pouvoir, datée de Luxembourg le 04 décembre 1990;

6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont): (6)

Robert MOUSEL, 20, rue Comte de Berbier, L-3422 Dudelange

André BOCK, 9, rue Ludwig v. Beethoven, L-1224 Luxembourg

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de (7)
déposée(s) en (8)

le (9)

sous le N° (10)

au nom de (11)

élit(é lisent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
321, route d'Arlon, B.P.1, L-8001 Strassen/Luxembourg (12)

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 18 (dix-huit) mois. (13)

L'un des ~~experts~~ mandataires (14)

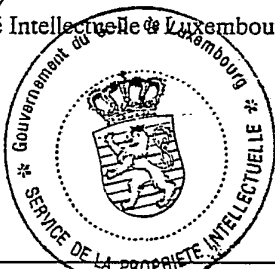
II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes,
Service de la Propriété Intellectuelle de Luxembourg, en date du: 10 décembre 1990

à 15.00 heures

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

Le chef du service de la propriété intellectuelle,



A 68017

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT
(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No." - (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu; l'agissant en qualité de mandataire - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)". lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complété, le cas échéant, par l'indication de l'office récepteur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) 2, 6, 12 ou 18 mois - (14) signature du demandeur ou du mandataire agréé.

21C

REVENDEICATION DE LA PRIORITE

de la demande de brevet / du modèle d'utilité

En

Du

Mémoire Descriptif

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

au

Luxembourg

au nom de :

ARBED S.A.
19, Avenue de la Liberté
L-2930 Luxembourg

pour : "Procédé de régulation de l'opération d'affinage de fonte"

Procédé de régulation de l'opération d'affinage de fonte

La présente invention a pour objet un procédé qui permet de régler, de façon plus aisée et plus flexible que jusqu'ici, l'opération d'affinage à l'oxygène de la fonte, que l'on obtient essentiellement par la réduction au haut fourneau de minerais de fer avec du carbone sous forme de coke et de combustibles auxiliaires.

Cette opération d'affinage de fonte dans les aciéries est effectuée surtout en ayant recours à une injection d'oxygène sous forme gazeuse, par l'intermédiaire d'une lance métallique centrale verticale, depuis le haut vers le bas, dans l'intérieur d'un convertisseur dans lequel est contenu la fonte à transformer en acier. C'est d'après les procédés d'affinage à l'oxygène (LD, LD-AC, OLP etc) qu'est produit de loin le plus grand pourcentage du tonnage mondial annuel d'acier, obtenu par la voie de la transformation de fonte. Dans ces procédés on utilise de l'oxygène industriellement pur, qui est insufflé à l'état gazeux en un jet ou en plusieurs jets et à grande vitesse à travers la lance dans le bain se trouvant à l'intérieur du convertisseur. On imagine aisément qu'on a besoin d'un débit très important d'oxygène gazeux pour affiner dans un court laps de temps, qui n'est en règle générale guère beaucoup plus long qu'un quart d'heure, une masse très importante d'un bain métallique, qui peut dépasser 300 tonnes constituées par la fonte enfournée et les ajoutés éventuelles de ferraille et/ou d'autres additions métalliques ou non métalliques.

Lors du soufflage d'oxygène d'affinage par le haut, en au moins un jet primaire, il est avant tout important que le mouvement du bain, qui résulte de l'énergie d'impact du jet ou des jets d'oxygène primaire et du dégagement des bulles de monoxyde de carbone (CO) provenant de l'oxydation du carbone de la fonte, reste suffisamment intense. Il est tout aussi important qu'à son point d'impact l'oxygène insufflé se trouve réparti de façon judicieuse entre le métal et la scorie, afin que tout au long de l'opération d'affinage les déséquilibres entre métal et gaz et entre métal et scorie persistent et font progresser les réactions d'affinage. En fait, conduire l'affinage revient à maintenir à tout moment un rapport bien déterminé entre la vitesse de décarburation de la fonte et la vitesse d'oxydation de la scorie. Pour parvenir à cela l'aciériste dispose surtout de deux paramètres d'action bien définis, à savoir la variation de la hauteur de la lance d'injection par rapport à la surface du bain dans le convertisseur et la régulation du débit d'oxygène passant à travers la lance, c.-à-d. de la quantité d'oxygène gaz insufflé par unité de temps. Il peut varier un seul des paramètres ou agir sur les deux paramètres à la fois et opérer avec des jets plus ou moins durs et pénétrants ou mous et oxydants pour la scorie.

L'équipement du stand d'affinage, qui est utilisé pour l'injection contrôlée de l'oxygène, consiste essentiellement en un corps de lance mobile verticalement. Ce dernier comprend, outre des conduites d'amenée pour le gaz et des conduites d'alimentation et d'évacuation pour l'eau de refroidissement avec les appareils de contrôle et de régulation afférents, plusieurs conduits et circuits concentriques, tant pour l'oxygène gaz, que pour l'eau de refroidissement. La lance se termine en bas par une tête en cuivre coulé ou usiné. Cette dernière comprend des circuits pour l'eau de refroidissement, ainsi qu'un nombre donné de tuyères d'accélération du gaz. Ce nombre correspond au nombre de jets d'oxygène primaire, et éventuellement d'oxygène secondaire, qu'on prévoit pour une aciérie donnée. Généralement les lances multitrous comportent entre 2 et 5 tuyères primaires supersoniques, avec des angles d'inclinaison de 7° à 10° par rapport à l'axe du corps de la lance, les jets étant d'autant plus durs que le nombre de tuyères est plus petit. A côté de ces tuyères

primaires, des tuyères secondaires, qui débitent de l'oxygène à vitesse subsonique et sous des angles d'inclinaison plus importants, peuvent être prévues pour opérer la postcombustion de l'oxyde de carbone (CO) dégagé par le bain en cours de décarburation.

Le corps de lance est solidaire d'un chariot mobile horizontalement et verticalement à l'extérieur et au-dessus du convertisseur, pourqu'au début de l'opération d'affinage la lance puisse non seulement être mise en position dans le bec du convertisseur, mais aussi pourque la distance de la tête de la lance par rapport à la surface du bain à affiner puisse être variée au cours du déroulement de l'affinage même. Ainsi, au cours du soufflage d'une charge, la lance est rapprochée ou éloignée de façon répétitive de la surface du bain suivant un schéma bien défini .

De la même façon on modifie, également suivant un schéma spécifique bien défini, le débit momentané de l'oxygène pour tenir compte de l'état d'avancement des processus chimiques et physiques se déroulant à l'intérieur du convertisseur. Le temps de réponse pour modifier le débit d'oxygène par régulation du degré d'ouverture d'une vanne n'est pas notable. Les durées pour repositionner la lance sont plus importantes.

Ainsi, pour un convertisseur de l'ordre de grandeur de 200 tonnes les débits d'oxygène varient normalement entre 400 et 700 Nm³/min, et les distances extrêmes du nez de la lance, par rapport au niveau du bain dans le convertisseur, sont comprises entre 170 et 350 cm. Chacun de ces paramètres est changé au moins 6 fois au cours d'une charge.

C'est-à-dire que les aciéristes modulent l'un sur l'autre la position de la lance et le débit momentané d'oxygène en suivant des schémas de soufflage bien connus, ce qui leur permet de conduire l'opération d'affinage et de faire progresser les réactions dans la direction désirée. Bien sûr, les aciéristes cherchent à éviter le plus possible tous les mouvements de la lance. En effet, à cause de la grande inertie du chariot de translation avec le corps de lance parcouru par l'eau de refroidissement, le temps de réponse pour ce paramètre est assez long.

D'un autre côté, en abaissant trop bas la lance - en vue d'un jet dur - on risque un endommagement de la tête de la lance sur de la ferraille non fondue surnageant le bain, alors que si on réduit trop le débit d'oxygène - en vue d'un jet mou - l'autoprotection de la tête de la lance contre la projection de métal et de laitier par l'écran de gaz devient moins efficace.

Malgré des efforts qui ont été entrepris dans cette direction, on n'a pas jusqu'ici réussi à se passer du déplacement répété de la lance au cours de l'affinage ou de le réduire simplement à un degré vraiment insignifiant, ce qui simplifierait d'autant la conduite de l'affinage.

Aussi le but de la présente invention est-il justement de prévoir une conduite simplifiée de l'opération d'affinage, cette conduite permettant de tenir la lance pratiquement immobile à un niveau prédéterminé et de réduire au minimum la cadence de changement du flux gazeux, sans pour autant rendre plus mauvaise la répartition de l'oxygène primaire d'affinage dans le convertisseur alors que l'énergie de brassage mécanique transmise au bain par l'impact du gaz est encore augmentée.

A cet effet le procédé d'affinage suivant la présente invention prévoit d'insuffler par en haut, dans un convertisseur d'aciérie contenant un bain à affiner, contre la surface de celui-ci, au moins deux jets supersoniques d'oxygène primaire à un certain débit et il est essentiellement caractérisé en ce que l'on fait balayer à chacun des jets issus d'une lance non rotative successivement la même zone annulaire du bain à une vitesse de balayage circulaire, qui varie suivant l'état physico-chimique du bain entre des limites inférieure et supérieure, alors qu'en même temps la hauteur de la lance au dessus de la surface du bain, de même que le débit total du flux d'oxygène alimentant le bain, sont tenus à des niveaux pratiquement invariables.

Pour conduire l'opération d'affinage en conformité avec la présente invention on a donc recours à au moins deux jets individuels séparés d'oxygène d'affinage primaire qui, d'un côté, doivent dévier d'un angle

donné de l'axe de la lance pour balayer la zone annulaire prévue du bain, et qui, d'un autre côté, doivent tourner à une vitesse de rotation variable et réglable autour dudit axe de la lance. La conception et la configuration d'une lance d'affinage capable de subdiviser dans son intérieur un flux d'oxygène primaire en au moins deux jets distincts, qui quittent la lance à une vitesse supersonique et auxquels on peut imprimer une rotation de vitesse variable voulue autour de l'axe de la lance, ne font pas l'objet de la présente demande de brevet. Une telle lance est décrite dans une demande de brevet luxembourgeois déposée ce même jour.

L'angle moyen de déflexion des jets d'une lance donnée par rapport à la verticale est choisi suivant la présente invention en tenant compte de la géométrie du convertisseur dans lequel la lance sera utilisée, ainsi que de la distance moyenne à laquelle on envisage de tenir la tête de lance par rapport à la surface du bain au cours de l'affinage. Cet angle de déflexion est fixé de telle sorte que le centre de la zone annulaire d'impact balayée par chaque jet individuellement se trouve sur un rayon à environ mi chemin entre le centre de la surface du bain, qui coïncide avec l'axe vertical du convertisseur, et la paroi interne du revêtement du convertisseur. En général cet angle est compris entre 10° et 30° par rapport à la verticale. Les axes des tuyères des lances multitrou (2 à 5 orifices primaires) classiques dévient aussi par rapport à l'axe central de la lance. Mais du fait que ces lances multitrou classiques sont déplacées constamment en hauteur et que l'on cherche à ne provoquer que le minimum d'usure du revêtement mural du convertisseur, l'angle de déflexion est en moyenne plus fermé et ne dépasse d'ordinaire guère 10° à 15° . Ici aussi le taux d'utilisation de l'oxygène injecté sur la surface du bain est moins bon. En effet, la combinaison optimale entre le débit d'oxygène et la hauteur de la lance avec son angle d'injection inhérent n'est donnée que pour une fraction de la durée totale de l'opération d'affinage.

Comme la lance, qui débite les jets rotatifs permettant la conduite améliorée de l'affinage suivant la présente invention, reste pratique-

ment à la même distance de la surface du bain au cours de toute l'opération d'affinage, le revêtement de la paroi du convertisseur est protégé au mieux. En fait il n'est pas exposé comme jusqu'ici de façon exagérée, ni à l'action directe de l'oxygène, ni au contact avec de la scorie trop oxydée et corrosive produite dans le voisinage direct de la paroi. Ceci est un résultat du fait que pour régler le rapport entre la vitesse de la décarburation et la vitesse d'oxydation de la scorie on n'a plus besoin de modifier la hauteur de la lance.

Le grand avantage du procédé suivant l'invention et les nouveaux effets qui en découlent, résultent avant tout du fait qu'au lieu du couple de paramètres de régulation classiques, que sont la hauteur de lance et le débit d'oxygène, on fait intervenir le paramètre unique et inédit qu'est la vitesse de rotation de plusieurs jets sur une même trajectoire circulaire. En effet, on peut aisément régler, en fonction de l'état d'avancement de l'affinage ou d'autres exigences - comme le moussage de la scorie ou le degré de postcombustion convoité -, tant la répartition de l'oxygène sur la surface du bain, que l'énergie de brassage mécanique transmise au bain par les jets en mouvement. C'est-à-dire qu'on parvient maintenant à obtenir, grâce à des moyens différents, l'équivalent de ce qu'il était convenu jusqu'ici d'appeler en affinage classique LD des jets d'oxygène durs ou mous. On a bien déjà essayé d'augmenter la surface de balayage d'une lance donnée en faisant tourner la lance toute entière. Outre l'inconvénient prémentionné, qui résulte de la grande inertie de la lance et de ses mécanismes de déplacement horizontal et vertical, il vient s'y ajouter à l'extrémité libre de la lance, qui a une extension verticale libre de 20 m et plus, une force de répulsion si, pour éviter un mécanisme de rotation - qui serait encore plus compliqué parce que la lance serait décentrée -, on met en rotation autour de son propre axe une simple lance axiale dont l'extrémité libre est coudée. Par ailleurs la vitesse de la rotation mécanique d'une lance giratoire reste très réduite. En travaillant suivant les enseignements de la présente invention on peut par contre facilement obtenir des jets très mous en choisissant simplement pour la vitesse de rotation des jets un nombre de tours élevé par unité de temps. Comme la vitesse giratoire

des jets peut être variée à volonté, on dispose ainsi d'une latitude de régulation à réponse très rapide si large qu'en réalité on peut se passer d'une variation du débit de l'oxygène. A la limite une simple vanne d'ouverture et de fermeture de l'amenée de l'oxygène suffirait grâce à la présente invention. En effet, au lieu de faire varier le débit intrinsèque du gaz, on change tout simplement la vitesse de la répartition instantanée de l'oxygène, en lui présentant par unité de temps une surface plus grande ou une surface plus petite, ce que l'on réalise en modifiant de façon appropriée la vitesse de rotation des jets. Cela revient à réduire la conduite de l'affinage à une simple régulation de la vitesse de rotation d'une pluralité de jets d'oxygène giratoires touchant le bain à une distance donnée du centre. Cette vitesse peut être très lente et ne comporter que quelques tours à la minute, tout comme elle peut aussi être très élevée et être un décuple de la vitesse lente. Cette vitesse peut aller sans problème jusqu'à 60 tours/minute et plus. En pratique on s'accommodera en général de vitesses entre 0 et 10 tours/minute. En pouvant opérer ainsi à débit d'oxygène maximal tout en ayant un taux d'utilisation élevé, le temps de soufflage proprement dit est raccourci d'autant. Des gains de une minute à une minute et demie sur le temps du soufflage réel, c'est-à-dire à la limite 10 % sur ce temps, sont possibles.

Le nouveau procédé d'affinage faisant intervenir des jets d'oxygène primaire rotatifs convient tout aussi bien pour l'affinage de charges normales de fonte hématite ou de fonte phosphoreuse que de charges à proportions élevées de ferraille. La flexibilité de la conduite permet de s'adapter sans grande peine aux conditions spécifiques et aux variations de composition de telles charges. Dans le cas surtout d'une augmentation très substantielle de la mise de mitraille on a avantage à se servir, en plus de la conduite de l'affinage suivant l'invention, également de la pratique de la postcombustion. A cet effet on injecte de façon connue dans la cornue, à des pressions et à des débits plus réduits que pour l'oxygène primaire, de l'oxygène secondaire servant à brûler le monoxyde de carbone issu de la décarburation du bain et à conférer au bain un supplément de chaleur pour fondre la mitraille. Mais

même sans cet artifice de la postcombustion, la capacité de fusion de mitraille du procédé suivant l'invention est meilleure qu'en LD simple, parcequ'il n'y pas seulement un jet central d'oxygène, mais un balayage d'une grande partie de la surface du bain avec au moins deux jets qui sont déviés latéralement et qui se suivent à tout au plus 180°.

De la même façon on peut pratiquer le nouveau procédé ensemble avec un quelconque des procédés connus de soufflage mixte, c'est-à-dire des procédés dans lesquels les réactions résultant du soufflage d'oxygène par le haut sont intensifiées et favorisées par un barbotage du bain obtenu par une insufflation d'un gaz à travers des injecteurs logés dans le fond du convertisseur.

L'invention est illustrée plus en détail par deux représentations graphiques, telles qu'elles sont connues et usuelles en partie du moins dans la pratique de l'affinage de la fonte par soufflage de l'oxygène d'après le procédé LD.

La figure 1, qui se rapporte à la présente invention, présente la configuration générale des trois courbes qui sont relatives l'une à la variation de la vitesse giratoire des jets d'oxygène primaire exprimée en 'nombre de tours à la minute' -en haut-, l'autre au débit d'oxygène d'affinage exprimé 'en Nm³ par minute' -au milieu- et la dernière à la hauteur de la lance en 'cm au dessus du niveau du bain'. Toutes ces grandeurs sont représentées en fonction du temps de soufflage en minutes.

La figure 2 montre, pour une charge LD tout à fait classique, l'allure générale des deux courbes relatives au débit de l'oxygène et à la hauteur de la lance. Les échelles et les unités sont les mêmes que celles utilisées dans la figure 1.

Dans la figure 2, relative à une charge LD classique tout à fait normale, on voit qu'au cours de la phase initiale on souffle à lance plus haute un jet d'oxygène assez mou pour dissoudre d'abord la chaux et

pour la faire réagir. Ensuite on augmente le débit en vue de l'affinage du bain avec un jet plus dur et plus pénétrant. La lance, qui est tenue plus élevée au début de l'opération pour accélérer la formation de la scorie, est maintenant abaissée par étapes au niveau le plus bas pour la décarburation, avant d'être remontée avant la fin du soufflage pour provoquer la formation d'une scorie de consistance appropriée pour le décrassage. Les valeurs figurant en ordonnée et en abscisse sont celles qui peuvent être d'application pour une charge de fonte hématite traitée de façon normale dans un convertisseur de 100 tonnes.

Dans la figure 1, qui illustre les changements intervenus dans la conduite de l'affinage à la suite de la présente invention, on voit que le débit d'oxygène est tenu constant à la même valeur du début à la fin de l'affinage. On débite ici toutefois plus d'oxygène que précédemment. Ceci est possible parce que la rotation des jets à une vitesse réglable permet un bien meilleur contrôle de l'affinage et le résultat en est un temps d'affinage plus court.

La hauteur de la lance est elle aussi tenue à un même niveau constant. Ce n'est que dans le cas de la fusion de quantités plus notables de ferraille, lorsqu'on risquerait fort d'abîmer la tête de la lance sur la ferraille qui dépasse le niveau du bain, qu'on prévoit une phase initiale à hauteur de lance plus importante, comme illustré par la partie hachurée de la courbe. Cette mesure de précaution n'a absolument aucune autre incidence sur le processus, parce que la hauteur de lance plus importante n'est pas choisie pour influencer de façon spécifique et instantanée, par exemple la consistance ou la réactivité de la scorie, comme tel est le cas pour tous les changements de la position de la lance en soufflage LD pur.

Sur le diagramme supérieur on voit qu'au début du soufflage on a choisi une vitesse de rotation des jets très faible, justement parce que la lance a été tenue ici bien plus haute que le niveau standard à cause de la ferraille. Or, si la distance entre le nez de lance et le bain est élevée et si la rotation des jets est lente, on obtient sur le bain un

impact relativement plus dur conduisant à l'amorçage des réactions. Cette manière d'amorcer le processus peut également être pratiquée en LD pur, où l'on ajoute moins ou presque pas de mitrailles. Dans ce dernier cas les valeurs pour la hauteur de lance et la vitesse de rotation seront alors toutefois moins extrêmes que précédemment. Après l'amorçage des réactions les conditions opératoires sont celles d'une première phase de soufflage, au cours de laquelle la hauteur de lance, ainsi que le débit de l'oxygène d'affinage restent rigoureusement constants, alors que la vitesse de rotation peut rester constante pour une charge idéale. Si la charge montre toutefois un comportement moins idéal, on peut réagir en augmentant ou en diminuant suivant les cas la vitesse de rotation des jets; dans le cas de la tendance au débordement de la scorie on ralentit la vitesse de rotation avant de l'augmenter de nouveau, comme montré à titre d'exemple par la partie pointillée de la courbe supérieure de la figure 1. Dans la deuxième phase de l'affinage les jets sont rendus plus durs en ralentissant par étapes la vitesse de rotation des jets pour une hauteur de lance gardée invariablement au niveau standard. Tout à la fin de l'affinage on rend le soufflage oxydant pour conditionner la scorie en vue de la vidange, ce qui se fait de nouveau en ne changeant que la seule vitesse de rotation des jets. Les problèmes souvent rencontrés lors du soufflage, comme retard à l'ignition, mauvaise formation de scorie, tendance à la projection etc, sont maintenant contrôlés plus facilement et aussi plus rapidement en n'intervenant que sur la seule vitesse de rotation des jets d'oxygène primaire. Cette intervention est, comme déjà mentionné, à réponse instantanée, parceque les jets peuvent être accélérés et/ou freinés sans retard notable de la réponse à la consigne de commande. Le nouveau système, par ailleurs aussi plus simple que la conduite traditionnelle de l'affinage, se prête en surplus à merveille à une automatisation.

RE V E N D I C A T I O N S

1) Procédé de régulation de l'opération d'affinage de fonte dans un convertisseur d'aciérie faisant intervenir l'insufflation par en haut d'au moins deux jets supersoniques d'oxygène primaire à un certain débit contre la surface du bain à affiner, caractérisé en ce que le rapport voulu entre la vitesse de décarburation et la vitesse d'oxydation de la scorie est obtenue en faisant balayer à chacun des jets issus d'une lance non rotative successivement la même zone annulaire du bain à une vitesse de balayage circulaire, que l'on varie cette vitesse suivant l'état physico-chimique du bain entre des valeurs limites supérieure et inférieure, alors qu'en même temps la hauteur de la lance au dessus de la surface du bain, ainsi que le débit total du flux d'oxygène alimentant le bain sont tenus à des niveaux substantiellement invariables.

2) Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les jets d'oxygène primaire individuels dévient d'un angle compris entre 10° et 30° de l'axe central de la lance, qui est tenue de façon fixe au dessus de la surface du bain à une distance telle que le centre de la zone d'impact de chaque jet individuel se trouve sur un rayon à environ mi-chemin entre l'axe vertical du convertisseur et l'intérieur de la paroi du revêtement.

3) Procédé suivant une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce qu'en opération la vitesse de rotation des jets autour de l'axe de la lance est variée suivant les besoins physico-chimiques de l'affinage entre 1 et 60 tours à la minute.

4) Procédé suivant une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'au début de l'opération un débit donné est choisi pour l'oxygène d'affinage et que ce débit est maintenu invariable jusqu'à la fin du soufflage, le débit total étant plus élevé que le débit usuel en affinage à l'oxygène.

5) Procédé suivant une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il n'est dévié de la hauteur standard normale de la lance qu'au tout début de l'affinage.

6) Procédé suivant une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'à part les jets rotatifs d'oxygène d'affinage primaire central on injecte latéralement par rapport à ce derniers une pluralité de jets d'oxygène secondaire de postcombustion.

7) Procédé suivant une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le mouvement induit dans le bain est soutenu par au moins un courant de gaz de barbotage insufflé à travers le revêtement réfractaire du fond du convertisseur.

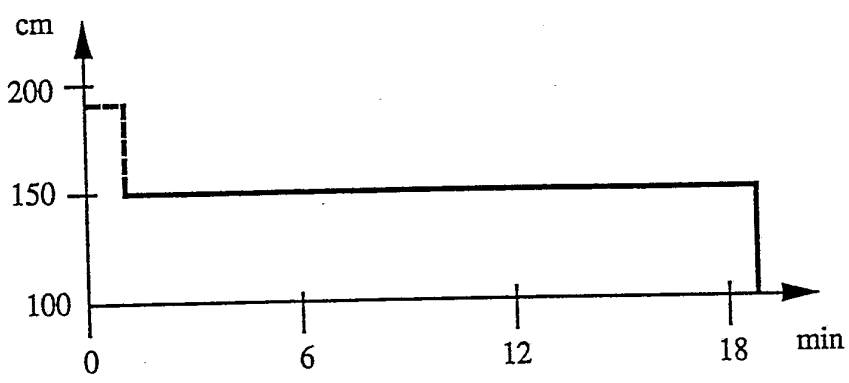
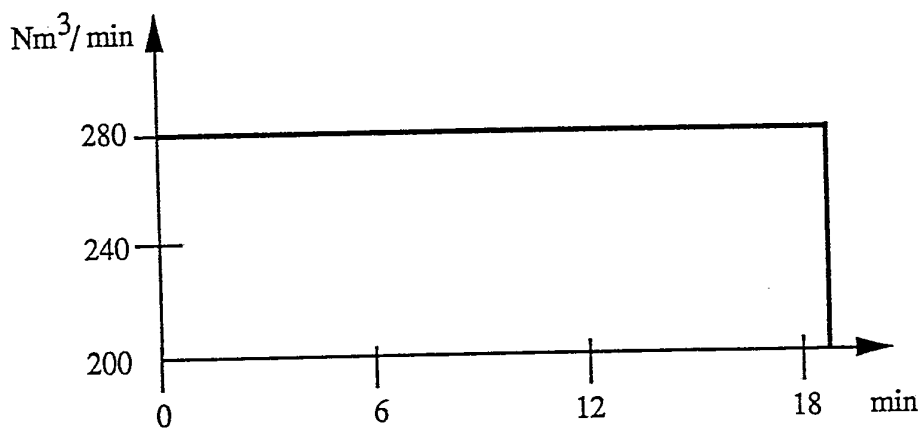
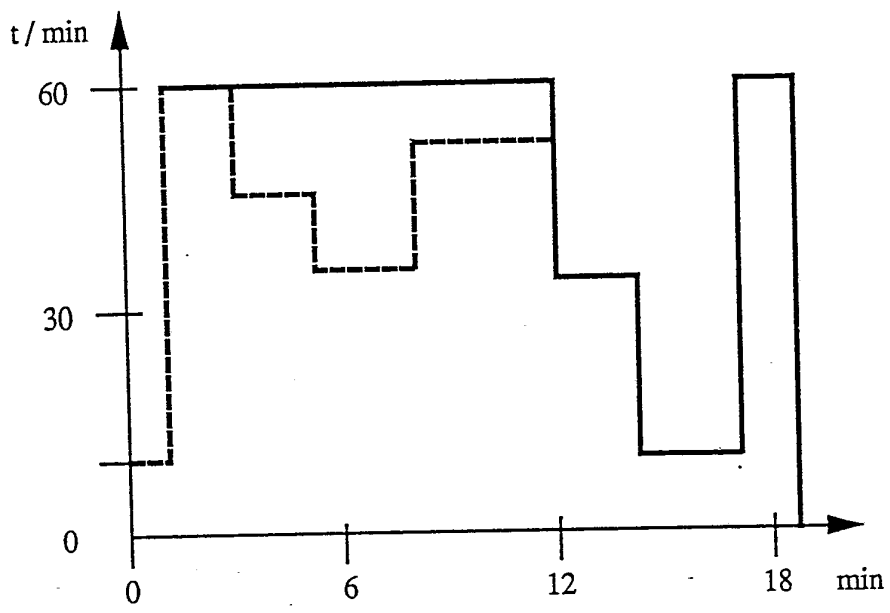


Fig. 1

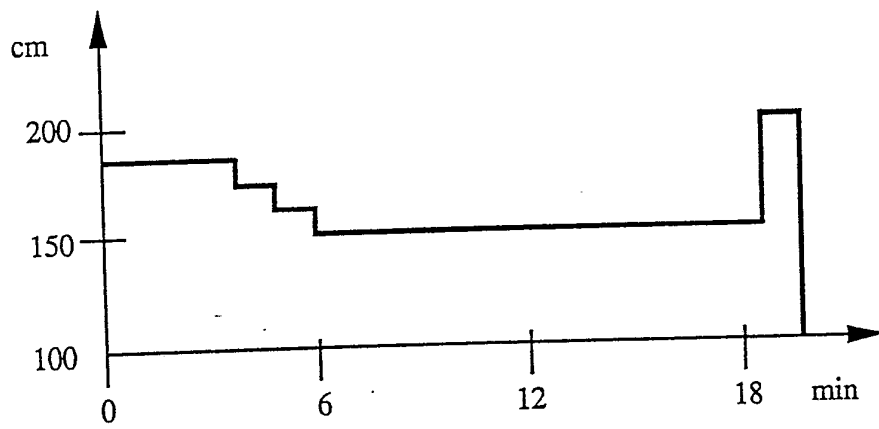
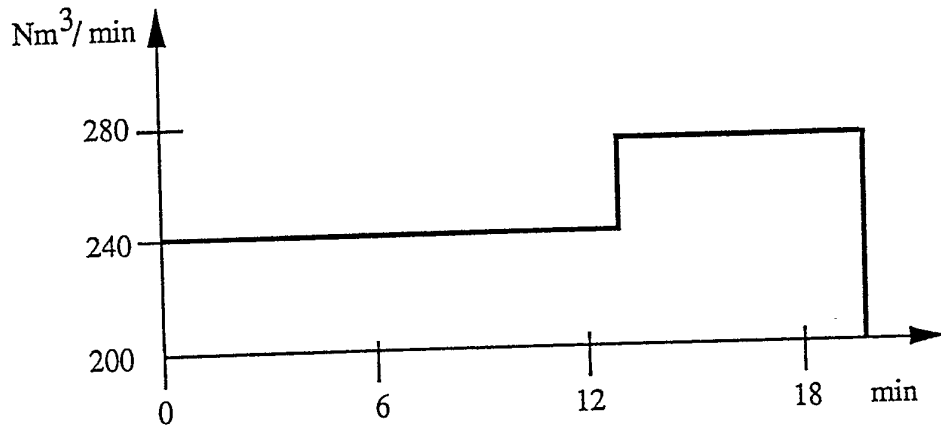


Fig. 2