

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **84870068.8**

⑤① Int. Cl.⁴: **C 21 C 5/30**

㉔ Date de dépôt: **30.05.84**

③① Priorité: **06.06.83 BE 6047835**

⑦① Demandeur: **CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE** Association sans but lucratif, Vereniging zonder winstoogmerk 47, rue Montoyer, B-1040 Bruxelles (BE)

④③ Date de publication de la demande: **09.01.85**
Bulletin 85/2

⑦② Inventeur: **Ramelot, Daniel Léon**, 8, rue du Champay, B-4310 St. Nicolas - Liège (BE)
Inventeur: **Fischbach, Jean-Paul François**, 22, rue de la Gotte, B-4108 Neupre (BE)

⑧④ Etats contractants désignés: **DE FR GB IT LU**

⑦④ Mandataire: **Lacasse, Lucien Emile et al, CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES** Abbaye du Val-Benoît 11, rue Ernest Solvay, B-4000 Liège (BE)

⑤④ **Procédé pour surveiller le moussage de la scorie.**

⑤⑦ Pour surveiller le moussage de la scorie dans un convertisseur à l'oxygène, on mesure l'intensité S_1 du son dans une première bande de fréquences (150-1000 Hz) et on détermine à partir de cette première mesure le moment où la mousse atteint la lance de soufflage. On mesure en continu l'intensité S_2 du son dans une seconde bande de fréquences (5-40 Hz) et on détermine, à partir de cette seconde mesure, le moment où la mousse atteint un niveau proche du bec du convertisseur. On modifie alors les conditions de soufflage de façon à empêcher le débordement de la mousse.

CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES -
CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE,
Association sans but lucratif -
Vereniging zonder winstoogmerk
à BRUXELLES, (Belgique).

Procédé pour surveiller le moussage de la scorie.

La présente invention est relative à un procédé pour surveil-
ler le moussage de la scorie dans les convertisseurs d'affi-
5 nage de fonte avec insufflation d'un gaz oxydant tel que par
exemple de l'air enrichi ou de l'oxygène industriellement pur.

La connaissance de l'état de la scorie, et notamment de son
moussage, est très importante pour la conduite et la régula-
10 tion du processus d'affinage de la fonte généralement appelé
affinage à l'oxygène. On sait en effet que dans ce type d'af-
finage, l'état mousseux de la scorie est souvent recherché,
parce qu'il favorise les réactions entre le métal et la scorie.
scorie.

15

Ces réactions sont particulièrement intenses pendant la pre-
mière partie de l'affinage, c'est-à-dire pendant environ les
trois premiers quarts de la durée du soufflage d'oxygène. C'
est pendant cette période que le moussage de la scorie est le
20 plus important. 

- 2 -

Il convient toutefois, pendant cette période, d'éviter un mous-
sage exagéré de la scorie, qui pourrait donner lieu à des dé-
bordements, avec tous les inconvénients propres à une telle é-
ventualité : danger pour le personnel, arrêt de l'installation,
5 réparations, pertes de temps et de matières, etc...

Il peut être utile de rappeler ici que, dans la majorité des cas,
ce risque de débordement n'existe plus en fin d'affinage, c'est-
à-dire pendant les dernières minutes du soufflage, car à ce mo-
10 ment, la mousse a pratiquement disparu.

De nombreuses méthodes de mesure pour déterminer la hauteur d'une
telle mousse ont déjà été préconisées; dans les procédés d'affi-
nage avec soufflage par le haut notamment, il existe des méthodes
15 faisant appel à des thermocouples disposés sur la lance d'affi-
nage ou à la mesure de la température de l'eau servant à refroi-
dir la lance d'affinage.

D'autres procédés connus mettent en oeuvre des ondes optiques
20 (laser) ou électromagnétiques, ainsi que des méthodes basées sur
l'intensité du bruit provenant du convertisseur.

On connaît notamment un procédé pour déterminer le moussage de
la scorie, dans lequel d'une part, on mesure en continu l'inten-
25 sité du son provenant du convertisseur dans une bande de fréquen-
ces déterminée, et d'autre part on analyse en continu les gaz
contenus dans le convertisseur et on détermine le débit du CO_2
sortant du convertisseur. Par des calculs appropriés, on établit
une loi de variation de la hauteur de la mousse au-dessus du
30 bain métallique pendant toute la durée du soufflage.

Cette méthode a fourni des résultats intéressants, mais elle pré-
sente néanmoins l'inconvénient de nécessiter la mesure simulta-
née de plusieurs grandeurs, à savoir l'intensité du son, la com-

- 3 -

position des gaz et le débit de CO_2 . Elle impose un important volume de calculs qui fournissent de manière indirecte la valeur de la hauteur de mousse.

- 5 La présente invention a pour objet un procédé permettant de remédier à cet inconvénient.

Ce procédé est fondé sur la constatation, tout à fait inattendue, selon laquelle l'intensité du son provenant du convertisseur dans certaines bandes de fréquences dépend directement de la hauteur de la mousse dans le convertisseur. Etant donné que l'intensité sonore est différemment influencée par la mousse selon la fréquence du son, le Demandeur a pu vérifier qu'il était possible de surveiller l'évolution du moussage de la scorie par la mesure de l'intensité du son dans deux bandes de fréquences judicieusement choisies.

Conformément à cette constatation, le procédé pour surveiller le moussage de la scorie qui fait l'objet de la présente invention, dans lequel on mesure l'intensité du son provenant du convertisseur au cours de l'affinage, est essentiellement caractérisé en ce que :

- on mesure en continu l'intensité S_1 du son dans une première bande de fréquences,
- 25 - on détermine, à partir de la mesure dans cette première bande de fréquences, le moment où la mousse atteint la lance de soufflage,
- on mesure en continu l'intensité S_2 du son dans une seconde bande de fréquences,
- 30 - on détermine, à partir de la mesure dans cette seconde bande de fréquences, le moment où la mousse atteint un niveau proche du bec du convertisseur,
- on modifie les conditions du soufflage, de façon à empêcher le débordement de la mousse.



Selon l'invention, la première bande de fréquences se situe avantageusement entre 150 Hz et 1000 Hz, de préférence entre 300 Hz et 500 Hz, et la seconde bande de fréquences se situe avantageusement entre 5 Hz et 40 Hz, de préférence entre 15 Hz et 30 Hz.

5

Le Demandeur a constaté que l'intensité S_1 du son mesurée dans la première bande de fréquences augmente rapidement, puis subit une diminution rapide, jusqu' être couverte par le bruit de fond de l'aciérie. Selon les observations du Demandeur, l'atténuation
10 rapide de cette intensité correspond au moment où la mousse atteint le nez de la lance de soufflage.

Le Demandeur a également constaté avec surprise que l'intensité S_2 du son mesurée dans la seconde bande de fréquences, augmente
15 de façon très nette à partir du moment où la mousse a atteint le nez de la lance, jusqu'au moment où elle atteint le bec du convertisseur et commence à déborder.

Il est dès lors avantageux, selon l'invention, de choisir pour
20 l'intensité du son dans la seconde bande de fréquences, une valeur limite correspondant à un niveau de mousse pour lequel il n'existe pas de risque de débordement.

Le signal correspondant à l'intensité S_2 mesurée dans la seconde
25 bande de fréquences est très sensible à la variation du niveau de la mousse. Il permet donc de déterminer avec précision le niveau de la mousse dans le convertisseur à un instant quelconque, pour autant que l'installation ait été préalablement étalonnée.

30

Selon une mise en oeuvre intéressante du procédé de l'invention, on fixe à l'intensité du son mesurée dans la dite seconde bande de fréquences, une valeur limite correspondant à un niveau que la mousse ne peut dépasser, et on règle les conditions de souff-
d

- 5 -

flage de façon que la dite intensité de son mesurée ne dépasse pas cette valeur limite.

Selon une variante avantageuse, on fixe cette valeur limite entre 80 % et 90 % de la valeur de l'intensité du son mesurée au moment où la mousse atteint le niveau du bec du convertisseur.

Ce signal S_2 est également influencé par d'autres paramètres, notamment la hauteur de la lance de soufflage, le débit d'oxygène soufflé et la configuration de l'installation. Au sens de la présente demande, la configuration de l'installation englobe de façon non limitative, la présence éventuelle d'une jupe mobile à l'embouchure du convertisseur, la position et l'orientation du microphone et la géométrie du convertisseur.

15

Selon l'invention, on applique au signal représentatif de l'intensité mesurée S_2 un coefficient de correction tenant compte de l'influence des divers facteurs perturbateurs.

20 Ce coefficient, désigné ici par k , peut avoir la forme générale suivante :

$$k = f (HL, Q_{O_2}, F, \dots)$$

dans laquelle : HL est la hauteur de la lance,

Q_{O_2} est le débit d'oxygène soufflé,

25

F est un facteur de forme traduisant l'influence de la configuration du convertisseur, telle qu'elle a été définie plus haut.

Dans une forme simplifiée, tenant compte des deux paramètres les plus importants, ce coefficient peut s'écrire :

$$k = \frac{a.HL + b}{c.Q_{O_2} + d}$$



- 6 -

dans laquelle a, b, c et d sont des coefficients propres à chaque installation.

Dans le cadre d'un procédé d'affinage de fonte faisant appel au moussage de la scorie, il est souhaitable de surveiller l'évolution de la mousse avec une attention particulière pendant la période au cours de laquelle il existe des risques de débordement.

On a montré plus haut que cette période pouvait être déterminée de façon précise dans le temps et qu'elle se situait après le moment où la mousse atteint le nez de la lance de soufflage.

Dans certains cas cependant, le signal S_2 ne se distingue pas de façon suffisamment nette du bruit de fond. On dit alors que le rapport signal/bruit est faible. Le Demandeur a constaté que la détection de la montée de la mousse était particulièrement malaisée lorsque ce rapport signal/bruit était inférieur à 4.

En vue d'améliorer la surveillance du niveau de la mousse entre le nez de la lance et le bec du convertisseur, particulièrement lorsque le rapport signal/bruit est inférieur à 4, il a été trouvé intéressant, selon l'invention, d'effectuer la différence ($S_2 - S_1$) entre les signaux représentatifs des intensités mesurées dans les deux bandes de fréquences, de fixer à cette différence une valeur limite correspondant à un niveau que la mousse ne peut dépasser, et de régler les conditions de soufflage, de façon que cette différence ne dépasse pas la dite valeur limite.

Cette valeur limite est avantageusement fixée entre 80 % et 90 % de la valeur atteinte par cette différence ($S_2 - S_1$) au moment où la mousse atteint le niveau du bec du convertisseur.

Selon cette mise en oeuvre, il s'est également avéré avantageux d'appliquer à la dite différence ($S_2 - S_1$) le coefficient de cor-

rection tenant compte de l'influence de facteurs perturbateurs tels que la hauteur de la lance et le débit d'oxygène soufflé.

Dans certains autres cas, il arrive que le signal S_2 soit fortement perturbé alors que le signal S_1 ne l'est pas ou l'est nettement moins que S_2 .

Pour réaliser dans ces cas une détection significative du niveau de la mousse, il s'est avéré intéressant de mesurer les intensités S_1 et S_2 du son dans la première et dans la seconde bande de fréquences, d'appliquer au signal S_2 le coefficient de correction tenant compte de l'influence des facteurs perturbateurs déjà cités, d'effectuer la différence (S_2 corr. - S_1) entre le signal S_2 corrigé et le signal S_1 , de fixer à cette différence une valeur limite correspondant à un niveau que la mousse ne peut dépasser et de régler les conditions de soufflage, de façon que cette différence ne dépasse pas la dite valeur limite.

Dans ce cas également, la valeur limite est avantageusement fixée entre 80 % et 90 % de la valeur atteinte par la différence (S_2 corr. - S_1) au moment où la mousse atteint le niveau du bec du convertisseur.

Afin d'illustrer le principe sur lequel repose le procédé de l'invention, on va en décrire deux mises en oeuvre particulières, en faisant référence aux figures annexées.

La figure 1 représente l'évolution des intensités sonores S_1 et S_2 en fonction du temps, dans le cas d'une opération d'affinage avec formation de mousse (fig. 1.a) et sans formation de mousse (fig. 1.b).

La figure 2 illustre l'effet de la correction appliquée au signal S_2 , également lors d'un affinage avec moussage (fig. 2.a)

- 8 -

et sans moussage de la scorie (fig. 2.b).

Dans un convertisseur à soufflage d'oxygène par le haut, on a installé un microphone captant un large spectre de fréquences, 5 par exemple jusqu'à 1000 Hz. Après amplification, le signal brut est subdivisé par des filtres appropriés, en deux signaux S_1 et S_2 correspondant respectivement aux bandes de fréquences choisies, soit de 300 Hz à 500 Hz pour S_1 et de 15 Hz et 30 Hz pour S_2 .

10

La figure 1 montre des enregistrements obtenus dans de bonnes conditions.

Elle révèle que le signal S_1 augmente très rapidement jusqu'à 15 un maximum élevé, puis diminue presque aussi rapidement jusqu'à un point où il reste sensiblement constant. Ce point est atteint après environ 4 minutes; il traduit le moment où la mousse atteint le nez de la lance de soufflage et agit comme un écran absorbant à l'égard des ondes sonores à haute fréquence 20 émises par la lance.

Le signal S_2 évolue de façon très différente.

En cas de moussage de la scorie (fig. 1.a), le signal S_2 augmente rapidement au moment où la mousse atteint le nez de la lance, et il conserve une valeur élevée pendant la majeure partie de l'affinage.

Dans le cas où la scorie ne mousse pas (fig. 1.b), le signal S_2 30 est pratiquement indissociable du signal S_1 . Ce dernier est d'ailleurs plus perturbé qu'en cas de moussage de la scorie, car il n'existe pas d'écran absorbant les ondes à haute fréquence.

17

- 9 -

Cette figure 1 illustre clairement le caractère représentatif du signal S_2 en ce qui concerne le moussage de la scorie et l'intérêt de la mesure de ce signal pour la surveillance de ce phénomène.

5

La figure 2 représente des enregistrements de la même nature, mais obtenus dans des conditions défavorables. Elle traduit l'effet de la correction appliquée au signal S_2 , conformément à l'une des variantes de la présente invention.

10

En cas de moussage (fig. 2.a), la correction appliquée au signal S_2 permet de distinguer nettement le signal S_2 corr. du signal S_1 et dès lors, de le rendre utilisable pour la surveillance du niveau de la mousse.

15

Lorsqu'il n'y a pas de moussage, le signal S_2 corr. est dissocié du signal S_2 , mais il reste imbriqué dans le signal S_1 et il ne permet dès lors aucune mesure significative à l'égard de la mousse (fig. 2.b).

20

La figure 2 confirme l'intérêt du signal S_2 pour la surveillance du niveau de la mousse. Elle traduit en outre l'effet bénéfique de la correction du signal S_2 .

25 La surveillance du signal S_1 permet donc de déceler la présence de mousse dans le convertisseur.

En cas de moussage, la surveillance du signal S_2 , de préférence corrigé conformément au procédé de l'invention, permet de déterminer à tout instant le niveau de la mousse dans le convertisseur, d'apprécier les risques de débordement et de modifier les conditions de soufflage de façon appropriée.



- 10 -

Ces modifications peuvent d'ailleurs être commandées automatiquement en fixant au signal S_2 une valeur limite, par exemple 60 % à ne pas dépasser, de façon à éviter tout débordement de scorie.

Liège, le 29 mai 1984.



LACASSE, Lucien Emile

Revendications.

1. Procédé de surveillance du moussage de la scorie au cours d'une opération d'affinage de fonte dans un convertisseur à l'oxygène, dans lequel on mesure l'intensité du son provenant du convertisseur au cours de l'affinage, caractérisé en ce que l'on mesure l'intensité S_1 du son dans une première bande de fréquences, en ce que l'on détermine à partir de cette première mesure, le moment où la mousse atteint la lance de soufflage, en ce que
10 l'on mesure en continu l'intensité S_2 du son dans une seconde bande de fréquences, en ce que l'on détermine, à partir de cette seconde mesure, le moment où la mousse atteint un niveau proche du bec du convertisseur et en ce que l'on modifie les conditions du soufflage de façon à empêcher le débordement de la mousse..

15

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la première bande de fréquences s'étend de 150 Hz à 1000 Hz, et de préférence de 300 Hz à 500 Hz.

20 3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la seconde bande de fréquences s'étend de 5 Hz à 40 Hz, et de préférence de 15 Hz à 30 Hz.

4. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 3,
25 caractérisé en ce que l'on corrige le signal représentatif de l'intensité du son mesurée dans la seconde bande de fréquences, de façon à tenir compte de l'influence de facteurs perturbateurs, tels que la hauteur de lance et le débit d'oxygène soufflé.

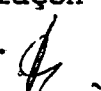


5. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on fixe, à l'intensité du son dans la dite seconde bande de fréquences, respectivement au signal corrigé représentatif de cette intensité, une valeur limite correspondant à un niveau que la mousse ne peut dépasser, et en ce que l'on règle les conditions du soufflage de façon que cette intensité du son, respectivement le signal corrigé représentatif de cette intensité, ne dépasse pas la dite valeur limite.

10 6. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue la différence ($S_2 - S_1$) des intensités du son mesurées dans les dites seconde et première bandes de fréquences, de préférence à partir du moment où la mousse atteint la lance de soufflage, en ce que l'on fixe à cette différence une valeur limite
15 correspondant à un niveau que la mousse ne peut dépasser, et en ce que l'on règle les conditions du soufflage, de façon que cette différence ne dépasse pas la dite valeur limite.

7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que l'on
20 corrige le signal représentatif de la dite différence, de façon à tenir compte de l'influence de facteurs perturbateurs, tels que la hauteur de lance et le débit d'oxygène soufflé.

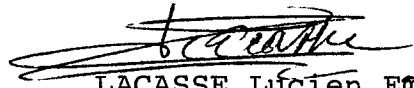
8. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'
25 on corrige le signal représentatif de l'intensité S_2 du son mesurée dans la dite seconde bande de fréquences, en ce que l'on effectue la différence ($S_2 \text{ corr.} - S_1$) de l'intensité corrigée $S_2 \text{ corr.}$ et de l'intensité S_1 mesurées respectivement dans les seconde et première bandes de fréquences, de préférence à partir
30 du moment où la mousse atteint la lance de soufflage, en ce que l'on fixe à cette différence une valeur limite correspondant à un niveau que la mousse ne peut dépasser et en ce que l'on règle les conditions du soufflage de façon que cette différence ne dépasse pas la dite valeur limite.

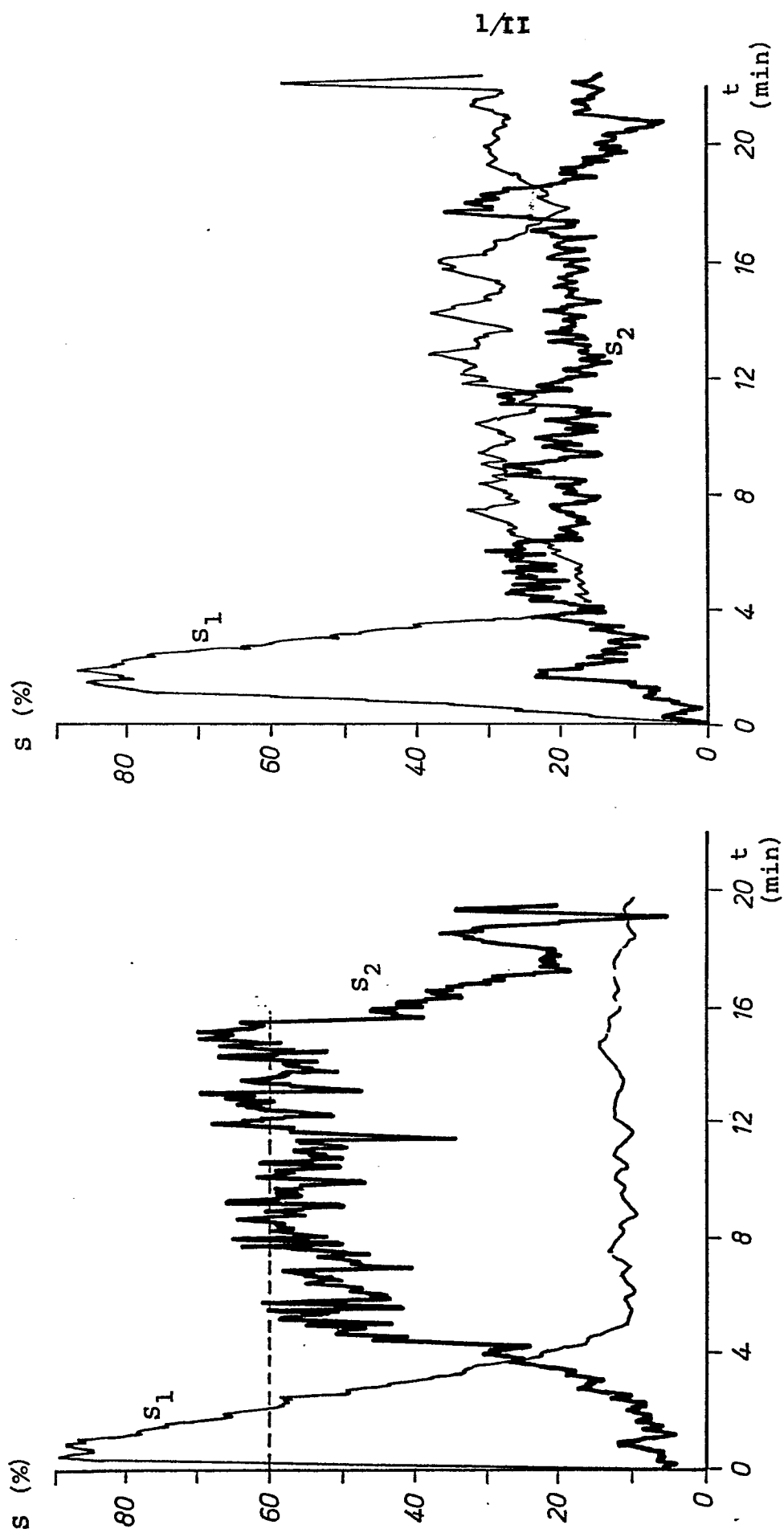


- 3. -

9. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 5, 6 et 8 caractérisé en ce que l'on fixe la dite valeur limite entre 80 % et 90 % de la valeur atteinte par la dite intensité du son, respectivement par la dite différence, au moment où la mousse atteint le niveau du bec du convertisseur.

Liège, le 29 mai 1984.


LACASSE, Lucien Emile



b.

FIG. 1.

a.

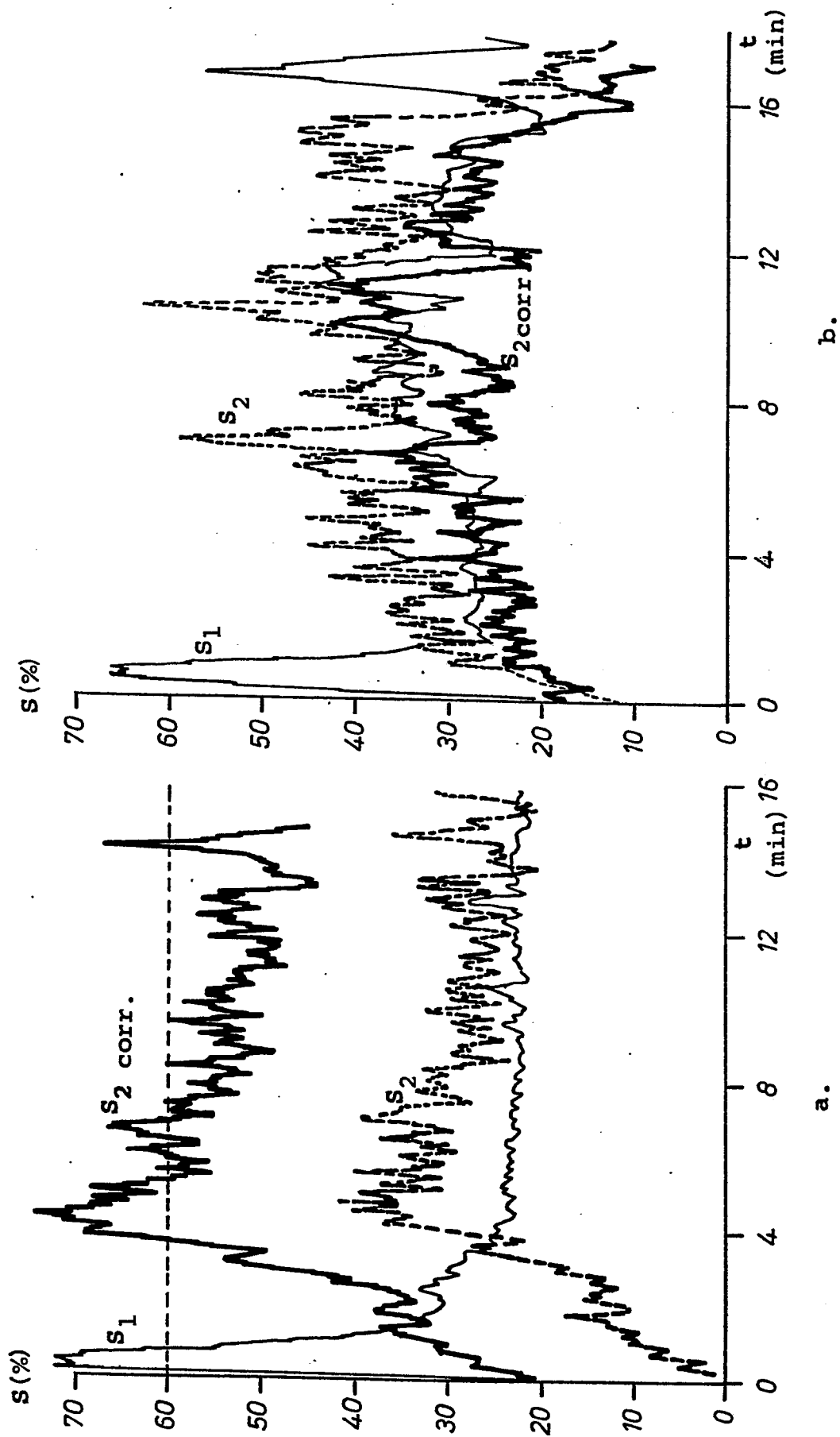


FIG. 2.