



MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

N° 893.380

Classif. Internat. :

3218/F16S

Mis en lecture le :

01-10-1982

Le Ministre des Affaires Économiques,

*Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention :**Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle :**Vu le procès-verbal dressé le 1 juin 1982 à 14 h. 05**au greffe du Gouvernement provincial de Liège ;***ARRÊTE :****Article 1.** — *Il est délivré à la Sté dite : ARBED S.A.**Avenue de la Liberté , L-2930 Luxembourg (Grand-Duché de Luxembourg)**repr. par Mr. M. Van Malderen, p/a Freylinger & Associés
S.P.R.L., 85 boulevard de la Sauvenière, Bte 042, 4000 Liège**un brevet d'invention pour : Procédé de laminage d'ébauches en vue de
la production de gros profilés,
(Inv. : H. Grober et F. Wagner)**qu'elle déclare avoir fait l'objet de demandes de brevet
déposées au Grand-Duché de Luxembourg le 4 juin 1981,
n° 83 412 et le 14 juillet 1981, n° 83 491***Article 2.** — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et
périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit
de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.**Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention
(mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui
de sa demande de brevet.*

Bruxelles, le 30 juin 1982

PAR DÉLÉGATION SPÉCIALE :

Le Directeur

L. SALPÊTEUR

000000

A 672

Demande de brevet

Déposant: ARBED S.A.

Avenue de la Liberté

L - 2930 LUXEMBOURG

Procédé de laminage d'ébauches en vue
de la production de gros profilés

Priorité : demandes de brevet déposées au
Luxembourg :
le 4 juin 1981 sous le n° 83 412
le 14 juillet 1981 sous le n° 83 491.

Inventeurs : Henri GROBER et Fernand WAGNER

Procédé de laminage d'ébauches en vue de la production de gros profilés

La présente invention concerne un procédé de laminage d'ébauches en vue de la production de gros profilés en acier, notamment de grosses poutrelles à larges ailes à hauteurs d'âme de 1 m.

Les procédés classiques de laminage font habituellement intervenir les étapes suivantes:

- 10 - On produit une section rectangulaire ou carrée (bloom) par laminage d'un lingot sur une cage comportant deux cylindres horizontaux (blooming ou break-down). Cette section rectangulaire peut aussi être produite par coulée continue avec ou sans laminage subséquent sur une cage dégrossisseuse blooming ou break-down afin d'obtenir les dimensions souhaitées. La section doit avoir une largeur légèrement inférieure à la largeur de la première cannelure profileuse qui est ensuite utilisée.
- 15 - Cette cannelure profileuse est généralement disposée sur une cage comportant deux cylindres horizontaux (blooming ou break down). En effectuant plusieurs passes de laminage dans cette cannelure profileuse on obtient une ébauche dont la forme est telle qu'elle permette le laminage subséquent sur les autres cages du laminoir jusqu'à l'obtention du produit fini. L'épaisseur de la section rectangulaire doit être choisie de manière à obtenir un remplissage correct de toutes les parties de la section de l'ébauche.
- 25

Ces procédés classiques présentent plusieurs inconvénients:

- La nécessité de produire soit des lingots, soit des sections de coulée continue de forte épaisseur.
- 5 - La perte de matière due au fait que les extrémités des ébauches doivent dans certains cas être chutées avant de poursuivre le laminage sur les autres cages du laminoir.

Afin d'éliminer ces inconvénients, on a proposé d'utiliser comme
10 produit de départ des brames de section rectangulaire au lieu de lingots. L'idée à la base de ces procédés est la suivante:

Par refoulement de la largeur d'une brame entre deux cylindres horizontaux ou verticaux il se forme aux extrémités de la brame des ailes
15 qui permettent d'obtenir une ébauche en soumettant la brame élargie aux extrémités à un laminage soit en cannelure profileuse classique soit en cage universelle.

L'élargissement des extrémités d'une brame soumise au refoulement est
20 un phénomène bien connu des lamineurs, dont il faut tenir compte lors du laminage de produits de section rectangulaire. L'évolution de la forme des bords libres d'une section rectangulaire soumise au laminage est étroitement liée à un paramètre défini comme étant le rapport entre la longueur projetée de l'arc de contact et la hauteur moyenne du produit.
25

Si l'on désigne par : R le rayon des cylindres

ho la hauteur initiale de la section rectangulaire

hl la hauteur finale de la section rectangulaire

30

ce rapport peut s'écrire : $g = \frac{ld}{hm}$

avec $ld = \sqrt{R(ho-hl)}$

35

et $hm = \frac{ho + hl}{2}$

sh

L'élargissement est défini comme étant l'écoulement de matière s'effectuant dans la direction perpendiculaire aux directions de laminage et de réduction.

- 5 Pour un rapport g faible, l'élargissement des bords libres non-soumis à la pression de laminage directe, est localisé préférentiellement aux extrémités des bords libres conduisant à une forme évoquant un diabolo. L'épaisseur à mi-hauteur de la section n'est pas affectée par la déformation et reste constante.

10

Pour un rapport g élevé, l'élargissement est concentré à mi-hauteur de la section, conduisant à une forme évoquant un tonneau.

- 15 La valeur du rapport g séparant les deux modes d'élargissement est 0,6 à 0,7. Pour cette valeur limite l'élargissement des bords libres est constant sur toute la hauteur des bords libres.

- 20 Tous les procédés de laminage de poutrelles à partir de brames sont basés sur le mode d'élargissement obtenu pour des faibles valeurs du rapport g .

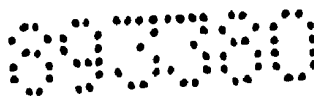
Cependant les procédés qui utilisent une cage universelle pour la production de l'ébauche sont difficilement applicables aux cas des poutrelles de grande hauteur et ayant des ailes extra-larges.

25

- De même, un refoulement de la largeur de la brame dans des cannelures roulantes de largeur croissante ne permet pas de contrôler parfaitement la forme des ailes de l'ébauche. En outre, la largeur de table des duos dégrossisseurs est souvent limitée, ce qui interdit de placer une série
30 de cannelures roulantes sur les cylindres dans le cas des poutrelles de grande hauteur d'âme et ayant des ailes extra-larges.

- Le but de l'invention était de proposer un procédé de laminage d'ébauches aux dimensions requises et qui nécessite seulement l'intervention
35 d'une cannelure roulante et d'une table lisse.

oh

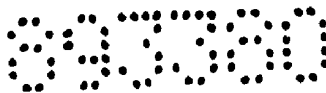


Suivant l'invention, la réalisation de l'ébauche s'effectue en trois étapes:

- 5 a. Refoulement de la largeur d'une brame dans une cannelure roulante dont les faces latérales présentent une inclinaison déterminée et dont la largeur du fond est inférieure ou égale à l'épaisseur de la brame. L'élargissement conduit au remplissage de cette cannelure et la brame présente aux extrémités, suivant la largeur, des excroissances dont la forme évoque un champignon parfaitement symétrique.
- 10 b. Refoulement sur table refouleuse de la largeur de la brame produite suivant l'étape a. Ce refoulement a pour effet de déformer le champignon par réduction de l'épaisseur et par élargissement jusqu'à
15 la forme de la cannelure profileuse.
- c. Laminage de la pré-ébauche produite suivant l'étape b. dans une cannelure profileuse classique jusqu'à l'obtention de l'ébauche.
- 20 Suivant l'invention, une combinaison adéquate de l'angle d'inclinaison des faces de la cannelure roulante et des réductions imposées en cannelure roulante et sur table refouleuse permet d'obtenir pour chaque poutrelle une forme de pré-ébauche aux dimensions requises.
- 25 D'autres caractéristiques et avantages du procédé suivant l'invention vis-à-vis des procédés classiques ressortiront de la description des dessins.

30 La fig. 1 montre schématiquement en traits pointillés la section rectangulaire 10 d'un lingot ayant une épaisseur H suffisante pour garantir le remplissage correct de la cannelure profileuse 11 dans le procédé classique de laminage d'une ébauche pour poutrelles à larges ailes.

35 La fig. 2 montre une extrémité d'une ébauche obtenue après laminage de la section rectangulaire 10 d'épaisseur H dans la cannelure profileuse 11 de la figure 1. On remarque que les différences d'allongement entre âme et ailes produisent une langue de laminage dont la longueur 12 constitue



une perte de matière appréciable. En outre, la forte épaisseur de la section rectangulaire conduit à une doublure D qui nécessite le chutage de l'extrémité avant de poursuivre le laminage sur cage universelle.

- 5 La fig.3 montre le schéma d'un procédé de laminage connu qui utilise une brame 30 comme produit de départ. On remarque que les cannelures refouleuses présentent des largeurs croissantes $b_{31} < b_{32} < b_{33}$. La largeur des ailes b_{33} de la pré-ébauche 33 doit être suffisante pour garantir le remplissage de la cannelure profileuse 35.

10

La fig. 4 montre les extrémités des ébauches obtenues par l'utilisation de brames comme produit de départ. Au cours du refoulement, l'allongement des extrémités 41 et 42 soumises au laminage est plus important que l'allongement du centre 43 (voir fig. 4A). L'allongement de l'âme

- 15 en cannelure profileuse étant supérieur à l'allongement des ailes, il y a compensation et il en résulte une langue de laminage de l'ébauche dont la longueur 14 (fig. 4B) est inférieure à celle obtenue suivant le procédé classique utilisant des lingots. La perte de matière est ainsi considérablement réduite.

20

Le refoulement simple en cannelures refouleuses de largeur croissantes ne garantit cependant pas l'obtention d'une forme correcte des ailes de la pré-ébauche. En effet le refoulement de la brame de hauteur initiale h_0 jusqu'à la hauteur finale h_n produit une forme d'ailes qui dépend

- 25 essentiellement des réductions imposées lors du refoulement ($\sum \Delta h$). Comme la réalisation d'une hauteur finale h_n et d'une largeur finale des ailes b_n dépend de la hauteur initiale h_0 de la brame, on ne dispose d'aucun degré de liberté permettant de contrôler la forme des ailes lors du refoulement.

30

Un exemple d'un résultat défavorable obtenu par refoulement simple d'une brame en cannelures roulantes est repris en fig. 5. On remarque que malgré l'obtention d'une largeur d'ailes suffisante de la pré-ébauche 51 il existe un défaut de remplissage 53 qui ne pourra pas être

- 35 éliminé lors du laminage en cannelure profileuse 52.

oh

Il est également possible que dans certaines conditions de refoulement on obtienne des ailes trop épaisses ce qui peut conduire à la formation de repliures et une largeur insuffisante des ailes de l'ébauche.

- 5 Il résulte de ces considérations que le refoulement simple de la largeur d'une brame ne permet pas de contrôler la forme et l'épaisseur des ailes de la pré-ébauche.

10 Le procédé suivant l'invention, tout en réduisant le nombre des cannelures nécessaires, introduit un degré de liberté supplémentaire qui permet de contrôler la forme et l'épaisseur des ailes de la pré-ébauche de manière à garantir le remplissage correct de la cannelure profileuse.

Le schéma de principe du procédé suivant l'invention est représenté en
15 fig. 6. Les étapes de ce procédé sont les suivantes:

- a. Une brame 60 est soumise au refoulement dans une cannelure roulante 61 jusqu'à obtention d'un "champignon" 62.
- 20 b. La déformation du "champignon" sur table refouleuse conduit à la formation d'une pré-ébauche 63 dont les contours s'emboîtent le plus parfaitement possible dans la cannelure profileuse.
- c. Obtention de l'ébauche 64 par laminage de la pré-ébauche 63 dans une
25 cannelure profileuse classique.

En fig. 7 il est expliqué la formation de la pré-ébauche à partir du champignon réalisé en première cannelure. On voit que le laminage sur table refouleuse engendre les phénomènes suivants:

30

- a. Réduction de l'épaisseur du "champignon" d'une valeur

$$\Delta e = e_1 - e_2$$

- b. Elargissements $\Delta b_0 = b_2 - b_0$

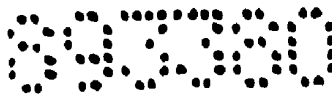
et $\Delta b_1 = b_2 - b_1$

- 35 c. annulation de l'inclinaison des facettes du "champignon"

$$\lim_{\alpha} \alpha = 0$$

pour $r \rightarrow r_{tot}$; avec $r = \frac{\Delta h}{h}$ (réduction)

11



Le principe du procédé suivant l'invention repose donc sur les différences d'élargissement entre tête de largeur b_0 et base de largeur b_1 du "champignon" lorsque celui-ci est soumis à un refoulement sur table refouleuse.

5
$$\frac{\partial (\Delta b_0)}{\partial r} > \frac{\partial (\Delta b_1)}{\partial r}$$

En choisissant convenablement l'angle d'inclinaison α_1 des facettes du "champignon" il devient possible d'obtenir des ailes de pré-ébauche de
10 dimensions requises.

La fig. 8 montre différentes formes d'ailes 81, 82 et 83 de pré-ébauche obtenues en modifiant la valeur de l'angle d'inclinaison de la première cannelure. La forme d'aile 81 est réalisée à partir d'un champignon
15 ayant un angle d'inclinaison égal à 10% et une épaisseur égale à 0,198 m. Le nombre de passes effectuées en cannelure refouleuse et sur table refouleuse étaient respectivement de 3 et de 17. Pour obtenir la forme d'aile 82, l'angle d'inclinaison et l'épaisseur du champignon valaient respectivement 50% et 0,2048 m; le nombre de passes en cannelure et sur table étaient respectivement de 11 et de 9. La forme d'aile
20 83 est réalisée à partir d'un champignon ayant un angle d'inclinaison égal à 80% et une épaisseur égale à 0,2147 m. Le nombre de passes en cannelure et sur table étaient respectivement de 15 et de 5.

25 La fig. 9 montre les possibilités offertes par le procédé suivant l'invention dans le contrôle de l'épaisseur des ailes de la pré-ébauche. Les deux ailes 91 et 92 sont obtenues en partant de brames ayant une hauteur de 1,80 m et une épaisseur de 0,3 m. Le champignon avait un angle d'inclinaison égal à 50%. L'aile 91 a subi 9 passes en cannelure refouleuse et 11 passes sur table lisse alors que l'aile 92 a subi 6
30 passes en cannelure refouleuse et 14 passes sur table lisse. On remarque que l'épaisseur des ailes est essentiellement déterminée par l'épaisseur du "champignon" produit en cannelure refouleuse.

35 La fig. 10 montre les principales dimensions dont il faut tenir compte dans le procédé suivant l'invention. La brame de départ 101 a une hauteur h_0 et une épaisseur b_0 . Après passage en cannelure refouleuse, la

sh

- pré-ébauche 102 a une hauteur h_1 , la réduction de hauteur valant Δh_1 . L'épaisseur du champignon vaut e_1 et son angle d'inclinaison α_1 ; les largeurs minimales et maximales (tête et base) du champignon valent respectivement b_0 et b_1 . Après passage sur table lisse la pré-ébauche 103 de hauteur h_2 a subi une diminution de hauteur supplémentaire Δh_2 .
- 5 Les ailes de la pré-ébauche 103 présentent des largeurs minimales et maximales valant respectivement b_3 et b_2 . L'épaisseur de l'aile vaut e_2 et son angle d'inclinaison α_2 .
- 10 Afin de laminier des pré-ébauches aux dimensions requises il faut pouvoir calculer la déformation en fonction des conditions imposées.

La fig. 11 montre pour différentes hauteurs h_0 de la brame de départ l'élargissement de la base du "champignon" en fonction de la réduction

15 imposée. L'angle d'inclinaison du "champignon" a été maintenu égal à 50%.

Pour un angle α_1 , l'élargissement de la base du "champignon" peut être exprimé par la relation suivante:

20
$$\frac{\Delta b_1}{b_0} = a_1 \times \left(\frac{\Delta h_1}{h_0} \right)^{a_2} \quad (1)$$

Les coefficients a_1 et a_2 sont fonctions de la largeur initiale h_0 de la brame et peuvent être exprimés par les équations suivantes:

25
$$a_1 = c_1 + d_1 \cdot h_0 \quad (2)$$

$$a_2 = c_2 + d_2 \cdot h_0 \quad (3)$$

Pour un angle α_1 et une largeur initiale donnée, les relations (1), (2) et (3) permettent de déterminer la largeur b_1 de la base du champignon pour une réduction absolue Δh_1 donnée.

30

L'épaisseur du "champignon" est proportionnelle à la largeur b_1 et peut être exprimée par la relation suivante:

35
$$e_1 = \frac{\Delta b_1}{2 \operatorname{tg} \alpha_1} \quad (4)$$

avec $\Delta b_1 = b_1 - b_0$ (5)

Dès lors, on peut définir une largeur moyenne du "champignon".

$$bm_1 = \frac{b_0 + b_1}{2} \quad (6)$$

On peut définir pareillement une largeur moyenne des ailes de la pré-ébauche:

$$bm_2 = \frac{b_2 + b_3}{2}$$

La fig.12 montre pour un angle d'inclinaison du "champignon" égal à 50%, l'évolution de la largeur moyenne des ailes de la pré-ébauche en fonction de la réduction imposée sur table refouleuse. Cette évolution peut s'exprimer par la relation suivante: $\frac{\Delta bm_2}{bm_1} = a_3 \cdot \frac{\Delta h_2}{h_1}$ (7)

Le coefficient a_3 est une fonction linéaire de la hauteur h_1 de la brame à la sortie de la cannelure refouleuse et peut être exprimé par la relation suivante:

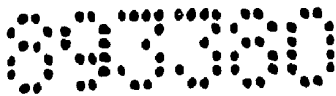
$$a_3 = c_3 + d_3 \cdot h_1 \quad (8)$$

La fig.13 montre la réduction de l'épaisseur du "champignon" en fonction de la réduction sur table refouleuse. L'angle d'inclinaison α_1 du "champignon" au départ était de 50%. Avec une bonne approximation on peut admettre une diminution de l'épaisseur de 12 % pour un angle $\alpha_1 = 50\%$:

$$\frac{\Delta e_2}{e_1} = a_4 \approx 0,12 \quad (9)$$

La fig.14 montre la réduction en pourcent par passe de l'angle d'inclinaison α_1 au cours du refoulement sur table refouleuse en fonction de l'épaisseur initiale du "champignon". L'angle α_1 valait 50%.

Les différents coefficients intervenant dans les relations (1) - (9) doivent être déterminés expérimentalement pour différentes valeurs de l'angle α_1 . Dès lors il est possible de déterminer les principaux paramètres du procédé suivant l'invention à partir des dimensions de l'ébauche qu'on désire obtenir.



La fig.15 montre les dimensions principales de l'ébauche 150 et de la pré-ébauche 151 qui valent respectivement s_e et s_p (épaisseur de l'âme), b_e et b_p (largeur de l'aile), e_e et e_p (épaisseur de l'aile) et h_e et h_p (hauteur).

5

A partir des dimensions de l'ébauche, on peut déterminer les dimensions de la pré-ébauche en utilisant les relations suivantes:

$$e_p = e_e \quad (10)$$

10 $h_2 = h_p = h_e - (20 \sim 30 \text{ mm}) \quad (11)$

$$b_{m_2} = b_p = s_p + (b_e - s_e) \quad (12)$$

L'épaisseur e_1 visée en première cannelure est donnée par la relation (9).

- 15 La fig. 16 montre un schéma de calcul qui conduit à la détermination des principaux paramètres du procédé suivant l'invention. Ce calcul sera effectué avantageusement sur ordinateur.

20 En utilisant le procédé suivant l'invention, il a été possible de laminier des poutrelles jusqu'à une hauteur d'âme de 1 m et jusqu'à des largeurs d'ailes de 0,425 m en partant de brames de dimension 2 x 0,3 m².

25 Le refoulement de brames de grande largeur sur table refouleuse peut cependant provoquer des phénomènes d'oblicité indésirables. Afin de garantir une stabilité suffisante à la brame on prévoit au milieu de la table refouleuse un profilage du cylindre qui assure le guidage de la brame en cours de laminage.

30 La fig.17 montre de tels profilages pour une cannelure refouleuse 171 et pour une table de refoulement 172. Les contre-patins de guidage (173 et 174) peuvent être éliminés par refoulement de la brame sur la table refouleuse constituée par l'âme de la cannelure profileuse classique.

35 La table refouleuse peut être remplacée par une cannelure roulante comportant un profilage en fond de cannelure. Dans ce cas, les flancs de la cannelure roulante assurent un guidage latéral à l'engagement de la

oh

brame au cours des dernières passes de refoulement.

Une première variante du procédé consiste à utiliser, au lieu de la table ou cannelure de refoulement employée suite à la formation du
5 "champignon", des cylindres verticaux pour le laminage de l'ébauche.

Dans ce cas, le laminage de l'ébauche est effectué comme le montrent les fig. 18, 19, 20.

10 La fig. 18, montre la formation du "champignon" par refoulement d'une brame de hauteur h_0 et d'épaisseur e_b . Les cylindres horizontaux comportent la cannelure 181 servant à la formation des "champignons" et une deuxième cannelure 182 dont les contours correspondent à la chambre formée par l'âme et les faces intérieures des ailes de l'ébauche 183
15 représentées en pointillés.

La largeur l de cette cannelure doit être au moins égale à la hauteur h_1 de la brame à la sortie de la cannelure 181. La profondeur ψ de la partie en retrait de cette cannelure doit correspondre à la largeur d'une moitié d'aile de l'ébauche, mesurée à partir de son extrémité
20 jusqu'à l'âme.

La fig. 19, montre la déformation subséquente de la brame obtenue au cours de l'étape précédente. La réduction de largeur est effectuée au
25 moyen de cylindres verticaux entraînés 191 disposés comme en cage slabbing universelle ou dans une cage séparée. La largeur est réduite par refoulement jusqu'à l'obtention de la largeur finale e_b de l'ébauche comme le montre la fig. 20.

30 Au cours du refoulement par les cylindres verticaux, les cylindres horizontaux ont une fonction de guidage, l'âme ne subissant aucune ou seulement une faible pression de laminage.

La pré-ébauche est ensuite laminée jusqu'au stade de l'ébauche finale
35 moyennant la réduction de l'épaisseur d'âme jusqu'à la valeur finale e_c , comme le montre la fig. 21. Au cours de cette réduction d'épaisseur

51



de l'âme, les cylindres verticaux sont maintenus en position fixe, leur écartement correspondant à la largeur d'ébauche. Au cours de chaque passe, les ailes sont ainsi soumises à un refoulement latéral par les cylindres verticaux.

5

L'intérêt de cette variante réside dans le fait qu'on peut supprimer les passes de refoulement avec âme en position verticale telles qu'elles sont effectuées au cours du laminage en cannelure profileuse classique. Il en résulte une productivité accrue.

10

Un autre avantage par rapport au laminage en cannelure profileuse classique est l'obtention d'une meilleure forme des extrémités de l'ébauche. En effet, lors du laminage en cannelure profileuse, la forme des extrémités de la pré-ébauche conduit à la formation d'"oreilles" sur la partie
15 de l'extrémité où il y a absence d'âme en raison de l'allongement sélectif lors du refoulement.

La fig.22A montre une pré-ébauche 220 d'épaisseur e_b et la fig.22B l'ébauche 222 d'épaisseur e inférieure à e_b , présentant des "oreilles"

20 221 qui proviennent d'un débordement localisé dans les cordons de la cannelure profileuse provoqué par l'absence d'âme à cet endroit. Le phénomène peut causer des difficultés d'engagement au refoulement. Afin de le limiter, il est nécessaire d'effectuer des passes de refoulement supplémentaires. A la perte de productivité qui en résulte s'ajoute la
25 nécessité de chuter une plus grande partie des extrémités de l'ébauche avant de poursuivre le laminage en cage universelle. En effectuant le laminage avec des cylindres verticaux entraînés, comme décrit précédemment, ce phénomène n'apparaît pas.

30 Une deuxième variante du procédé suivant l'invention consiste à effectuer également la première étape du procédé, c.-à-d. la formation du "champignon", entre cylindres verticaux. Dans ce cas, la première cannelure refouleuse est disposée sur les cylindres verticaux 231, la brame étant refoulée en position horizontale comme le montre la fig.23.

35

L'étape suivante, c.-à-d. la déformation du champignon conduisant à la formation des ailes, est effectuée en refoulant la brame sur la partie

h

lisse des cylindres verticaux, comme le montre la fig. 24, cette étape ainsi que les étapes suivantes étant identiques aux étapes correspondantes de la première variante proposée (fig.19 à 21).

- 5 Afin de pouvoir effectuer à l'aide de cylindres verticaux les refoulements en cannelure et sur table lisse, il faut que les cylindres verticaux soient déplaçables suivant leurs axes verticaux. La deuxième variante du procédé suivant l'invention (fig.23,24) permet de se soustraire aux limitations de largeur de brame imposées par la levée maximale des cylindres de la cage horizontale, la plus grande largeur de brame utilisable étant déterminée par l'écartement maximal entre cylindres verticaux.

- 15 Le principe du procédé suivant l'invention peut également être appliqué pour le laminage d'autres gros profilés comme p.ex. de palplanches à inertie en forme de Z ou de U, de palplanches plates sollicitées en traction sur les griffes, des fers U à ailes parallèles etc.

24



Revendications

1. Procédé de laminage d'ébauches en vue de la production de poutrelles caractérisé en ce que l'on utilise comme produit de départ une brame de section rectangulaire à partir de laquelle on fabrique une pré-ébauche en procédant à un refoulement dans une cannelure roulante, dont la largeur de fond est inférieure à égale à l'épaisseur de la brame utilisée et dont les faces latérales sont inclinées d'un angle α qui est fonction des dimensions de l'ébauche, l'épaisseur du "champignon" ainsi obtenu étant supérieure d'environ 12 % à l'épaisseur des ailes de l'ébauche.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on soumet ladite pré-ébauche à un refoulement, de manière à ce que la réduction totale imposée produise un élargissement tel que les largeurs du sommet et de la base du "champignon" deviennent sensiblement égales en fin de refoulement avec l'annulation approximative de l'angle α et l'obtention d'une épaisseur d'ailes correspondant à l'épaisseur des ailes de l'ébauche.
3. Procédé suivant les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'on effectue le refoulement selon la revendication 2 sur une table ou une cannelure refouleuse dont la largeur est au moins égale à la largeur des ailes de l'ébauche augmentée de la différence entre épaisseur de la brame et épaisseur de l'ébauche.
4. Procédé suivant les revendications 1 - 3, caractérisé en ce que l'on parfait le laminage selon les revendications 2 et 3 en procédant à un laminage en cannelure profileuse classique, la largeur moyenne des ailes de l'ébauche obtenue selon les revendications 2 et 3 devant être sensiblement égale à l'épaisseur de la brame augmentée de la différence entre la largeur d'ailes et l'épaisseur d'âme de l'ébauche.
5. Procédé suivant les revendications 1-4, caractérisé en ce que l'on prévoit la présence de contre-patins au fond de la première cannelure refouleuse, ces contre-patins étant reproduits sur la table ou

cannelure refouleuse suivante de manière à assurer un guidage de la brame et éliminés par refoulement sur la table lisse formée par l'âme de la cannelure profileuse, ou, si la largeur de table des cylindres le permet, dans une cannelure roulante à fond plat.

5

6. Procédé suivant les revendications 1-5, caractérisé en ce que l'on effectue le laminage sur cylindres horizontaux.

10 7. Procédé suivant les revendications 1 et 6, caractérisé en ce que l'on effectue le laminage de refoulement de la pré-ébauche sur cylindres verticaux entraînés, dont la disposition est analogue à celle d'une cage slabbing universelle, les cylindres verticaux pouvant être disposés dans une cage séparée, située le plus près possible de la cage à cylindres horizontaux.

15

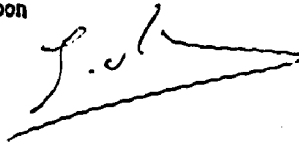
8. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue la fabrication de la pré-ébauche sur cylindres verticaux.

20 9. Procédé suivant les revendications 1,7 et 8, caractérisé en ce que l'on met en oeuvre des cylindres verticaux comportant ladite cannelure roulante, ainsi qu'une partie lisse et que l'on prévoit des moyens permettant de déplacer lesdits cylindres suivant leurs axes verticaux.

Liège, le 1 juin 1982

Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIES)
Ppon



st

693380

4/84

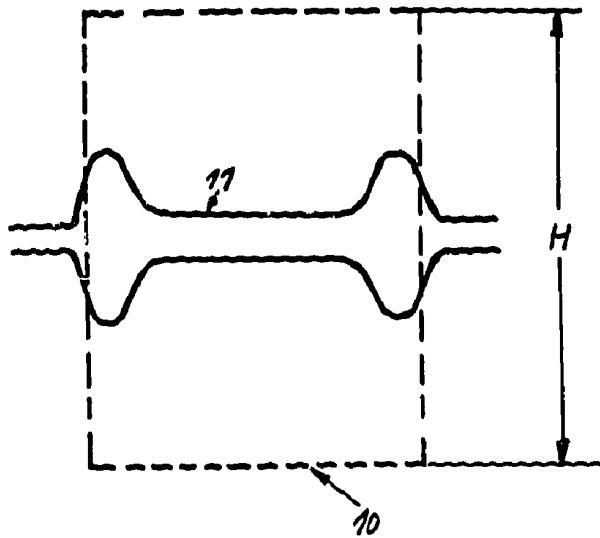


FIG. 1

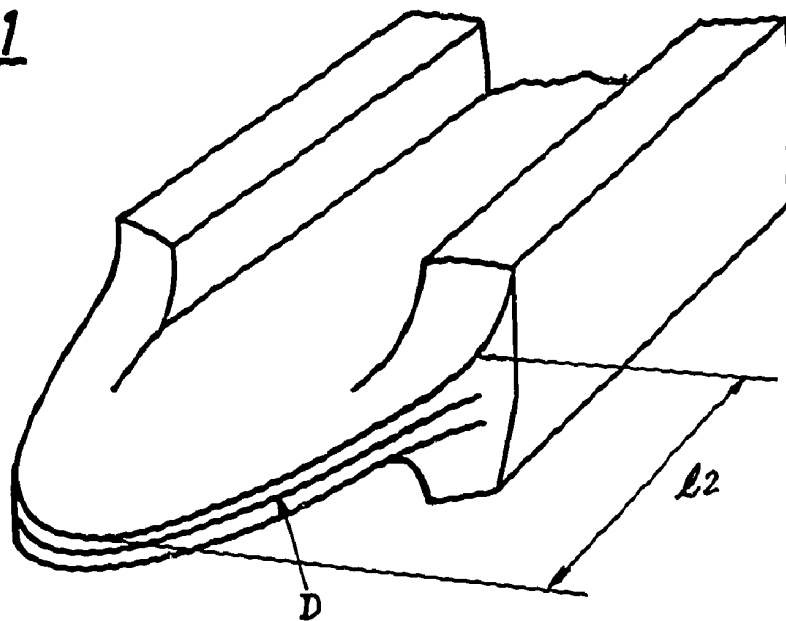


FIG. 2

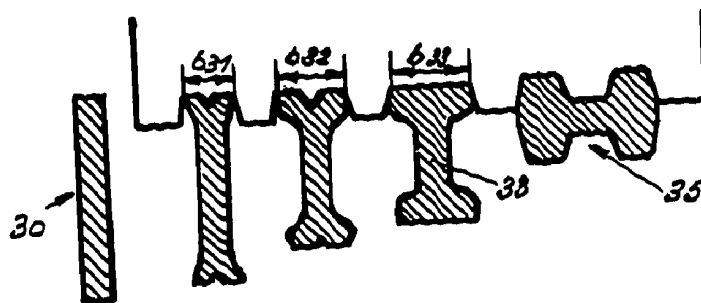


FIG. 3

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIES)
Ppon

[Signature]

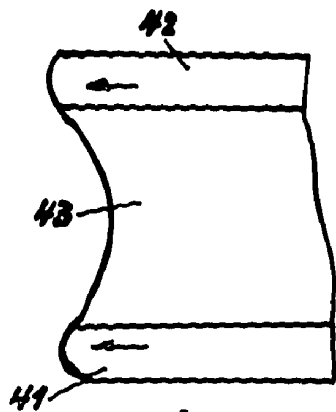


FIG. 4 A

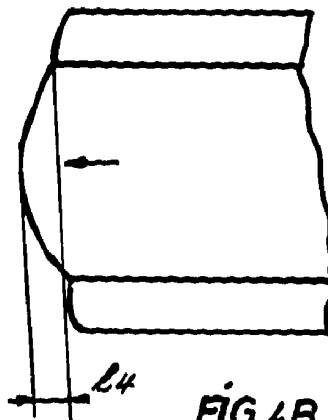


FIG. 4B

FIG. 4

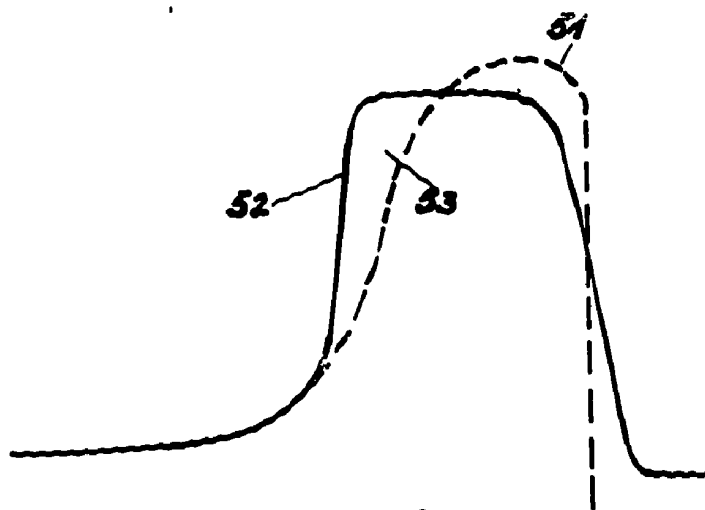


FIG. 5

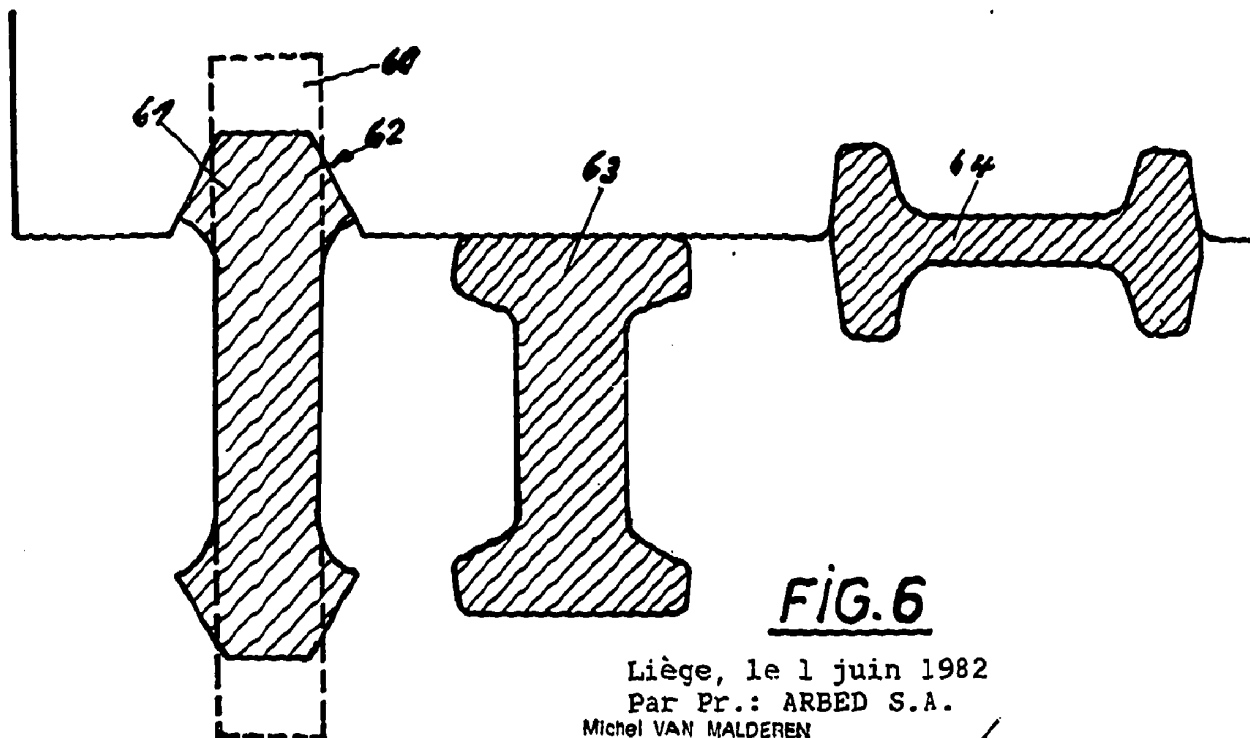


FIG. 6

Liège, le 1 juin 1982

Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN

(FREYLINGER & ASSOCIATES)

Ppon

John

093380

3/44

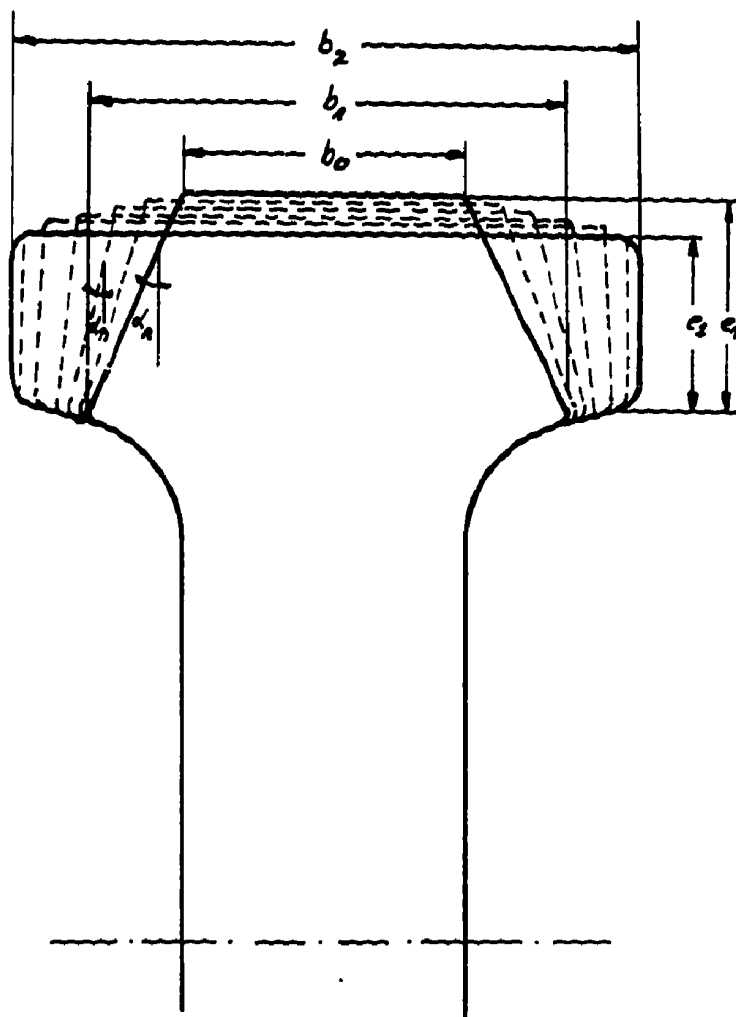


FIG. 7

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIÉS)
Rpm

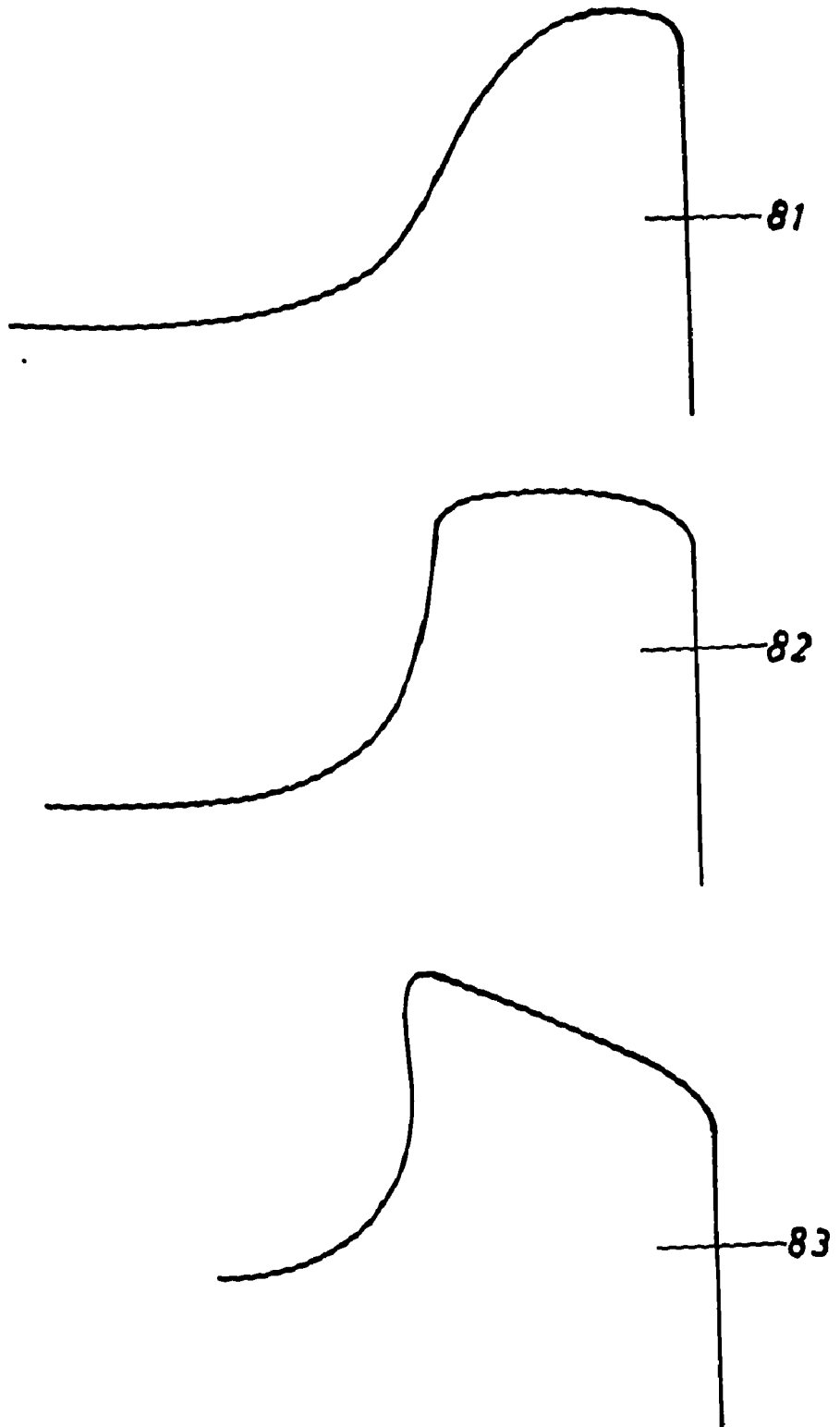


FIG. 8

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREM
GREYBUSH & ASSOCIATES
Ppon

[Signature]

893380

5/14



FIG. 9

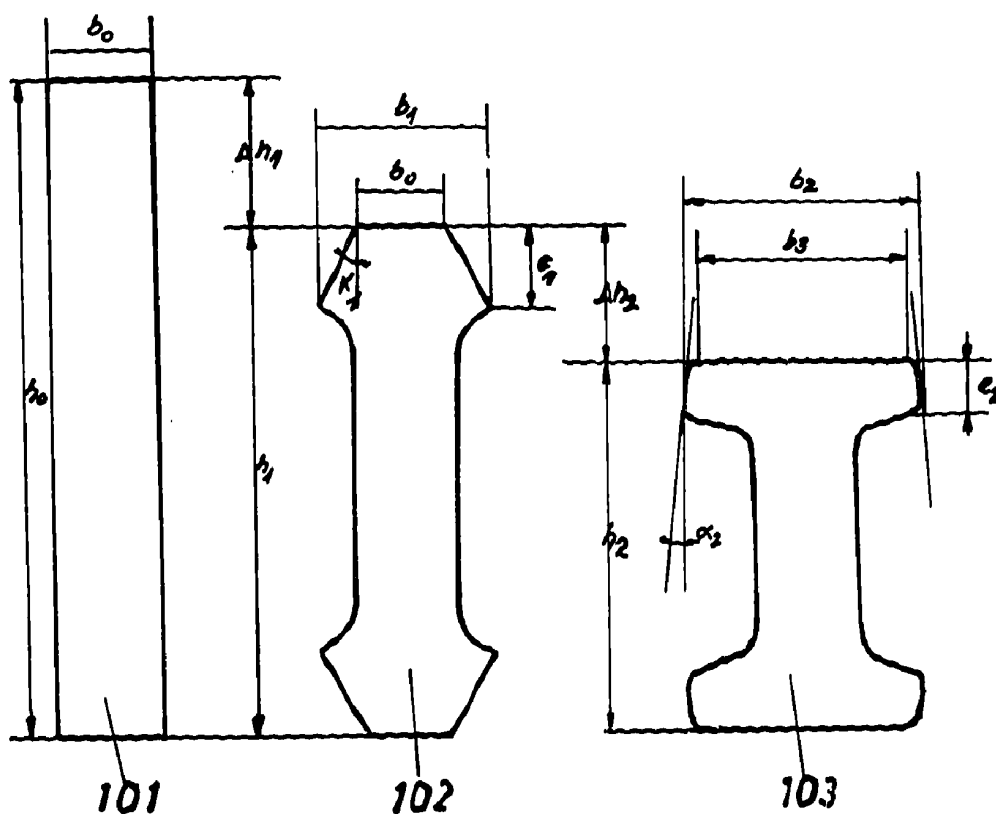


FIG. 10

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIÉS)
Pron

[Signature]

003380

5/14

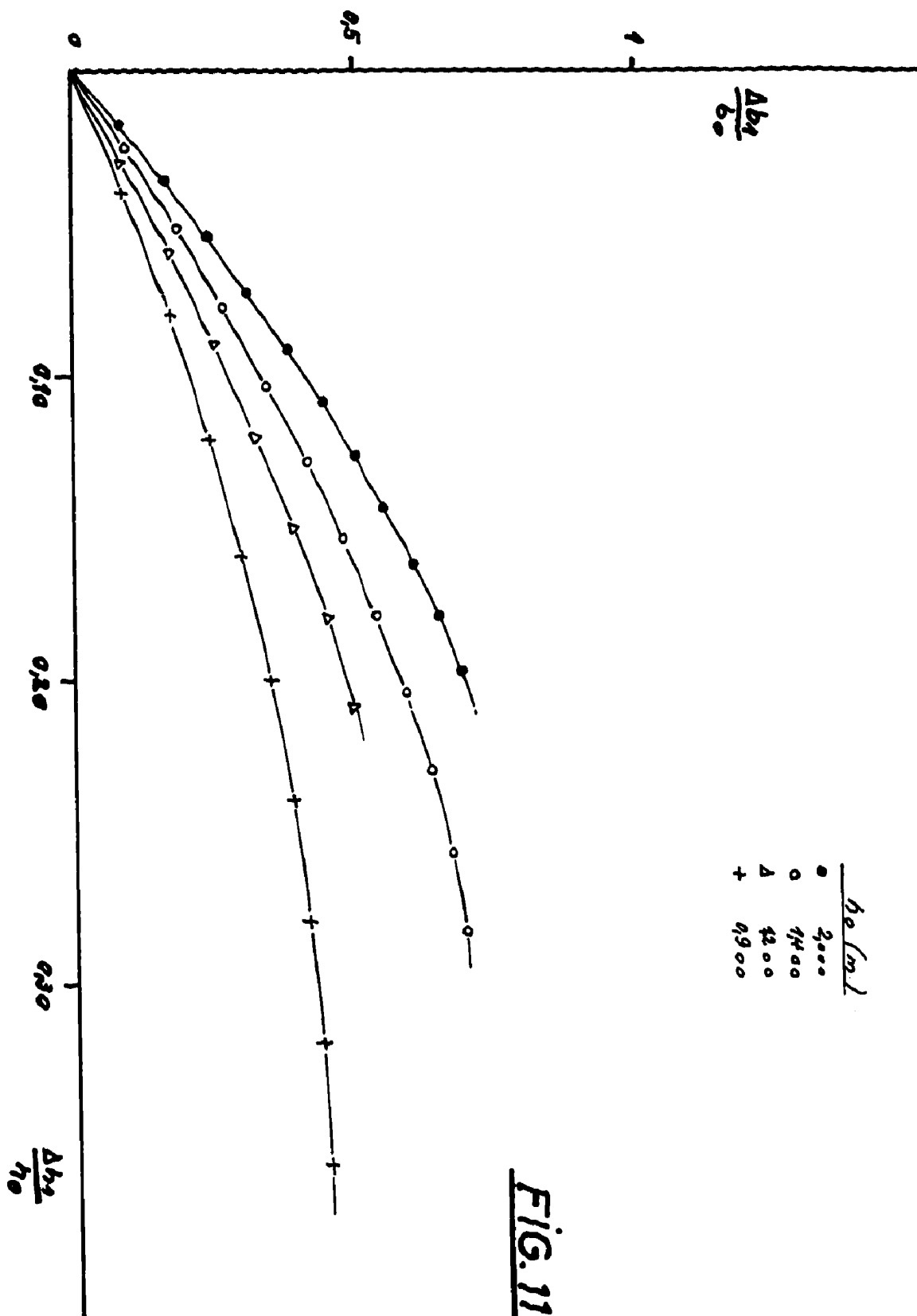


FIG. 11

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIÉS)

Ppon

[Signature]

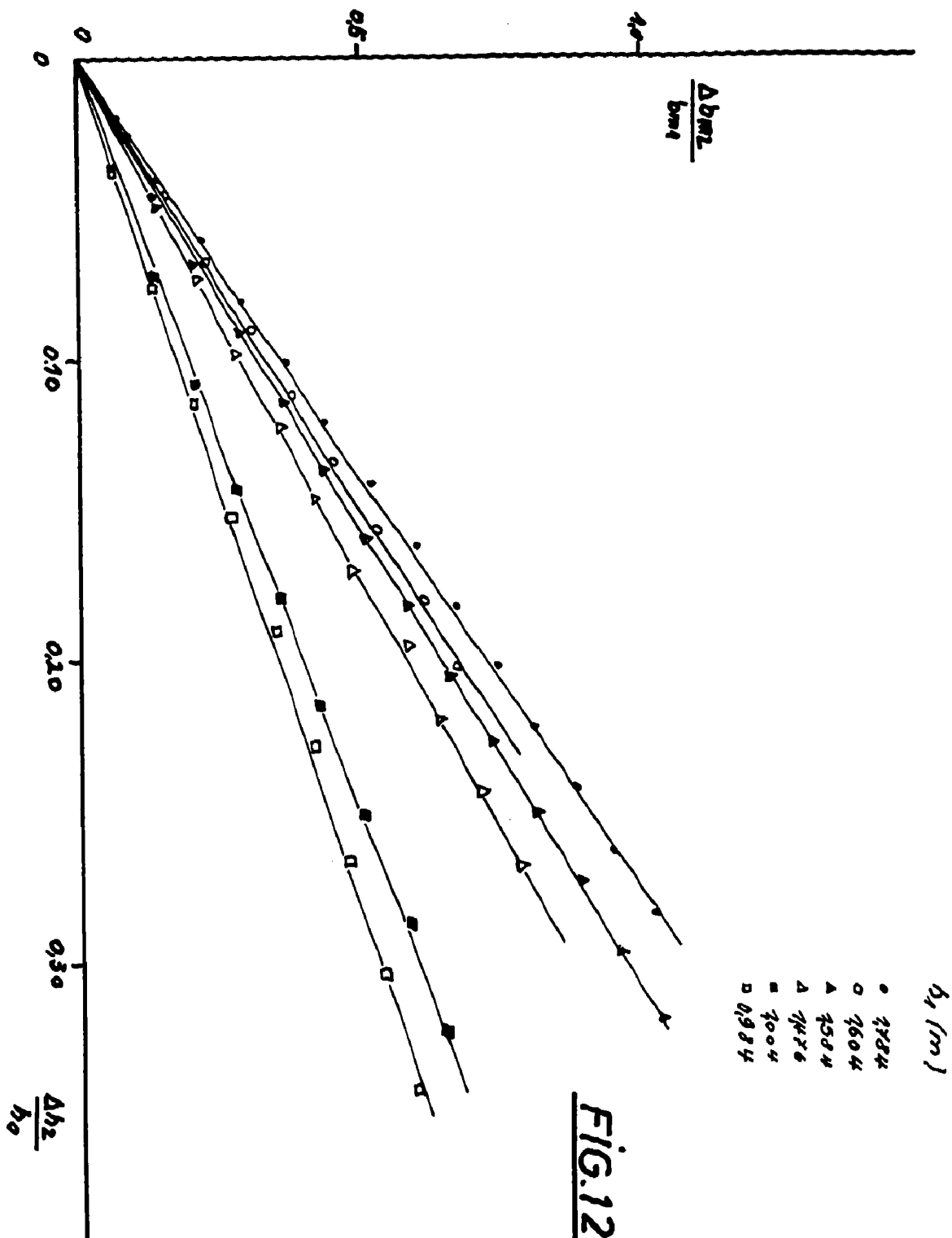


FIG.12

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIES)

Projet

goh

003300

8/14

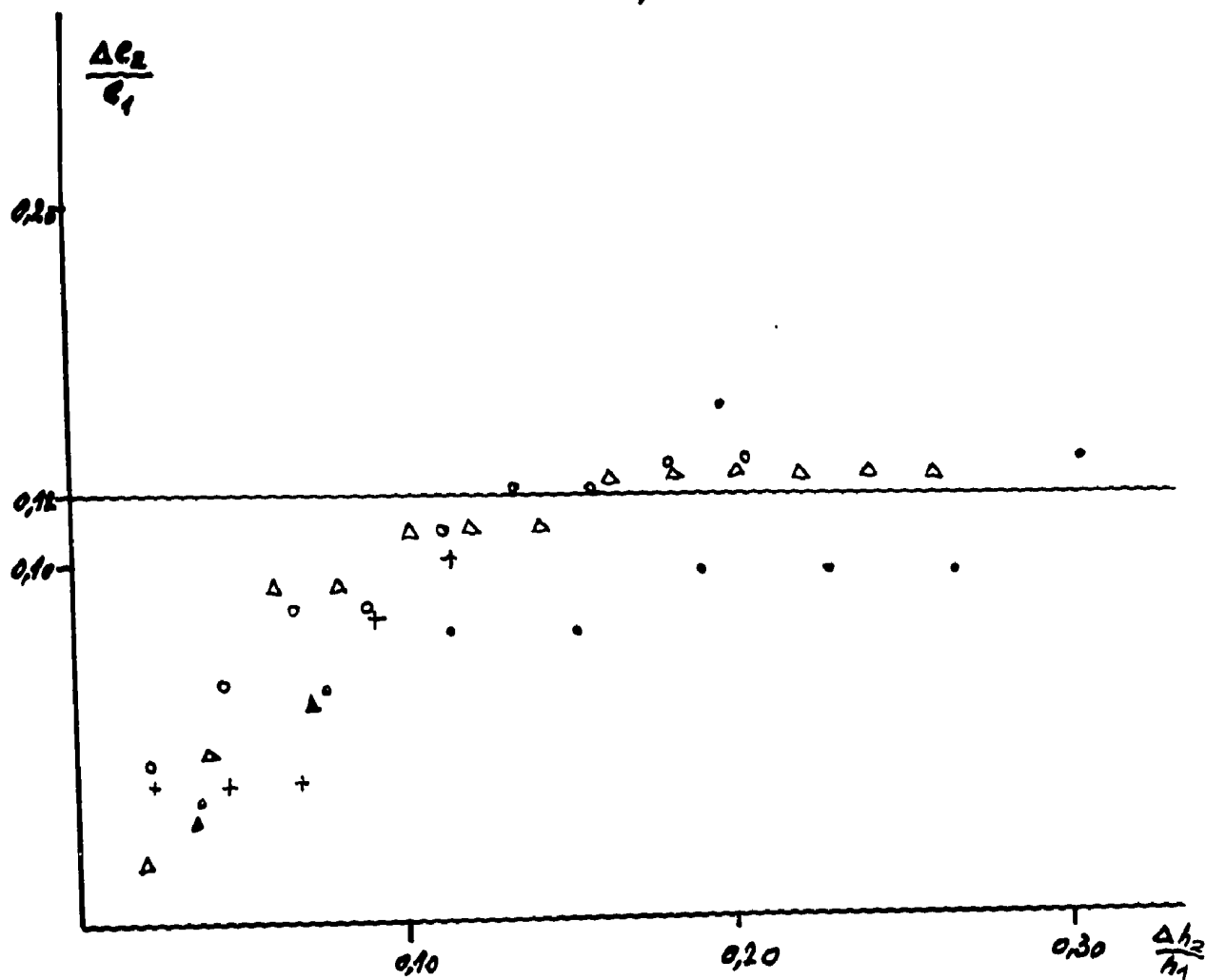


FIG.13

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIES)
Ppon

[Handwritten signature]

093300

9/14

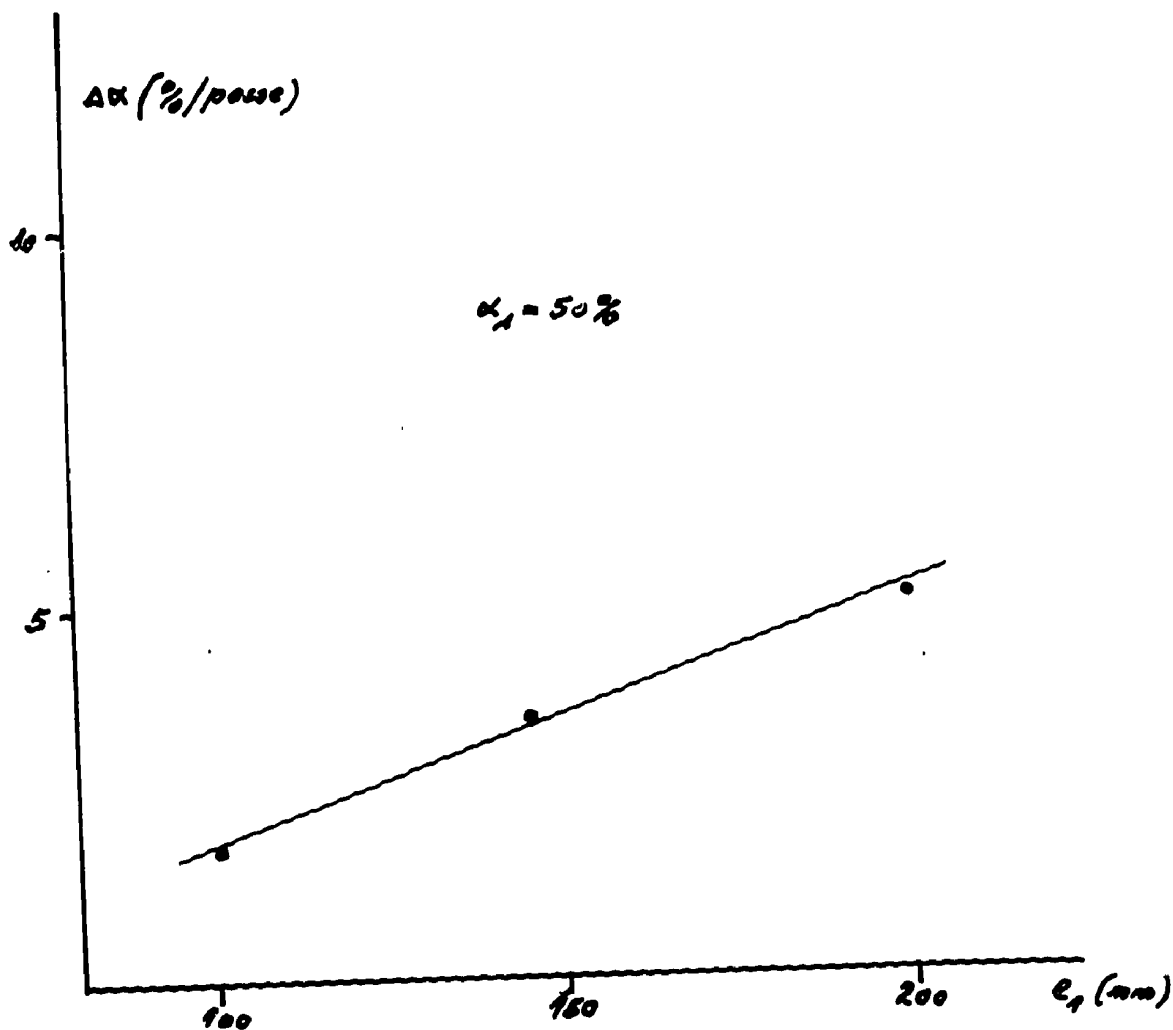


FIG. 14

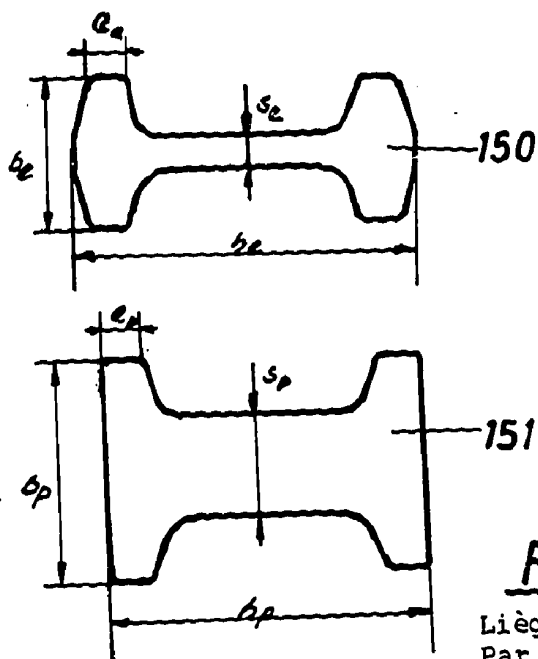


FIG. 15

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIÉS)
Ppon

[Signature]

00300

10/14

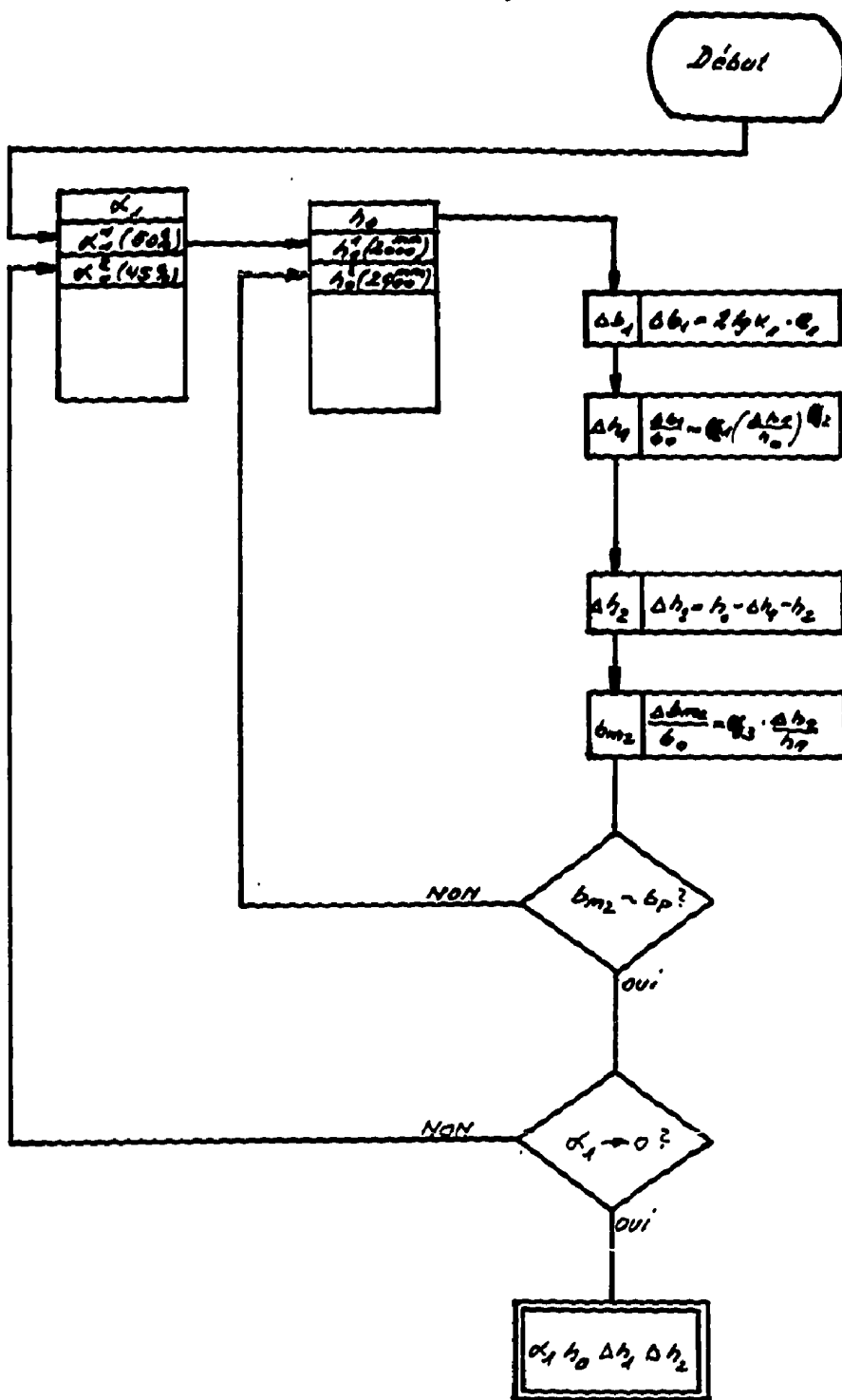


FIG. 16

Liège, le 1 juin 1982

Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIES)

Ppon

J. L.

893380

4/14

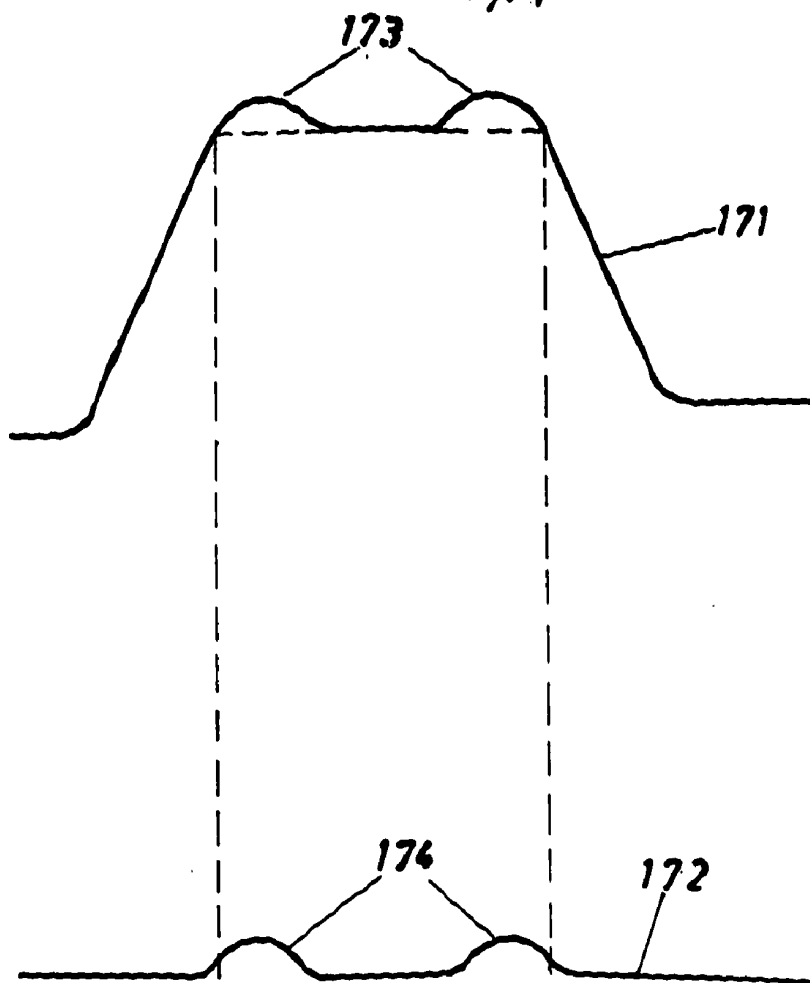


FIG. 17

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIÉS)
Ppon

g. l.

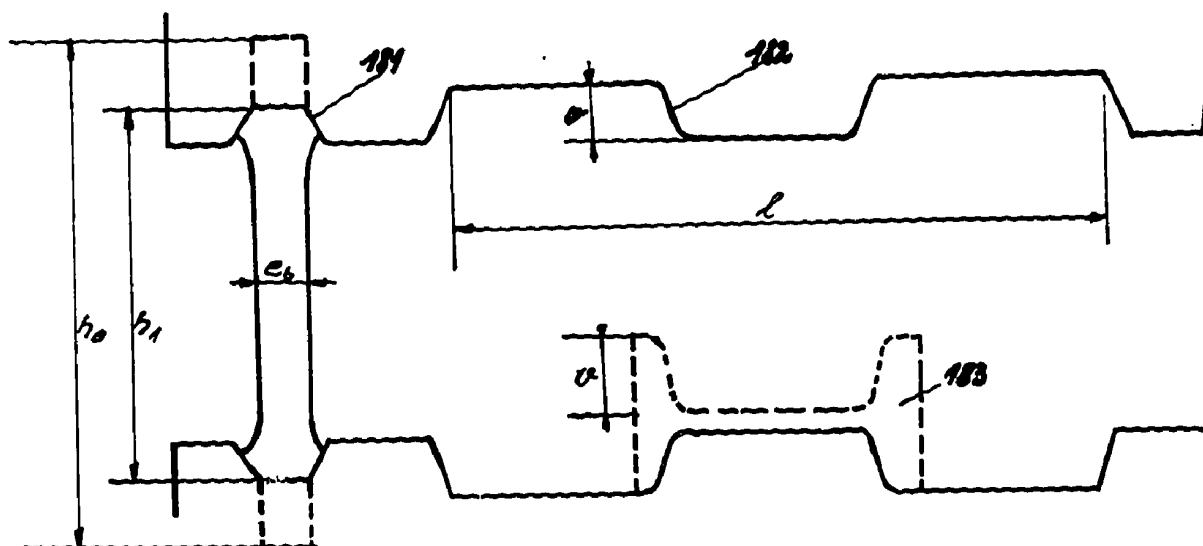


FIG. 18

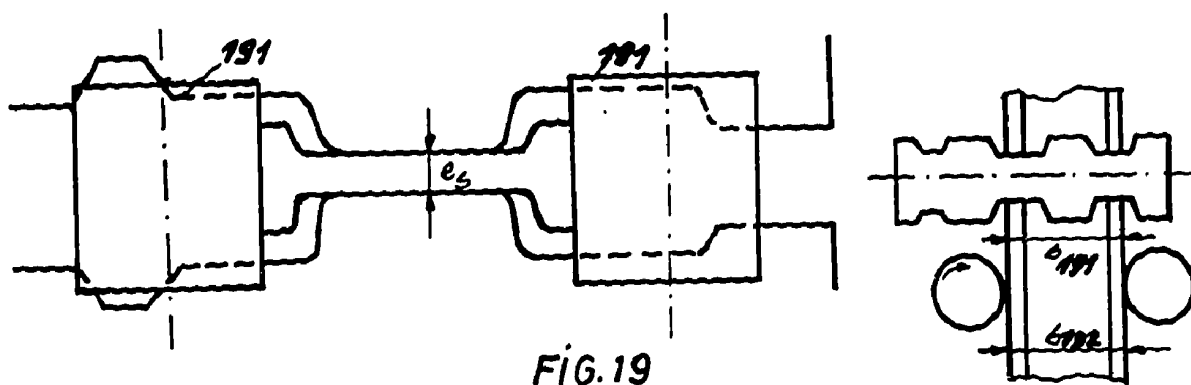


FIG. 19

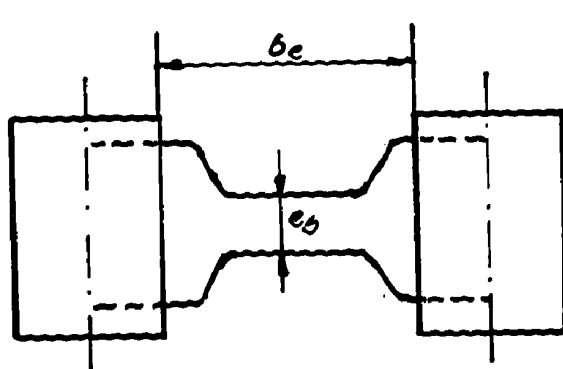


FIG. 20

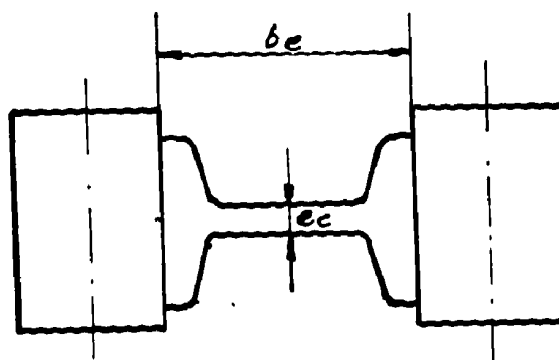
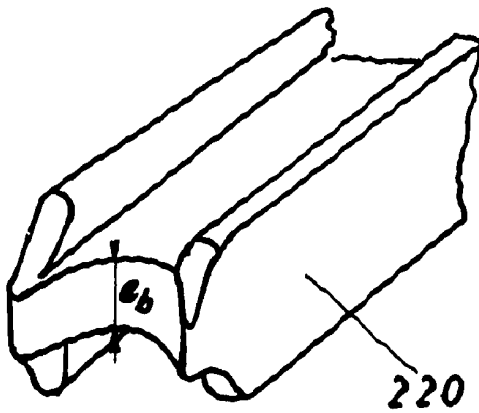
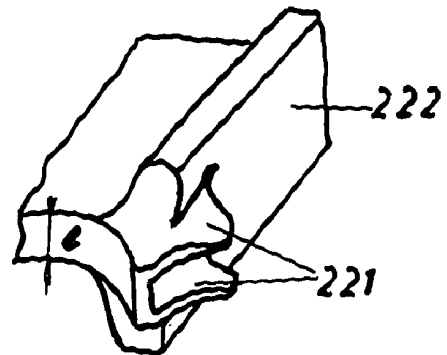


FIG. 21

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIES)
Ppon

[Signature]

FIG. 22 AFIG. 22 BFIG. 22

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLIHGER & ASSOCIES)
Ppon

A handwritten signature, likely of Michel Van Malderen, written in ink.

003380

14/14

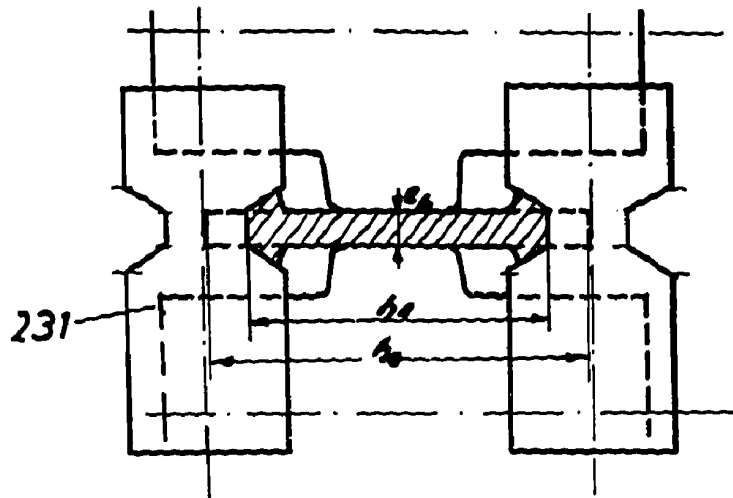


FIG. 23

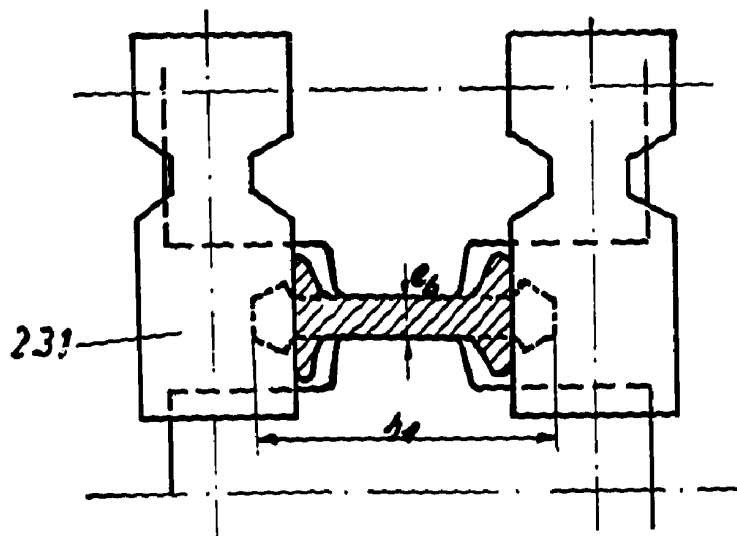


FIG. 24

Liège, le 1 juin 1982
Par Pr.: ARBED S.A.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIÉS)
Pdon