



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94420179.7**

(51) Int. Cl.⁵ : **C22F 1/04, C22F 1/053, F27B 17/00, F27D 19/00**

(22) Date de dépôt : **24.06.94**

(30) Priorité : **28.06.93 FR 9308096**

(43) Date de publication de la demande :
28.12.94 Bulletin 94/52

(84) Etats contractants désignés :
DE FR GB

(71) Demandeur : **PECHINEY RHENALU**
6, place de l'Iris Tour Manhattan LA DEFENSE
2
F-92400 COURBEVOIE (FR)

(72) Inventeur : **Sainfort, Pierre**
23 Boulevard du Maréchal Leclerc
F-3800 Grenoble (FR)
Inventeur : **Vichery, Hervé**
14 Place Jean Moulin
F-38000 Grenoble (FR)
Inventeur : **Commet, Benoît**
8, rue de l'Abbé Grégoire
F-38000 Grenoble (FR)

(74) Mandataire : **Mougeot, Jean-Claude**
PECHINEY
28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cedex 03 (FR)

(54) **Plaque ou tôle en alliage d'A1 à durcissement structural présentant une variation continue des propriétés d'emploi suivant une direction donnée et un procédé et dispositif d'obtention de celle-ci.**

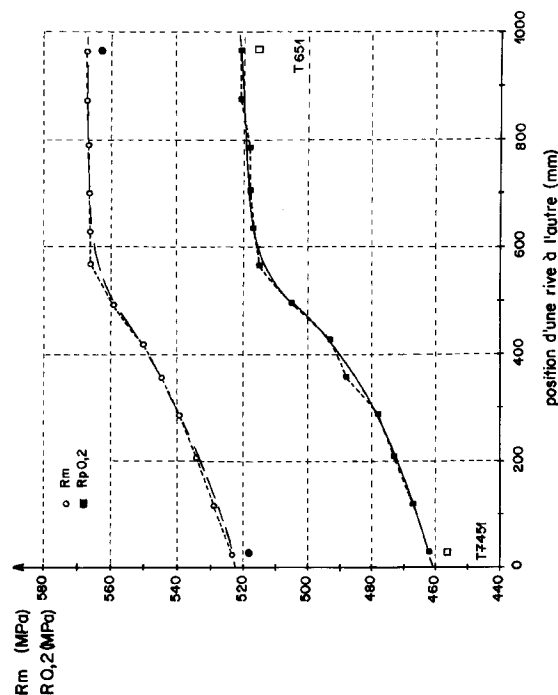
(57) L'invention concerne des plaques ou tôles en alliages d'Al à durcissement structural présentant une variation continue des propriétés d'emploi selon une direction (D) et un procédé et un dispositif d'obtention de celles-ci.

Le procédé est caractérisé en ce que le revenu final est effectué en portant un des côtés du produit selon la direction (D) à une température T et l'autre côté à une température $t < T$ pendant une durée (d).

Ce traitement peut être effectué dans un four à double chambre.

Cette invention trouve notamment son application dans la fabrication des longerons pour voilures d'avions.

FIG.2



L'invention concerne des plaques ou tôles en alliages d'Al à durcissement structural présentant une variation continue des propriétés d'emploi selon au moins une direction donnée (D) quelconque et un procédé et un dispositif d'obtention de celles-ci.

De manière générale on recherche en métallurgie à obtenir des produits dont les propriétés sont aussi homogènes que possible dans tout le volume de ceux-ci.

Cependant, pour certaines applications, il est souhaitable d'obtenir des produits dont les propriétés, à composition chimique donnée, varient de façon continue suivant au moins une direction déterminée (D).

Par exemple, dans une poutre soumise à des efforts de flexion et à la fatigue, il est souhaitable que la partie en compression présente une résistance mécanique à la compression élevée, tandis que la partie en extension doit être résistante aux dommages, en particulier de dureté moins élevée.

De même, dans un absorbeur de choc, il est souhaitable que la zone d'impact soit résiliente et ductile, alors que la partie opposée doit résister à l'effort appliqué.

De manière plus générale, ce problème se pose dans tous les cas où le produit est soumis en service soit à un fort gradient de contraintes mécaniques, soit à des conditions d'emploi hétérogènes (résistance à la corrosion par exemple).

L'invention concerne donc des plaques ou tôles en alliage d'Al à durcissement structural, en particulier les alliages à haute résistance des séries 2000 (Al-Cu) et 7000 (Al-Zn-Mg-Cu) dont les propriétés après trempe et revenu varient de façon continue suivant au moins une direction (D) parallèle à l'une des dimensions principales (longueur, largeur, hauteur).

Les propriétés d'emploi peuvent être les caractéristiques mécaniques (résistance à la rupture, limite élastique, dureté, résistance à la fatigue, ténacité, tolérance aux dommages etc...) mais aussi par exemple la résistance à la corrosion.

Dans le cas des caractéristiques mécaniques, un cas intéressant est celui des caractéristiques dans le sens travers, long ou court.

Le procédé d'obtention de ces produits consiste à pratiquer, après trempe et déformation plastique contrôlée éventuelle, un revenu dans un gradient thermique de direction (D) de manière à obtenir les caractéristiques désirées de chacun des côtés du produit dans cette direction (D), un des côtés étant porté à une température T et l'autre côté étant porté à une température $t < T$, pendant la même durée (d). On cherchera, par exemple, à avoir un côté correspondant à l'état T6(51) et l'autre côté correspondant à l'état T74(51).

La détermination des températures (T, t) et de la durée (d) du traitement sont aisément déterminables par l'homme de métier, soit expérimentalement, soit par application des lois d'équivalence température/temps bien connues dans le domaine du revenu des alliages d'Al : par exemple on peut choisir la relation $R_{0,2} = f(aT + b \cdot \log d)$, T étant la température en Kelvin et d le temps, les constantes a et b étant déterminables par des essais préliminaires de réponse au revenu de l'alliage considéré.

La réalisation de ce traitement de revenu exige un four de structure spécifique comprenant une chambre chaude et une chambre froide, chacune d'elle étant régulée indépendamment de l'autre, entre lesquelles on place le produit à traiter.

L'ensemble est ensuite chauffé à une vitesse de chauffage déterminée de manière à atteindre la température T dans la chambre chaude et la température t dans la chambre froide, et une fois le régime stationnaire sensiblement établi, à maintenir l'ensemble pendant la durée d, et enfin à sortir le produit qui refroidit naturellement à la température ambiante.

Dans une version préférée, la chambre froide est reliée à la chambre chaude par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur.

Le chauffage modulé peut également être réalisé par des moyens de chauffage linéaires (rampes de brûleurs à gaz ou distributrices de jets de fluide chaud, résistances électriques, etc...) régulés individuellement à une certaine température ou puissance, situés au voisinage de la surface du produit et de direction perpendiculaire à la direction (D).

Chaque chambre chaude ou froide peut être subdivisée en compartiments de températures différents, le profil de température étant adapté au profil de la tôle, dont les bords ne sont pas nécessairement parallèles.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de l'exemple suivant qui est relatif à une plaque en alliage 7010 (suivant la désignation de l'Aluminum Association) de 100 mm d'épaisseur et de composition suivante (en poids %):

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Zr
0,06	0,01	1,68	0,01	2,32	5,99	0,03	0,11

L'objectif était d'obtenir l'état T651 à une extrémité et l'état T7451 à l'autre extrémité.

- La figure 1 représente l'évolution de la température de revenu du produit traité (régime stationnaire).
- La figure 2 représente le profil des caractéristiques mécaniques de résistance obtenu.
- La figure 3 représente le profil des conductibilités électriques superficielles obtenu.
- La figure 4 représente une coupe schématique du four utilisé.

Par application des règles d'équivalence température/temps et compte tenu de la vitesse de montée imposée par le four utilisé (9h45 pour atteindre 150°C), il a été trouvé que pour un traitement isochrone de 10h, la température T du produit devait être de 172°C et sa température t de 150°C, pour obtenir les états correspondants respectivement aux traitements classiques de revenu :

T 651	9 h à 155°C
T 7451	6 h à 115°C + 10 h à 172°C.

Le four à air utilisé se compose de 2 chambres contiguës, l'une chaude 1, l'autre froide 2, séparées par une paroi isolante et amovible 3, entre lesquelles est placé de façon symétrique le produit à traiter. Ce produit est constitué par un élément de plaque de dimensions 1000x400x100 mm³ correspondant respectivement aux dimensions Travers Long (TL), Long (L) et Travers Court (TC). Ce produit repose sur une sole à rouleaux 5. Le four est fermé par deux portes 6 et est muni de turbines de circulation d'air 7 et de systèmes de régulation de température (non représentés).

A la suite d'essais préliminaires sur une plaque de mêmes dimensions et de même nature, la température de consigne de la chambre 1 a été fixée à 183°C et celle de la chambre 2 à 141°C et on a estimé que le régime stationnaire était établi quand la température du produit dans la chambre 2 a atteint 148°C.

Les résultats de contrôle de profil de la température dans le sens de la longueur du produit, ainsi que l'évolution des caractéristiques mécaniques de traction (sens de la longueur du produit soit le sens TL métallurgique, 1/4 de l'épaisseur) et de conductibilité électrique en surface du produit sont reportés au Tableau I et sur les fig. 1 à 3. Sur les fig. 2 et 3 sont également reportés les points représentatifs des états T651 et T7451 classiques.

Le produit selon l'invention peut être utilisé pour la fabrication de longerons internes de voilures d'avions, notamment sous forme de tôles épaisses en alliages de la série 2000 et de la série 7000.

TABLEAU I : Caractéristiques mécaniques et conductivité dans la longueur
de la tôle (sens TL)

Distance* en mm	Conduct. de surf. (MS/m)	Rp0,2(MPa)1/4ep	Rm (MPa) 1/4ep	A% 1/4ep
		Moy .	Moy .	Moy .
970	19,7	521	567	6,8
880	19,9	521	568	7,3
790	20,1	518	568	6,7
710	20,4	518	568	7
640	20,6	517	567	6,8
570	20,8	515	564	7
500	21,3	505	559	7,9
430	22,1	493	551	6,9
360	22,4	488	545	8,2
290	22,6	478	539	8,4
210	23	473	534	8,6
120	23,1	467	528	8,5
30	23,2	462	524	8,8

* Distance par rapport à l'extrémité, côté zone chaude.

Revendications

1. Plaque ou tôle en alliage d'aluminium à durcissement structural, caractérisée en ce qu'elle possède, après trempe et revenu, des propriétés d'emploi variables de façon continue dans une direction (D) parallèle à une direction principale (longueur, largeur, épaisseur) du produit.
2. Plaque ou tôle selon la revendication 1, caractérisée en ce que les propriétés d'emploi sont les caractéristiques mécaniques.
3. Plaque ou tôle selon la revendication 2, caractérisée en ce que les caractéristiques mécaniques sont mesurées dans le sens travers long ou court.
4. Plaque ou tôle selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle est en alliage de la série 2000 ou de la série 7000.
5. Procédé de fabrication d'une plaque ou tôle selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé

en ce que le revenu final est effectué en portant un des côtés de la plaque ou de la tôle selon la direction (D) à une température T et l'autre côté à une température $t < T$ pendant une durée (d).

- 5 **6.** Mise en oeuvre du procédé selon la revendication 5 à l'aide d'un four à 2 chambres, chaude (1) et froide (2), séparées par une cloison réfractaire amovible (3) dans lesquelles sont placés chacun des côtés du produit, les 2 chambres ayant des régulations de température indépendantes.
7. Four selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une pompe à chaleur est installée entre les chambres (1) et (2).
- 10 **8.** Four selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque chambre est subdivisée en compartiments de température différente.
9. Mise en oeuvre du procédé selon la revendication 5 à l'aide de moyens de chauffage linéaires de direction perpendiculaire à la direction (D), situés au voisinage de la plaque ou tôle à traiter.
- 15 **10.** Utilisation d'une plaque ou tôle selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 pour la fabrication de longerons internes de voilures d'avions.

20

25

30

35

40

45

50

55

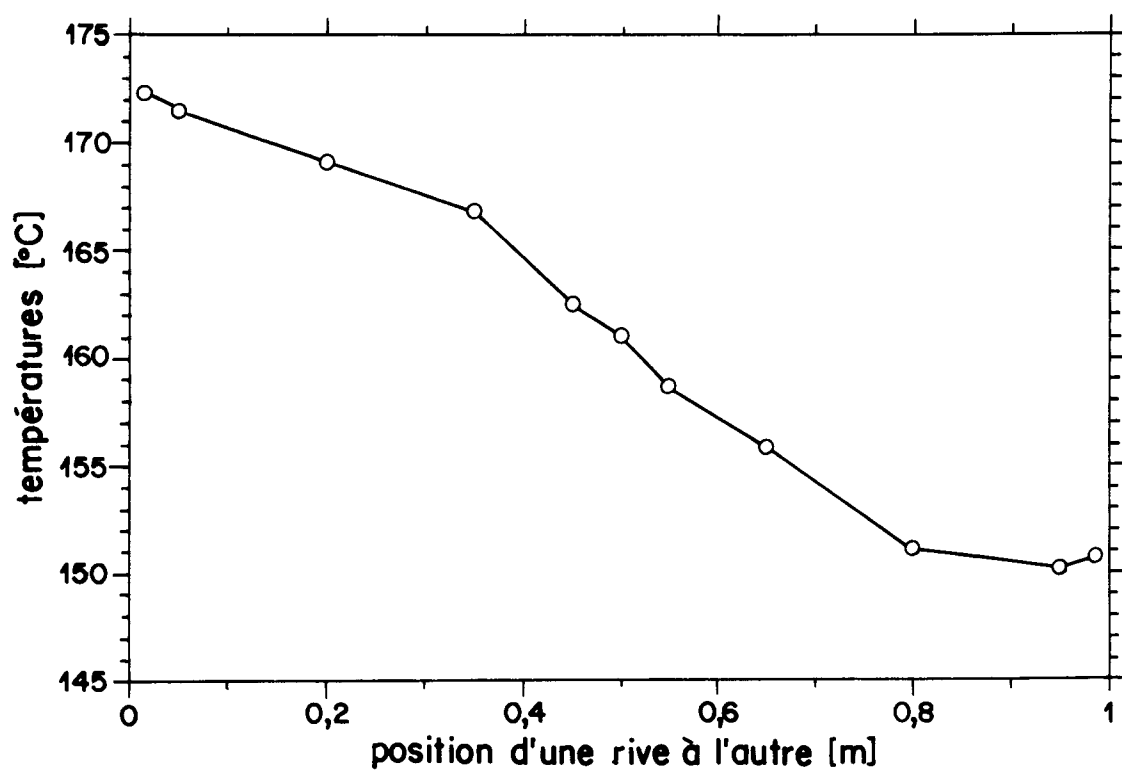


FIG.1

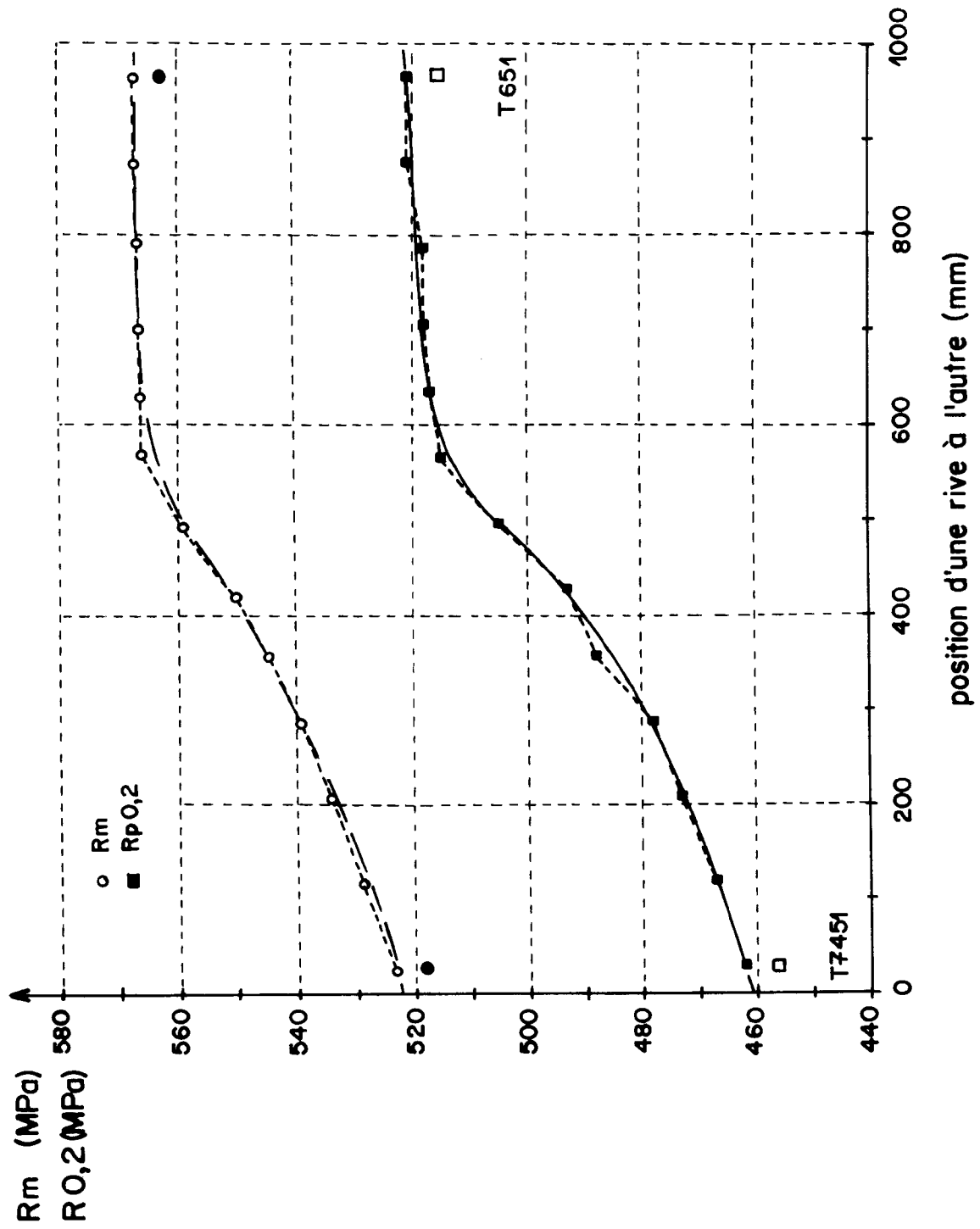


FIG.2

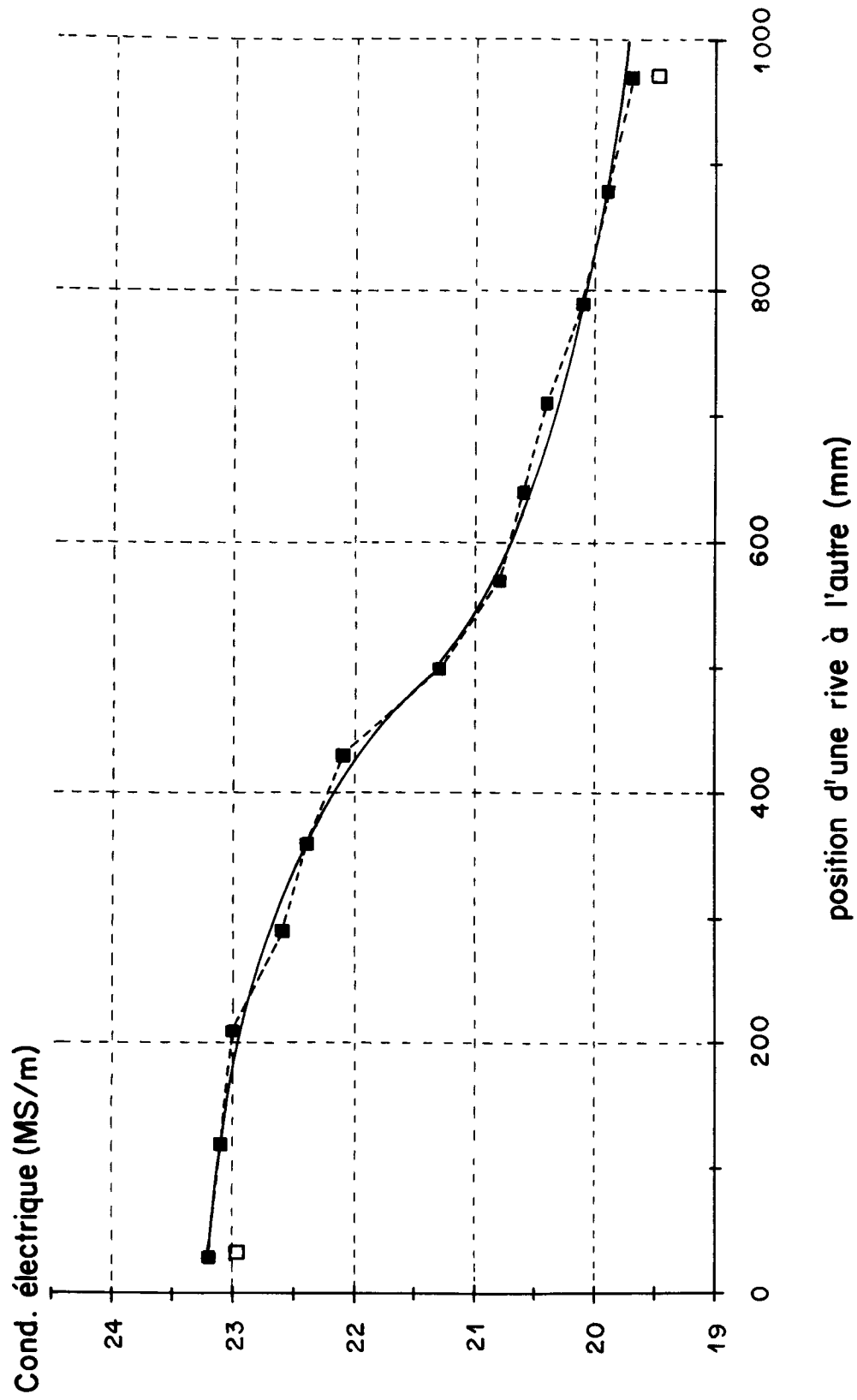


FIG.3

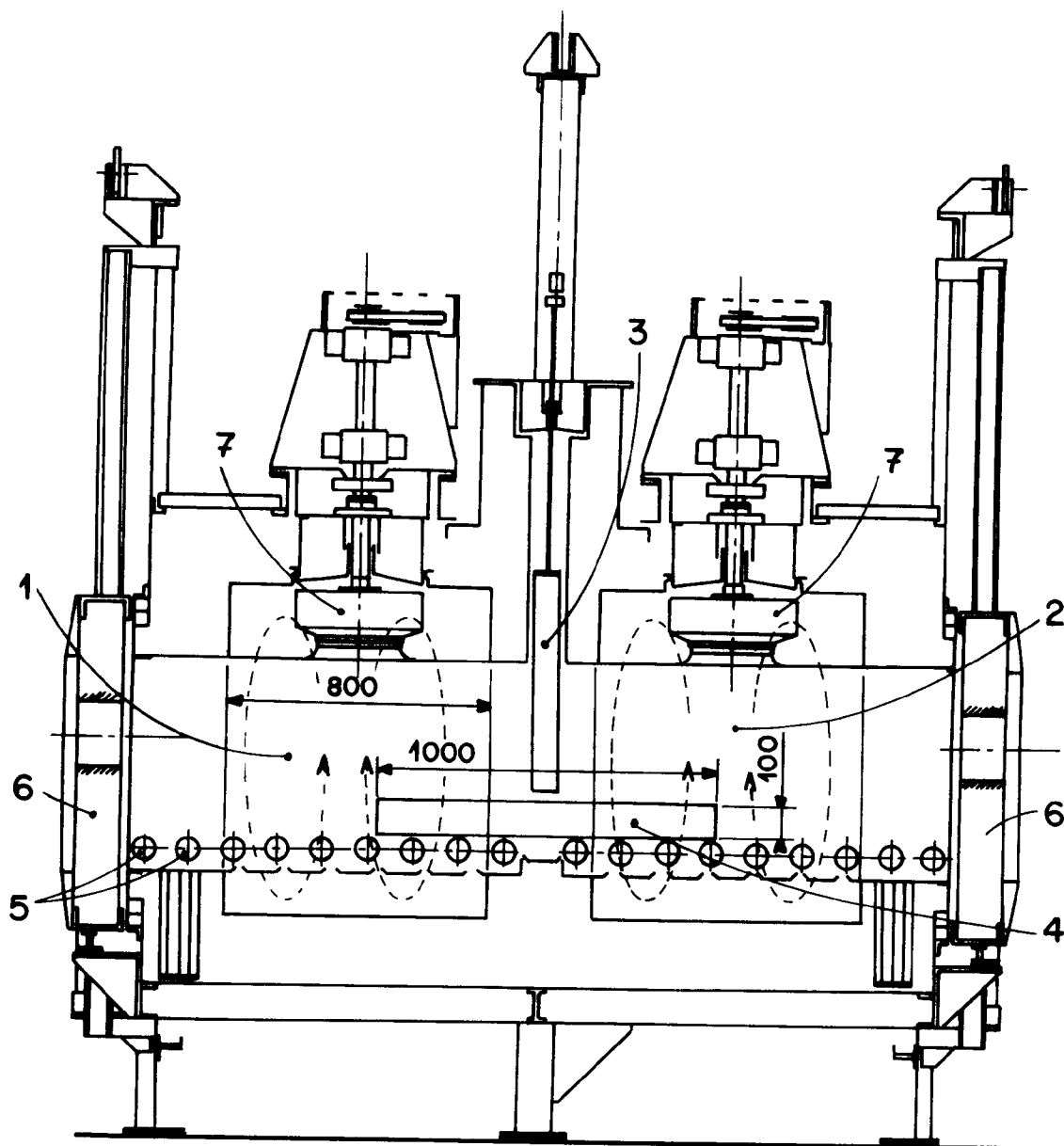


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 42 0179

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.5)
A	US-A-4 959 107 (C.R.WALLICK JR ET AL) * colonne 6, ligne 62 - colonne 7, ligne 44; revendication 1; figure 1 * ---	1-6	C22F1/04 C22F1/053 F27B17/00 F27D19/00
A	WO-A-88 07595 (WYMAN-GORDON COMPANY) * page 5, ligne 1 - ligne 7; revendication 1 * ---	1-5	
A	EP-A-0 196 243 (GRUMMAN AEROSPACE CORPORATION) * revendication 1; figure 1 * ---	1,5	
A	EP-A-0 284 876 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) * revendication 1; figures 4,6,7 * ---	1,4	
A	EP-A-0 514 292 (PECHINEY RHENALU) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5) C30B C22F F27D F27B C21D
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		20 Octobre 1994	Gregg, N
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			

EPO FORM 1503 (11.92) (P04C02)