

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 582 677

(21) N° d'enregistrement national : **85 08578**

(51) Int Cl⁴ : C 25 C 3/10.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 30 mai 1985.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 49 du 5 décembre 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : ALUMINIUM PECHINEY. — FR.

(72) Inventeur(s) : Christian Duval, Bernard Langon, Michel
Leroy et Alain Noizet.

(73) Titulaire(s) :

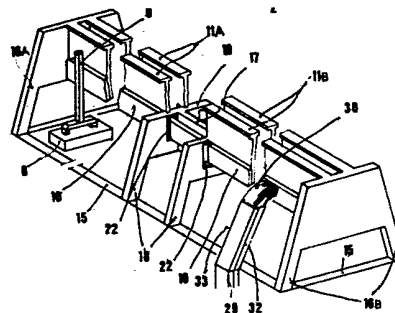
(74) Mandataire(s) : Claude Pascaud, Péchiney.

(54) Superstructure de cuve d'électrolyse avec portique intermédiaire, pour la production d'aluminium.

(57) L'invention concerne une superstructure de cuve, pour la production d'aluminium selon le procédé Hall-Héroult par électrolyse d'aluminé dans de la cryolithe fondue, la cuve étant constituée par un caisson métallique rigide, calorifugé, de forme parallélépipédique allongée, dont les deux extrémités sont appelées têtes, et par une superstructure constituée par au moins une poutre rigide disposée selon la grande longueur du caisson, supportant notamment le bus anodique et les anodes, et reposant, à ses deux extrémités, sur des appuis disposés aux deux têtes de la cuve, cette superstructure étant caractérisée en ce que chaque poutre rigide 11 s'appuie sur au moins un portique intermédiaire 17 dans sa partie centrale.

Le portique 17 peut comporter quatre pieds 18, de façon à constituer une structure auto-stable ou il peut être constitué de deux demi-éléments munis chacun de deux pieds.

De préférence, chaque poutre rigide 11 est divisée en deux tronçons égaux 11A 11B, dont les extrémités centrales s'appuient sur le portique 17.



SUPERSTRUCTURE DE CUVE D'ELECTROLYSE AVEC PORTIQUE INTERMEDIAIRE, POUR LA PRODUCTION D'ALUMINIUM

1. DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

5

La présente invention concerne un dispositif du genre portique, destiné à supporter en son milieu, ou en un ou plusieurs points intermédiaires, la superstructure d'une cuve d'électrolyse Hall-Héroult pour la production d'aluminium.

10

2. ETAT DE LA TECHNIQUE ACTUELLE

La superstructure d'une cuve d'électrolyse moderne est constituée par une ou plusieurs poutres horizontales, en acier appuyées sur des pieds à leurs 15 extrémités et supportant d'une part les montées de courant anodique et le cadre anodique, formé par des barres d'aluminium à partir desquelles sont alimentées les anodes, et d'autre part les systèmes d'alimentation en alumine (réservoir d'alumine, brise-croûte, distributeur-doseur), les systèmes de commande de montée-descente des anodes, et très souvent, les canalisations de captage des 20 effluents, gaz et poussières, émis par la cuve.

Les pieds prennent appui aux extrémités du caisson métallique qui constitue la cuve d'électrolyse proprement dite. Cette disposition a l'avantage de libérer l'espace sur les deux grands côtés des cuves, par lesquels on procède aux 25 changements d'anodes, et de ne pas transmettre à la superstructure les dilatations thermiques transversales qui se manifestent dans la partie courante du caisson après la mise en régime de la cuve, lors du démarrage.

3. PROBLEMES POSES PAR L'EVOLUTION DE LA TECHNIQUE

30

La tendance actuelle est à l'augmentation constante de la puissance unitaire des cuves, qui se traduit par un allongement du caisson dont la longueur peut se situer maintenant entre 15 et 20 mètres pour des cuves fonctionnant sous 250 KA et au-delà.

35

Dans ce cas, la construction de la superstructure pose un problème difficile : le processus de régulation des cuves exige en effet un positionnement extrêmement

précis du plan anodique par rapport au plan cathodique formé par la nappe d'aluminim liquide qui reste parfaitement horizontale (sauf faibles écarts locaux dus aux effets magnétiques).

5 Les anodes étant supportées par la superstructure, celle-ci doit posséder une rigidité suffisante pour :

- supporter son propre poids
- supporter l'effort nécessaire pour rompre les croûtes d'électrolyte solidifié qui
- 10 s'opposent aux déplacements verticaux des anodes, et qui sont particulièrement dures dans les cuves modernes utilisant des électrolytes à teneur élevée en AlF_3 ,
- assurer la constance de la distance anode-cathode sur toute la longueur de la cuve (cette distance est de l'ordre de 40 mm).

15

Pour conférer à la superstructure une rigidité satisfaisante selon les critères précédents, on est conduit à augmenter la masse (épaisseur des poutres) et la hauteur. L'augmentation de hauteur se répercute sur celle du bâtiment, donc sur son coût. On est donc rapidement limité dans cette voie.

20

4. OBJET DE L'INVENTION

L'invention a pour but de résoudre le problème de la rigidité de la superstructure des cuves modernes à grande puissance, pour la production

25 d'aluminium par le procédé Hall-Héroult, travaillant sous des intensités pouvant aller de plus de 200.000 jusqu'à 500.000 ampères et même au-delà, et ce sans gêner l'exploitation normale des cuves qui comporte, en particulier, les changements périodiques d'anodes usées.

30 Elle concerne une superstructure de cuve pour la production d'aluminium selon le procédé Hall-Héroult par électrolyse d'alumine dans de la cryolithe fondue, la cuve étant constituée par un caisson métallique rigide, garni intérieurement de calorifuge et muni d'une cathode carbonée, de forme parallélépipédique allongée, dont les deux extrémités sont appelées têtes, et par une superstructure

35 constituée par au moins une poutre disposée selon la grande longueur du caisson, supportant notamment le cadre anodique alimenté en courant par des montées positives, et sur lequel sont fixées les anodes, cette poutre reposant, à ses

extrémités, sur des appuis disposés aux deux têtes de la cuve, cette superstructure étant caractérisée en ce que chaque poutre s'appuie sur au moins un portique intermédiaire. En outre, le ou les pieds d'appui de ce portique sont de préférence placés(s) au droit de conducteurs amenant le courant provenant de la cuve précédente, et les appuis comportent des moyens de se dilater indépendamment du caisson. La poutre peut être, dans sa longueur, constituée par un élément unique, ou par plusieurs éléments distincts.

5. DESCRIPTION DES FIGURES

10

La figure 1 rappelle la structure, en coupe transversale d'une cuve d'électrolyse moderne, type PECHINEY.

Les figures 2 à 5 se rapportent à l'invention; pour respecter les proportions (largeur/longueur du caisson) on a tronqué une partie de la longueur des superstructures sur ces 2 figures. Par ailleurs, on n'a pas représenté les dispositifs de fixation des anodes, et les dispositifs de réglage en hauteur des ensembles anodiques, qui ne font pas partie de l'invention et sont bien connus de l'homme de l'art.

20 Sur la figure 1 on a souligné les organes essentiels de la cuve d'électrolyse : le caisson métallique (1), le garnissage interne (2), la cathode (3) et la barre cathodique (4), la nappe d'Al liquide (5), le bain de cryolithe fondue (6) recouvert d'une croûte solidifiée (7), les anodes (8) suspendues par les tiges (9) et fixées au cadre anodique (10) et la superstructure formée par les deux poutres rigides (11), qui supportent, notamment, le cadre anodique (10), l'ensemble des anodes (8), ainsi que le distributeur doseur d'alumine (12), dont le silo de stockage local (13) est souvent placé entre les deux poutres (11), de même que les canalisations de captage d'effluents non représentées.

30 Sur la figure 2 qui représente un exemple de superstructure selon l'invention, on a schématisé le contour du rebord supérieur (15) du caisson (1). Les poutres rigides (11) qui forment la superstructure sont séparées en deux parties (11A) et (11B) dont les extrémités extérieures s'appuient sur les pieds (16A) et (16B), disposés à chaque tête de la cuve et les extrémités centrales s'appuient sur le portique (17).

Il ne serait toutefois pas contraire à l'invention de constituer les poutres rigides (11) en une seule longueur; indépendamment des questions de transport et de mise en place, le problème de leur dilatation linéaire devrait alors être pris en considération dans la conception de la superstructure.

5

Sur la figure 2 ce portique comporte lui-même 4 pieds (18) qui s'appuient sur le rebord supérieur (15) du caisson dans sa partie centrale. Ce système d'appui doit tenir compte de ce que le caisson se dilate en cours de service, en particulier dans le sens transversal, et il ne constitue donc pas véritablement, un point
10 d'appui fixe. Il faut donc prévoir une liberté de mouvement de cet appui dans la direction de dilatation du caisson, c'est-à-dire dans la direction générale du courant parcourant la file de cuves disposées en travers par rapport à l'axe de la file, par exemple au moyen de roulements à rouleaux convenablement protégés contre les poussières abrasives d'alumine et autres constituants de l'électrolyte.
15 Pour améliorer cette protection, il est tout à fait conforme aux principes généraux régissant l'invention de placer des appuis glissants ou roulants permettant une liberté de mouvement relatif de l'appui par rapport au caisson au niveau du plat bord ou plusieurs centimètres ou décimètres au-dessus du niveau du plat bord (15). Il faut également tenir compte de l'encombrement dû à la
20 présence des montées positives telles que (29) sur le côté de la cuve (arrivées de courant provenant de la cuve précédente dans la série et qui se raccordent au cadre anodique de la cuve; une seule de ces montées est représentée). Enfin, pour tenir compte de l'opération de changement d'anodes qui s'effectue également sur le côté (une seule de ces anodes est schématisée, mais il y en a
25 au moins une vingtaine de chaque côté dans les cuves à grande puissance), on choisira de placer de préférence le ou les pieds d'appui de la superstructure dans le même gabarit d'encombrement que les montées de courant provenant de la cuve amont.

30 Lorsque la superstructure est divisée en deux parties (11A)(11B) indépendantes, disposées de part et d'autre du portique intermédiaire, il n'y a plus de contraintes de flexion au niveau du portique; en outre, la fabrication, le transport et la mise en place des deux éléments sont simplifiés, grâce à la diminution de la longueur et du poids.

35

L'appui des extrémités des poutres (11A) et (11B) sur le portique intermédiaire (17) se fait de préférence par un moyen permettant d'absorber les légers

mouvements relatifs des appuis des poutres sur le portique. Une solution simple consiste à laisser reposer librement les extrémités centrales des poutres (11A) et (11B) sur la partie supérieure (19) du portique (17).

- 5 Le cadre anodique (10) est, de préférence, constitué également en deux parties, de façon à répartir les dilatations de part et d'autre du centre de la superstructure. On dispose alors entre les deux parties du bus un joint de dilatation assurant le contact électrique, par exemple une boucle en feuilards d'aluminium, ou tout autre moyen équivalent.

10

- La solution du portique central (17) à quatre pieds offre l'avantage d'en faire un élément stable en lui-même, qui peut ainsi servir de support et d'organe de raccordement pour une superstructure en deux tronçons indépendants, et même servir de support aux ensembles de motorisation des mouvements de
15 montée-descente des anodes; la position centrale favorisant la répartition des efforts sur les deux demi-cadres supportés par les deux demi-poutres.

- L'appui des pieds (18) du portique peut s'effectuer, comme on l'a dit plus haut, sur le rebord supérieur (15) du caisson, mais aussi à l'extérieur, sur des
20 éléments spécialisés, par exemple un massif ou des piliers en béton armé. Cette disposition -qui permet de s'affranchir des problèmes de dilatation transversale du caisson- oblige toutefois à augmenter l'espace entre les cuves, donc à allonger ou à élargir le bâtiment, ce qui se répercute sur le prix de revient.

- 25 Un autre mode de mise en oeuvre de l'invention (fig. 3) consiste à supporter chaque demi-tronçon des poutres (11A) (11B) par deux portiques indépendants (20) à deux pieds, un pour les extrémités (24A) de (11A) et un pour les extrémités (24B) de (11B). Dans ce cas, et pour assurer la stabilité, chaque portique (20A, 20B) doit être soudé respectivement aux poutres (11A)(11B), au niveau des
30 appuis (21A, 21B).

- Dans les différents cas, on peut prévoir le passage du ou des cadres anodiques (10), par des ouvertures (22) ménagées dans la partie horizontale supérieure du portique intermédiaire. Ces ouvertures ne sont toutefois pas nécessaires si le
35 portique (18) est placé au-dessous, ou au-dessus du cadre anodique (10).

Sur la figure 4, on a représenté une autre variante de mise en oeuvre de l'invention, dans laquelle le portique intermédiaire a une forme qui rappelle celle d'un A majuscule (25), l'appui de la poutre (11) se faisant sur la barre horizontale (26) du A. Une réalisation particulièrement avantageuse consiste à
5 utiliser, comme portique, deux éléments en A, entretoisés, de façon à former un portique rigide, les deux éléments étant écartés d'une distance telle que l'on peut loger, entre eux, une montée de courant (29) qui vient se raccorder sur le cadre (10). Dans certains cas, on pourra être amené à écarter légèrement les anodes telles que (8A) situées de part et d'autre d'un portique en A (25), de
10 façon à faciliter les opérations d'échange des anodes usées.

Le positionnement du portique au niveau de l'une au moins des montées de courant (29) en provenance de la cuve précédente est, par ailleurs, entièrement compatible avec les structures de portiques à deux et quatre pieds des figures 2 et 3.

15

Enfin, la figure 5 représente une autre forme de mise en oeuvre de l'invention, particulièrement simplifiée, puisqu'elle se réduit à une poutre d'appui horizontale (27) reposant sur deux pieds (28) - (le second n'est pas visible sur la figure). La poutre d'appui horizontale (27) est figurée sous forme tubulaire, carrée, mais elle
20 peut aussi être constituée par tout profilé classique, par exemple en I, dont les dimensions relèvent des calculs bien connus de résistance des matériaux.

Dans le cas d'une telle réalisation, il est également préférable de disposer une des montées (29) au droit du support intermédiaire (27)(28), c'est-à-dire
25 sensiblement dans le même plan vertical que ce support, les clinquants souples (30) qui assurent la liaison électrique entre la montée (29) et le cadre anodique (10) étant raccordés sur ce cadre (10) dans la zone hachurée (31), de façon à libérer le maximum d'espace pour les manoeuvres de changement d'anodes telles que (8) ou (8A) usées.

30

De façon plus précise, on peut caractériser cette disposition en considérant que le plan transversal vertical P, (perpendiculaire au grand axe AA' de la cuve), et passant par l'axe X de la montée et le plan vertical P' passant par l'axe Y du portique intermédiaire correspondant doivent être sensiblement confondus, ou,
35 tout au moins, situés à faible distance l'un de l'autre, et sensiblement parallèles entre eux de façon que l'ensemble pied + montée positive ait un encombrement minimal.

Bien que l'invention ait été décrite dans le cas particulier où les poutres rigides (11) sont divisées en deux parties et s'appuient sur un portique central, il est évident, pour l'homme de l'art, qu'elle s'applique également au cas où, pour une cuve de plus grande dimension, les poutres rigides (11) sont divisées en plus de

5 deux parties, par exemple trois parties, égales ou non, s'appuyant sur deux portiques intermédiaires à deux ou quatre pieds. Ces superstructures de cuves peuvent donc être constituées de façon modulaire, de telle sorte que leur longueur maximale n'est plus limitée par le poids des poutres et les difficultés de transport et de mise en place, qui s'ajoutaient aux problèmes de flexion.

10

Enfin, l'invention permet de tenir compte des effets de flèche de la poutre, dus à des dilatations thermiques différentielles. En effet, la poutre d'appui horizontale telle que (26) ou (27) du portique est soumise à des variations de température qui sont fonction de la couverture en alumine de la croûte. La

15 température la plus élevée sera atteinte lors d'un changement d'anode à proximité de cette poutre, ce changement provoquant une rupture de la croûte d'électrolyte solidifiée, et un rayonnement direct de l'électrolyse, à 930-960° environ, sur la superstructure.

20 Le gradient thermique entre la partie supérieure et la partie inférieure de la poutre introduit une flèche. Si cette flèche est incompatible avec la régulation de la cuve, on est conduit à réduire ce gradient thermique. Un bon contrôle de la dilatation permet de simplifier les appuis du portique sur le caisson si les dilatations sont semblables.

25 Pour cela, on peut mettre en oeuvre l'une ou plusieurs des solutions suivantes, qui agissent sur les différents facteurs provoquant la flèche :

a) **Matériau** : il est possible d'utiliser pour constituer la poutre, des aciers au nickel qui présentent une dilatation inférieure de moitié à celle de l'acier

30 ordinaire.

b) **Evacuation des calories par circulation d'air** : les calories peuvent être évacuées par une circulation d'air à l'intérieur et/ou autour de la poutre.

35 c) **Evacuation des calories par Caloduc** : des tubes fermés contenant un fluide à la limite de la température de vaporisation sont placés au contact de la partie

inférieure de la poutre à une extrémité et à l'extérieur de la cuve à l'autre extrémité. La chaleur de la partie exposée de la poutre vaporise le liquide, ce gaz monte dans le tube et se condense dans la partie extérieure en libérant des calories.

5

d) **Equilibrage des températures** : un pont thermique peut être installé entre la partie inférieure de la poutre et sa partie supérieure. Il doit être constitué en matériau bon conducteur thermique tel que l'aluminium.

10 e) **Ecran thermique** : un écran réfléchissant et/ou isolant thermique, installé sous la poutre, la protège du rayonnement thermique occasionnel lors d'un changement d'anode.

L'invention, dans les différents modes de mise en oeuvre qui ont été décrits,
15 lève un des plus sérieux obstacles à la réalisation de cuves à 500.000 ampères (et même au-delà), dont les avantages techniques et économiques sont très attractifs.

REVENDECATIONS

1. Superstructure de cuve, pour la production d'aluminium selon le procédé Hall-Héroult par électrolyse d'alumine dans de la cryolithe fondue, la cuve étant constituée par un caisson métallique rigide, calorifugé, de forme parallélépipédique allongée, dont les deux extrémités sont appelées têtes, et par
5 une superstructure constituée par au moins une poutre disposée selon la grande longueur du caisson, supportant notamment le cadre anodique et les montées de courant venant de la cuve précédente dans la série et les anodes, et reposant, à ses deux extrémités sur des appuis disposés aux deux têtes de la cuve, cette superstructure étant caractérisée en ce que chaque poutre rigide (11) s'appuie
10 sur au moins un portique intermédiaire muni de pieds.
2. Superstructure de cuve, selon revendication 1, caractérisée en ce que le portique (17) comporte quatre pieds (18), de façon à constituer une structure auto-stable.
15
3. Superstructure de cuve, selon revendication 1, caractérisée en ce que le portique (17) est constitué de deux demi-éléments (20A)(20B) munis chacun de deux pieds tels que (23A) et (23B).
- 20 4. Superstructure, selon revendication 1, caractérisée en ce que le portique est constitué par une simple poutre d'appui horizontale (27) s'appuyant sur deux pieds (28).
5. Superstructure, selon revendication 1, caractérisée en ce que chaque poutre
25 rigide (11) est divisée en au moins deux tronçons (11A)(11B), dont les extrémités centrales (24A, 24B) s'appuient sur le portique (17) ou (20A, 20B).
6. Superstructure, selon revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que, lorsque le portique (17) est constitué de deux demi-éléments (20A)(20B), les extrémités
30 centrales (24A)(24B) des poutres rigides (11A)(11B) sont fixées, par exemple par soudure, sur les demi-éléments qui les supportent.
7. Superstructure selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les pieds (18) ou (23A)(23B) du portique (17) prennent appui librement
35 sur le rebord (15) du caisson.

8. Superstructure, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les pieds (18) ou (23A, 23B) ou (28) du portique (17) prennent appui sur le rebord (15) du caisson par un moyen autorisant un déplacement relatif, tel que des roulements à rouleaux.

5

9. Superstructure, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les pieds (18) ou (23A, 23B) ou (28) supportant les extrémités extérieures des poutres rigides (11A, 11B) s'appuient sur les rebords (15) du caisson.

10

10. Superstructure, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les pieds (18) ou (23A, 23B) ou (28) supportant les extrémités des poutres rigides (11A, 11B) prennent appui à l'extérieur des rebords (15) du caisson.

15

11. Superstructure, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les pieds (18) ou (23A, 23B) ou (28) du portique (17) prennent appui sur le rebord (15) du caisson par un moyen autorisant un déplacement relatif, les pieds côté amont ou aval étant articulés sur le plat bord par un axe parallèle
20 au grand axe de la cuve et les pieds opposés côté aval ou amont prenant appui sur le caisson.

12. Superstructure, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le plan transversal, vertical P, perpendiculaire au grand axe AA' de
25 la cuve, et passant par l'axe X de la montée telle que (29) et le plan vertical P', passant par l'axe Y du portique intermédiaire tel que (17)(25) sont sensiblement confondus.

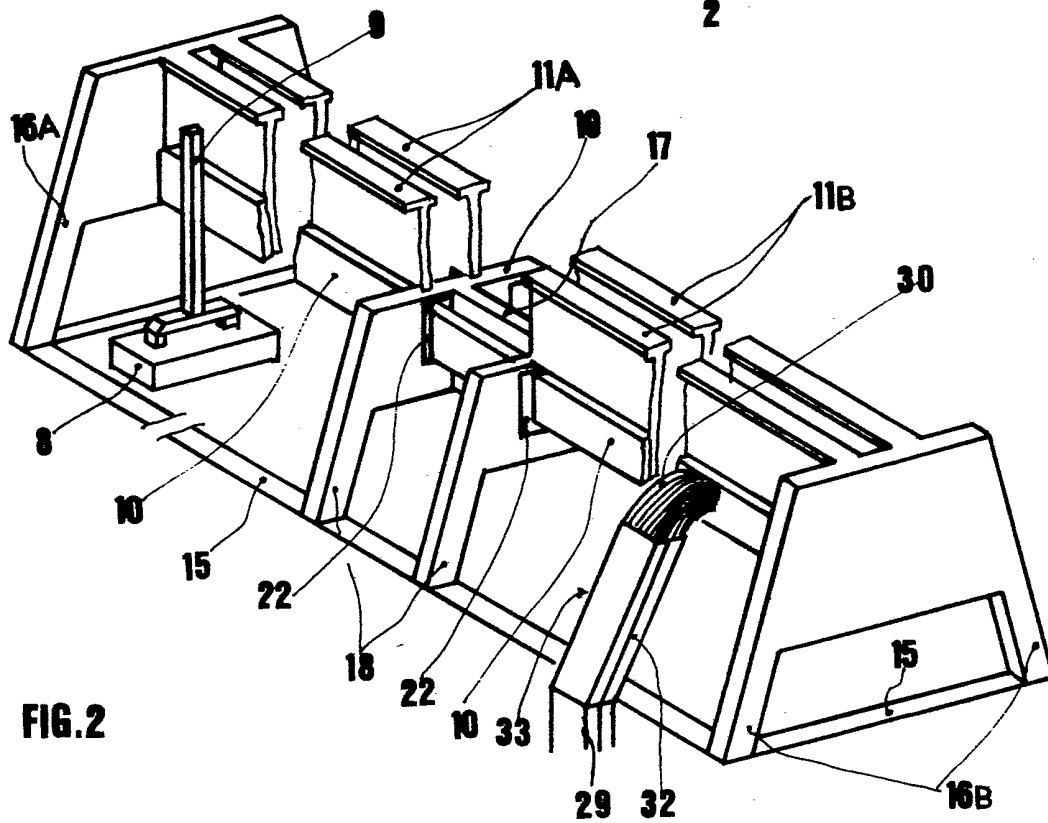
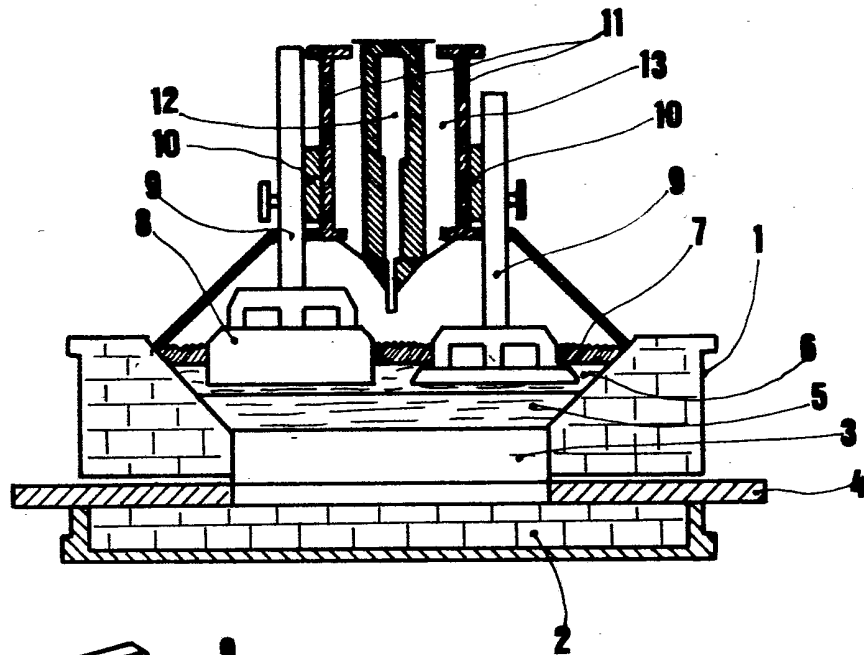
13. Superstructure, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé
30 en ce que la poutre horizontale d'appui, telle que (26) ou (27) du portique intermédiaire, comporte au moins un moyen de protection contre le rayonnement thermique du bain d'électrolyse.

14. Superstructure, selon revendication 13, caractérisée en ce que le moyen de
35 protection contre le rayonnement du bain est constitué par un écran thermique disposé sous la poutre d'appui horizontale.

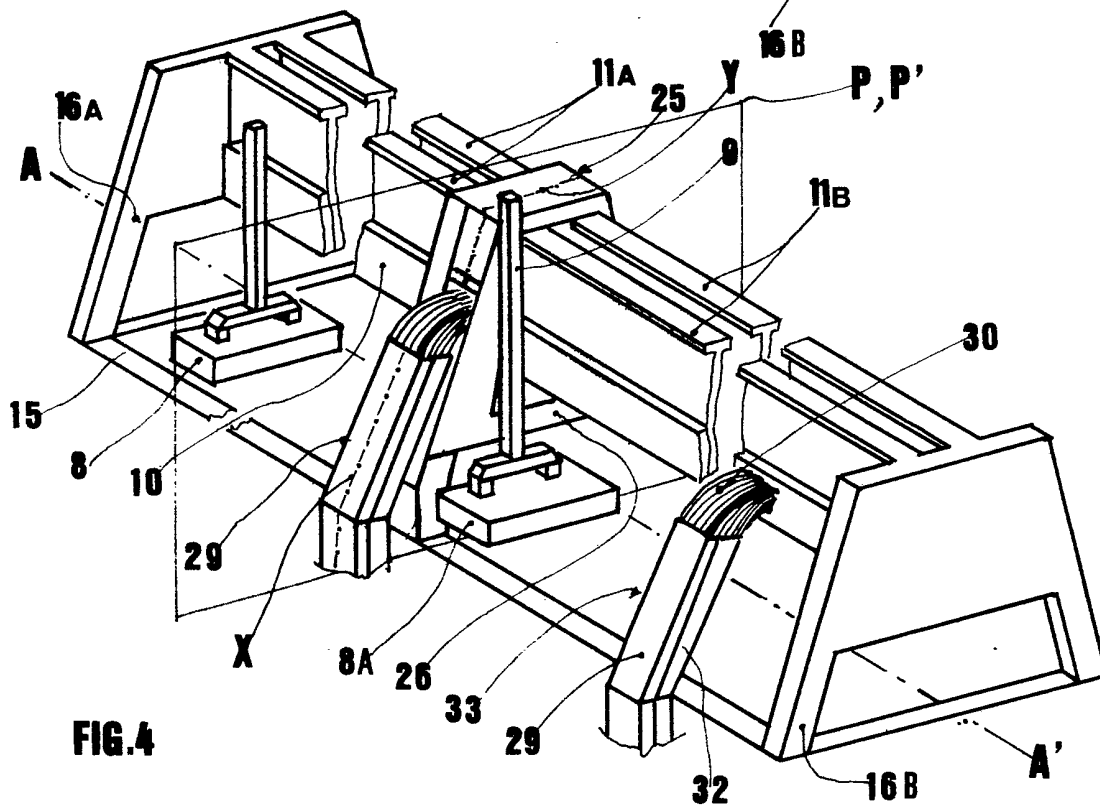
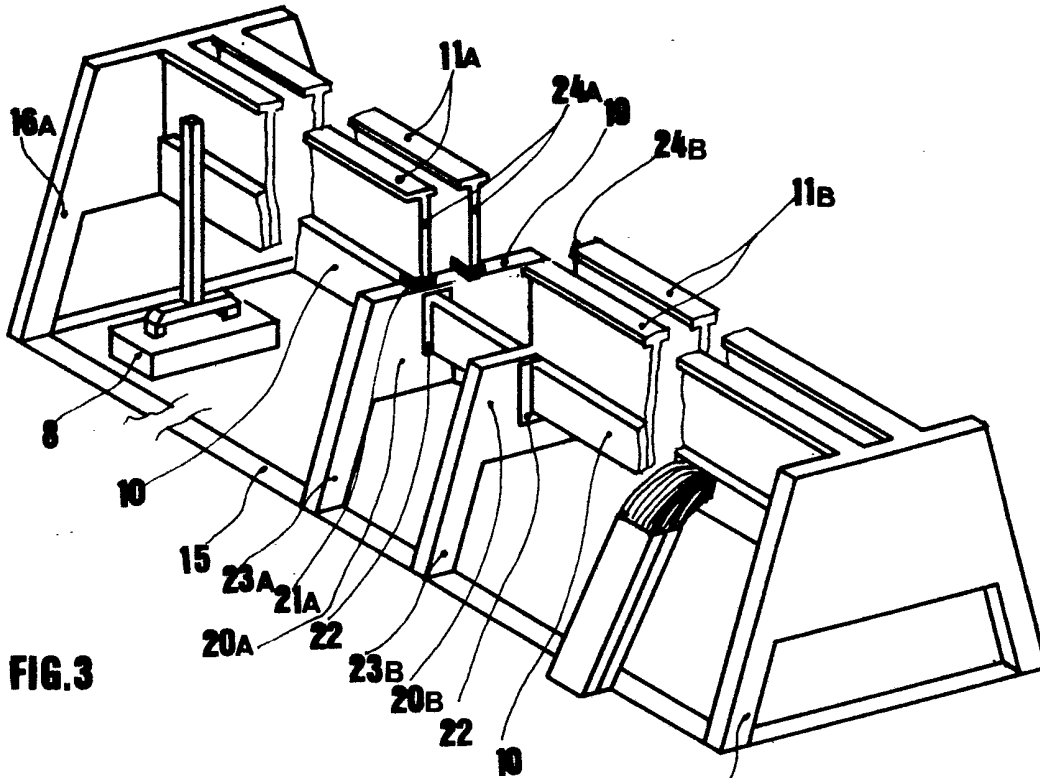
15. Superstructure, selon revendication 13, caractérisé en ce que le moyen de protection contre le rayonnement du bain est constitué par un moyen d'évacuation rapide des calories absorbées par la poutre d'appui horizontale, choisi parmi la mise en circulation d'air dans et/ou autour de ladite poutre,
- 5 l'utilisation de caloducs, les ponts thermiques en métal bon conducteur (aluminium ou cuivre) entre la partie basse et la partie haute de ladite poutre.

1-3

FIG.1



2-3



3-3

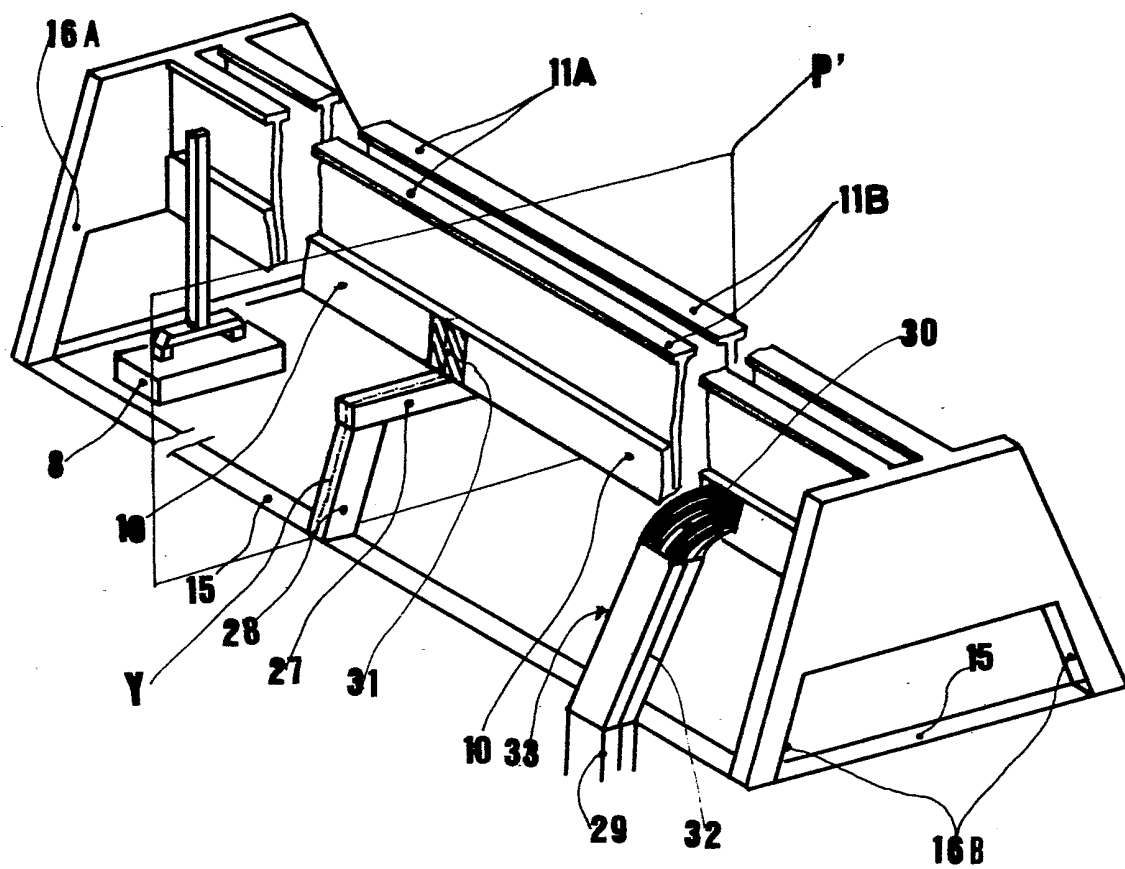


FIG. 5