(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 552 782**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **83 16048**

(51) Int Cl⁴ : C 25 C 3/08, 3/16.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 4 octobre 1983.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 14 du 5 avril 1985.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

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

(72) **Inventeur(s) :** Maurice Keinborg, Bernard Langon et Patrice Joseph Chaffy.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Claude Pascaud, Pechiney.

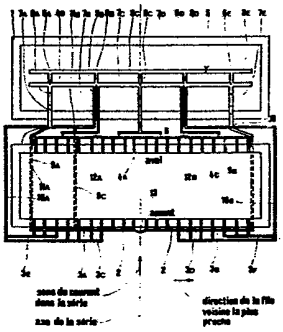
(54) Cuve d'électrolyse à intensité supérieure à 250 000 ampères pour la production d'aluminium par le procédé Hall-Héroult.

(57) L'invention concerne une cuve d'électrolyse pour la production d'aluminium par le procédé Hall-Héroult, fonctionnant au-delà de 250 000 ampères, notamment de 270 000 à 320 000 ampères.

Le raccordement entre chaque montée 7 et le croisillon 5 est effectué par des conducteurs électriques souples 8; la montée centrale 7C est située dans l'axe de série, les deux montées intermédiaires 7B, 7D et les deux montées latérales équidistantes 7A, 7E, parcourues par des intensités sensiblement égales, sont reliées à six collecteurs cathodiques amont 3, deux centraux 3A, 3B, deux intermédiaires 3C, 3D et deux latéraux 3E, 3F et trois collecteurs cathodiques aval 4, un central 4A et deux latéraux 4B, 4C.

Des liaisons équipotentielles assurent l'équilibrage du courant entre les différentes sections des collecteurs amonts et avals.

Ces cuves ont un fonctionnement très stable et un rendement énergétique élevé.



FR 2 552 782 - A1

2552782

CUVE D'ELECTROLYSE A INTENSITE SUPERIEURE A 250 000 AMPERES POUR LA PRODUCTION D'ALUMINIUM PAR LE PROCEDE HALL-HEROULT

La présente invention a pour objet un dispositif pour la production d'aluminium par électrolyse ignée dans des cuves à très haute intensité, supérieure à 250 000 ampères, en particulier de 270 000 à 320 000 ampères , et avec des consommations énergétiques très faibles, sensiblement inférieures à 13 000 KWh/T d'aluminium.

Une cuve d'électrolyse ignée comprend un creuset rectangulaire dont le fond, constituant la cathode, est formé par des blocs de carbone scellés sur des barres métalliques parallèles au petit côté de la cuve. La cathode est reliée électriquement à un ou plusieurs conducteurs négatifs, dits "collecteurs". Sur le creuset est fixée une superstructure comprenant les croisillons horizontaux parallèles au grand côté de la cuve auxquels sont suspendues des anodes en carbone. Le creuset contient un bain d'électrolyse constitué essentiellement par de l'alumine dissoute dans de la cryolithe. Les anodes sont alimentées en courant électrique par un ou plusieurs conducteurs d'alimentation positifs, dits "montées". Sous l'effet du passage du courant, l'alumine se décompose en aluminium qui se dépose sur la cathode et en oxygène qui se combine au carbone des anodes. Une partie du bain se solidifie au contact des parois latérales du creuset, formant ainsi un talus électriquement et thermiquement isolant. Dans le cas où les cuves sont disposées en travers, c'est-à-dire leur grand côté perpendiculaire à la direction générale du courant dans la file des cuves, les extrémités des barres sont dites amont ou aval suivant qu'elles sortent du côté amont ou aval de la cuve par rapport au sens du courant pris comme référence.

Les cuves sont branchées en série, les collecteurs cathodiques d'une cuve amont étant reliés aux montées anodiques de la cuve aval suivante.

Les séries de cuves sont formées d'un nombre pair de files distinctes, l'une éloignant le courant de la sous-station, l'autre le ramenant vers la sous-station. La file la plus proche de la cuve considérée est appelée file voisine. Elle a un rôle important pour la cuve considérée car le champ magnétique qu'elle crée intéragit avec les champs magnétiques propres de la cuve.

EXPOSE DU PROBLEME

Les cuves d'électrolyse construites aujourd'hui fonctionnent généralement à des intensités entre 150 000 et 240 000 ampères. L'homme de l'art sait que l'augmentation de l'intensité nominale conduit à la fois à un gain potentiel sur l'investissement et sur les coûts de fabrication. Ceci est dû à l'augmentation de production journalière de la cuve, qui est pratiquement proportionnelle à l'intensité nominale, et qui réduit, pour une production totale constante, le nombre de séries d'électrolyse à installer, les consommations énergétiques de l'outil de travail et en améliore la productivité.

La première limite à l'augmentation de taille des cuves d'électrolyse est donnée par la difficulté technique à augmenter l'intensité qui traverse une cuve, sans en affecter les rendements.

Le passage du courant électrique dans les conducteurs d'alimentation et dans les parties conductrices de la cuve produit des champs magnétiques qui provoquent des mouvements dans le métal liquide et une déformation de l'interface métal-bain d'électrolyse. Ces mouvements du métal qui agitent le bain électrolytique placé sous les anodes peuvent, lorsqu'ils sont trop importants, court-circuiter cette lame de bain par un contact du métal liquide avec les anodes.

Le rendement de l'électrolyse se dégrade fortement et les consommations énergétiques augmentent. Ces problèmes sont amplifiés avec l'augmentation de l'ampèrage des cuves, car les champs magnétiques sont alors beaucoup plus intenses, et la sensibilité de l'interface bain-métal aux effets magnétiques, plus importants.

Une des perturbations les plus difficiles à maîtriser est l'autoinstabilité de la nappe de métal liquide. Il s'agit d'un phénomène auto-entretenu se traduisant par une position variable dans le temps de l'interface entre le bain et l'aluminium liquide. La distance entre le bas des anodes et la surface supérieure de la nappe d'aluminium liquide est variable et la résistance électrique du bain varie avec le temps, sous chaque anode.

Les ensembles formés par chaque anode et le volume de bain qui leur est associé étant montés électriquement en parallèle entre les équipotentielles constituées, d'une part, par le croisillon et, d'autre part, par le métal liquide, les intensités traversant chaque anode varient aussi dans le temps.

Cela induit des variations d'intensité dans chacun des conducteurs amenant le courant de la cuve précédente, la répartition des surplus ou des manques de courant constatés sur l'anode concernée se faisant selon les lois de répartition électriques connues de l'homme de l'art. Ces variations d'intensité induites, d'une part modifient les cartes de champs magnétiques de la cuve concernée, et d'autre part imposent des courants horizontaux forcés de rattrapage dans le métal de la cuve précédente qui se trouve déséquilibrée. La présence ou l'absence d'équipotentielle, leur nombre et leur localisation permettent de modifier ces perturbations électriques. Il devient alors possible de les placer de telle sorte que la cuve amont soit électriquement quasiinsensible aux perturbations de la cuve concernée, et que les variations des champs magnétiques induites par la répercussion des modifications de répartition anodiques sur les répartitions entre les montées aient un rôle favorable dans l'amortissement de la perturbation.

Le passage du courant électrique dans les conducteurs d'alimentation et dans le bain d'électrolyse produit un champ magnétique dans la couche de bain liquide et la couche d'aluminium liquide. La présence dans bain et métal de courant électrique, caractérisé en tout point par un vecteur densité de courant $\vec{J}$, se traduit par l'existence dans le bain et le métal de forces de volumes électromagnétiques. Ces forces de volumes, appelées forces de Laplace, sont exprimées vectoriellement par la formule :

$$\vec{F} = \vec{J} \wedge \vec{B}$$

$\vec{B}$ étant le vecteur du champ magnétique au point de calcul.

Une variation de la position de la surface bain-métal modifie les valeurs de $\vec{J}$ dans la lame et dans la zone du métal liquide sous-jacente.

Les forces de Laplace varient donc et peuvent amortir ou amplifier ces déformations de l'interface. S'il y a amplification, une instabilité apparaît, entretenue par des rotations, généralisées ou localisées, du métal liquide. Suivant le cas, la période des instabilités peut être longue (30 à 60 secondes) ou courte (inférieure à 5 secondes).

La période de l'instabilité est longue lorsque le mouvement du métal intéresse toute la surface cathodique ou, parfois, s'organise en deux rotations symétriques affectant chacune des deux demi-cuves situées de part et d'autre de l'axe transversal de la cuve.

Ceci se produit, en particulier, si les composantes verticales des champs magnétiques restent de même signe sur chaque demi-cuve. Ces mouvements peuvent être minimisés en annulant la valeur intégrée du champ magnétique vertical sur toute la demi-cuve considérée. Pour des instabilités de type "rapide", les mouvements de métal sont localisés sous certaines anodes. Ils sont généralement déclenchés par une irrégularité de répartition de courant dans l'ensemble anodique à la suite d'interventions sur les cuves: changement d'une anode usée par une anode neuve, anode positionnée trop près du métal liquide, coulée des cuves, polarisation partielle du système anodique par manque d'alumine dans le bain.

On peut dire qu'en première approximation, les lignes de courant dans le bain sont verticales. En effet, du fait des très grandes différences de résistivité du bain et du métal, si elles doivent aboutir en des points de la cathode non situés à la verticale de leur départ de l'anode, les lignes de courant s'infléchissent dans l'aluminium liquide.

Dans le cas d'une anode conduisant plus de courant que la moyenne des anodes, le courant aura alors tendance à s'épanouir dans le métal liquide. Les lignes de courant sont ici centrifuges. Dans le cas d'une anode conduisant moins de courant que la moyenne des anodes, les lignes de courant seront centripètes. Dans ces deux cas, la densité de courant variera dans l'épaisseur de la nappe de métal.

L'effet dynamique des forces de Laplace peut être exprimé dans le métal par l'existence d'un rotationnel non nul dans la zone considérée.

Symboliquement, celui-ci peut être écrit :

$$\text{Rot } \vec{F} = (\vec{B} \cdot \vec{\Delta})\ \vec{J} - (\vec{J} \cdot \vec{\Delta})\ \vec{B}$$

où $\vec{\Delta}$ est le vecteur de composantes :

$$\left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z}\right)$$

La composante verticale Rz de ce vecteur rotationnel correspond à l'effet moteur de rotation de la nappe de métal dans le plan horizontal. On peut la développer en :

$$Rz = Bx \frac{dJz}{dx} + By \frac{dJz}{dy} + Bz \frac{dJz}{dz} - Jx \frac{dBz}{dx} - Jy \frac{dBz}{dy} - Jz \frac{dBz}{dz}$$

Dans l'axe des courants centrifuges ou centripèdes, on a :

$$\frac{dJz}{dx} = \frac{dJz}{dy} = 0$$

Lorsque les valeurs de Bz sont faibles sur tout le volume du métal liquide, on a :

$$\frac{dBz}{dx} = \frac{dBz}{dy} \quad \text{faibles}$$

Donc Rz peut être arrondi à :

$$Bz \frac{dJz}{dz} - Jz \frac{dBz}{dz}$$

qui varie lorsque Jz évolue dans le temps comme $(\frac{Bz}{H} - \frac{dBz}{dz})\ \Delta Jz$.

$\frac{dBz}{dz}$ étant généralement faible devant $\frac{Bz}{H}$ lorsque Bz est non nul, le terme $\frac{Bz}{H}\ \Delta Jz$ est représentatif de la sensibilité de la surface du métal aux variations d'intensités anodiques, H étant la hauteur de la couche d'aluminium fondu et ΔJz la variation de Jz inductrice des mouvements de métal.

L'homme de l'art cherche alors à agir sur ces 3 éléments pour stabiliser la marche des cuves d'électrolyse.

- il augmente la hauteur de métal, mais ceci conduit à immobiliser une quantité d'aluminium plus importante dans chaque cuve. Cela rend d'autre part assez difficile la remontée dans le bain d'électrolyse d'alumine non dissoute qui se serait déposée sur la cathode et augmente ainsi le risque "d'emplâtrage".

- il place ses conducteurs d'amenée du courant dans des positions telles que le champ vertical en tout point du creuset soit faible.

- il réduit les variations d'intensités dans les anodes en affinant les méthodes d'exploitation, en surveillant automatiquement ou manuellement les intensités anode par anode, en réglant la position des anodes à intensité trop faible ou trop forte par rapport aux valeurs nominales.

Pour les cuves d'intensité supérieure à 250 000 Ampères, cela conduit à multiplier le nombre de montées, et à motoriser les anodes individuellement ou par groupe de deux. C'est ce qui est réalisé pour les cuves faisant l'objet de notre demande de brevet français FR A-2505 368. Faute de cela, les rendements se dégradent, et les gains escomptés par augmentation de taille sont effacés par les mauvais prix de revient de l'aluminium produit.

Mais, le coût d'une cuve est fortement augmenté car la motorisation individuelle d'anodes représente un investissement très lourd par rapport à celui des superstructures à motorisation globale, solution technique habituellement retenue jusqu'à 200 à 250 000 Ampères.

La courbe des investissements en fonction de l'intensité de marche présente alors une rupture à ce niveau, rendant économiquement peu intéressant le passage de 200 000 à 300 000 Ampères.

La conception des cuves sans motorisation individuelle au-delà de 250 000 à 270 000 Ampères implique le choix de positions originales des conducteurs garantissant des champs magnétiques verticaux partout inférieurs à $1,5.10^{-3}$ Teslas (15 Gauss), malgré les effets additionnels apportés par les

autres files de cuves et les autres séries. Elles passent en outre par un amortissement maximal des variations cycliques d'intensités pouvant apparaître dans une anode et doit éviter la propagation de cette perturbation au reste de la cuve ou à la cuve amont.

EXPOSE DE L'ART ANTERIEUR

On a décrit, antérieurement, des cuves d'électrolyse capables de fonctionner sous des intensités élevées et dans lesquelles les perturbations magnétiques étaient aussi réduites que possible.

Dans le brevet US 3 415 724 (ALCOA), l'équilibrage magnétique est obtenu en disposant les conducteurs de liaison à l'extérieur du plan vertical passant par les petits côtés de la cuve et en dérivant une partie du courant (moins de la moitié) dans deux barres passant sous la partie centrale du caisson.

Dans les brevets français 2 324 761 et 2 427 760 d'ALUMINIUM PECHINEY, (auxquels correspondent respectivement les brevets US. n° 4 049 528 et 4 200 760), on a décrit des cuves d'électrolyse fonctionnant sous 175 000 à 180 000 Ampères avec des performances exceptionnelles en stabilité et rendement énergétique. Les composantes verticales du champ magnétique ont une valeur nulle pour chaque demi-cuve, car elles sont égales et de signe opposé sur le quart amont et le quart aval. Mais, si ces dispositifs conviennent bien pour des intensités inférieures à 200 000 Ampères, leur extension sans autre précaution à des cuves d'intensité supérieure à 200 000 Ampères peut faire de nouveau apparaître les phénomènes évoqués d'instabilité de la surface du métal liquide et obliger à augmenter la distance anode-métal en perdant en densité anodique, c'est-à-dire en production et en énergie consommée, ce qui efface les gains escomptés.

Dans le brevet FR-A-2 469 475 (PECHINEY), on a proposé d'extraire le courant cathodique par des sorties verticales traversant le fond du caisson, une partie au moins des conducteurs de liaison étant disposés sous le fond du caisson.

Dans le brevet FR-A-2 416 276, une partie du courant est conduit à la cuve suivante dans la série par des conducteurs disposés à l'extérieur du plan

vertical passant par les petits côtés de la cuve. Deux conducteurs de liaison passent sous la cuve et forment, avec l'axe de la cuve, un angle qui n'est pas précisé mais paraît de l'ordre de 20° (fig. 2 du brevet).

En ce qui concerne la motorisation individuelle des anodes, ou groupes d'anodes, on peut citer le brevet US 4 210 513 (ALCOA) qui prévoit un arbre de commande pour chaque ligne d'anodes et une pluralité d'embrayages télécommandés, qui déclenchent, à volonté, la montée ou la descente de chaque anode ou groupe d'anodes.

Dans notre demande de brevet français FR 2 517 704, nous avons décrit un système de réglage précis du plan anodique par motorisation individuelle de chaque groupe de 2 anodes, dans une cuve comportant, au total, 40 anodes en deux lignes indépendantes de 20 anodes. Comme on l'a expliqué plus haut, cette solution qui est, techniquement très satisfaisante, implique un investissement supplémentaire relativement lourd, mais procure un équilibre permanent et précis du courant traversant chaque groupe d'anodes.

EXPOSE DE L'INVENTION

L'objet de la présente invention est un dispositif pour la production d'aluminium par électrolyse d'alumine dissoute dans de la cryolithe fondue selon le procédé Hall-Héroult, sous intensité supérieure à 250 000 Ampères et en particulier comprise entre 270 000 ampères et 320 000 Ampères, avec une consommation énergétique inférieure à 12 600 kWh par tonne d'aluminium produit, ce dispositif comportant une pluralité de cuves rectangulaires, alignées, dont les petits côtés sont appelés "têtes", disposées en travers par rapport à leur axe d'alignement et connectées électriquement en série, en une seule file ou en plusieurs files parallèles. Les figures 1 et 2 illustrent la mise en oeuvre de l'invention. La figure 2 est identique à la figure 1, mais par souci de clarté on y a fait figurer uniquement les valeurs des intensités en KA parcourant chaque conducteur, dans une série fonctionnant sous 280 Ampères.

Dans la description qui suit, les conducteurs seront désignés par un repère numérique simple (3 à 16) lorsqu'il s'agira de l'ensemble des con-

ducteurs de même nature, et par le même repère numérique suivi d'une lettre lorsqu'il s'agira des diverses branches de chaque conducteur de même nature.

La structure générale des cuves d'électrolyse pour la production d'aluminium étant parfaitement connue de l'homme de l'art, les figures 1 et 2 ne comportent que les éléments indispensables à la compréhension de l'invention, c'est-à-dire les conducteurs électriques proprement dits, en vue de dessus.

Chaque cuve comporte un caisson en acier (1), garni en matériau isolant, supportant une cathode formée par une pluralité de blocs carbonés juxtaposés dans lesquels sont scellés des barres cathodiques métalliques (2) reliées à une pluralité de collecteurs cathodiques amonts (3) et avals (4), une pluralité d'anodes en pâte carbonée précuites dans lesquelles sont scellées les tiges d'anodes métalliques, un croisillon (5) mobile en montée et en descente sur lequel sont fixées les tiges d'anodes, et des moyens de connexion électriques (7, 8) entre les collecteurs cathodiques amont (3) et aval (4) d'une cuve, d'une part, et le croisillon (5) de la cuve suivante dans la série, d'autre part. Selon l'invention, le croisillon (5) de chaque cuve est connecté à la cuve précédente en cinq points (6A, 6B, 6C, 6D, 6E) par cinq montées équidistantes (7A, 7B, 7C, 7D, 7E) disposées sur son côté amont (8), le raccordement entre montée (7) et croisillon (5) étant fait par un conducteur électrique souple (8A, 8B, 8C, 8D, 8E) : une montée centrale (7C), située dans l'axe de la série, deux montées intermédiaires (7B, 7D) et deux montées latérales (7A, 7E) et parcourues par des intensités sensiblement égales et reliées à six collecteurs cathodiques amont : deux centraux (3A, 3B), deux intermédiaires (3C, 3D) et deux latéraux (3F, 3E) et à trois collecteurs cathodiques aval, un central (4A) et deux latéraux (4B, 4C).

L'invention se caractérise, en outre, par les points suivants :

- la montée centrale (7C) de chaque cuve est reliée au collecteur cathodique central aval (4A) de la cuve précédente.

- chaque montée intermédiaire (7B, 7D) est dédoublée. Une partie est

connectée au collecteur cathodique aval latéral de la cuve précédente (4B, 4C). L'autre partie est connectée aux collecteurs cathodiques amont (3A, 3B).

- chaque montée latérale (7A, 7E) est connectée aux collecteurs cathodiques amonts (3C, 3E, et 3D, 3F) par les conducteurs latéraux (16A et 16B).

- la liaison électrique entre les collecteurs cathodiques amonts (3) et les montées intermédiaires et latérales (7A, 7B, 7D, 7E) se fait par cinq conducteurs de liaison disposés comme suit :

.deux conducteurs de liaison (16A, 16B) contournant les têtes de la cuve et transportant chacun 35 % du courant amont,

.deux conducteurs de liaison (9A, 9B) passant symétriquement sous la cuve sensiblement à l'aplomb du bloc cathodique situé le plus près de la tête de la cuve. Le conducteur (9B) situé le plus près de la file voisine la plus proche transporte 15 % du courant amont tandis que l'autre (9A) ne transporte que 10 % du courant amont.

.un conducteur de liaison intermédiaire (9C) passant sous la cuve et disposé sensiblement à mi-distance entre l'axe de la série et la tête de la cuve, du côté opposé à la file voisine la plus proche. Le conducteur transporte 5 % du courant amont.

.les deux conducteurs de liaison (9B, 16B) situés du côté de la file voisine la plus proche ont une équipotentielle (10) au bas de la montée latérale de la cuve suivante. Le courant est ensuite redistribué entre la montée latérale (7E) et la montée intermédiaire adjacente (7D) de façon à respecter sensiblement l'égalité des intensités entre montées.

.les trois conducteurs de liaison (16A, 9A, 9C) situés du côté opposé à la file voisine la plus proche ont deux équipotentielles (11A, 11B) situées au bas de la montée latérale de la cuve suivante et entre cette montée (7A) et la montée intermédiaire adjacente (7B). Le courant est ensuite redistribué entre les 2 montées de façon à respecter l'égalité des intensités entre montées.

.les collecteurs cathodiques avals (4A, 4B, 4C) sont reliés les uns aux autres par des équipotentielles (12A, 12B), constituées de conducteurs électriques souples formées de "clinquants" c'est-à-dire d'un empilage de plaques minces en aluminium, soudées aux deux extrémités.

.les collecteurs cathodiques amont centraux (3A, 3B) sont connectés entre eux par une équipotentielle (13) de même type.

.chaque montée alimente le croisillon mobile en un point autour duquel sont disposées, de façon symétrique, 8 anodes.

Enfin, pour éviter les infiltrations d'électrolyte dans l'espace sous-cathodique, chaque cuve peut être munie, entre les blocs cathodiques et le garnissage réfractaire et isolant du caisson, d'une couche de protection aux imprégnations de produits fluorés et sodiques, constitué d'un matériau choisi parmi un au moins des produits suivants : les produits silico-alumineux, le grès, la lave de Volvic (lave volcanique chimiquement très résistante), le carbure de silicium, l'alumine électrofondue, l'acier, la silice.

Ces principes de constructions ont été mis en oeuvre dans une série expérimentale fonctionnant à une intensité de 280 000 Ampères sous 3,95 à 4 Volts.

Outre la stabilité remarquable de la cuve, qui se manifeste par l'absence de tout mouvement oscillatoire de la nappe d'aluminium liquide, on a noté des valeurs particulièrement réduites de la composante verticale Bz du champ magnétique. Les valeurs maximales sont localisées sur les têtes des cuves et restent inférieures à $1{,}5.10^{-3}$ Tesla (15 Gauss); sur 80 % de la surface cathodique, le champ est inférieur à 5.10^{-4} Teslas (5 Gauss).

La consommation énergétique, sur une période de 3 mois, a été de 12.530 Kwh/T.

AVANTAGES PROCURES PAR L'INVENTION

Par rapport à l'art antérieur et tout particulièrement par rapport au schéma de conducteurs faisant l'objet de notre brevet FR A-250 5368, les avantages procurés par la présente invention sont les suivants :

1. La motorisation individuelle des anodes (par groupe de 2) a été supprimée -d'où diminution sensible du coût- sans pour autant retrouver les inconvénients provoqués par les déséquilibres de courant entre anodes voisines.

2. On a sensiblement réduit la composante verticale Bz du champ magnétique, qui est inférieure à $1,5.10^{-3}$ T (15 Gauss) en tous points de la cuve.

3. La mise en place de liaisons équipotentielles (12A, 12B, et 13) entre les collecteurs cathodiques, permet en outre :

a- d'assurer les équilibrages de courant entre les différentes sections des collecteurs et d'étaler sur l'ensemble du circuit -donc de rendre à peu près insensible- les fluctuations de courant dans une anode.

b- d'éviter, de ce fait, la répercussion sur la cuve amont, d'une perturbation apparue dans une cuve donnée.

c- de réduire le nombre de cales de court-circuit que l'on doit mettre en place pour shunter une cuve endommagée que l'on se propose d'arrêter pour réparation ou échange.

Grâce à la conjonction de ces avantages, on peut maintenant construire et exploiter des cuves d'électrolyse sensiblement moins onéreuses que celles de l'art antérieur, à puissance égale, dans la gamme de 270 000 à 320 000 ampères, avec des résultats techniques (durée de vie, consommations énergétiques) comparables et une stabilité très élevée.

REVENDICATIONS

1. Dispositif destiné à la production d'aluminium par électrolyse d'alumine dissoute dans de la cryolithe fondue selon le procédé Hall-Héroult, sous une intensité comprise entre 270 000 ampères et 320 000 ampères, avec une consommation énergétique inférieure à 12 600 kWh par tonne d'aluminium produit, ce dispositif comportant une pluralité de cuves rectangulaires, alignées, dont les petits côtés sont appelés "têtes", disposées en travers par rapport à leur axe d'alignement et connectées électriquement en série en une seule file, ou en plusieurs files parallèles, chaque cuve comportant un caisson en acier, garni en matériau isolant, supportant une cathode formée par une pluralité de blocs carbonés juxtaposés dans lesquels sont scellées des barres cathodiques métalliques (2) reliées à une pluralité de collecteurs cathodiques amont (3) et aval (4), une pluralité d'anodes en pâte carbonée précuites dans lesquelles sont scellées les tiges d'anodes métalliques, un croisillon mobile (5) sur lequel sont fixées les tiges d'anodes et des moyens de connexion électriques (16) entre les collecteurs cathodiques amont (3) et aval (4) d'une cuve, d'une part et le croisillon (5) de la cuve suivante dans la série, d'autre part, dispositif dans lequel le croisillon (5) de chaque cuve est connecté à la cuve précédente en cinq points (6A, 6B, 6C, 6D, 6E), par cinq montées équidistantes, disposées sur son côté amont (8), caractérisé en ce que le raccordement entre chaque montée (7) et le croisillon (5) est effectué par des conducteurs électriques souples (8) et en ce que la montée centrale (7C) située dans l'axe de série, les deux séries intermédiaires (7B, 7D) et les deux montées latérales (7A, 7E), parcourues par des intensités sensiblement égales, sont reliées à six collecteurs cathodiques amont (3), deux centraux (3A, 3B), deux intermédiaires (3C, 3D) et deux latéraux (3E, 3F) et trois collecteurs cathodiques aval (4), un central (4A) et deux latéraux (4B, 4C).

2. Dispositif selon revendication 1, caractérisé en ce que :

- la montée centrale (7C) de chaque cuve est reliée au collecteur cathodique central aval (4A) de la cuve précédente,

- chaque montée intermédiaire (7B) est dédoublée. Une partie est connectée

au collecteur cathodique aval latéral (4B) de la cuve précédente. L'autre partie est connectée aux collecteurs cathodiques amonts (3A, 3C, 3E),

- chaque montée latérale (7A, 7E) est connectée aux collecteurs cathodiques amonts (3A, 3C, 3E et 3B, 3D, 3F) par les conducteurs latéraux (16A, 16B).

3. Dispositif selon revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que :

- la liaison électrique entre les collecteurs cathodiques amonts et les montées intermédiaires et latérales, est réalisée par cinq conducteurs de liaison disposés comme suit :

. deux conducteurs de liaison (16A, 16B) contournant les têtes de la cuve et transportant chacun 35 % du courant amont,

. deux conducteurs de liaison (9A, 9B) passant symétriquement sous la cuve sensiblement à l'aplomb du bloc cathodique situé le plus près de la tête de la cuve. Le conducteur (9B) situé le plus près de la file voisine la plus proche transporte 15 % du courant amont tandis que l'autre (9A) ne transporte que 10 % du courant amont,

. un conducteur de liaison intermédiaire (9C) passant sous la cuve et disposé sensiblement à mi-distance entre l'axe de la série et la tête de la cuve, du côté opposé à la file voisine la plus proche. Ce conducteur transporte 5 % du courant amont,

. les deux conducteurs de liaison (9B, 16B) situés du côté de la file voisine la plus proche ont une équipotentielle (10) au bas de la montée latérale de la cuve suivante. Le courant est ensuite redistribué entre la montée latérale (7E) et la montée intermédiaire adjacente (7D) de façon à respecter sensiblement l'égalité des intensités entre montées,

. Les trois conducteurs de liaison (16A, 9A, 9C) situés du côté opposé à la file voisine la plus proche ont deux équipotentielles (11A, 11B) situées au bas de la montée latérale de la cuve suivante et entre cette montée (7A) et la montée intermédiaire adjacente (7B). Le courant est ensuite redistribué entre les 2 montées de façon à respecter l'égalité des intensités entre montées.

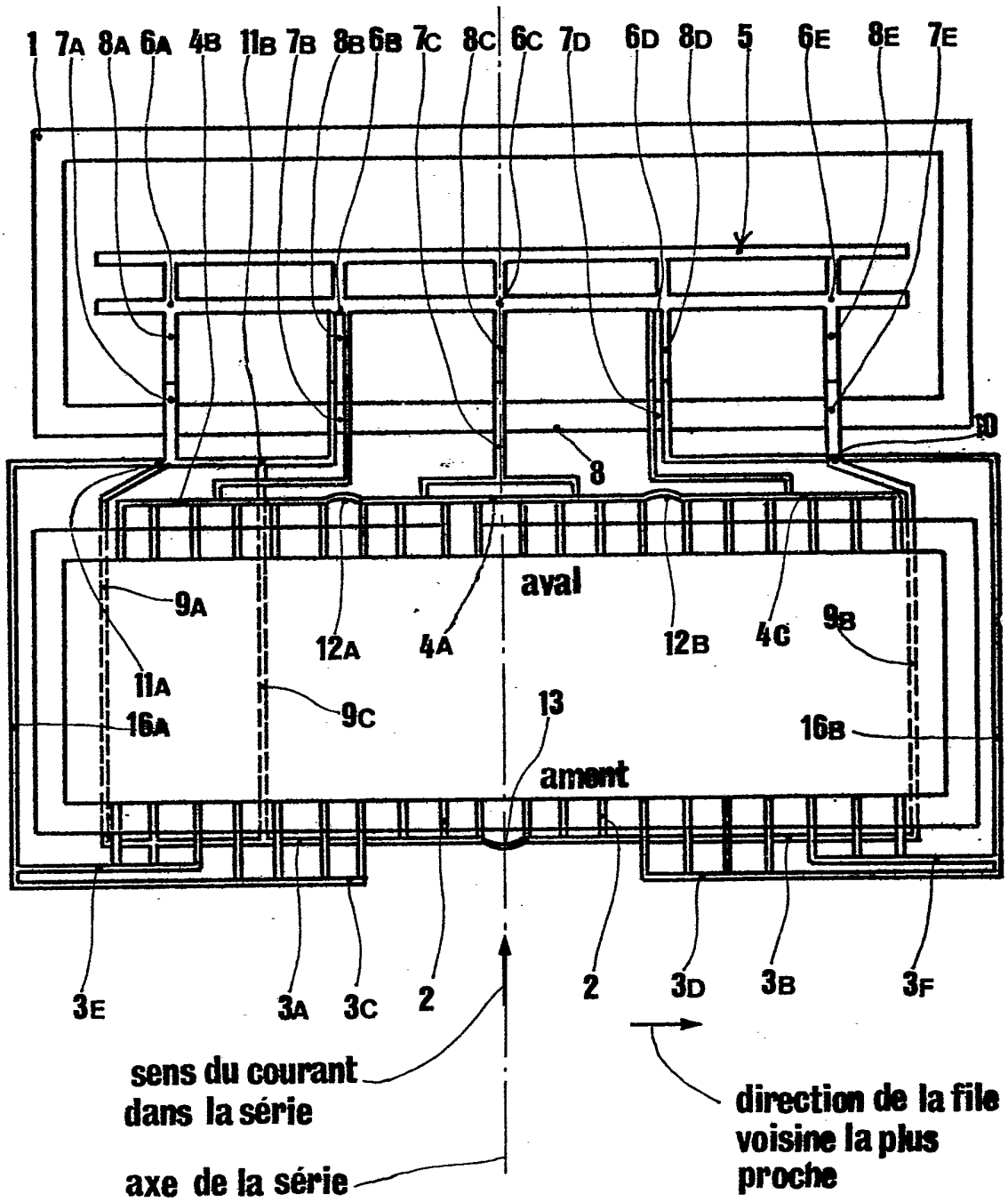
4. Dispositif, selon l'une quelconques des revendications 1, 2 ou 3,

caractérisé en ce que les collecteurs cathodiques avals (4A, 4B, 4C) sont reliés entre eux par des liaisons équipotentielles constituées de conducteurs souples, et en ce que les collecteurs cathodiques amont centraux (3A, 3B) sont également reliés entre eux par une liaison équipotentielle constituée par des conducteurs souples.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en que chaque montée (8A, 8B, 8C, 8D, 8E) alimente le croisillon mobile (5) en un point (respectivement 6A, 6B, 6C, 6D, 6F) autour duquel sont disposées, de façon symétrique, huit anodes.

1-2

FIG.1


1 7A 8A 6A 4B 11B 7B 8B 6B 7C 8C 6C 7D 6D 8D 5 6E 8E 7E
10
8
aval
9A
12A
4A
12B
4C
9B
11A
16A
9C
13
16B
ament
3E
3A
3C
2
2
3D
3B
3F
sens du courant dans la série
axe de la série
direction de la file voisine la plus proche

2·2

FIG. 2

