

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication :

2 946 665

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national :

09 53832

51 Int Cl<sup>8</sup> : C 25 C 3/22 (2006.01), B 08 B 15/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 10.06.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 17.12.10 Bulletin 10/50.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : SOLIOS ENVIRONNEMENT Société  
anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : BOUHABILA EL HANI et MALARD  
THIERRY.

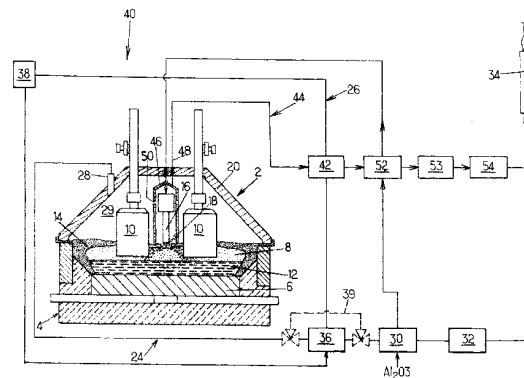
73 Titulaire(s) : SOLIOS ENVIRONNEMENT Société  
anonyme.

74 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

54 SYSTEME ET PROCEDE DE TRAITEMENT DES FUMÉES ET GAZ PRODUITS PAR UNE CUVE  
D'ELECTROLYSE LORS DE LA FABRICATION D'ALUMINIUM.

57 L'invention concerne un système (40) et un procédé  
de traitement des fumées et gaz (18, 29) produits par au  
moins une cuve d'électrolyse ignée (2) lors de la fabrication  
d'aluminium, les fumées et gaz (18, 29) comportant du  
dioxyde de carbone; le système de traitement (40) compre-  
nant un dispositif de collecte (46) apte à collecter au moins  
une partie des fumées et gaz (18, 29) produits par la cuve  
d'électrolyse (2);

caractérisé en ce que le dispositif de collecte (46) est  
propre à collecter des fumées et gaz (18, 29) comportant au  
moins 6 % de dioxyde de carbone; et en ce que le système  
de traitement (40) comprend une unité de captation (54)  
apte à capter au moins une partie du dioxyde de carbone  
contenue dans les fumées et gaz (18, 29).



FR 2 946 665 - A1



## **Système et procédé de traitement des fumées et gaz produits par une cuve d'électrolyse lors de la fabrication d'aluminium**

La présente invention concerne un système et un procédé de traitement des fumées et gaz produits par une cuve d'électrolyse lors de la fabrication d'aluminium.

Il est connu des systèmes et des procédés de traitement des fumées et gaz comportant des dispositifs de récupération des fumées et gaz sous capot des cuves d'électrolyse.

Toutefois, les fumées et gaz récupérés par ces dispositifs de récupération sous capot comportent des concentrations en dioxyde de carbone inférieur à 2%, de sorte qu'il est difficile de capter ce dioxyde de carbone par les techniques existantes.

La présente invention a pour but de proposer un système de traitement des fumées et gaz produits par une cuve d'électrolyse capable de traiter le dioxyde de carbone des fumées.

A cet effet, l'invention a pour objet un système de traitement des fumées et gaz produits par au moins une cuve d'électrolyse ignée lors de la fabrication d'aluminium, les fumées et gaz comportant des composants polluants ; lesdits composants polluants comprenant du dioxyde de carbone ; le système de traitement comportant un circuit primaire de collecte comprenant :

- un dispositif de collecte apte à collecter au moins une partie des fumées et gaz produits par la cuve d'électrolyse ;

- une unité de captation apte à capter au moins une partie des composants polluants des fumées et gaz collectés ;

caractérisé en ce que le dispositif de collecte est propre à collecter des fumées et gaz comportant au moins 6 % de dioxyde de carbone ; et en ce que l'unité de captation est apte à capter au moins une partie du dioxyde de carbone contenue dans les fumées et gaz collectés par le dispositif de collecte.

Suivant des modes particuliers de réalisation, le système de traitement comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les composants polluants comprennent du dioxyde de soufre ; et dans lequel le circuit primaire de collecte comporte un laveur apte à éliminer une partie du dioxyde de soufre par absorption et réaction chimique, les fumées et gaz étant propres à traverser le laveur avant de traverser l'unité de captation ;
- la cuve d'électrolyse comprend un bain d'électrolyte fondu recouvert d'une croûte, et au moins un piqueur-doseur propre à percer la croûte ; et dans lequel le dispositif de collecte est propre à collecter les fumées et gaz dégagés par une ouverture percée dans la croûte par ledit piqueur-doseur ;
- les composants polluants comprennent du fluorure d'hydrogène gazeux ; et dans lequel le circuit primaire de collecte comporte une première unité de traitement propre à capter une partie du fluorure d'hydrogène gazeux par absorption des fumées et gaz collectés par le dispositif de collecte sur de l'alumine fraîche ou partiellement fluorée, et par filtrage des fumées et gaz;
- une première boucle d'échange thermique parcourue par un fluide caloporteur ; la première boucle d'échange thermique comprenant un premier échangeur de chaleur traversé par les fumées et gaz collectés par le dispositif de collecte, et une unité de récupération propre à récupérer la chaleur du fluide caloporteur ; les fumées et gaz étant propres à traverser le premier échangeur de chaleur avant de traverser l'unité de captation ;
- un circuit secondaire de collecte comprenant un dispositif de récupération des fumées et gaz produits par la cuve d'électrolyse, les fumées et gaz collectés par le dispositif de récupération contenant une concentration en composants polluants moins élevée que les fumées et gaz collectés par le dispositif de collecte ;
- la cuve d'électrolyse est coiffée d'un capot, et dans lequel le dispositif de récupération est un système d'aspiration propre à aspirer les fumées et gaz situés sous le capot ;
- le circuit secondaire de collecte comprend une seconde unité de traitement apte à capter une partie du fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et gaz collectés par le dispositif de récupération, par adsorption sur de l'alumine fraîche pour générer de l'alumine partiellement fluorée, le fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et gaz

collectés par le dispositif de collecte étant capté par adsorption sur l'alumine partiellement fluorée générée par la seconde unité de traitement ;

- la première boucle d'échange thermique comprend un deuxième échangeur de chaleur traversé par les fumées et gaz collectés par le dispositif de récupération, l'unité  
5 de récupération étant propre à récupérer la chaleur du fluide caloporteur à partir de la chaleur récupérée par le fluide caloporteur ayant traversé le premier et le deuxième échangeurs de chaleur ;

- la première boucle d'échange thermique comporte un troisième échangeur de chaleur, le système de traitement comportant une seconde boucle d'échange thermique  
10 parcourue par un fluide caloporteur intermédiaire, la seconde boucle d'échange thermique étant conformée pour que le fluide caloporteur intermédiaire traverse le troisième échangeur et les parois de la cuve d'électrolyse, et

l'unité de récupération étant propre à récupérer la chaleur du fluide caloporteur à partir de la chaleur récupérée par le fluide caloporteur ayant traversé au moins le  
15 deuxième et le troisième échangeurs de chaleur.

Enfin, l'invention a également pour objet un procédé de traitement des fumées et gaz produits par au moins une cuve d'électrolyse ignée lors de la fabrication d'aluminium ; le procédé étant réalisé par un système de traitement, le procédé  
20 comportant les étapes suivantes :

a) collecte des fumées produits par la cuve d'électrolyse par au moins un dispositif de collecte, les fumées et gaz comportant des composants polluants ; lesdits composants polluants comportant au moins du dioxyde de carbone ;

b) captation d'au moins une partie des composants polluants par une unité de  
25 captation

caractérisé en ce que les fumées et gaz collectés au cours de l'étape de collecte comportent au moins 6 % de dioxyde de carbone, et en ce que l'étape de captation b) est une étape de captation du dioxyde de carbone contenu dans les fumées et gaz, par l'unité de captation.

30

Suivant des modes particuliers de réalisation, le procédé comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les fumées et gaz produits par la cuve d'électrolyse comportent du dioxyde de soufre ; et dans lequel le procédé comporte une étape de captation d'une partie du dioxyde de soufre par adsorption par un laveur, et réaction chimique ; les fumées et gaz étant propres à traverser le laveur avant de traverser l'unité de captation ;
- 5       - la cuve d'électrolyse comprend un bain d'électrolyte recouvert d'une croûte, et au moins un piqueur-doseur propre à percer la croûte ; et l'étape de collecte est une étape de collecte des fumées et gaz dégagés par une ouverture percée dans la croûte par ledit piqueur-doseur ;
  - les composants polluants comportent du fluorure d'hydrogène gazeux ; et le
- 10       procédé comporte une étape de captation d'une partie du fluorure d'hydrogène gazeux par adsorption des fumées et gaz sur de l'alumine fraîche ou partiellement fluorée, et par filtrage des fumées et gaz ;
  - une étape de refroidissement des fumées et gaz collectés par le dispositif de
- 15       collecte par leur passage au travers d'un premier échangeur de ;
  - le système de traitement comporte une première boucle d'échange thermique
- parcourue par un fluide caloporteur, la première boucle d'échange thermique comprenant le premier échangeur de chaleur et une unité de récupération propre à récupérer la chaleur du fluide caloporteur ; et
- le procédé comporte une étape de récupération de la chaleur du fluide caloporteur
- 20       ayant traversé le premier échangeur de chaleur ;
  - une étape de collecte de fumées et gaz réalisée par un dispositif de récupération,
- les fumées et gaz collectés par le dispositif de récupération contenant une concentration moins élevée en composants polluants que les fumées et gaz collectés par le dispositif de
- collecte ;
- 25       le procédé comportant une étape de refroidissement des fumées et gaz collectés par le dispositif de récupération, par leur passage au travers du deuxième échangeur de
- chaleur ;
  - une étape de captation d'une partie du fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et
- gaz collectés par le dispositif de récupération par adsorption sur de l'alumine fraîche pour
- 30       générer de l'alumine partiellement fluorée, le fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et
- gaz collectés par le dispositif de collecte étant capté par adsorption sur l'alumine partiellement fluorée générée par l'étape de captation ;

- la première boucle d'échange thermique comporte un troisième échangeur de chaleur,

le système de traitement comportant une seconde boucle d'échange thermique parcourue par un fluide caloporteur intermédiaire, la seconde boucle d'échange thermique étant conformée pour que le fluide caloporteur intermédiaire traverse le troisième échangeur et les parois de la cuve d'électrolyse, et

le procédé comportant une étape de récupération de la chaleur du fluide caloporteur ayant traversé le troisième échangeur de chaleur.

10 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe d'une cuve d'électrolyse et d'un système de traitement selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est un diagramme illustrant les étapes du procédé de traitement selon le premier mode de réalisation de l'invention ;
- 15 - la figure 3 est une vue schématique en coupe d'une cuve d'électrolyse et d'un système de traitement selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 4 est un diagramme illustrant les étapes du procédé de traitement selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

20

Les éléments identiques ou analogues des premier et deuxième modes de réalisation du système de traitement sont désignés ci-après par les mêmes références et ne sont décrits qu'une seule fois.

25 En référence à la figure 1, une cuve d'électrolyse ignée 2 comprend un caisson 4 parallélépipédique ouvert à sa base supérieure et dont le fond porte des blocs carbonés constituant la cathode 6. Ce caisson 4 contient un bain d'électrolyte 8 constitué par de l'alumine dissoute dans de la cryolithe, porté à une température comprise entre 950° et 1000° C. Dans ce bain 8, une ou plusieurs anodes 10 sont plongées. Lorsqu'un courant

30 électrique est appliqué entre les anodes 10 et la cathode 6, l'alumine se décompose en aluminium 12 formant un bain métallique qui recouvre la cathode 6, et en oxygène qui réagit avec chaque anode 10 et en provoque la combustion progressive.

L'aluminium 12 est régulièrement retiré de la cuve d'électrolyse 2.

La partie supérieure du bain d'électrolyte 8 est solidifiée, constituant ainsi une croûte 14 qui recouvre le bain 8 et l'isole thermiquement.

5

La réaction à chaque anode 10 provoque une émission de fumées et de gaz 18, 29 qui migrent sur le dessus de la cuve comprenant des polluants tels que du dioxyde et du monoxyde de carbone, du dioxyde de soufre, du fluorure d'hydrogène gazeux (HF), des particules de carbone et d'alumine, des poussières et des composés fluorés.

10

La décomposition de l'alumine entraîne une diminution de sa teneur dans le bain d'électrolyte 8. Lorsque cette teneur tombe au dessous d'une valeur limite, une tige tubulaire mobile d'acier installée entre deux anodes 10, perce la croûte 14 et injecte de l'alumine dans le bain d'électrolyte 8. Cette tige, ci-après appelée piqueur-doseur 16, est manœuvrable selon un mouvement vertical à l'aide d'un vérin, de préférence pneumatique, pour percer la croûte 14.

15

La majorité des fumées et gaz 18 emprisonnés entre l'anode 10 et la croûte 14 s'échappent par le trou percé périodiquement dans la croûte 14 par le piqueur-doseur 16 pour se loger sous un capot 20 qui recouvre la face ouverte de la cuve d'électrolyse 2. Une partie des fumées et du gaz s'échappe par les fissures et ouvertures qui existent dans la croûte 14.

20

Le système de traitement 40, selon un premier mode de réalisation de l'invention, comporte un circuit 24 de collecte des fumées et gaz produits par la cuve d'électrolyse 2, et une première boucle d'échange thermique 26. Le circuit de collecte 24 est appelé ci-après circuit secondaire de collecte pour des raisons qui apparaîtront ultérieurement.

25

Le circuit secondaire 24 comporte un dispositif de récupération 28 des fumées et gaz 29 agencé pour provoquer une dépression sous le capot 20 et aspirer les fumées et les gaz 29 situés entre celui-ci et la croûte 14, et l'unité 30 de traitement de ces fumées et gaz 29, ci-après appelée seconde unité de traitement pour des raisons qui apparaîtront ultérieurement. Le capot 20 n'est pas hermétique et de l'air extérieur est aspiré sous le

30

capot 20 par les fuites du fait de la dépression. Cet air se mélange en quantité importante avec les fumées et gaz venant de la cuve. Dans la suite du texte nous ne distinguerons plus cet air des fumées et gaz et nous appellerons par les termes génériques fumées et gaz.

5

La seconde unité de traitement 30 est propre à filtrer les poussières contenues dans les fumées et gaz 29 collectés par le dispositif de récupération 28, et à éliminer la majeure partie de fluorure d'hydrogène gazeux par adsorption du fluorure d'hydrogène gazeux de ces fumées et gaz sur de l'alumine qui est ensuite séparée des fumées et gaz par filtrage.

10

La seconde unité de traitement 30 est adaptée pour traiter les fumées et gaz 29 selon un procédé sec connu sous le nom « DRY-SCRUBBER DS ». Ce procédé permet une réduction de poussière supérieure à 98% par filtration et une réduction du fluorure d'hydrogène gazeux d'environ 99,8% par adsorption et filtration.

15

La quantité de fluorure d'hydrogène gazeux contenue dans les fumées et gaz 29 sortant de la seconde unité de traitement 30 est inférieure à 0,5 mg/Nm<sup>3</sup>. La quantité de poussière contenue dans les fumées et gaz 29 sortant de la seconde unité de traitement 30 est inférieure à 5 mg/Nm<sup>3</sup>.

20

L'alumine fluorée générée par le traitement des fumées et gaz 29 par la seconde unité de traitement 30 est introduite dans la cuve d'électrolyse 2 à l'aide du piqueur-doseur 16.

25

Le circuit secondaire 24 comporte en outre un laveur 32 à eau de mer ou à solution basique propre à éliminer par absorption et réaction chimique le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) contenu dans les fumées et gaz 29 sortant de la seconde unité de traitement 30, et une cheminée 34 propre à évacuer les fumées et gaz épurés restants.

30

A la sortie du laveur 32, les fumées et gaz 29 comportent une quantité inférieure à 60 mg/Nm<sup>3</sup> de dioxyde de soufre.

La boucle d'échange thermique 26, ci-après appelée première boucle thermique, comporte un échangeur de chaleur 36, ci-après appelée deuxième échangeur de chaleur 36 pour des raisons qui apparaîtront ultérieurement, et une unité 38 de récupération de la chaleur d'un fluide caloporteur. La première boucle thermique 26 est parcourue, d'une  
5 part, par le fluide caloporteur, et d'autre part, au niveau du deuxième échangeur 36, par les fumées et gaz 29 sortant du dispositif de récupération 28 avant que ceux-ci ne traversent la seconde unité de traitement 30.

Le fluide caloporteur chauffé par le deuxième échangeur de chaleur 36, est utilisé  
10 par exemple pour produire de l'électricité par un générateur à cycle ORC, c'est-à-dire un Cycle de Rankine Organique. Le fluide caloporteur est par exemple constitué par de l'eau, de l'huile ou d'un gaz inerte.

Le deuxième échangeur de chaleur 36 est disposé à l'extérieur de la cuve  
15 d'électrolyse 2. Par exemple, il est disposé à une distance prédéfinie supérieure ou égale à un mètre de la cuve d'électrolyse pour éviter tout risque de contact entre le fluide caloporteur et la cuve d'électrolyse.

Le deuxième échangeur de chaleur 36 est propre à refroidir les fumées et gaz 29 du  
20 circuit secondaire 24 d'une température de 110 – 160° C à une température de 70 – 100° C.

Une conduite de dérivation 39 est installée sur la première boucle d'échange  
thermique 26 à chaque extrémité du deuxième échangeur de chaleur 36 pour permettre  
25 aux fumées et gaz 29 de court-circuiter le deuxième échangeur de chaleur 36, lorsque celui-ci est encrassé et qu'il doit être nettoyé ou remplacé ou rénové.

Les fumées et gaz 29 collectés par le dispositif de récupération 28 du circuit  
secondaire 24 sont aspirés à un débit de 70000 à 100000 Nm<sup>3</sup>/tonne d'Aluminium  
30 produit. Ils comportent 100-800 mg/Nm<sup>3</sup> de poussière, 30-100 mg/Nm<sup>3</sup> de fluorure d'hydrogène gazeux, 20-100 mg/Nm<sup>3</sup> de dioxyde de soufre, 2-4 g/Nm<sup>3</sup> de dioxyde de carbone et 0,1 - 0,3 g/Nm<sup>3</sup> de monoxyde de carbone. Les fumées et gaz collectés par le circuit secondaire 24 sont référencés ci-après par la référence 29.

Ces fumées et gaz 29 collectés par le circuit secondaire présentent une température d'environ 110 – 160° C avant de traverser le deuxième échangeur de chaleur 36, et une température d'environ 70 – 100° C à la sortie du deuxième échangeur de chaleur 36.

5

La première boucle 26 d'échange thermique comporte en outre un premier échangeur de chaleur 42 disposé à l'extérieur et à une distance d'au moins un mètre de la cuve d'électrolyse.

10 Le premier échangeur de chaleur 42 est disposé en aval du deuxième échangeur de chaleur 36, c'est-à-dire que le fluide caloporteur traverse tout d'abord, le deuxième échangeur de chaleur 36 puis, le premier échangeur de chaleur 42 avant de rejoindre l'unité de récupération 38.

15 Le système de traitement 40 comporte, de plus, un circuit primaire 44 de collecte d'une partie des fumées et gaz 18 produits par la cuve d'électrolyse 2.

20 Ce circuit primaire 44 comporte un dispositif de collecte 46, ci-après appelé « hotte locale » 46 directement enchâssée dans la croûte 14 qui recueille les fumées et gaz 18, aussi appelés gaz anodique, s'échappant par le trou percé par le piqueur-doseur 16. La hotte locale 46 est propre à collecter des fumées et gaz comportant au moins 6 % de dioxyde de carbone. Les fumées et gaz collectés par le dispositif de collecte 46 sont référencés ci-après par la référence 18.

25 La hotte locale 46 loge le piqueur-doseur 16. La hotte locale 46 est reliée à un tube collecteur de gaz 48.

30 Une ouverture 50 pratiquée dans la hotte locale 46 permet d'aspirer des fumées et gaz 29 collectés par le circuit secondaire situés sous le capot 20 pour abaisser la température des fumées et gaz 18 aspirés par la hotte locale 46. L'ouverture 50 dans la hotte locale peut être réglée de façon à changer le rapport fumées et gaz collectés par le circuit primaire / fumées et gaz collectés par le circuit secondaire pour agir sur le rendement de captation de gaz anodique et la température résultante du mélange.

En pratique, 4 à 6 hottes locales 46 peuvent être installées dans une cuve d'électrolyse 2 de 300 à 400 kA pour assurer une bonne répartition de l'aspiration et capter le maximum de fumées et gaz 18.

5

75 à 85% environ des fumées et gaz 18 produits sous la croûte 14 dans la cuve d'électrolyse 2 sont aspirés par la hotte locale 46. Le reste des fumées et gaz 29 s'échappe par les fissures et les ouvertures existantes dans la croûte et est aspiré par le dispositif de récupération 28.

10

Les conduites entre le premier échangeur de chaleur 42 et chaque hotte locale 46 peuvent être calorifugées pour éviter les pertes énergétiques qui seraient importantes compte tenu du faible diamètre des tuyauteries.

15

Les fumées et gaz anodique 18 aspirés par chaque hotte locale 46 contiennent 1,2 – 8 g/Nm<sup>3</sup> de fluorure d'hydrogène gazeux , 1-8 g/Nm<sup>3</sup> de dioxyde de soufre, 110-280 g/Nm<sup>3</sup> de dioxyde de carbone et 10-26 g/Nm<sup>3</sup> de monoxyde de carbone.

Ils présentent une température de l'ordre de 200-350° C avant leur passage dans le premier échangeur de chaleur 42, et une température d'environ 70-100° C après leur passage dans le premier échangeur de chaleur 42.

Le circuit primaire 44 comporte en outre une unité de traitement 52, dite première unité de traitement 52, un laveur 53 et une unité de captation 54 reliée à la cheminée 34.

25

La première unité de traitement 52 est similaire à la seconde unité de traitement 30, située dans le circuit secondaire 24. Elle est apte à éliminer la majeure partie du fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et gaz 18 collectés par la hotte locale 46 par adsorption et filtrage.

30

Selon ce mode de réalisation, la première unité de traitement 52 utilise de l'alumine partiellement fluorée obtenue par le traitement des fumées et gaz 29 collectés par le circuit secondaire 24 par la seconde unité de traitement 30. Puis, l'alumine fluorée

générée par la première unité de traitement 52 est introduite dans la cuve d'électrolyse 2 par le piqueur-doseur 16.

5 En sortant de la première unité de traitement 52, les fumées et gaz 18 collectés par les hottes locales 46 comportent une valeur de l'ordre de  $1\text{mg}/\text{Nm}^3$  de fluorure d'hydrogène gazeux.

10 Le laveur 53 est similaire au laveur 32. A la sortie du laveur 53, les fumées et gaz 18 collectés par les hottes locales 46 comportent une valeur inférieure à  $30\text{ mg}/\text{Nm}^3$  de dioxyde de soufre. Ils présentent une température d'environ  $30\text{-}40^\circ\text{C}$ .

15 L'unité de captation 54 est destinée à capter le dioxyde de carbone par absorption par une solution d'ammoniacale ou par des amines ou autres techniques équivalentes. Comme la concentration en dioxyde de carbone des fumées et gaz prélevées par les hottes locales 46 est supérieure à la concentration en dioxyde de carbone des fumées et gaz prélevés par d'autres dispositifs de récupération connus, et notamment par rapport à un dispositif de récupération 28 des fumées et gaz sous capot, la captation de dioxyde de carbone est facilitée.

20 Enfin, les fumées et gaz 18 traités par l'unité de captation 54 sont évacués par la cheminée 34.

25 En référence à la figure 2, le procédé de traitement, selon le premier mode de réalisation de l'invention, débute par une étape 100 de collecte des fumées et gaz 29 par le dispositif de récupération 28.

30 Au cours d'une étape 102, les fumées et gaz 29 collectés par le circuit secondaire 24 sont transportés à l'extérieur et à distance de la cuve d'électrolyse 2. Le fluide caloporteur de la première boucle d'échange thermique 26 est réchauffé par le passage des fumées et gaz 29 au travers du deuxième échangeur de chaleur 36. Simultanément, les fumées et gaz 29 sont refroidis.

Ensuite, au cours d'une étape 104, les fumées et gaz 18 situés entre la croûte 14 et le bain d'électrolyte 8 sont collectés par le circuit primaire 24, via les hottes locales 46.

5 Au cours d'une étape 106, les fumées et gaz 18 collectés par les hottes locales 46 traversent le premier échangeur de chaleur 42 et réchauffent le fluide caloporteur préchauffé ayant déjà traversé le deuxième échangeur de chaleur 36. Simultanément, les fumées et gaz 18 sont refroidis.

10 Puis, au cours d'une étape 112, l'unité de récupération 38 récupère la chaleur du fluide caloporteur ayant traversé le premier 42 et le deuxième 36 échangeurs de chaleur.

15 Au cours d'une étape 114, la seconde unité de traitement 30 traite les fumées et gaz 29 collectés par le dispositif de récupération 28 par filtrage des poussières et élimination de la majeure partie du fluorure d'hydrogène gazeux. Puis, l'alumine fluorée générée par la seconde unité de traitement 30 est amenée à la première unité de traitement 52.

20 Au cours d'une étape 115, le fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et gaz collectés par les hottes locales 46 est traité par la première unité de traitement 52. Ce traitement est similaire au traitement réalisé par la seconde unité de traitement 30 à l'exception du fait que l'alumine partiellement fluorée générée par le traitement des fumées et gaz du circuit secondaire 24, est utilisée pour adsorber le fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et gaz du circuit primaire 44.

25 Puis, l'alumine fluorée est introduite dans le bain d'électrolyte par le piqueur-doseur.

30 Avantageusement, l'alumine fraîche est utilisée pour adsorber le fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et gaz contenant le moins de polluants, c'est-à-dire les fumées et gaz collectés par le circuit secondaire 24, puis est réutilisée pour adsorber le fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et gaz contenant une concentration plus élevée de polluants, c'est-à-dire les fumées et gaz collectés par le circuit primaire 44.

En variante, un mélange, éventuellement en proportions variables, d'alumine fraîche et d'alumine partiellement fluorée peut être utilisé dans le circuit primaire.

5 Au cours d'une étape 116, une partie du dioxyde de soufre contenu dans les fumées et gaz 29 collectés par le dispositif de récupération 28 est éliminée par absorption et réaction chimique, par le laveur 32.

10 Au cours d'une étape 117, la majeure partie du dioxyde de soufre contenu dans les fumées et gaz 18 collectés par les hottes locales 46 est éliminée par un laveur 53.

Au cours d'une étape 118, l'unité de captation 54 élimine par absorption ou par d'autres techniques (adsorption, filtration membranaire,..) une partie du dioxyde de carbone des fumées et gaz 18 provenant du laveur 53.

15 Enfin, au cours d'une étape 120, les fumées et gaz 29 sortants du laveur 32 et les fumées et gaz 18 sortant de l'unité de captation 54 sont évacués par la cheminée 34.

20 En variante, le circuit secondaire 24 ne comporte pas de laveur 32. Dans ce cas, l'étape 116 n'est pas réalisée. Les fumées et gaz sortant de l'unité de traitement 30 sont directement évacués par la cheminée 34.

25 Une conduite de dérivation 39 est montée de part et d'autre du premier échangeur de chaleur 42 pour permettre de le court-circuiter, par exemple, lors du nettoyage de cet échangeur de chaleur. En variante, une conduite de dérivation 39 est également montée de part et d'autre du deuxième échangeur de chaleur 36.

Ainsi, avantageusement, les systèmes de traitement peuvent continuer à récupérer de l'énergie à plus faible rendement, lors du nettoyage d'un échangeur de chaleur.

30 En variante, l'unité de récupération 38 est un système permettant d'utiliser la chaleur du fluide caloporteur pour produire du froid ou de la chaleur.

Le système de traitement 56 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, représenté sur la figure 3, comporte un circuit primaire 44 et un circuit secondaire 24

identiques aux circuits primaire 44 et secondaire 24 du système de traitement 40 selon le premier mode de réalisation de l'invention.

Le système de traitement 56 comprend en outre une première 26 et une seconde 62  
5 boucles d'échange thermique.

La première boucle d'échange thermique 26 est similaire à la première boucle d'échange thermique 26 du système de traitement 40 du premier mode de réalisation de l'invention à l'exception de l'existence d'un troisième échangeur de chaleur 60,  
10 également à l'extérieur de la cuve 2.

Dans la première boucle d'échange thermique 26, le troisième échangeur de chaleur 60 est disposé en aval du premier échangeur de chaleur 42, c'est-à-dire que le fluide caloporteur traverse tout d'abord, le deuxième échangeur de chaleur 36 puis, le premier  
15 échangeur de chaleur 42 et, enfin, le troisième échangeur de chaleur 60 avant de rejoindre l'unité de récupération 38.

La température du fluide caloporteur de la première boucle 26 est d'environ 80-100°C à l'entrée du deuxième échangeur de chaleur 36, d'environ 100°- 120°C à l'entrée  
20 du premier échangeur de chaleur 42, d'environ 150°- 250°C à l'entrée du troisième échangeur de chaleur 60, et enfin d'environ 200°- 400°C à la sortie de celui-ci.

La seconde boucle d'échange thermique 62 comporte une conduite parcourue par un fluide caloporteur intermédiaire. La conduite traverse au moins une paroi 64 latérale  
25 de la cuve d'électrolyse 2, puis le troisième échangeur de chaleur 60.

Le fluide caloporteur intermédiaire comprend, par exemple, de l'hélium, de l'air ou un autre gaz inerte vis-à-vis de l'aluminium liquide.

Le fluide caloporteur intermédiaire récupère la chaleur des parois 64 de la cuve, et la délivre au troisième échangeur 60. Avant d'entrer dans le troisième échangeur 60, la température du fluide caloporteur intermédiaire est comprise entre 250-600°C.  
30

En référence à la figure 4, le procédé de traitement selon le deuxième mode de réalisation de l'invention est identique au procédé de traitement selon le premier mode de réalisation, à l'exception du fait qu'il comporte entre les étapes 106 et 112, une étape 108 et une étape 110.

5

Au cours de l'étape 108, le fluide caloporteur intermédiaire de la seconde boucle d'échange thermique 62, traverse la ou les parois 64 de la cuve d'électrolyse et est ainsi réchauffé.

10

Au cours de l'étape 110, le fluide caloporteur intermédiaire traverse le troisième échangeur de chaleur 60 et réchauffe ainsi le fluide caloporteur de la première boucle d'échange thermique 26 déjà préchauffé dans le premier échangeur 42 et le deuxième échangeur 36.

15

Au cours de l'étape 112, l'unité de récupération 38 génère de l'électricité à partir de la chaleur récupérée par le fluide caloporteur ayant traversé le premier 42, le deuxième 36, et le troisième 60 échangeurs de chaleur.

En variante, le laveur 32 est supprimé.

20

Comme les échangeurs de chaleur 36, 42 et 60 sont à l'extérieur de la cuve, ils sont facilement nettoyables et leur remplacement est facilité.

25

Comme les échangeurs de chaleurs 36 et 42 sont traversés par des fumées, ils peuvent s'encrasser et doivent pouvoir être nettoyés facilement.

30

Comme les échangeurs de chaleur 36, 42 et 60 sont à l'extérieur de la cuve, le risque d'attaque par l'aluminium est évité et les changements d'anode 10 ne sont pas gênés.

Avantageusement, les systèmes de traitement 40, 56 des premier et deuxième modes de réalisation de l'invention comprend deux circuits 24, 44 de collecte des fumées et gaz différents présentant des pourcentages de polluants différents et des températures

différentes. Chaque circuit 24, 44 de collecte des fumées et gaz est adapté aux taux de polluants dans ceux-ci.

5 Avantageusement, les système de traitement 40, 56 des premier et deuxième modes de réalisation permettent d'augmenter le rendement de la première boucle d'échange thermique 26 par le passage des fumées et gaz à température moyenne dans un deuxième échangeur 36, puis le passage des fumées et gaz à plus haute température dans un premier échangeur de chaleur 42, et éventuellement dans un troisième échangeur de chaleur 60 à température encore plus élevée.

10

Avantageusement, le système de traitement 56 selon le deuxième mode de réalisation de l'invention comporte deux boucles d'échange thermiques 26, 62 aptes à récupérer l'énergie, l'une, des parois 64 de la cuve d'électrolyse, l'autre, l'énergie des deux circuits 24, 44 de collecte des fumées et gaz.

## REVENDICATIONS

1.- Système (40 ; 56) de traitement des fumées et gaz (18, 29) produits par au moins  
5 une cuve d'électrolyse ignée (2) lors de la fabrication d'aluminium, les fumées et gaz  
(18, 29) comportant des composants polluants ; lesdits composants polluants comprenant  
du dioxyde de carbone ; le système de traitement (40 ; 56) comportant un circuit primaire  
de collecte (44) comprenant :

- un dispositif de collecte (46) apte à collecter au moins une partie des fumées et  
10 gaz (18, 29) produits par la cuve d'électrolyse (2) ;

- une unité de captation (54) apte à capter au moins une partie des composants  
polluants des fumées et gaz collectés (18, 29) ;

caractérisé en ce que le dispositif de collecte (46) est propre à collecter des fumées  
et gaz (18, 29) comportant au moins 6 % de dioxyde de carbone ; et en ce que l'unité de  
15 captation (54) est apte à capter au moins une partie du dioxyde de carbone contenue dans  
les fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de collecte (46).

2.- Système de traitement (40 ; 56) selon la revendication 1, dans lequel les  
composants polluants comprennent du dioxyde de soufre ; et dans lequel le circuit  
20 primaire de collecte (44) comporte un laveur (53) apte à éliminer une partie du dioxyde  
de soufre par absorption et réaction chimique, les fumées et gaz (18, 29) étant propres à  
traverser le laveur (53) avant de traverser l'unité de captation (54).

3.- Système de traitement (40 ; 56) selon l'une quelconque des revendications 1 et  
25 2, dans lequel la cuve d'électrolyse (2) comprend un bain d'électrolyte (8) fondu  
recouvert d'une croûte (14), et au moins un piqueur-doseur (16) propre à percer la croûte  
(14) ; et dans lequel le dispositif de collecte (46) est propre à collecter les fumées et gaz  
(18, 29) dégagés par une ouverture percée dans la croûte (14) par ledit piqueur- doseur  
(16).

30

4.- Système de traitement (40 ; 56) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,  
dans lequel les composants polluants comprennent du fluorure d'hydrogène gazeux ; et  
dans lequel le circuit primaire de collecte (44) comporte une première unité de traitement

(52) propre à capter une partie du fluorure d'hydrogène gazeux par absorption des fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de collecte (46) sur de l'alumine fraîche ou partiellement fluorée, et par filtrage des fumées et gaz.

5            5.- Système de traitement (40 ; 56) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, qui comporte une première boucle d'échange thermique (26) parcourue par un fluide caloporteur ; la première boucle d'échange thermique (26) comprenant un premier échangeur de chaleur (42) traversé par les fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de collecte (46), et une unité de récupération (38) propre à récupérer la chaleur  
10 du fluide caloporteur ; les fumées et gaz (18, 29) étant propres à traverser le premier échangeur de chaleur (42) avant de traverser l'unité de captation (54).

6.- Système de traitement (40 ; 56) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, qui comporte un circuit secondaire de collecte (24) comprenant un dispositif de  
15 récupération (28) des fumées et gaz (18, 29) produits par la cuve d'électrolyse (2), les fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de récupération (28) contenant une concentration en composants polluants moins élevée que les fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de collecte (46).

20            7.- Système de traitement (40 ; 56) selon la revendication 6, dans lequel la cuve d'électrolyse (2) est coiffée d'un capot (20), et dans lequel le dispositif de récupération (28) est un système d'aspiration propre à aspirer les fumées et gaz (18, 29) situés sous le capot (20).

25            8.- Système de traitement (40 ; 56) selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, dans lequel le circuit secondaire de collecte (24) comprend une seconde unité de traitement (30) apte à capter une partie du fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de récupération (28), par adsorption sur de l'alumine fraîche pour générer de l'alumine partiellement fluorée, le fluorure  
30 d'hydrogène gazeux des fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de collecte (46) étant capté par adsorption sur l'alumine partiellement fluorée générée par la seconde unité de traitement (30).

9.- Système de traitement (40 ; 56) selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans lequel la première boucle d'échange thermique (26) comprend un deuxième échangeur de chaleur (36) traversé par les fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de récupération (28), l'unité de récupération (38) étant propre à récupérer la  
5 chaleur du fluide caloporteur à partir de la chaleur récupérée par le fluide caloporteur ayant traversé le premier (42) et le deuxième (36) échangeurs de chaleur.

10.- Système de traitement (40 ; 56) selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, dans lequel la première boucle d'échange thermique (26) comporte un troisième  
10 échangeur de chaleur (60),

et dans lequel le système de traitement (40 ; 56) comporte une seconde boucle d'échange thermique (62) parcourue par un fluide caloporteur intermédiaire, la seconde boucle d'échange thermique (62) étant conformée pour que le fluide caloporteur intermédiaire traverse le troisième échangeur (60) et les parois (64) de la cuve  
15 d'électrolyse (2),

l'unité de récupération (38) étant propre à récupérer la chaleur du fluide caloporteur à partir de la chaleur récupérée par le fluide caloporteur ayant traversé au moins le deuxième (36) et le troisième (60) échangeurs de chaleur.

20 11.- Procédé de traitement des fumées et gaz (18, 29) produits par au moins une cuve d'électrolyse (2)ignée lors de la fabrication d'aluminium ; le procédé étant réalisé par un système de traitement (40 ; 56), le procédé comportant les étapes suivantes :

a) collecte (104) des fumées (18, 29) produits par la cuve d'électrolyse (2) par au moins un dispositif de collecte (46), les fumées et gaz (18, 29) comportant des  
25 composants polluants ; lesdits composants polluants comportant au moins du dioxyde de carbone ;

b) captation (118) d'au moins une partie des composants polluants par une unité de captation (54) ;

caractérisé en ce que les fumées et gaz (18, 29) collectés au cours de l'étape de  
30 collecte (104) comportent au moins 6 % de dioxyde de carbone, et en ce que l'étape de captation b) (118) est une étape de captation du dioxyde de carbone contenu dans les fumées et gaz (18, 29), par l'unité de captation (54).

12.- Procédé de traitement selon la revendication 11, dans lequel les fumées et gaz (18, 29) produits par la cuve d'électrolyse (2) comportent du dioxyde de soufre ; et dans lequel le procédé comporte une étape de captation (117) d'une partie du dioxyde de soufre par adsorption par un laveur (53), et réaction chimique ; les fumées et gaz (18, 29) étant propres à traverser le laveur (53) avant de traverser l'unité de captation (54).

13.- Procédé de traitement selon la revendication 12, dans lequel la cuve d'électrolyse (2) comprend un bain d'électrolyte (8) recouvert d'une croûte (14), et au moins un piqueur-doseur (16) propre à percer la croûte (14) ; et dans lequel l'étape de collecte (104) est une étape de collecte des fumées et gaz (18, 29) dégagés par une ouverture percée dans la croûte (14) par ledit piqueur-doseur (16).

14.- Procédé de traitement selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel les composants polluants comportent du fluorure d'hydrogène gazeux ; et dans lequel le procédé comporte une étape de captation (115) d'une partie du fluorure d'hydrogène gazeux par adsorption des fumées et gaz (18, 29) sur de l'alumine fraîche ou partiellement fluorée, et par filtrage des fumées et gaz (18, 29).

15.- Procédé de traitement selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, qui comporte une étape de refroidissement (106) des fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de collecte (46) par leur passage au travers d'un premier échangeur de chaleur (42).

16.- Procédé de traitement selon la revendication 15, dans lequel le système de traitement (40 ; 56) comporte une première boucle d'échange thermique (26) parcourue par un fluide caloporteur, la première boucle d'échange thermique (26) comprenant le premier échangeur de chaleur (42) et une unité de récupération (38) propre à récupérer la chaleur du fluide caloporteur ; et

dans lequel le procédé comporte une étape (112) de récupération de la chaleur du fluide caloporteur ayant traversé le premier échangeur de chaleur (42).

17.- Procédé de traitement selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, qui comprend une étape (100) de collecte de fumées et gaz (18, 29) réalisée par un dispositif

de récupération (28), les fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de récupération (28) contenant une concentration moins élevée en composants polluants que les fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de collecte (46);

le procédé comportant une étape de refroidissement (102) des fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de récupération (28), par leur passage au travers du deuxième échangeur de chaleur (36).

18.- Procédé de traitement selon la revendication 17, qui comporte une étape de captation (115) d'une partie du fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de récupération (28) par adsorption sur de l'alumine fraîche pour générer de l'alumine partiellement fluorée, le fluorure d'hydrogène gazeux des fumées et gaz (18, 29) collectés par le dispositif de collecte (46) étant capté par adsorption sur l'alumine partiellement fluorée générée par l'étape de captation (117).

19.- Procédé de traitement selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, dans lequel la première boucle d'échange thermique (26) comporte un troisième échangeur de chaleur (60),

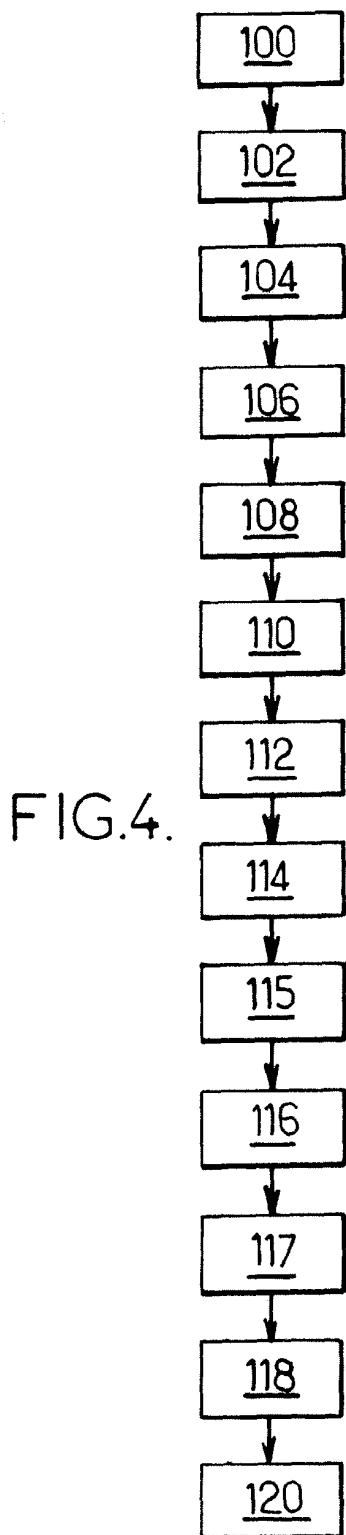
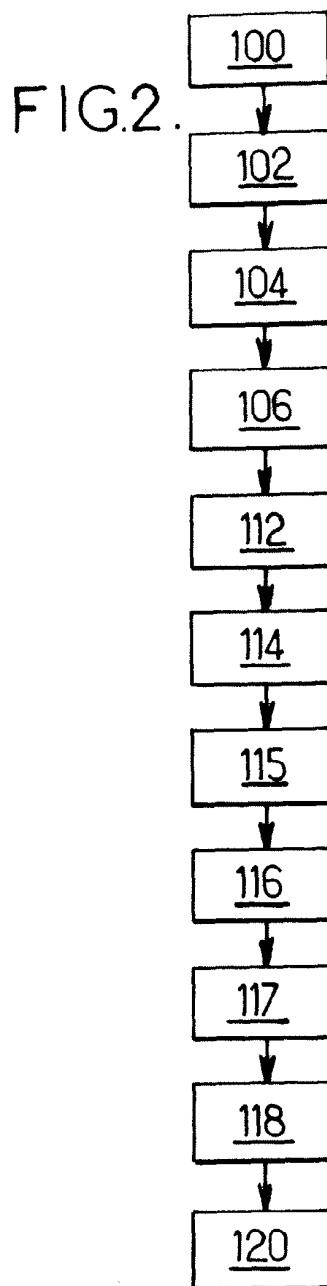
et dans lequel le système de traitement (56) comporte une seconde boucle d'échange thermique (62) parcourue par un fluide caloporteur intermédiaire, la seconde boucle d'échange thermique (62) étant conformée pour que le fluide caloporteur intermédiaire traverse le troisième échangeur (60) et les parois (64) de la cuve d'électrolyse (2), et

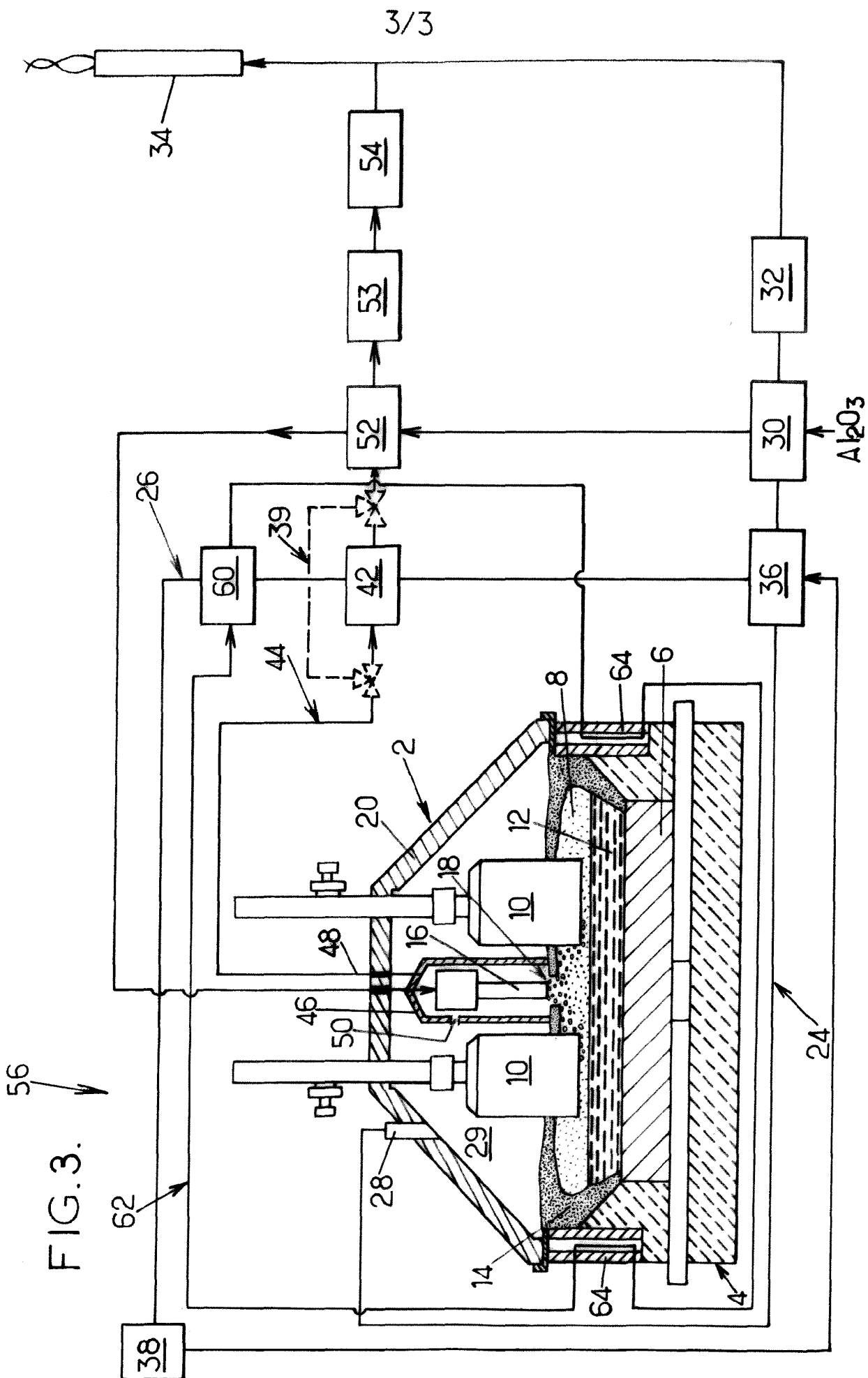
dans lequel le procédé comporte une étape de récupération (112) de la chaleur du fluide caloporteur ayant traversé le troisième échangeur de chaleur (60).

25

30









**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 722860  
FR 0953832

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 4 770 752 A (ZANNINI GIANFRANCO) 13 septembre 1988 (1988-09-13)	1,3,4, 6-8,11, 13,14 2,5,12, 15,16	C25C3/22 B08B15/00
Y	* colonne 1, ligne 7-16 *  * colonne 5, ligne 3 - colonne 6, ligne 4 * * colonne 7, ligne 29 - colonne 8, ligne 13 * * figure 3 *		
Y	----- CN 101 348 924 A (SHANGQIU FENGYUAN ALUMINUM ELE [CN]) 21 janvier 2009 (2009-01-21) * abrégé *		
A	----- WO 2008/113496 A (ALSTOM TECHNOLOGY LTD) 25 septembre 2008 (2008-09-25) * page 8, ligne 7 - ligne 17 *	2,12	
A	----- WO 2009/000025 A (COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION) 31 décembre 2008 (2008-12-31) * page 1, ligne 4 - ligne 9 * * page 10; revendication 1 *	4,14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Y	----- WO 2008/113496 A (ALSTOM TECHNOLOGY LTD) 25 septembre 2008 (2008-09-25) * page 8, ligne 7 - ligne 17 *	5,15,16	C25C B01D
A	----- WO 2009/000025 A (COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION) 31 décembre 2008 (2008-12-31) * page 1, ligne 4 - ligne 9 * * page 10; revendication 1 *	1,11	
A	----- US 3 729 399 A (ROBERT M. KIBBY) 24 avril 1973 (1973-04-24) * colonne 4; revendications 1,2,6 *	6	
A	----- FR 2 262 700 A (ALUMINIUM PECHINEY) 26 septembre 1975 (1975-09-26) * page 4, ligne 28 - ligne 35 * * page 5; revendications 1,2 *	6	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 octobre 2009		Desbois, Valérie	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0953832 FA 722860**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-10-2009**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4770752	A	13-09-1988	AU 594767 B2	15-03-1990
			AU 7296687 A	21-01-1988
			CA 1264523 A1	23-01-1990
			IT 1196487 B	16-11-1988
			NO 872936 A	18-01-1988
-----				
CN 101348924	A	21-01-2009	AUCUN	
-----				
WO 2008113496	A	25-09-2008	AU 2008228516 A1	25-09-2008
-----				
WO 2009000025	A	31-12-2008	AUCUN	
-----				
US 3729399	A	24-04-1973	AUCUN	
-----				
FR 2262700	A	26-09-1975	AU 7869775 A	02-09-1976
			CA 1055423 A1	15-05-1979
			CH 599984 A5	15-06-1978
			DE 2508129 A1	04-09-1975
			GB 1464211 A	09-02-1977
			IS 2263 A7	30-04-1975
			IT 1033230 B	10-07-1979
			JP 918502 C	22-08-1978
			JP 50126510 A	04-10-1975
			JP 52042523 B	25-10-1977
			NL 7502438 A	01-09-1975
			NO 750646 A	29-08-1975
			SE 443001 B	10-02-1986
			SE 7502299 A	29-08-1975
			US 3977950 A	31-08-1976
			YU 45175 A1	31-05-1982
			ZA 7501155 A	28-01-1976
-----				