

⑤④ Echangeur de chaleur à base d'un alliage d'aluminium obtenu par brasage.

②② Date de dépôt : 19.04.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *CONSTELLIUM NEUF-BRISACH
SAS — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 20.10.23 Bulletin 23/42.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 16.05.25 Bulletin 25/20.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : DANIELOU Armelle, KOSCHEL Diana
et BOISSONNET Laurent.

⑦③ Titulaire(s) : CONSTELLIUM NEUF-BRISACH SAS.

⑦④ Mandataire(s) : C-TEC CONSTELLIUM
TECHNOLOGY CENTER.



Description

Titre de l'invention : Echangeur de chaleur à base d'un alliage d'aluminium obtenu par brasage

Domaine technique

- [0001] L'invention concerne les bandes ou tôles minces (d'épaisseur généralement comprise de 0.1 à 2,5 mm) en alliage d'âme aluminium-magnésium-silicium (série 6xxx selon la nomenclature de l'Aluminum Association), éventuellement plaqué sur une ou deux faces d'un alliage de couverture, le plus souvent un alliage de brasage aluminium-silicium (série 4xxx selon la nomenclature de l'Aluminum Association) ou un alliage sacrificiel aluminium, aluminium-manganèse ou aluminium-zinc (série 1xxx, 3xxx ou 7xxx selon la nomenclature de l'Aluminum Association), et/ou d'un alliage intercalaire, placé entre la couche d'âme et l'éventuel alliage de brasage, en alliage aluminium ou aluminium-manganèse (série 1xxx ou 3xxx selon la nomenclature de l'Aluminum Association). Ces bandes ou tôles sont notamment destinées à la fabrication d'éléments, tels que des plaques d'échangeurs de chaleur assemblés par brasage, notamment pour l'automobile, tels que les refroidisseurs de batteries des véhicules électriques. Les techniques de brasage des alliages d'aluminium sont décrites par exemple dans l'article de J.C. Kucza, A. Uhry et J.C. Goussain “ *Le brasage fort de l'aluminium et ses alliages* ”, paru dans Soudage et Techniques Connexes, nov.-déc. 1991, pp. 18-29. Les bandes ou tôles selon l'invention peuvent notamment être utilisées dans les techniques de brasage avec flux non corrosif du type NOCOLOK® ou CAB (controlled atmosphere brazing).

ART ANTERIEUR

- [0002] Avec le développement des véhicules électriques, le marché du refroidisseur de batteries est en pleine expansion. Cette pièce a pour objectif actuel de contrôler la température de fonctionnement des batteries dans une plage généralement de 20 à 100°C, de préférence de 30 à 80°C. Les pièces peuvent être de grande dimension (1 à 2 mètres).
- [0003] Un exemple de design actuel de refroidisseur de batteries de véhicule électrique est représenté à la [Fig.1]. Il est composé de deux parties avec une couche d'âme en alliage de la série 3xxx 15 : une pièce plate 11 et une pièce emboutie 12, assemblées de manière à créer un canal 13. Dans la présente description, le terme « pièce plate » désigne une pièce qui n'est pas emboutie avant assemblage. D'autre part, le terme « pièce emboutie » désigne une pièce qui est emboutie avant assemblage, de manière à créer un canal après assemblage avec une pièce plate. En service, le canal sert à la circulation du fluide de refroidissement dans le refroidisseur de batteries de véhicule

électrique. Outre la couche d'âme en alliage de la série 3xxx 15, une couche sacrificielle 16, par exemple en alliage de la série 7xxx ou 1xxx, peut être ajoutée pour garantir la résistance à la corrosion SWAAT sur la face externe de chacune des deux pièces 11 et 12. La pièce emboutie 12 comprend également une couche de brasage en alliage de la série 4xxx 17, de l'autre côté de la couche d'âme en alliage de la série 3xxx 15 par rapport à la couche sacrificielle 16, pour assurer le brasage des deux pièces 11 et 12 ensemble. Les batteries 14 sont en contact avec la pièce plate 11, mais pas avec la pièce emboutie 12.

[0004] Les propriétés requises pour les bandes ou tôles en alliage d'aluminium utilisées pour la fabrication d'échangeurs brasés sont notamment une formabilité suffisante pour une mise en forme aisée des plaques avant brasage, une bonne aptitude au brasage, une résistance mécanique élevée après brasage, de manière à utiliser des épaisseurs aussi faibles que possible et à assurer une partie de la résistance de la structure complète de la boîte batterie, une bonne résistance à la sollicitation en fatigue en service, et une bonne résistance à la corrosion après brasage. Bien entendu, il importe que l'alliage choisi soit facile à couler et à laminier, et que le coût de fabrication des bandes ou tôles soit compatible avec les exigences de l'industrie automobile.

[0005] Afin de favoriser la réduction d'épaisseur des plaques pour les échangeurs de chaleur (comme les refroidisseurs des batteries des véhicules électriques, qui peuvent éventuellement servir également de pièces de structure), il est notamment intéressant d'augmenter les propriétés mécaniques du matériau après brasage, en particulier la limite d'élasticité ($R_{p0.2}$) de la courbe de traction obtenue selon la norme ISO 6892-1 (« *Yield Strength* » ou « *YS* » en anglais), sans réduire la résistance à la corrosion ni la brasabilité.

[0006] Des solutions ont été proposées dans ce sens. On peut citer à titre d'exemple les brevets et demandes de brevet suivants, divulguant les compositions et configurations ci-après :

- JP2005/261026 divulgue une âme en alliage de la série 3xxx comprenant notamment, en pourcentages massiques : > 0,8 % Mn ; 0,3-0,6 % Mg ; < 0,5 % Si, notamment utilisée pour des tubes.

- EP1254965 divulgue un alliage d'aluminium à durcissement structural ayant la composition suivante, en pourcentages massiques : 0,6-0,9 % Si ; 0,1-0,36 % Mg ; 0,4-0,7 % Mn ; 0,1-0,25 % Ti ; 0,25-0,35 % Cu ; < 0,7 % Fe ; optionnellement 0,05-0,25 % Zr.

- EP1687456 concerne le domaine du brasage sans flux et divulgue une âme comprenant, en pourcentages massiques : 0,3-1,0 % Si ; < 1,0 % Fe ; 0,3-1,0 % Cu ; 0,3-2,0 % Mn ; 0,3-3,0 % Mg ; < 6 % Zn ; < 0,1 % Ti ; < 0,3 % Zr ; < 0,3 % Cr ; < 2,0 % Ni ;

< 2,0 % Co ; < 0,5 % Bi ; < 0,5 % Y ; autres éléments < 0,05 % chacun et < 0,15 % au total, reste aluminium, revêtue sur au moins une face d'un alliage d'aluminium de brasage comprenant, en pourcentages massiques : 4-15 % Si et 0,01-0,5 % de l'un au moins des éléments Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y ou de mischmétal.

- EP3423607 divulgue une solution en alliage de la série 6xxx comprenant, en pourcentages massiques : 0,2-1,3 % Si ; 0,40-1,3 % Mg ; $\leq$ 0,80 % Cu ; 0,05-1,0 % Fe ; 0,05-0,70 % Mn ; optionnellement un ou deux éléments choisis parmi 0,05-0,35 % Zr et 0,04-0,35 % Cr ; $\leq$ 25 % Zn ; $\leq$ 0,25 % Ti ; reste impuretés inévitables et aluminium, ou le rapport Fe/Mn est inférieur à 1,90.

- WO2021204929 divulgue une âme en alliage de la série AA6xxx, ayant la composition suivante, en pourcentages massiques : 0,5-0,9 % Si ; $\leq$ 0,5 % Fe ; $\leq$ 0,5 % Cu ; $\leq$ 0,5 % Mn ; 0,4-0,8 % Mg ; $\leq$ 0,3 % Cr ; $\leq$ 0,3 % Zn ; $\leq$ 0,3 % Ti ; $\leq$ 0,1 % Zr ; reste aluminium et impuretés inévitables 0,05 % au maximum chacune et 0,15 % au maximum au total.

[0007] Mais les solutions proposées ne permettent pas forcément de résoudre le bon compromis entre une bonne résistance mécanique après brasage, notamment en termes de $R_{p0,2}$, une bonne résistance à la corrosion et une bonne brasabilité, en particulier avec une température de solidus de l'alliage de la couche d'âme suffisamment élevée pour permettre la fusion de la couche de brasage en évitant la fusion de la couche d'âme.

[0008] Face à une demande du marché croissante, il demeure un besoin d'un nouvel alliage d'âme ayant une résistance mécanique améliorée par rapport aux alliages existants, notamment en termes de $R_{p0,2}$, sans dégradation de la résistance à la corrosion ni de la brasabilité. Un tel alliage d'âme pourrait permettre de répondre à la demande toujours présente de réduction d'épaisseur des produits et à la demande de développer des solutions à propriétés mécaniques élevées pour les refroidisseurs de batterie afin d'améliorer leur contribution à la résistance globale de la structure protégeant les batteries (qui inclut le refroidisseur de chaleur, mais également les pièces encapsulant les batteries, intégrées ou non à la caisse du véhicule).

Exposé de l'invention

[0009] La demanderesse a déterminé un domaine de composition permettant, de manière surprenante, d'améliorer la résistance mécanique sans dégradation de la résistance à la corrosion ou de la brasabilité. A titre d'exemple, la cible selon la présente invention peut être d'atteindre une limite d'élasticité $R_{p0,2}$ supérieure ou égale à environ 130 MPa, de préférence 150 MPa, de préférence 180 MPa, voire supérieure ou égale à environ 190 MPa, voire supérieure ou égale à environ 200 MPa, pour les bandes ou

tôles industrielles après brasage.

[0010] La solution selon la présente invention est notamment basée sur au moins l'un des éléments suivants, qui peuvent concerner la composition de l'alliage de la couche d'âme, la configuration des pièces plate et emboutie ou encore le procédé de fabrication :

- Utiliser une couche d'âme en alliage de la série 6xxx, ayant une composition telle que décrite selon la présente invention, en conservant de préférence une température de solidus par exemple supérieure à 615°C, en particulier dans le cas où l'âme est plaquée avec une couche de brasage comprenant un alliage d'aluminium de la série 4xxx dont la température de solidus est d'environ 577°C, par exemple un alliage AA4343 ou AA4045. De manière générale, la température de solidus de la couche d'âme en alliage de la série 6xxx est de préférence supérieure d'au moins 20°C, de préférence d'au moins 30°C, de préférence d'au moins 40°C, par rapport à la température de solidus de la couche de brasage ;

- Utiliser une couche sacrificielle sur les deux faces de cette couche d'âme en alliage de la série 6xxx pour la pièce plate 11 de l'échangeur de chaleur, pour assurer une bonne résistance à la corrosion du côté externe de l'échangeur de chaleur, c'est-à-dire du côté de la pièce plate 11 opposé à celui où se trouve la pièce emboutie 12.

- Assembler une pièce plate 11, ayant une couche d'âme en alliage de la série 6xxx 18 plaquée sur ses deux faces avec une couche sacrificielle 16, et une autre pièce 12, ayant une couche d'âme en alliage de la série 6xxx 18 plaquée sur une face avec une couche de brasage 17 et sur l'autre face avec une couche sacrificielle 16, qui est emboutie pour former un canal 13, entre la pièce plate 11 et la pièce emboutie 12, comme illustré à la [Fig.2]. Après assemblage, selon la configuration non-limitative de la [Fig.2], la couche de brasage 17 de la pièce emboutie 12 se trouve entre la couche d'âme en alliage de la série 6xxx 18 de la pièce emboutie 12 et une des couches sacrificielles 16 de la pièce plate 11. Il est à noter que les deux couches d'âme en alliage de la série 6xxx 18 ou les deux couches sacrificielles 16 peuvent avoir la même composition ou des compositions différentes. Il est également à noter que, selon une variante, il pourrait y avoir une couche sacrificielle entre la couche d'âme en alliage de la série 6xxx 18 et la couche de brasage 17.

- Braser, par exemple dans un four CAB (brasage sous atmosphère contrôlée, par exemple avec contrôle de la quantité d'azote ou d'argon et/ou d'oxygène) à une température de préférence inférieure à 615°C, préférentiellement inférieure à 610°C, préférentiellement inférieure à 605°C. Au-dessus de 570°C, limiter la quantité d'oxygène à moins de 100 ppm, de préférence à moins de 50 ppm, peut permettre d'améliorer la qualité du brasage.

- Assurer de préférence un refroidissement à la fin du cycle de brasage, de préférence

à une vitesse supérieure à 25°C/min, de préférence supérieure à 40°C/min, de préférence supérieure à 50°C/min en-dessous de 380°C et jusqu'à 100°C. Un refroidissement rapide peut permettre d'éviter ou de réduire la formation de précipités de type (Mg,Si) de taille grossière, par exemple supérieure à 150 nm, qui peuvent réduire le potentiel durcissant de l'alliage, notamment le $Rp_{0,2}$.

- Ajouter optionnellement une étape de revenu post-brasage, de préférence à une température de 180 à 220°C, de préférence pendant une durée inférieure à 6 heures, préférentiellement inférieure à 3 heures, de préférence inférieure ou égale à 2 heures (par exemple de 2 heures à 195°C ou de 30 minutes à 205°C)

[0011] L'invention a ainsi pour objet une bande ou tôle, destinée à la fabrication d'échangeurs thermiques brasés, de préférence de refroidisseurs de batteries des véhicules électriques, comprenant, de préférence étant constitué de, une couche d'âme, éventuellement une couche de couverture sur une ou deux faces de la couche d'âme et éventuellement une couche intercalaire sur une ou deux faces de la couche d'âme placée entre la couche d'âme et la couche de couverture, la couche d'âme étant en alliage d'aluminium de la série 6xxx ayant la composition suivante (% en masse) :

- Si : de 0,45 à 0,75 ; de préférence de 0,50 à 0,70 % ; de préférence de 0,55 à 0,65 % ;

- Fe : de 0,10 à 0,40 % ; de préférence de 0,12 à 0,35 % ; de préférence de 0,14 à 0,30 % ; de préférence de plus de 0,18 à 0,26 % ;

- Cu : $\leq 0,50$ % ; de préférence $\leq 0,45$ % ; de préférence $\leq 0,25$ % ; de préférence $\leq 0,15$ % ; et de préférence $> 0,05$ % selon une première variante ; ou de préférence de 0,25 à 0,45 % ; de préférence de 0,29 à 0,40 % selon une deuxième variante ;

- Mn : $\leq 0,30$ % ; de préférence $\leq 0,20$ % ; de préférence de $\leq 0,15$ % ; de préférence de $\leq 0,10$ % ;

- Mg : de 0,25 à 0,56 % ; de préférence de 0,25 à 0,45 % ; de préférence de 0,30 à 0,39 % ;

- Ti : $< 0,050$ % ; de préférence $< 0,045$ % ; de préférence $< 0,040$ % ;

- optionnellement V : de 0,05 à 0,16 % ;

- impuretés inévitables : $< 0,05$ % chacune et $< 0,15$ % au total ;

- reste aluminium.

[0012] L'invention a également pour objet un ensemble de deux tôles ou bandes comprenant, de préférence étant constitué de :

- une pièce plate formée à partir d'une bande ou tôle selon la présente invention ;

- une pièce emboutie formée à partir d'une bande ou tôle selon la présente invention ;

les deux pièces étant destinées à être assemblées par brasage et formant un canal grâce à la déformation de la pièce emboutie, la couche la plus extérieure de la pièce emboutie et/ou de la pièce plate en contact avec l'autre pièce étant une couche de

brasage.

- [0013] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une bande ou tôle selon la présente invention, comprenant les étapes successives de :
- coulée d'une plaque en alliage d'âme ;
 - optionnellement homogénéisation de la plaque à une température de 450 à 580°C, de préférence de 520 à 560°C pendant 1 à 24 heures ;
 - placage éventuel avec un alliage d'aluminium de couverture sur une ou deux faces de la couche d'âme et éventuellement un alliage d'aluminium intercalaire sur une ou deux faces de la couche d'âme ;
 - préchauffage à une température de 400 à 550°C, de préférence de 450 à 530°C, de préférence de 480 à 510°C, de préférence avec un maintien à la température maximale pendant moins de 30 heures, de préférence pendant moins de 20 heures, de préférence pendant moins de 12 heures, plus préférentiellement pendant moins de 3 heures ;
 - laminage à chaud de la plaque éventuellement homogénéisée et éventuellement plaquée à une température de 390 à 530°C, de préférence de 470 à 530°C, jusqu'à une épaisseur de 2 à 6 mm,
 - laminage à froid à l'épaisseur désirée, l'épaisseur de la bande ou tôle après laminage à froid étant de préférence de 0,15 à 3 mm et
 - traitement thermique dans un four à passage à une température de 250 à 560°C, de préférence de 320 à 430°C, de préférence 320 à 360°C avec un maintien à la température maximale pendant moins de 5 minutes, de préférence moins de 1 minute, de préférence pendant moins de 30 secondes et de préférence plus de 15 secondes, ou dans un four batch, c'est-à-dire un four fonctionnant en discontinu, à une température de 250 à 390°C, de préférence de 310 à 360°C, avec un maintien à la température maximale de préférence pendant moins de 3 heures, de préférence pendant moins de 2 heures et de préférence moins de 1 heure, de manière à obtenir une recristallisation à petits grains.

- [0014] L'invention a également pour objet un échangeur de chaleur réalisé au moins en partie à partir d'une bande ou tôle selon la présente invention ou à partir d'un ensemble de deux tôles ou bandes selon la présente invention.

- [0015] L'invention a également pour objet l'utilisation d'une bande ou tôle selon la présente invention ou d'un ensemble de deux tôles ou bandes selon la présente invention, pour la fabrication d'un échangeur de chaleur, de préférence un refroidisseur de batteries d'un véhicule électrique.

FIGURES

- [0016] [Fig.1] La [Fig.1] est un schéma en coupe transversale décrivant un design actuel d'un refroidisseur de batteries d'un véhicule électrique.

- [0017] [Fig.2] La [Fig.2] est un schéma en coupe transversale décrivant un design d'un refroidisseur de batteries d'un véhicule électrique selon la présente invention.
- [0018] [Fig.3] La [Fig.3] est un schéma décrivant le montage des tôles pour le test de brasabilité de l'exemple 1.
- [0019] [Fig.4] La [Fig.4] est un schéma décrivant le montage et l'analyse de perforation lors du test de résistance à la corrosion SWAAT de l'exemple 3.

DESCRIPTION DETAILLEE de L'INVENTION

- [0020] Dans la description et les revendications, sauf indication contraire :
- la désignation des alliages d'aluminium est conforme à la nomenclature de The Aluminum Association ;
 - les teneurs en éléments chimiques sont désignées en pourcentages massiques.

Alliage d'aluminium de la couche d'âme

- [0021] Les limites de composition de l'alliage d'aluminium de la série 6xxx de la couche d'âme utilisée selon la présente invention, sont exprimées en pourcentages massiques et peuvent se justifier de la manière suivante.

Silicium : Une teneur minimale en Si de 0,45 % permet d'améliorer les propriétés mécaniques, notamment par la formation de précipités durcissants contenant du magnésium et du silicium lors du revenu post-brasage. La teneur en silicium est donc de préférence supérieure ou égale à 0,45 %, ou supérieure ou égale à 0,46 %, ou supérieure ou égale à 0,47 %, ou supérieure ou égale à 0,48 %, ou supérieure ou égale à 0,49 %, ou supérieure ou égale à 0,50 %, ou supérieure ou égale à 0,51 %, ou supérieure ou égale à 0,52 %, ou supérieure ou égale à 0,53 %, ou supérieure ou égale à 0,54 %, ou supérieure ou égale à 0,55 %.

Une teneur en Si trop élevée peut réduire la température de solidus de l'âme et compromettre le brasage. Il est alors préférable de limiter le Si à une teneur inférieure ou égale à 0,75 %, ou inférieure ou égale à 0,74 %, ou inférieure ou égale à 0,73 %, ou inférieure ou égale à 0,72 %, ou inférieure ou égale à 0,71 %, ou inférieure ou égale à 0,70 %, ou inférieure ou égale à 0,69 %, ou inférieure ou égale à 0,68 %, ou inférieure ou égale à 0,67 %, ou inférieure ou égale à 0,66 %, ou inférieure ou égale à 0,65 %.

De préférence, le rapport massique Mg/Si est compris de 0,4 à 1,0, de préférence de 0,5 à 0,9.

- [0022] **Fer** : Une teneur maximale en Fe de 0,40 %, ou de 0,39 %, ou de 0,38 %, ou de 0,37 % ou de 0,36 %, ou de 0,35 %, ou de 0,34 %, ou de 0,33 %, ou de 0,32 %, ou de 0,31 %, ou de 0,30 %, ou de 0,29 %, ou de 0,28 %, ou de 0,27 %, ou de 0,26 %, peut également être favorable à la résistance à la corrosion et à la formabilité, notamment en réduisant la fraction de précipités grossiers contenant du Fe. Cependant, il n'est pas nécessaire

de descendre à des teneurs très faibles, par exemple inférieures à 0,08 %, qui conduiraient à des prix de revient élevés. Par conséquent, la teneur minimale préférée en Fe est de 0,10 %, ou de 0,11 %, ou de 0,12 %, ou de 0,13 %, ou de 0,14 %, ou de 0,15 %, ou de 0,16 %, ou de 0,17 %, ou de 0,18 %.

[0023] **Cuivre** : Le Cu est un élément durcissant qui contribue à la résistance mécanique. Quand une couche additionnelle est présente, un gradient de cuivre se crée lors du brasage et a pour effet de réduire la corrosion côté interne de l'échangeur, c'est-à-dire du côté des canaux où le fluide circule. Mais au-delà d'une certaine teneur, le risque de former des criques à la coulée est plus élevé. Il peut aussi se former des composés intermétalliques grossiers à la coulée qui nuisent à l'homogénéité du métal et peuvent constituer des sites d'initiation de la corrosion. Le Cu est également un élément qui réduit la température de solidus. La teneur en Cu est donc inférieure ou égale à 0,50 %, ou inférieure ou égale à 0,49 %, ou inférieure ou égale à 0,48 %, ou inférieure ou égale à 0,47 %, ou inférieure ou égale à 0,46 %, inférieure ou égale à 0,45 %, ou inférieure ou égale à 0,40 %, ou inférieure ou égale à 0,35 %, ou inférieure ou égale à 0,30 %, ou inférieure ou égale à 0,25 %, ou inférieure ou égale à 0,20 %, ou inférieure ou égale à 0,15 %. De préférence, la teneur en Cu est supérieure à 0,05 %, ou supérieure ou égale à 0,20 %, ou supérieure ou égale à 0,21 %, ou supérieure ou égale à 0,22 %, ou supérieure ou égale à 0,23 %, ou supérieure ou égale à 0,24 %, ou supérieure ou égale à 0,25 %, ou supérieure ou égale à 0,26 %, ou supérieure ou égale à 0,27 %, ou supérieure ou égale à 0,28 %, ou supérieure ou égale à 0,29 %.

[0024] **Manganèse** : L'ajout de Mn peut permettre d'augmenter le solidus. Pour ce faire, la teneur en Mn est de préférence supérieure ou égale à 0,01 %, ou supérieure ou égale à 0,02 %, ou supérieure ou égale à 0,025 %, ou supérieure ou égale à 0,03 %, ou supérieure ou égale à 0,04 %, ou supérieure ou égale à 0,05 %, ou supérieure ou égale à 0,06 %, ou supérieure ou égale à 0,07 %, ou supérieure ou égale à 0,08 %, ou supérieure ou égale à 0,09 %, ou supérieure ou égale à 0,10 %. Pour éviter de former un nombre important de phases grossières à la coulée qui peuvent réduire la formabilité, et de dispersoïdes qui peuvent détériorer la trempabilité lors du refroidissement du brasage en servant de sites de germination à des précipités contenant du Mg, il est recommandé de limiter le Mn à une teneur inférieure ou égale à 0,30 %, ou inférieure ou égale à 0,29 %, ou inférieure ou égale à 0,28 %, ou inférieure ou égale à 0,27 %, ou inférieure ou égale à 0,26 %, ou inférieure ou égale à 0,25 %, ou inférieure ou égale à 0,24 %, ou inférieure ou égale à 0,23 %, ou inférieure ou égale à 0,22 %, ou inférieure ou égale à 0,21 %, ou inférieure ou égale à 0,20 %, ou inférieure ou égale à 0,19 %, ou inférieure ou égale à 0,18 %, ou inférieure ou égale à 0,17 %, ou inférieure ou égale à 0,16 %, ou inférieure ou égale à 0,15 %, ou inférieure ou égale à 0,14 %, ou inférieure ou égale à 0,13 %, ou inférieure ou égale à 0,12 %, ou inférieure ou égale à 0,11 %, ou

inférieure ou égale à 0,10 %. Pour maximiser les propriétés mécaniques, en particulier le $R_{p0,2}$, il est préféré de limiter la teneur en Mn à une teneur inférieure ou égale à 0,10 %.

- [0025] **Magnésium** : La teneur en Mg selon la présente invention est contrôlée afin de permettre de braser ensemble deux parties (la pièce plate et la pièce emboutie) ayant chacune une âme en alliage d'aluminium de la série 6xxx. Cela serait différent si une des deux âmes était en alliage d'aluminium de la série 3xxx. Le Mg est un élément qui permet, en association avec le silicium, de créer un durcissement structural lors du revenu post-brasage. Aussi, la teneur minimale en Mg selon la présente invention est de préférence supérieure ou égale à 0,25 %, ou supérieure ou égale à 0,26 %, ou supérieure ou égale à 0,27 %, ou supérieure ou égale à 0,28 %, ou supérieure ou égale à 0,29 %, ou supérieure ou égale à 0,30 %. En outre, la teneur maximale en Mg selon la présente invention est de préférence inférieure ou égale à 0,56 %, ou inférieure ou égale à 0,55 %, ou inférieure ou égale à 0,54 %, ou inférieure ou égale à 0,53 %, ou inférieure ou égale à 0,52 %, ou inférieure ou égale à 0,51 %, ou inférieure ou égale à 0,50 %, ou inférieure ou égale à 0,49 %, ou inférieure ou égale à 0,48 %, ou inférieure ou égale à 0,47 %, ou inférieure ou égale à 0,46 %, ou inférieure ou égale à 0,45 %, ou inférieure ou égale à 0,44 %, ou inférieure ou égale à 0,43 %, ou inférieure ou égale à 0,42 %, ou inférieure ou égale à 0,41 %, ou inférieure ou égale à 0,40 % ou inférieure ou égale à 0,39 %.
- [0026] **Titane** : Le Ti peut permettre de contrôler la taille des grains à la coulée. Sa teneur selon la présente invention est de préférence inférieure à 0,050 %, ou inférieure à 0,049 %, ou inférieure à 0,048 %, ou inférieure à 0,047 %, ou inférieure à 0,046 %, ou inférieure à 0,045 %, ou inférieure à 0,044 %, ou inférieure à 0,043 %, ou inférieure à 0,042 %, ou inférieure à 0,041 %, ou inférieure à 0,040 %.
- [0027] **Vanadium** : du vanadium peut être ajouté optionnellement pour assurer un durcissement complémentaire et augmenter la température de solidus de l'alliage. Si sa teneur dépasse 0.16%, des primaires peuvent se former à la coulée. Sa teneur selon la présente invention est de préférence inférieure à 0,16 %, ou inférieure à 0,15 %, ou inférieure à 0,14 %, ou inférieure à 0,13 %, ou inférieure à 0,12 %, ou inférieure à 0,11 %, ou inférieure à 0,10 %. De préférence, la teneur minimale de V est 0,05 % quand celui-ci est ajouté.
- [0028] De préférence, la température de solidus de l'aluminium de la série 6xxx de la couche d'âme est supérieure à 595°C, de préférence supérieure à 600°C, de préférence supérieure à 605°C, de préférence supérieure à 610°C, de préférence supérieure à 615°C. De préférence, la température de solidus de la couche d'âme en alliage de la série 6xxx est supérieure d'au moins 20°C, de préférence d'au moins 30°C, de préférence d'au moins 40°C, par rapport à la température de solidus de la couche de

brasage. La température de solidus de l'aluminium de la série 6xxx de la couche d'âme est à adapter en fonction des conditions de brasage de manière connue de l'homme du métier.

- [0029] Il est à noter que l'alliage d'aluminium de la série 6xxx de la couche d'âme des pièces plate et emboutie peut être le même ou deux alliages différents. De préférence, il s'agit du même alliage.

Alliage d'aluminium de la couche de couverture

- [0030] Selon la présente invention, la couche de couverture peut être une couche sacrificielle ou une couche de brasage.
- [0031] *Couche sacrificielle :*
- [0032] Selon une variante de la présente invention, l'alliage d'aluminium de la couche sacrificielle est choisi parmi un alliage d'aluminium de la série 1xxx, 7xxx ou 3xxx, de préférence de la série 7xxx ou 3xxx.
- [0033] Selon une variante, l'alliage d'aluminium de la couche sacrificielle peut être un alliage d'aluminium de la série 7xxx, ayant de préférence la composition suivante, en pourcentages massiques : moins de 0,50 % de Si ; moins de 0,50 % de Fe ; moins de 0,25 % de Cu ; moins de 0,30 % de Mn ; moins de 0,20 %, de préférence moins de 0,15 % de Mg ; de 0,70 à 5,00 %, de préférence de 0,70 à moins de 4,50 %, de préférence de 0,70 à moins de 2,50 %, de préférence de plus de 0,80 à moins de 1,30 % de Zn ; moins de 0,15 % de Ti ; autres éléments moins de 0,05 % chacun et moins de 0,15 % au total ; reste aluminium.
- [0034] A titre d'exemple, la composition AA7072 est un alliage d'aluminium qui peut convenir comme couche sacrificielle selon la présente invention. Sa composition est, en pourcentages massiques : moins de 0,05 % de Si ; moins de 0,05 % de Fe ; moins de 0,10 % de Cu ; moins de 0,10 % de Mn ; moins de 0,10 % de Mg ; de 0,80 à 1,30 % de Zn ; autres éléments inférieurs à 0,05 % chacun et inférieurs à 0,15 % au total ; reste aluminium.
- [0035] Selon une autre variante, l'alliage d'aluminium de la couche sacrificielle peut être un alliage d'aluminium de la série 3xxx, ayant de préférence la composition suivante, en pourcentages massiques : de 0,10 à 0,35 % de Si ; moins de 0,70 % de Fe ; moins de 0,20 % de Cu ; de 0,70 à 2,00 %, de préférence de 0,90 à 1,30 % de Mn ; de 0,70 à 5,00 %, de préférence de 0,70 à moins de 4,50 %, de préférence de 0,70 à moins de 2,50 %, de préférence de plus de 0,80 à moins de 1,30 % de Zn ; moins de 0,15 % de Ti ; autres éléments moins de 0,05 % chacun et moins de 0,15 % total ; reste aluminium.
- [0036] Des valeurs préférentielles de chacun des éléments des alliages de la série 3xxx ou de la série 7xxx, qui pourraient convenir comme anode sacrificielle selon la présente invention, sont données à titre d'exemple dans le Tableau 1 ci-après (colonnes 3xxx-1,

7xxx-1 et 7xxx-2), en pourcentages massiques.

[0037] [Tableaux1]

	3xxx-1	7xxx-1	7xxx-2
Si	0,10 - 0,35 %	0,05 - 0,30 %	0,15-0,40 %
Fe	< 0,70 %	0,25 - 0,45 %	< 0,40 %
Cu	< 0,20 %	< 0,15 %	< 0,15 %
Mn	0,7 - 1,30 %	< 0,15 %	< 0,10 %
Mg	< 0,05 %	< 0,05 %	< 0,10 %
Cr	< 0,05 %	< 0,05 %	< 0,05 %
Ni	< 0,05 %	< 0,05 %	< 0,05 %
Zn	0,9 - 1,55 %	0,80 - 1,30 % Préf. 0,80 à < 1 %	3,50 - 4,50 %
Ti	< 0,10 Préf. < 0,05 %	< 0,10 % Préf. < 0,05 %	< 0,10 % Préf. < 0,05 %
Zr	< 0,05 %	< 0,05 %	< 0,05 %

[0038] *Couche de brasage :*

[0039] L'alliage d'aluminium de la couche de brasage est de préférence un alliage d'aluminium de la série 4xxx avec une température de liquidus suffisamment basse par rapport au solidus de l'alliage d'âme pour disposer d'un intervalle de température suffisant pour le brasage, une résistance mécanique acceptable et une bonne mouillabilité. Ces alliages peuvent contenir des éléments d'addition, par exemple du strontium, de préférence selon une teneur massique inférieure à 0,05 %.

[0040] Selon une variante, l'alliage de brasage de la présente invention comprend Y, Sn et/ou Bi. Cette variante présente en particulier un avantage pour le brasage sans flux. De préférence, l'alliage de brasage comprend :

- de 0,01 à 0,10 %, de préférence de 0,015 à 0,08 %, de préférence de 0,02 à 0,065 % de Y ;

- de 0,01 à 0,10 %, de préférence de 0,015 à 0,08 %, de préférence de 0,02 à 0,065 % de Sn ; et/ou

- au plus 0,04 %, de préférence au plus 0,03 %, de préférence au plus 0,02 % de Bi selon une première variante ; ou au plus 0,15 %, de préférence au plus 0,12 %, de préférence moins de 0,10 %, et de préférence au moins 0,05 %, de préférence plus de 0,06 % de Bi selon une deuxième variante.

[0041] De préférence, l'alliage d'aluminium de la couche de brasage ne comprend pas de Bi.

[0042] De préférence, l'alliage d'aluminium de la couche de brasage est un alliage de la

série 4xxx comprenant de 4,00 à 13,00 % en masse de Si et moins de 1,00 % en masse de Fe.

[0043] De préférence, l'alliage d'aluminium de la couche de brasage de la série 4xxx comprend (% en masse) :

- Si : de 5,00 à 13,00 %, de préférence de 6,00 à 11,00 % ;
- Fe : moins de 0,60 %, de préférence moins de 0,50 %, de préférence moins de 0,30 % ;
- Cu : moins de 0,40 %, de préférence moins de 0,10 %, de préférence moins de 0,05 % ;
- Mn : moins de 0,20 %, de préférence moins de 0,10 %, de préférence moins de 0,05 % ;
- Mg : selon une première variante moins de 0,20 %, de préférence moins de 0,10 %, de préférence moins de 0,05 % ; ou selon une deuxième variante de 0,50 à 2,50 %, de préférence de 1,00 à 2,00 % ;
- Zn : moins de 0,20 %, de préférence moins de 0,10 %, de préférence moins de 0,05 %, de préférence moins de 0,02 % ;
- Ti : moins de 0,30 %, de préférence moins de 0,10 %, de préférence moins de 0,05 % ;
- éventuellement Bi, Y, Sr et/ou Sn ;
- autres éléments : inférieurs à 0,05 % chacun et inférieurs à 0,15 % au total ;
- reste aluminium.

[0044] A titre d'exemple, la composition AA4045 est un alliage d'aluminium qui peut convenir comme alliage de la couche de brasage selon la présente invention. Sa composition est, en pourcentages massiques : de 9,0 à 11,0 % de Si, moins de 0,80 % de Fe, moins de 0,30 % de Cu, moins de 0,05 % de Mn, moins de 0,05 % de Mg, moins de 0,10 % de Zn, moins de 0,20 % de Ti, autres éléments inférieurs à 0,05 % chacun et inférieurs à 0,15 % au total, le reste étant de l'aluminium.

[0045] A titre d'exemple, la composition précédente comprend de préférence moins de 0,60 % de Fe.

[0046] A titre d'exemple, la composition précédente comprend de préférence moins de 0,10 % de Cu.

[0047] A titre d'exemple, la composition AA4343 est un alliage d'aluminium qui peut convenir comme alliage de brasage selon la présente invention. Sa composition est, en pourcentages massiques : de 6,80 à 8,20 % de Si, moins de 0,80 % de Fe, moins de 0,25 % de Cu, moins de 0,10 % de Mn, moins de 0,05 % de Mg, autres éléments inférieurs à 0,05 % chacun et inférieurs à 0,15 % au total, le reste étant de l'aluminium.

[0048] A titre d'exemple, la composition précédente comprend de préférence moins de 0,30

% de Fe.

[0049] A titre d'exemple, la composition précédente comprend de préférence moins de 0,10 % de Cu.

[0050] A titre d'exemple, la composition AA4004 est un alliage d'aluminium qui peut convenir comme alliage de brasage selon la présente invention. Sa composition est, en pourcentage massique : de 9,00 à 10,50 % de Si, moins de 0,80 % de Fe, moins de 0,25 % de Cu, moins de 0,10 % de Mn, de 1,00 à 2,00 % de Mg, moins de 0,20 % de Zn, autres éléments inférieurs à 0,05 % chacun et inférieurs à 0,15 % au total, le reste étant de l'aluminium.

[0051] A titre d'exemple, la composition AA4104 est un alliage d'aluminium qui peut convenir comme alliage de brasage selon la présente invention. Sa composition est, en pourcentage massique : de 9,00 à 10,50 % de Si, moins de 0,80 % de Fe, moins de 0,25 % de Cu, moins de 0,10 % de Mn, de 1,00 à 2,00 % de Mg, moins de 0,20 % de Zn, de 0,02 à 0,20 % Bi, autres éléments inférieurs à 0,05 % chacun et inférieurs à 0,15 % au total, le reste étant de l'aluminium.

Alliage d'aluminium de la couche intercalaire

[0052] Selon un mode de réalisation, la bande ou tôle selon la présente invention est plaquée, sur une ou deux faces de la couche d'âme, avec un alliage d'aluminium dit intercalaire, de préférence de la série 1xxx ou 3xxx, placé entre la couche d'âme et une couche de couverture, de préférence une couche de brasage, de préférence comprenant (en % massiques) :

- Si : moins de 0,50 %, plus préférentiellement moins de 0,20 % ;
- Fe : moins de 0,70 %, plus préférentiellement moins de 0,30 %, encore plus préférentiellement moins de 0,20 % ;
- Mn : de 0,30 à 1,40 %, plus préférentiellement de 0,50 à 0,90 %, plus préférentiellement de 0,60 à 0,80 %, ou selon une variante de 1,00 à 1,30 % ;
- Cu : moins de 0,30 %, de préférence moins de 0,10 %, encore plus préférentiellement moins de 0,05 % ;
- éventuellement Mg, Zn et/ou In ;
- autres éléments < 0,05 % chacun et < 0,15 % au total ;
- reste aluminium.

[0053] De préférence, l'alliage d'aluminium intercalaire de la bande ou tôle selon la présente invention comprend (% en masse) : Si < 0,15 % ; Fe < 0,20 % ; Cu < 0,10 % ; Mn de 0,60 à 0,80 % ; Mg < 0,02 % selon une première variante ou Mg < 0,50 %, de préférence < 0,25 % selon une deuxième variante ; autres éléments < 0,05 % chacun et < 0,15 % au total, reste aluminium.

[0054] De préférence, l'alliage d'aluminium intercalaire est un alliage de la série AA3xxx.

[0055] Selon une variante, l'alliage d'aluminium intercalaire peut comprendre en outre :

- Zn selon une teneur de 1,5 à 2,3 % ; et/ou
- In selon une teneur de 0,005 à 0,04 %.

[0056] Selon une variante, la bande ou tôle selon la présente invention comprend une couche intercalaire entre l'âme et la couche de couverture seulement dans le cas où la couche de couverture est une couche de brasage.

[0057] Selon une variante, la bande ou tôle selon la présente invention ne comprend pas de couche intercalaire.

Bande ou tôle et ensemble de deux bandes ou tôles

[0058] *Bande ou tôle :*

[0059] La bande ou tôle selon la présente invention est une bande ou tôle dite de brasage, qui peut servir à la fabrication de différentes parties d'un échangeur thermique, par exemple des tubes, des plaques, des collecteurs, des systèmes de refroidissement de batterie pour véhicules électriques, etc.

[0060] La bande ou tôle selon la présente invention peut présenter une configuration avec plusieurs couches, et en particulier à 2, 3, 4 ou 5 couches.

[0061] La configuration avec deux couches comprend une couche d'âme plaquée sur une seule face avec une couche de couverture, en particulier soit avec une couche de brasage, soit avec une couche sacrificielle.

[0062] La configuration avec trois couches peut comprendre :

[0063] - soit une couche d'âme plaquée sur ses deux faces avec une couche de brasage ;

[0064] - soit une couche d'âme plaquée sur ses deux faces avec une couche sacrificielle ;

[0065] - soit une couche d'âme plaquée sur une seule face avec une couche intercalaire, elle-même plaquée avec une couche de brasage ou une couche sacrificielle, de préférence une couche de brasage ;

[0066] - soit une couche d'âme plaquée sur une première face avec une couche de brasage et sur l'autre face avec une couche sacrificielle.

[0067] La configuration avec quatre couches peut comprendre :

[0068] - soit une couche d'âme plaquée sur une première face avec une couche intercalaire, elle-même plaquée avec une couche de brasage ou une couche sacrificielle, de préférence une couche de brasage, et sur l'autre face avec une couche de brasage ;

[0069] - soit une couche d'âme plaquée sur une première face avec une couche intercalaire, elle-même plaquée avec une couche de brasage ou une couche sacrificielle, de préférence une couche de brasage, et sur l'autre face avec une couche sacrificielle.

[0070] La configuration avec cinq couches comprend une couche d'âme plaquée sur ses deux faces avec une couche intercalaire elle-même plaquée avec une couche de brasage ou une couche sacrificielle, de préférence une couche de brasage.

[0071] Dans chacune des configurations citées ci-avant, quand deux couches de brasage, deux couches intercalaires ou deux couches sacrificielles sont prévues, alors elles

peuvent être identiques ou différentes en termes de composition. De préférence, les couches sont identiques en composition.

[0072] Les configurations préférées sont des configurations à trois couches, comprenant :

- soit une couche d'âme plaquée sur deux faces avec une couche sacrificielle ;
- soit une couche d'âme plaquée sur une face avec une couche sacrificielle et sur l'autre face avec une couche de brasage.

[0073] Selon une variante, au moins une couche intercalaire peut être présente entre la couche d'âme et la couche sacrificielle ou la couche de brasage. Mais, de préférence, il n'y a pas de couche intercalaire dans la bande ou tôle selon l'invention.

[0074] De préférence, la bande ou tôle selon la présente invention est constituée d'une couche d'âme en alliage d'aluminium de la série 6xxx, une couche de couverture sur une ou les deux faces de la couche d'âme et éventuellement une couche intercalaire sur une ou deux faces de la couche d'âme placée entre la couche d'âme et la couche de couverture.

[0075] Selon une première variante, la bande ou tôle selon la présente invention comprend une couche de couverture sur une seule face de la couche d'âme, et :

- la couche de couverture est une couche de brasage ; ou
- la couche de couverture est une couche sacrificielle.

[0076] Selon une deuxième variante, la bande ou tôle selon la présente invention comprend une couche de couverture sur les deux faces de la couche d'âme, et :

- l'une des couches de couverture est une couche sacrificielle et l'autre couche de couverture est une couche de brasage ; ou
- les deux couches de couverture sont des couches sacrificielles ; ou
- les deux couches de couverture sont des couches de brasage.

[0077] En ce qui concerne l'épaisseur totale de la bande ou tôle selon la présente invention, elle est de préférence de 0,40 à 2,50 mm.

[0078] Les épaisseurs discutées ici correspondent aux épaisseurs avant brasage. En ce qui concerne les épaisseurs de chaque couche, il est à noter qu'il s'agit de valeurs cibles, pour lesquelles une marge d'erreur d'environ 2 % est communément admise dans le domaine des tôles ou bandes plaquées pour échangeurs de chaleur.

[0079] Selon une première variante où la bande ou tôle selon la présente invention est destinée à la fabrication d'une pièce plate, l'épaisseur totale minimale de la bande ou tôle est de 1,05 mm, ou de 1,15 mm, ou de 1,25 mm, ou de 1,35 mm, ou de 1,45 mm, ou de 1,55 mm, ou de 1,65 mm ou de 1,75 mm, ou de 1,85 mm ou de 1,95 mm. Selon cette première variante, l'épaisseur totale maximale de la bande ou tôle est de préférence de 2,50 mm, ou de 2,40 mm, ou de 2,30 mm, ou de 2,20 mm, ou de 2,10 mm.

[0080] Selon une deuxième variante où la bande ou tôle selon la présente invention est

destinée à la fabrication d'une pièce emboutie, l'épaisseur totale minimale de la bande ou tôle est de 0,50 mm, ou de 0,60 mm, ou de 0,70 mm, ou de 0,80 mm, ou de 0,90 mm. Selon cette deuxième variante, l'épaisseur totale maximale de la bande ou tôle est de préférence de

2,50 mm, ou de 2,30 mm, ou de 2,10 mm, ou de 1,90 mm, ou de 1,70 mm, ou de 1,50 mm ou de 1,30 mm ou de 1,10 mm.

[0081] En ce qui concerne l'épaisseur de la couche intermédiaire ou de la couche sacrificielle, elle représente de préférence de 4 à 15 % de l'épaisseur totale de la bande ou tôle selon la présente invention. L'épaisseur minimale de la couche intermédiaire ou de la couche sacrificielle représente de préférence 5 %, ou 6 % ou 7 % ou 8 % ou 9 % de l'épaisseur totale de la bande ou tôle selon la présente invention. L'épaisseur maximale de la couche intermédiaire ou de la couche sacrificielle représente de préférence 14 %, ou 13 % ou 12 % ou 11 % de l'épaisseur totale de la bande ou tôle selon la présente invention.

[0082] En ce qui concerne l'épaisseur de la couche de brasage, elle représente de préférence de 3 à

15 % de l'épaisseur totale de la bande ou tôle selon la présente invention. L'épaisseur minimale de la couche de brasage représente de préférence 4 % de l'épaisseur totale de la bande ou tôle selon la présente invention. L'épaisseur maximale de la couche de brasage représente de préférence 14 %, ou 13 % ou 12 % ou 11 % ou 10 % ou 9 % ou 8 % ou 7 % ou 6 % de l'épaisseur totale de la bande ou tôle selon la présente invention.

[0083] *Ensemble de deux tôles ou bandes :*

[0084] Les tôles ou bandes selon la présente invention peuvent être combinées entre elles, après mise en forme éventuelle, pour former un échangeur de chaleur avec des canaux. L'ensemble de deux tôles ou bandes selon la présente invention peut être celle après assemblage mais avant brasage ou celle après brasage. Le brasage ne modifie pas la configuration, c'est-à-dire l'ordre des différentes couches et la position respective de la pièce plate par rapport à la pièce emboutie.

[0085] Selon la présente invention, l'ensemble de deux tôles ou bandes comprend, de préférence est constitué de :

- une pièce plate formée à partir d'une bande ou tôle selon la présente invention ;
 - une pièce emboutie formée à partir d'une bande ou tôle selon la présente invention ;
- les deux pièces étant destinées à être assemblées par brasage et formant un canal grâce à la déformation de la pièce emboutie, la couche la plus extérieure de la pièce emboutie et/ou de la pièce plate en contact avec l'autre pièce étant une couche de brasage.

[0086] L'ensemble de deux tôles ou bandes selon la présente invention peut se présenter sous différentes variantes.

[0087] Selon une première variante préférée :

- l'une des pièces, plate ou emboutie, est constituée d'une âme selon la présente invention, plaquée sur ses deux faces avec une couche sacrificielle, et
- l'autre pièce, emboutie ou plate, est constituée d'une âme selon la présente invention, plaquée sur une face avec une optionnelle couche intercalaire et une couche de brasage, et sur l'autre face avec une couche sacrificielle.

[0088] Selon une deuxième variante préférée, les deux pièces, plate et emboutie, sont constituées d'une âme selon la présente invention, plaquée sur une face avec une optionnelle couche intercalaire et une couche de brasage, et sur l'autre face avec une couche sacrificielle.

[0089] Dans chacune des variantes présentées ci-avant, la couche de brasage d'au moins l'une des pièces se situe entre la pièce plate et la pièce emboutie.

Procédé

[0090] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une bande ou tôle selon la présente invention, comprenant les étapes successives de :

- coulée d'une plaque en alliage d'âme ;
- optionnellement homogénéisation de la plaque à une température de 450 à 580°C, de préférence de 520 à 560°C pendant 1 à 24 heures ;
- placage éventuel avec un alliage d'aluminium de couverture sur une ou deux faces de la couche d'âme et éventuellement un alliage d'aluminium intercalaire sur une ou deux faces de la couche d'âme ;
- préchauffage à une température de 400 à 550°C, de préférence de 450 à 530°C, de préférence de 480 à 510°C, de préférence avec un maintien à la température maximale pendant moins de 30 heures, de préférence pendant moins de 20 heures, de préférence pendant moins de 12 heures, plus préférentiellement pendant moins de 3 heures ;
- laminage à chaud de la plaque éventuellement homogénéisée et éventuellement plaquée à une température de 390 à 530°C, de préférence de 470 à 530°C, jusqu'à une épaisseur de 2 à 6 mm,
- laminage à froid à l'épaisseur désirée, l'épaisseur de la bande ou tôle après laminage à froid étant de préférence de 0,15 à 3 mm et
- traitement thermique dans un four à passage à une température de 250 à 560°C, de préférence de 320 à 430°C, de préférence 320 à 360°C avec un maintien à la température maximale pendant moins de 5 minutes, de préférence moins de 1 minute, de préférence pendant moins de

30 secondes et de préférence plus de 15 secondes, ou dans un four batch à une température de 250 à 390°C, de préférence de 310 à 360°C, avec un maintien à la température maximale de préférence pendant moins de 3h, de préférence pendant moins de 2 heures et de préférence moins de 1 heures, de manière à obtenir une recristallisation à

petits grains.

- [0091] Ledit alliage de couverture du procédé selon la présente invention peut en particulier être un alliage de brasage, ou une couche sacrificielle, ou deux alliages de brasage, ou deux couches sacrificielles, ou un alliage de brasage et une couche sacrificielle.
- [0092] De préférence, il n'y a pas de recuit intermédiaire pendant les étapes de laminage dans les procédés selon la présente invention.
- [0093] Avant d'installer les éventuels matériaux de placage, il est possible procéder à une homogénéisation de la plaque d'alliage de la couche d'âme à une température comprise de 450 à 580°C, de préférence de 520 à 560°C, de préférence pendant 1 à 24 heures.

Utilisation

- [0094] L'invention a également pour objet un échangeur de chaleur réalisé au moins en partie à partir d'une bande ou tôle selon la présente invention ou d'un ensemble de deux tôles ou bandes selon la présente invention.
- [0095] L'invention a également pour objet l'utilisation d'une bande ou tôle selon la présente invention ou d'un ensemble de deux tôles ou bandes selon la présente invention, pour la fabrication d'un échangeur de chaleur, de préférence un refroidisseur de batteries d'un véhicule électrique.
- [0096] Les bandes ou tôles selon la présente invention peuvent être utilisées dans la fabrication d'échangeurs de chaleur brasés, notamment d'automobiles, tels que les radiateurs de refroidissement du moteur, les évaporateurs, les radiateurs de chauffage et les refroidisseurs d'air de suralimentation, les collecteurs, les refroidisseurs de batterie des véhicules électriques, ainsi que dans les systèmes de climatisation.
- [0097] La fabrication d'un échangeur de chaleur selon la présente invention peut notamment comprendre au moins l'une des étapes ci-après :
- Braser dans un four CAB (atmosphère contrôlée), de préférence à une température de 590 à 615°C, de préférence de 590 à 610°C, de préférence de 590 à 605°C, de préférence de 590 à 600°C ;
 - Assurer un refroidissement ayant de préférence une vitesse supérieure à 25°C/min, de préférence supérieure à 35°C/min, de préférence supérieure à 50°C/min en-dessous de 380°C et jusqu'à 100°C à la fin du cycle de brasage ;
 - Réaliser une étape de revenu post-brasage à une température de 150 à 240°C, de préférence de 180 à 220°C, pendant une durée de préférence inférieure à 6 heures, de préférence inférieure à 3 heures, de préférence inférieure ou égale à 2 heures (par exemple pendant 2 heures à environ 195°C ou pendant 30 minutes à 205°C).

EXEMPLES

Exemple 1 : Brasabilité

- [0098] Différents lingots d'alliage d'aluminium de couches d'âme, de couches de brasage et

de couches sacrificielles ont été coulés en coulée semi-continue verticale (DC casting) avec des alliages d'aluminium ayant les compositions données dans le Tableau 2 ci-après, en pourcentages massiques :

[0099] [Tableaux2]

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	TI	Sr (ppm)	T solidus
Couche de brasage-1	9,71	0,20	0,006	0,02	<0,014		0,02	111	576
Couche sacrificielle	0,16	0,35	0,001	0,002	0,003	1,03	0,03		642
Couche d'âme-1	0,57	0,24	0,09	0,13	0,55		0,02	<0,01	613
Couche d'âme-2	0,63	0,24	0,09	0,17	0,33		0,03	<0,01	617

[0100] Avant assemblage des différentes couches entre elles :

- les lingots d'alliages d'aluminium de couche d'âme, ont été homogénéisés (température supérieure à 530°C pendant plus de 2 heures et moins de 24 heures) et laminés à chaud, à une température de 380 à 500°C, jusqu'à une épaisseur d'environ 30 mm ;
- les lingots d'alliages de couche de brasage, ont été scalpés puis laminés à chaud à une température d'environ 480-500°C jusqu'à une épaisseur de 1,8 mm ;
- le lingot d'alliage de couche sacrificielle a été laminé à chaud, à une température d'environ 480-500°C, jusqu'à une épaisseur d'environ 3,5 mm.

[0101] Après brossage des faces en contact, des sandwichs d'épaisseur 35,3 mm ont été réalisés, ayant la configuration suivante : couche de brasage/couche d'âme/couche sacrificielle. La couche de brasage représentait environ 5 % de l'épaisseur totale du sandwich et la couche sacrificielle représentait environ 10 % de l'épaisseur totale du sandwich.

[0102] Les quatre sandwichs suivants ont été réalisés :

- Config-1 : couche de brasage-1 / couche d'âme-1 / couche sacrificielle ;
- Config-2 : couche de brasage-1 / couche d'âme-2 / couche sacrificielle ;

[0103] Les sandwichs ont ensuite été préchauffés à une température d'environ 490°C pendant moins de 5 heures, puis laminés à chaud jusqu'à une épaisseur d'environ 1,5 mm ou d'environ 0,8 mm.

[0104] Un recuit de 2 heures à environ 360°C a été réalisé.

[0105] Les sandwichs d'épaisseur environ 0,8 mm ont été emboutis, pour créer deux lignes

et obtenir des feuilles embouties, comme illustré à la [Fig.3]. Les sandwichs d'épaisseur environ 1,5 mm n'ont pas été emboutis, pour obtenir des feuilles non-embouties ou plates.

[0106] La brasabilité des différents sandwichs a ensuite été évaluée. Le test de brasage a été réalisé selon le protocole suivant, qui permet de simuler le brasage d'assemblage entre une feuille emboutie et une feuille non-emboutie. Pour ce faire, des feuilles de 50 mm x 60 mm ont été embouties en l'absence de lubrifiant pour ajouter deux lignes embouties longitudinales 3 telles qu'illustrées dans la [Fig.3]. Ensuite, les feuilles embouties et non-embouties ont été dégraissées avec une solution d'acétone puis séchées à l'air. Une feuille emboutie et une feuille non-emboutie ayant la même configuration et composition ont ensuite été assemblées comme illustré à la [Fig.3]. Dans la [Fig.3], la référence 1 correspond à une feuille emboutie, la référence 2 correspond à une feuille non-emboutie, la référence 3 correspond à deux lignes embouties, la référence 16 correspond à une couche sacrificielle, la référence 17 correspond à une couche de brasage en alliage d'aluminium de la série 4xxx et la référence 18 correspond à une âme en alliage d'aluminium de la série 6xxx. Les feuilles assemblées ont ensuite été brasées à plat avec 0 ou 2 ou 5 g/m² de flux de type Nocolok® sur la couche de brasage 17. Le cycle de brasage a été réalisé avec un maintien d'environ 2 minutes à environ 600°C sous atmosphère contrôlée (O₂ < 50 ppm).

[0107] La longueur de chaque joint de brasage a ensuite été mesurée. Pour chaque configuration, trois échantillons ont été réalisés. Pour chaque échantillon, deux mesures ont été faites au niveau des deux lignes longitudinales embouties. Les résultats peuvent être exprimés en termes de longueur brasée en mm, ou alors en termes de pourcentage de longueur brasée par rapport à la longueur maximale possible. « A » correspond à plus de 90 % ; « B » correspond à un intervalle de 50 à 90 % ; « C » correspond à un intervalle de 10 à moins de 50 % ; « D » correspond à moins de 10 %.

[0108] Les résultats du test de brasage sont présentés dans le Tableau 3 ci-après.

[0109] [Tableaux3]

	Sans flux	2 g/m ²	5 g/m ²
Config-1	D	B	A
Config-2	D	B	A

[0110] Une bonne brasabilité a été obtenue avec 5 g/m² de flux pour toutes les configurations.

[0111] **Exemple 2 : Propriétés mécaniques d'un sandwich tri-couche**

[0112] Sur les échantillons de l'exemple 1 ci-avant (selon les configurations Config-1 et Config-2), après laminage à froid jusqu'à une épaisseur de 1,5 mm, différents recuits

ont été réalisés : un recuit de type ligne à bande (30 secondes à environ 400°C ou 45 secondes à environ 550°C) ou un recuit de type batch (2 heures à environ 360°C).

[0113] Un brasage de type CAB (atmosphère contrôlée) d'environ 2 minutes à environ 600°C avec un refroidissement à une vitesse supérieure à 40°C/min en-dessous de 380°C et jusqu'à 100°C a été réalisé.

[0114] Un revenu de 2 heures à environ 195°C a ensuite été réalisé.

[0115] Les propriétés mécaniques en traction ont été mesurées dans le sens de laminage après recuit, et après recuit + brasage + revenu selon la norme ISO 6892-1.

[0116] [Tableaux4]

		Après recuit			Après recuit + brasage + revenu 2h 195°C		
		Rp _{0,2}	Rm	Allongement	Rp _{0,2}	Rm	Allongement
Configuration	Recuit	MPa	MPa	%	MPa	MPa	%
Config-1	400°C 30s	54	130	25,0	194	232	9,3
	550°C 45s	107	207	25,0	195	231	8,0
	2h 360°C				198	234	9,3
Config-2	400°C 30s	53	131	27,3	171	211	12,0
	550°C 45s	86	181	25,9	172	211	11,8
	2h 360°C				169	209	10,7

[0117] Il semblerait que la durée et la température du recuit n'ont pas d'influence sur la valeur de Rp_{0,2} après recuit + brasage + revenu. Dans tous les cas, la valeur de Rp_{0,2} de l'assemblage est supérieure à 165 MPa. Elle est supérieure pour l'assemblage avec âme en alliage 6xxx-1

(Config-1) qui contient davantage de magnésium que l'assemblage avec une âme en alliage

6xxx-2 (Config-2).

Exemple 3 : Corrosion

[0118] Des mesures de résistance à la corrosion selon le test SWAAT ont été réalisées sur les configurations Config-1 et Config-2 décrites dans les exemples 1 et 2 ci-avant, sur des échantillons ayant une épaisseur d'environ 1 mm, sur la face plaquée avec la couche sacrificielle et après recuit de 2 heures à environ 360°C puis brasage de 2 minutes à environ 600°C puis revenu de 2 heures à environ 195°C.

[0119] La tenue en corrosion a été déterminée en utilisant le protocole suivant :

- préparer pour chaque configuration un échantillon de dimensions 126 mm (sens L) x 90 mm (sens TL), préalablement dégraissé avec un papier absorbant blanc imbibé d'acétone ;
- protéger la face non-testée (face plaquée avec la couche de brasage) ainsi que les quatre bords sur une largeur d'environ 0,5 cm avec un adhésif vinyle transparent (par exemple de type 3M vinyl 764) ;
- nettoyer la face à tester (face plaquée avec la couche sacrificielle) avec un papier absorbant imbibé d'acétone ;
- placer les échantillons ainsi préparés sur un rack avec une inclinaison d'environ 60° par rapport à l'horizontale ;
- réaliser pour chaque échantillon un test cyclique SWAAT (Sea Water Acidified Acetic Test) selon la norme ASTM G85 A3, comprenant notamment une alternance de phases de brouillard salin de 30 min et de phases humides de 1h30 à une température d'environ 49°C.

[0120] Le nombre de percements a été suivi chaque jour pour chaque échantillon pendant toute la durée du test, soit 20 jours. Les percements peuvent être visibles au dos de chaque échantillon car ils forment des cloques dans l'adhésif appliqué sur la face non testée, comme illustré sur la [Fig.4]. Dans la [Fig.4], la référence 6 correspond à l'échantillon ; la référence 7 correspond à l'adhésif ; la référence 8 correspond à une perforation ; la référence 9 correspond à une cloque formée par une perforation.

[0121] Les résultats obtenus sont qu'il n'y a pas eu de percements après 20 jours de test, pour aucune des configurations Config-1 et Config-2.

[0122] Les échantillons ont ensuite été observés en coupe polie au microscope : la profondeur des piqures (non-traversantes) était inférieure à 60 µm pour les deux configurations Config-1 et Config-2.

Exemple 4 : Propriétés mécaniques

[0123] Des essais de simulation d'un cycle de brasage (chauffage à environ 600°C, maintien pendant

2 minutes, puis refroidissement à une vitesse supérieure à 50°C/min à partir de 380°C et jusqu'à 100°C) et d'un revenu post-brasage (plusieurs températures et durées de maintien ont été testées – voir Tableau 6 ci-après) ont été réalisés sur différentes compositions d'âmes en alliage d'aluminium de la série 6xxx (voir Tableau 5 ci-après) sans placage. Les tôles d'alliage d'aluminium de la série 6xxx ont été obtenues par homogénéisation à une température supérieure à 500°C pendant une durée supérieure à 3 heures, puis laminage à chaud à une température de 350 à 450°C jusqu'à une épaisseur d'environ 2,8 mm, puis laminage à froid jusqu'à une épaisseur d'environ 0,8 mm, puis recuit à une température de 440 à 500°C pendant une durée de 30 à 45 secondes.

[0124] [Tableaux5]

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Solidus T (°C)
6xxx-3	0.56	0.23	0.08	0.17	0.26	621
6xxx-4	0.60	0.23	0.08	0.17	0.34	618

[0125] Les propriétés mécaniques en traction ont été mesurées dans le sens du laminage après

recuit + brasage + revenu selon la norme ISO 6892-1. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 6 ci-après.

[0126] [Tableaux6]

Alliage	T° de revenu	Prop. Méca.	Durée revenu (h)									
			0	1	2	2,5	3	4	5	6	8	9
6xxx-3	205°C	R _{p0,2}	55	84	107		123		129		141	
		R _m	146	147	156		164		168		178	
		A%	22,0	19,6	13,8		11,5		8,8		10,6	
6xxx-4	175°C	R _{p0,2}					180			215		225
		R _m					235			254		258
		A%					15,1			13,8		12,5
	185°C	R _{p0,2}				199		214		218		
		R _m				239		246		249		
		A%				12,9		11,7		11,5		
	195°C	R _{p0,2}			198			209				
		R _m			233			239				
		A%			11,9			12,0				
	205°C	R _{p0,2}	73	168	184		184		182			
		R _m	173	209	216		215		214			
		A%	23,0	11,0	10,4		9,9		11,1			

[0127] L'alliage 6xxx-4 a présenté des caractéristiques mécaniques post-brasage améliorées par rapport à celles de l'alliage 6xxx-3, au détriment d'une baisse de la température de solidus à 618°C (voir Tableau 6 ci-avant).

Exemple 5 : Propriétés mécaniques

[0128] Des coulées de différentes compositions d'alliages d'aluminium de la série 6xxx ont été réalisées. Le Tableau 7 ci-après présente les teneurs en éléments des différents alliages, en pourcentages massiques.

[0129] [Tableaux7]

Alliage	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	V	Ti	Solides (°C)
A	0,60	0,22	0,08	0,17	0,37	0,011	0,033	618,0
B	0,61	0,23	0,30	0,07	0,36	0,012	0,033	611,8
B'	0,61	0,23	0,30	0,07	0,36	0,012	0,033	611,8
C	0,70	0,23	0,38	0,07	0,36	0,012	0,034	605,8
D	0,60	0,23	0,29	0,07	0,37	0,14	0,036	618,5
H	0,60	0,22	0,08	0,07	0,49	0,14	0,034	619,1
E	0,61	0,24	0,29	0,08	0,49	0,011	0,032	608,3
F	0,59	0,23	0,45	0,07	0,50	0,011	0,035	606,3
G	0,46	0,14	0,39	0,07	0,42	0,012	0,031	615,2

[0130] Les tôles d'alliage d'aluminium de la série 6xxx ont été obtenues par homogénéisation à une température d'environ 540°C pendant une durée d'environ 6 heures (sauf pour l'alliage B' qui n'a pas eu d'homogénéisation), puis laminage à chaud à une température d'environ 490°C jusqu'à une épaisseur d'environ 4,5 mm, puis laminage à froid jusqu'à une épaisseur d'environ 2,0 mm, puis recuit à une température d'environ 360°C pendant une durée d'environ 2 heures.

[0131] Des essais de simulation d'un cycle de brasage (chauffage à environ 600°C, maintien pendant

2 minutes, puis refroidissement à une vitesse supérieure à 50°C/min à partir de 380°C et jusqu'à 100°C) et d'un revenu post-brasage (1 heure ou 4 heures à 195°C– voir Tableau 8 ci-après) ont été réalisés sur les alliages A à G du Tableau 7 ci-avant. La teneur en oxygène pendant la simulation de brasage était inférieure à 50 ppm.

[0132] Les propriétés mécaniques en traction ont été mesurées dans le sens du laminage après

recuit + brasage + revenu selon la norme ISO 6892-1. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 8 ci-après.

[0133] [Tableaux8]

	Revenu					
	1h 195°C			4h 195°C		
Alliage	Rp _{0,2}	Rm	A%	Rp _{0,2}	Rm	A%
A	180	231	14,67	189	220	11,94
B	183	237	14,82	210	251	12,22
B'	180	232	13,2	207	244	13,1
C	186	246	16,07	216	259	12,93
D	174	222	12,27	217	250	13,42
H	153	214	15,40	220	253	11,47
E	190	249	15,65	222	263	11,97
F	209	267	10,90	236	277	12,24
G	187	238	14,18	216	256	12,97

Revendications

[Revendication 1]

Bande ou tôle, destinée à la fabrication d'échangeurs thermiques brasés, de préférence de refroidisseurs de batteries des véhicules électriques, comprenant, de préférence étant constituée de, une couche d'âme (18), éventuellement une couche de couverture (16, 17) sur une ou deux faces de la couche d'âme (18) et éventuellement une couche intercalaire sur une ou deux faces de la couche d'âme (18) placée entre la couche d'âme (18) et la couche de couverture (16, 17), la couche d'âme (18) étant en alliage d'aluminium de la série 6xxx ayant la composition suivante, en pourcentages massiques :

- Si : de 0,45 à 0,75 % ; de préférence de 0,50 à 0,70 % ; de préférence de 0,55 à 0,65 % ;
- Fe : de 0,18 à 0,40 % ; de préférence de 0,18 à 0,35 % ; de préférence de 0,18 à 0,30 % ; de préférence de plus de 0,18 à 0,26 % ;
- Cu : $\leq 0,40$ % ; de préférence $\leq 0,25$ % ; de préférence $\leq 0,15$ % ; et de préférence $> 0,05$ % selon une première variante ; ou de préférence de 0,25 à 0,40 % ; de préférence de 0,29 à 0,40 % selon une deuxième variante ;
- Mn : $\leq 0,30$ % ; de préférence $\leq 0,20$ % ; de préférence de $\leq 0,15$ % ; de préférence de $\leq 0,10$ % ;
- Mg : de 0,25 à 0,56 % ; de préférence de 0,25 à 0,45 % ; de préférence de 0,30 à 0,39 % ;
- Ti : $< 0,050$ % ; de préférence $< 0,045$ % ; de préférence $< 0,040$ % ;
- optionnellement V : de 0,05 à 0,16 % ;-
- impuretés inévitables : $< 0,05$ % chacune et $< 0,15$ % au total ;
- reste aluminium.

[Revendication 2]

Bande ou tôle selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est constituée de ladite couche d'âme (18) en alliage d'aluminium de la série 6xxx, une couche de couverture (16, 17) sur une ou les deux faces de la couche d'âme (18) et éventuellement une couche intercalaire sur une ou deux faces de la couche d'âme (18) placée entre la couche d'âme (18) et la couche de couverture (16, 17).

[Revendication 3]

Bande ou tôle selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle comprend une couche de couverture (16, 17) sur une face de la couche d'âme, et en ce que :

- la couche de couverture (16, 17) est une couche de brasage (17) ; ou
- la couche de couverture (16, 17) est une couche sacrificielle (16).

- [Revendication 4] Bande ou tôle selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle comprend une couche de couverture (16, 17) sur les deux faces de la couche d'âme, et en ce que :
- l'une des couches de couverture (16, 17) est une couche sacrificielle (16) et l'autre couche de couverture (16, 17) est une couche de brasage (17) ; ou
 - les deux couches de couverture (16, 17) sont des couches sacrificielles (16) ; ou
 - les deux couches de couverture (16, 17) sont des couches de brasage (17).
- [Revendication 5] Bande ou tôle selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisée en ce qu'elle comprend une couche de couverture qui est une couche sacrificielle (16) sur au moins une face de la couche d'âme (18).
- [Revendication 6] Bande ou tôle selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisée en ce que l'alliage d'aluminium de la couche sacrificielle (16) est choisi parmi un alliage de la série 1xxx, 7xxx ou 3xxx.
- [Revendication 7] Bande ou tôle selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'alliage d'aluminium de la couche sacrificielle (16) est un alliage de la série 7xxx, ayant de préférence la composition suivante, en pourcentages massiques :
- moins de 0,50 % de Si ;
 - moins de 0,50 % de Fe ;
 - moins de 0,25 % de Cu ;
 - moins de 0,30 % de Mn ;
 - moins de 0,20 %, de préférence moins de 0,15 % de Mg ;
 - de 0,70 à 2,50 %, de préférence de plus de 0,80 à moins de 1,30 % de Zn ;
 - moins de 0,15 % de Ti ;
 - autres éléments moins de 0,05 % chacun et moins de 0,15 % au total ;
 - reste aluminium.
- [Revendication 8] Bande ou tôle selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'alliage d'aluminium de la couche sacrificielle (16) est un alliage de la série 3xxx, ayant de préférence la composition suivante, en pourcentages massiques :
- de 0,10 à 0,35 % de Si ;
 - moins de 0,70 % de Fe ;
 - moins de 0,20 % de Cu ;
 - de 0,70 à 2,00 %, de préférence de 0,90 à 1,30 % de Mn ;

- de 0,80 à moins de 1,30 % de Zn ;
- moins de 0,15 % de Ti ;
- autres éléments moins de 0,05 % chacun et moins de 0,15 % total ;
- reste aluminium.

[Revendication 9]

Bande ou tôle selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, caractérisée en ce que l'alliage d'aluminium de la couche de brasage (17) est un alliage de la série 4xxx, comprenant de préférence de 4,00 à 13,00 % en masse de Si et moins de 1,00 % en masse de Fe, et plus préférentiellement ayant la composition suivante, en pourcentages massiques :

- Si : de 5,00 à 13,00 %, de préférence de 6,00 à 11,00 % ;
- Fe : moins de 0,60 %, de préférence moins de 0,50 %, de préférence moins de 0,30 % ;
- Cu : moins de 0,40 %, de préférence moins de 0,10 %, de préférence moins de 0,05 % ;
- Mn : moins de 0,20 %, de préférence moins de 0,10 %, de préférence moins de 0,05 % ;
- Mg : selon une première variante moins de 0,20 %, de préférence moins de 0,10 %, de préférence moins de 0,05 % ; ou selon une deuxième variante de 0,50 à 2,50 %, de préférence de 1,00 à 2,00 % ;
- Zn : moins de 0,20 %, de préférence moins de 0,10 %, de préférence moins de 0,05 %, de préférence moins de 0,02 % ;
- Ti : moins de 0,30 %, de préférence moins de 0,10 %, de préférence moins de 0,05 % ;
- éventuellement Bi, Y, Sr et/ou Sn ;
- autres éléments : inférieurs à 0,05 % chacun et inférieurs à 0,15 % au total ;
- reste aluminium.

[Revendication 10]

Ensemble de deux tôles ou bandes comprenant, de préférence étant constitué de :

- une pièce plate (11) formée à partir d'une bande ou tôle selon l'une quelconque des revendications précédentes, de préférence selon l'une quelconque des revendications 2 à 9 ;
- une pièce emboutie (12) formée à partir d'une bande ou tôle selon l'une quelconque des revendications précédentes, de préférence selon l'une quelconque des revendications 2 à 9 ;

les deux pièces étant destinées à être assemblées par brasage et formant un canal grâce à la déformation de la pièce emboutie (12), la couche la plus extérieure de la pièce emboutie (12) et/ou de la pièce plate (11) en

contact avec l'autre pièce étant une couche de brasage (17).

[Revendication 11]

Procédé de fabrication d'une bande ou tôle selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant les étapes successives de :

- coulée d'une plaque en alliage d'âme (18) ;
- optionnellement homogénéisation de la plaque à une température de 450 à 580°C, de préférence de 520 à 560°C pendant 1 à 24 heures ;
- placage éventuel avec un alliage d'aluminium de couverture (16, 17) sur une ou deux faces de la couche d'âme (18) et éventuellement un alliage d'aluminium intercalaire sur une ou deux faces de la couche d'âme (18) ;
- préchauffage à une température de 400 à 550°C, de préférence de 450 à 530°C, de préférence de 480 à 510°C, de préférence avec un maintien à la température maximale pendant moins de 30 heures, de préférence pendant moins de 20 heures, de préférence pendant moins de 12 heures, plus préférentiellement pendant moins de 3 heures ;
- laminage à chaud de la plaque éventuellement homogénéisée et éventuellement plaquée à une température de 390 à 530°C, de préférence de 470 à 530°C, jusqu'à une épaisseur de 2 à 6 mm,
- laminage à froid à l'épaisseur désirée, l'épaisseur de la bande ou tôle après laminage à froid étant de préférence de 0,15 à 3 mm et
- traitement thermique dans un four à passage à une température de 250 à 560°C, de préférence de 320 à 430°C, de préférence 320 à 360°C avec un maintien à la température maximale pendant moins de 5 minutes, de préférence moins de 1 minute, de préférence pendant moins de 30 secondes et de préférence plus de 15 secondes, ou dans un four batch à une température de 250 à 390°C, de préférence de 310 à 360°C, avec un maintien à la température maximale de préférence pendant moins de 3 heures, de préférence pendant moins de 2 heures et de préférence moins de 1 heure, de manière à obtenir une recristallisation à petits grains.

[Revendication 12]

Echangeur de chaleur réalisé au moins en partie à partir d'une bande ou tôle selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, de préférence selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, ou à partir d'un ensemble de deux tôles ou bandes selon la revendication 10.

[Revendication 13]

Utilisation d'une bande ou tôle selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, de préférence selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, ou d'un ensemble de deux tôles ou bandes selon la revendication 10, pour la fabrication d'un échangeur de chaleur, de préférence un re-

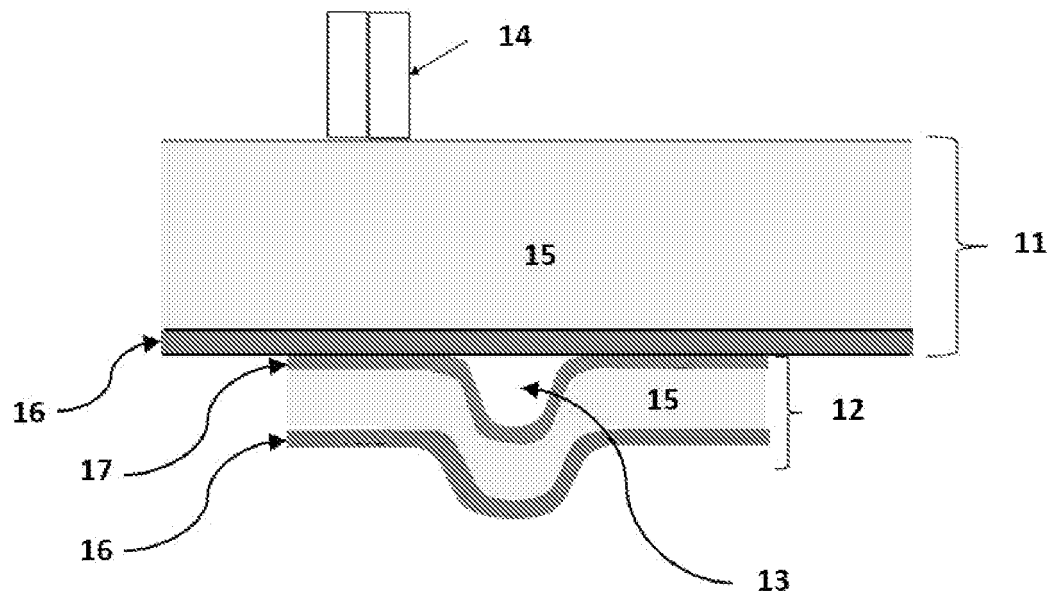
froidisseur de batteries d'un véhicule électrique.

[Revendication 14]

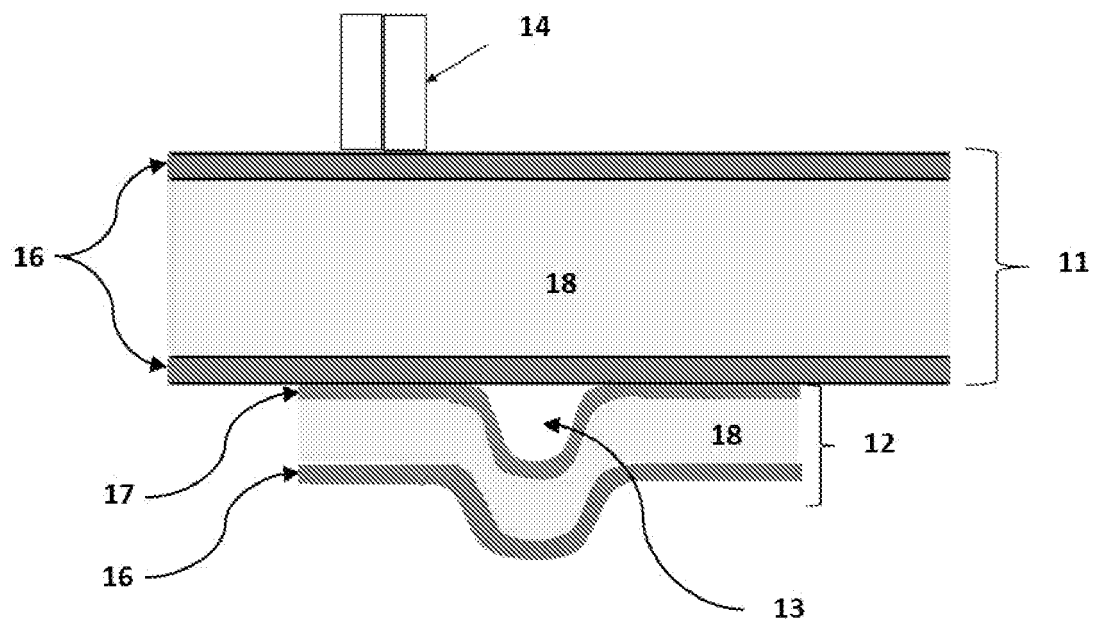
Utilisation selon la revendication 13, comprenant au moins l'une des étapes suivantes :

- Brasage dans un four CAB (atmosphère contrôlée), de préférence à une température de 590 à 615°C, de préférence de 590 à 610°C, de préférence de 590 à 605°C, de préférence de 590 à 600°C ;
- Refroidissement ayant de préférence une vitesse supérieure à 25°C/min, de préférence supérieure à 35°C/min, de préférence supérieure à 50°C/min en-dessous de 380°C et jusqu'à 100°C à la fin du cycle de brasage ;
- Revenu post-brasage à une température de de préférence de 150 à 240°C, de préférence de 180 à 220°C, pendant une durée de préférence inférieure à 6 heures, de préférence inférieure à 3 heures.

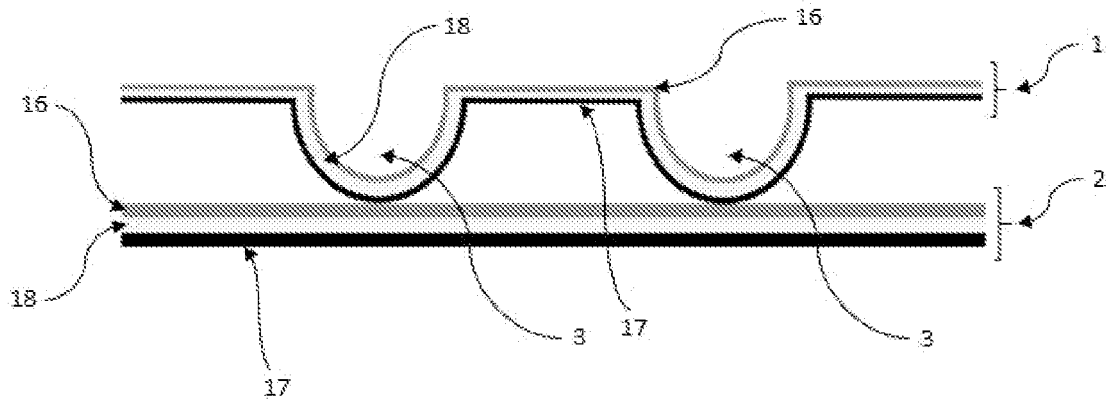
[Fig. 1]



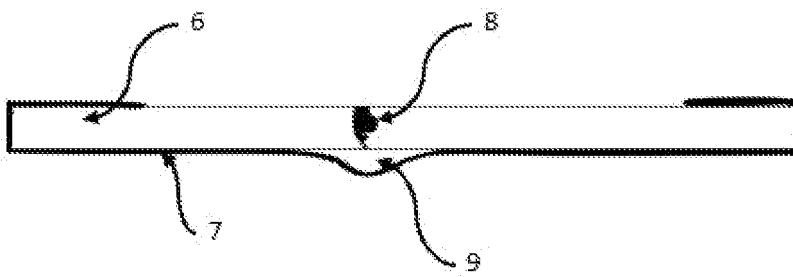
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

JP 2014 077179 A (UACJ CORP)
1 mai 2014 (2014-05-01)

JP 2011 042823 A (FURUKAWA SKY ALUMINUM
CORP) 3 mars 2011 (2011-03-03)

JP H04 178293 A (FURUKAWA ALUMINIUM)
25 juin 1992 (1992-06-25)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

EP 3 029 169 A1 (UACJ CORP [JP])
8 juin 2016 (2016-06-08)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT