

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 145 696**

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

②1 N° d'enregistrement national : **23 01297**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 23 K 9/16 (2023.01), B 21 D 39/03, 53/88**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 13.02.23.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 16.08.24 Bulletin 24/33.

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

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PSA AUTOMOBILES SA Société par
actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦② Inventeur(s) : DOSSI OCTAVE, FEINER DAVID,
DHALLUIN NICOLAS, LETY THOMAS et SIMEANT
LORRAINE.

⑦③ Titulaire(s) : STELLANTIS AUTO SAS Société par
actions simplifiée.

⑦④ **Procédé d'assemblage d'un ensemble d'au moins
trois tôles, et assemblage résultant.**

⑦⑤ La présente invention a pour objet un procédé d'assem-

blage d'un ensemble d'au moins trois tôles, ledit ensemble comprenant une première tôle métallique (10) dite supérieure, une deuxième tôle métallique (20) dite inférieure, et d'un sous-ensemble d'au moins une tôle (30) dit intermédiaire et dis-

posé entre les première et deuxième tôles, caractérisé en ce qu'il comporte aux moins les étapes suivantes :

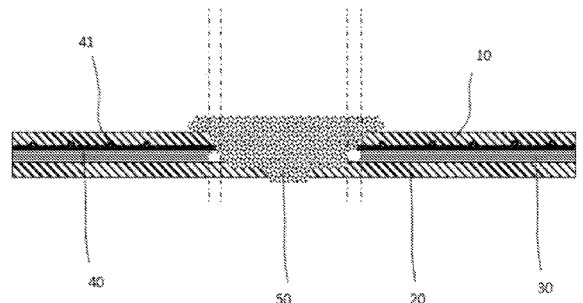
- découper, préférentiellement lors d'une étape d'emboutissage, au moins une première ouverture (11) dans la tôle supérieure, et au moins une deuxième ouverture (31) dans le sous-ensemble (30) intermédiaire,

- superposer l'ensemble des tôles supérieure, intermédiaire et inférieure ainsi que des première et deuxième ouvertures,

- réaliser une soudure (50) par apport de matériau métallique au niveau de la superposition des première et deuxième ouvertures.

L'invention a également pour objet l'assemblage ainsi constitué.

Figure 2



FR 3 145 696 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé d'assemblage d'un ensemble d'au moins trois tôles, et assemblage résultant.

- [0001] La présente invention concerne un procédé d'assemblage d'un ensemble d'au moins trois tôles en matériaux différents, en particulier deux tôles en acier avec une tôle intermédiaire en aluminium, et concerne aussi l'assemblage ainsi réalisé.
- [0002] Dans le domaine automobile et plus particulièrement dans le cadre d'une réduction de la consommation énergétique et donc d'une réduction des émissions de CO₂, on souhaite alléger le plus possible les véhicules automobiles. Ainsi, dans l'optique d'allègement des structures, il peut être envisagé de remplacer certains constituants en acier par des éléments en alliage d'aluminium plus légers.
- [0003] Pour assembler deux constituants dont l'un est en acier et l'autre en alliage d'aluminium, des solutions d'assemblage mécaniques dites classiques rivetage, clinchage, vissage sont connues et applicables. Cependant, il peut être nécessaire, pour des questions de réduction du nombre de pièces et de rigidité, de réaliser des liaisons continues entre ces éléments.
- [0004] La métallurgie des alliages Fe-Al étant extrêmement complexe, tout assemblage par fusion entre ces deux matériaux nécessite l'utilisation de technologies particulières et la mise en place de modes opératoires dédiés.
- [0005] De même, les études réalisées ont démontré la nécessité d'adapter la conception des joints soudés aux spécificités du soudage acier / aluminium.
- [0006] En effet, l'acier et l'aluminium sont des matériaux qui présentent des propriétés physiques très différentes, ce qui rend complexe tout assemblage par fusion. Les principales différences sont les suivantes :
- [0007] L'écart entre les températures de fusion, Al de 660°C et Fe de 1536°C est considérable et s'accroît encore pour les alliages d'aluminium contenant du silicium. Cet écart très pénalisant en soudage, où l'on recherche plutôt la fusion des deux matériaux, peut toutefois s'avérer bénéfique dans le cas d'un brasage ; dans ce cas on a une fusion de l'aluminium tandis que l'acier reste solide.
- [0008] Par ailleurs, les propriétés thermiques de l'aluminium et de l'acier sont également différentes, engendrant des comportements thermiques des deux matériaux très différents.
- [0009] Ainsi, lorsqu'on applique une source de chaleur, la répartition énergétique présente une forte dissymétrie de part et d'autre de la liaison. Les conditions opératoires de soudage sont donc toujours très complexes.
- [0010] Une autre difficulté à réaliser un soudage acier / aluminium est issue du fait qu'il est impossible d'obtenir un alliage ductile entre ces deux matériaux. En effet, la solubilité

de l'aluminium dans l'acier étant quasi-nulle, il se forme très rapidement des composés intermétalliques fragiles qui rendent impossible toute utilisation mécanique des alliages formés. Le diagramme d'équilibre prévoit la formation de nombreux composés définis ou intermétalliques.

- [0011] La solution communément adoptée pour réaliser un assemblage est donc, non pas de souder, au sens propre du terme, l'acier et l'aluminium, mais de réaliser une liaison par diffusion, assimilable à du brasage. Ainsi, l'aluminium est porté à l'état liquide alors que l'acier reste solide.
- [0012] Bien qu'il soit impossible d'éviter la formation des composés intermétalliques, il est toutefois possible d'en maîtriser la nature et l'épaisseur de couche en jouant sur l'apport calorifique à l'assemblage, c'est-à-dire en utilisant des technologies de soudage de type arc CMT (Cold Metal Transfer) ou laser.
- [0013] Toutefois, les analyses métallurgiques ont confirmé la présence des composés intermétalliques entre le métal d'apport et l'acier. Ainsi, bien qu'il ait été démontré que l'épaisseur de la couche formée soit maîtrisable par l'utilisation de technologies CMT ou laser, il n'en reste pas moins que cette couche est fragile, et qu'il s'avère nécessaire d'adapter la conception des joints soudés aux spécificités de cette liaison.
- [0014] L'invention a donc pour objet de proposer un procédé qui permet d'obtenir un assemblage de tôles en matériaux différents présentant des comportements thermiques différents, telles qu'une tôle en acier et une tôle en aluminium, et qui permet d'intégrer des changements de direction, si possible avec des transitions douces, afin de répartir les sollicitations normales et tangentielles.
- [0015] L'invention a en particulier pour objet un procédé d'assemblage d'un ensemble d'au moins trois tôles, ledit ensemble comprenant une première tôle métallique dite supérieure, une deuxième tôle métallique dite inférieure, et d'un sous-ensemble d'au moins une tôle dit intermédiaire et disposé entre les première et deuxième tôles, caractérisé en ce qu'il comporte aux moins les étapes suivantes :
- [0016] - découper, préférentiellement lors d'une étape d'emboutissage, au moins une première ouverture dans la tôle supérieure, et au moins une deuxième ouverture dans le sous-ensemble intermédiaire,
- [0017] - superposer l'ensemble des tôles supérieure, intermédiaire et inférieure ainsi que les première et deuxième ouvertures,
- [0018] - réaliser une soudure par apport de matériau métallique au niveau de la superposition des première et deuxième ouvertures.
- [0019] Des caractéristiques optionnelles de l'invention, complémentaires ou de substitution sont énoncées ci-après.
- [0020] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'étape de soudure peut être une étape de soudure en bouchon réalisée selon un procédé de soudage MIG/MAG.

- [0021] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, les tôles inférieure et supérieure peuvent être des tôles en acier, tandis que le sous-ensemble intermédiaire est une tôle en aluminium ou en matériau composite.
- [0022] Selon encore un autre mode de réalisation de l'invention, les tôles inférieure et supérieure peuvent être des tôles en aluminium, tandis que le sous-ensemble intermédiaire est une tôle en acier.
- [0023] De préférence, la superficie de la première ouverture est inférieure à la superficie de la deuxième ouverture.
- [0024] Avantageusement, les au moins première et deuxième ouvertures sont des ouvertures circulaires, le diamètre de la première ouverture étant inférieur au diamètre de la deuxième ouverture.
- [0025] De manière préférentielle, on procède, avant l'étape de superposition de l'ensemble des tôles supérieure, intermédiaire et inférieure, et des première et deuxième ouvertures, à une étape d'encollage d'au moins une face du sous-ensemble intermédiaire.
- [0026] De manière encore plus préférentielle, l'étape d'encollage utilise une colle structurale de base élastomère, préférentiellement chargée en billes de verre.
- [0027] L'invention a également pour objet un assemblage d'un ensemble d'au moins trois tôles, ledit ensemble comprenant une première tôle métallique dite supérieure, une deuxième tôle métallique dite inférieure, et d'un sous-ensemble d'au moins une tôle dit intermédiaire et disposé entre les première et deuxième tôles, caractérisé en ce que la première tôle et le sous-ensemble intermédiaire sont chacun respectivement pourvus d'au moins une ouverture, lesdites ouvertures étant superposées et préférentiellement circulaires, la superficie de la première ouverture étant inférieure à la superficie de la deuxième ouverture, l'assemblage comportant une soudure en bouchon par apport de matériau métallique au niveau de la superposition des première et deuxième ouvertures.
- [0028] Avantageusement, le sous-ensemble intermédiaire est en outre fixé à la première et/ou à la deuxième tôle au moyen d'une colle structurale de base élastomère, préférentiellement chargée en billes de verre.
- [0029] D'autres avantages et particularités de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée de mises en œuvre et de modes de réalisation nullement limitatifs, et des dessins annexés suivants :
- [0030] [Fig.1] Cette figure représente une vue schématique d'un assemblage de trois tôles avant soudage, conformément à un mode de réalisation de l'invention.
- [0031] [Fig.2] Cette figure représente une vue schématique d'un assemblage de trois tôles après soudage, conformément à un mode de réalisation de l'invention.
- [0032] Le procédé d'assemblage selon l'invention permet d'assembler un ensemble d'au moins trois tôles. En se reportant à la [Fig.1] et à la [Fig.2], on voit que cet ensemble

comprend une première tôle métallique 10 dite supérieure, une deuxième tôle métallique 20 dite inférieure, et un sous-ensemble d'au moins une tôle 30 dit intermédiaire et disposé entre les première et deuxième tôles.

- [0033] Dans le cas présent, le sous-ensemble est composé de la tôle 30, mais pourrait tout aussi bien être composé d'un empilement d'une pluralité de tôles.
- [0034] Selon le procédé, on procède tout d'abord à une étape de découpage, par exemple lors d'une étape d'emboutissage, d'une première ouverture 11 dans la tôle supérieure, et d'une deuxième ouverture 31 dans le sous-ensemble 30 intermédiaire. Dans la pratique, on réalise plusieurs ouvertures dans la tôle supérieure et autant dans le sous-ensemble intermédiaire, afin de démultiplier les points de soudure.
- [0035] Puis, on procède à une étape suivante dans laquelle on superpose l'ensemble des tôles supérieure, intermédiaire et inférieure ainsi que des première et deuxième ouvertures. Afin d'obtenir la superposition des ouvertures, on peut procéder par exemple au perçage conjointement de la première tôle et du sous-ensemble intermédiaire déjà superposés.
- [0036] Enfin, on réalise une soudure 50 par apport de matériau métallique au niveau de la superposition des première et deuxième ouvertures.
- [0037] Avantagement, l'étape de soudure est une étape de soudure en bouchon réalisée selon un procédé de soudage MIG/MAG. Le soudage MIG-MAG est un procédé de soudage semi-automatique. La fusion des métaux est obtenue par l'énergie calorifique dégagée par un arc électrique qui éclate dans une atmosphère de protection entre un fil électrode fusible et les pièces à assembler.
- [0038] Les acronymes MIG et MAG signifient respectivement Metal inert gaz et Metal active gas. La différence entre les deux procédés tient à la composition du gaz. Le procédé MIG utilise un gaz neutre qui ne réagit pas avec le métal fondu (argon ou argon + hélium), contrairement au procédé MAG (mélange d'argon et de dioxyde de carbone ou dioxygène en proportions variables selon les métaux à souder). Le gaz est injecté en continu sur l'arc afin d'isoler complètement le métal en fusion de l'air ambiant.
- [0039] De préférence, la superficie de la première ouverture 11 est inférieure à la superficie de la deuxième ouverture 31.
- [0040] Cette différence de superficie évite au sous-ensemble intermédiaire d'absorber trop d'énergie lors du soudage et permet que le soudage se fasse dans les meilleures conditions possibles. La soudure en bouchon permet de bloquer le sous-ensemble intermédiaire pris en sandwich entre la tôle supérieure et la tôle inférieure.
- [0041] De manière avantageuse, les au moins première 11 et deuxième 31 ouvertures sont des ouvertures circulaires, le diamètre de la première ouverture 11 étant inférieur au diamètre de la deuxième ouverture 31.

- [0042] Cette forme circulaire permet une répartition équilibrée des contraintes thermiques lors du soudage.
- [0043] Avantagement, on procède, avant l'étape de superposition de l'ensemble des tôles supérieure 10, intermédiaire 30 et inférieure 20, et des première 11 et deuxième 31 ouvertures, à une étape d'encollage d'au moins une face du sous-ensemble intermédiaire 30.
- [0044] Ceci permet de fixer le sous-ensemble intermédiaire à au moins l'une des tôles supérieure et inférieure.
- [0045] Une colle structurale 40 de base élastomère, préférentiellement chargée en billes de verre 41 peut avantageusement être employée.
- [0046] Les billes de verres génèrent un ancrage dans les tôles, ce qui permet de figer l'empilement des tôles jusqu'à la réalisation de la soudure en bouchon.
- [0047] L'assemblage de cet ensemble d'au moins trois tôles est ensuite définitivement achevé avec la réticulation du film de colle lors du passage en cuisson de l'assemblage de tôles, une fois revêtu d'une couche de peinture.
- [0048] L'assemblage de cet ensemble d'au moins trois tôles est généralement destiné à la fabrication de pièces de carrosserie.
- [0049] Les tôles inférieure 20 et supérieure 10 sont généralement des tôles en acier, tandis que le sous-ensemble intermédiaire 30 est une tôle en aluminium ou en matériau composite.
- [0050] Les tôles inférieure 20 et supérieure 10 peuvent être aussi des tôles en aluminium, tandis que le sous-ensemble intermédiaire 30 est une tôle en acier.
- [0051] Trois essais ont été réalisés avec à chaque fois une éprouvette en ALUMINIUM 6016, d'une épaisseur de 1 mm, interposée entre deux éprouvettes en ACIER, d'épaisseur 2 mm, de revêtement G10/10.
- [0052] Le mode de soudage est du type Mode de soudage CMT (Cold Metal Transfert) avec un fil d'apport de nature Alu Si 3 Mn, de diamètre 12/10, sous Argon avec un débit de 15 L / min.
- [0053] La vitesse de dévidage du fil est de 4,5 m/min, la valeur de correction de hauteur d'arc de 3%, l'intensité de soudage de 72amp, la vitesse de soudage de 300 mm/min.
- [0054] Le cordon de soudure obtenu est de très bonne qualité et constitué d'une soudure « par point ».
- [0055] Les trois essais de traction pour mesurer le degré de résistance à la rupture de cette soudure, que ce soit en cisaillement ou en traction pure, ont permis d'établir des valeurs pour la traction cisaillement respectivement 2115, 2287 et 2256 daN.
- [0056] Ces résultats sont très encourageants, car en optimisant les paramètres de soudure, on peut espérer atteindre les valeurs de points de soudure en bouchons standards qui s'élèvent à 2500 daN.

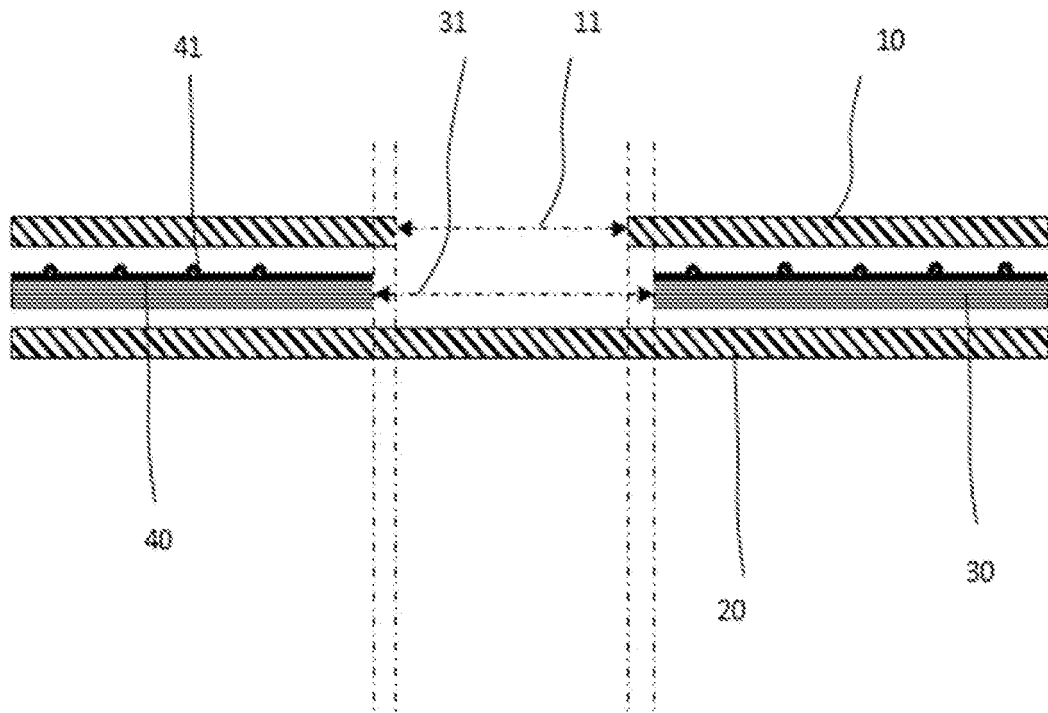
- [0057] En résumé, ce procédé d'assemblage de trois tôles permet de lier deux tôles extérieures métalliques avec une tôle centrale de nature différente, en garantissant une tenue équivalente à celle d'un point de soudure en bouchon ou par résistance standard.
- [0058] Ce procédé qui utilise des points de soudure en bouchon, a également pour avantage de ne nécessiter l'accès qu'à un seul côté de l'assemblage, contrairement aux points de soudure électrique.
- [0059] Ce procédé permet aussi de s'affranchir des opérations et des pièces de rivetage, clinchage, vissage, et nécessite très peu de métal d'apport, soit uniquement du fil de soudage (généralement 2 € / kg, soit environ 0,002 € par point de soudure en bouchon).
- [0060] Les modes de réalisation décrits ci-après étant nullement limitatifs, on pourra notamment considérer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites, isolées des autres caractéristiques décrites (même si cette sélection est isolée au sein d'une phrase comprenant ces autres caractéristiques), si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure. Cette sélection comprend au moins une caractéristique, de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure.
- [0061] A noter, les différentes caractéristiques, formes, variantes et modes de réalisation de l'invention peuvent être associés les uns avec les autres, selon diverses combinaisons dans la mesure où ils ne sont pas incompatibles ou exclusifs les uns des autres.

Revendications

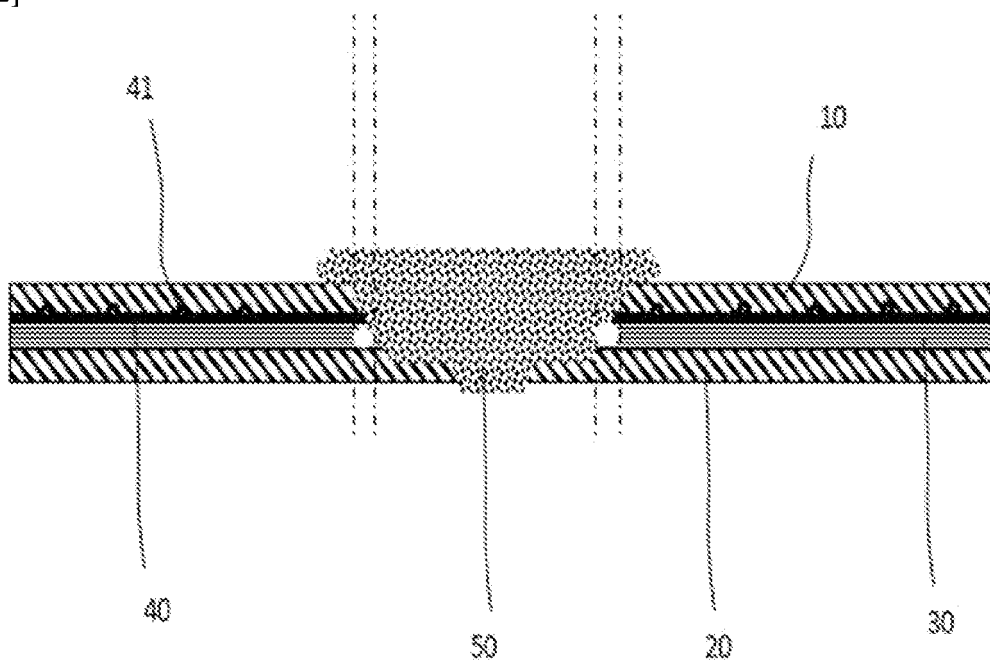
- [Revendication 1] Procédé d'assemblage d'un ensemble d'au moins trois tôles, ledit ensemble comprenant une première tôle métallique (10) dite supérieure, une deuxième tôle métallique (20) dite inférieure, et d'un sous-ensemble d'au moins une tôle (30) dit intermédiaire et disposé entre les première et deuxième tôles, caractérisé en ce qu'il comporte aux moins les étapes suivantes :
- découper, préférentiellement lors d'une étape d'emboutissage, au moins une première ouverture (11) dans la tôle supérieure, et au moins une deuxième ouverture (31) dans le sous-ensemble (30) intermédiaire,
 - superposer l'ensemble des tôles supérieure, intermédiaire et inférieure ainsi que les première et deuxième ouvertures,
 - réaliser une soudure (50) par apport de matériau métallique au niveau de la superposition des première et deuxième ouvertures.
- [Revendication 2] Procédé d'assemblage selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de soudure est une étape de soudure en bouchon réalisée selon un procédé de soudage MIG/MAG.
- [Revendication 3] Procédé d'assemblage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les tôles inférieure (20) et supérieure (10) sont des tôles en acier, tandis que le sous-ensemble intermédiaire (30) est une tôle en aluminium ou en matériau composite.
- [Revendication 4] Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que les tôles inférieure (20) et supérieure (10) sont des tôles en aluminium, tandis que le sous-ensemble intermédiaire (30) est une tôle en acier.
- [Revendication 5] Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la superficie de la première ouverture (11) est inférieure à la superficie de la deuxième ouverture (31).
- [Revendication 6] Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les au moins première (11) et deuxième (31) ouvertures sont des ouvertures circulaires, le diamètre de la première ouverture (11) étant inférieur au diamètre de la deuxième ouverture (31).
- [Revendication 7] Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on procède, avant l'étape de superposition de l'ensemble des tôles supérieure (10), intermédiaire (30) et inférieure (20), et des première (11) et deuxième (31) ouvertures, à une étape

- d'encollage d'au moins une face du sous-ensemble intermédiaire (30).
- [Revendication 8] Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape d'encollage utilise une colle structurale (40) de base élastomère, préférentiellement chargée en billes de verre (41).
- [Revendication 9] Assemblage d'un ensemble d'au moins trois tôles, ledit ensemble comprenant une première tôle métallique (10) dite supérieure, une deuxième tôle métallique (20) dite inférieure, et d'un sous-ensemble d'au moins une tôle (30) dit intermédiaire et disposé entre les première et deuxième tôles, caractérisé en ce que la première tôle et le sous-ensemble intermédiaire sont respectivement pourvus d'au moins une ouverture (11, 31), lesdites première (11) et la deuxième (31) ouvertures étant superposées et préférentiellement circulaires, la superficie de la première ouverture (11) étant inférieure à la superficie de la deuxième ouverture (31), l'assemblage comportant une soudure en bouchon (50) par apport de matériau métallique au niveau de la superposition des première et deuxième ouvertures.
- [Revendication 10] Assemblage d'un ensemble d'au moins trois tôles selon la revendication 9, caractérisé en ce que le sous-ensemble intermédiaire (30) est en outre fixé à la première et/ou à la deuxième tôle au moyen d'une colle structurale (40) de base élastomère, préférentiellement chargée en billes de verre (41).

[Fig. 1]



[Fig. 2]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 915805
FR 2301297

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	WO 2018/042680 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 8 mars 2018 (2018-03-08) * figures 2D, 14, 17A, 25A-25C * * alinéas [0026], [0028], [0051] - [0053], [0061] * -----	1-10	B21D 39/03 B21D 53/88 B23K 9/16
X	DE 10 2017 219854 A1 (AUDI AG [DE]) 9 mai 2019 (2019-05-09) * figures 9, 13 * * alinéas [0021] - [0023], [0029] * -----	1-4, 6-8	
A	EP 1 504 840 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 9 février 2005 (2005-02-09) * figures 1-4 * * le document en entier * -----	1-10	
A	EP 3 957 425 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 23 février 2022 (2022-02-23) * figures * * alinéa [0050] * -----	3	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B23K B23P F16B B62D C08J C09J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 septembre 2023		Sérgio de Jesus, E	
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 autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date 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 2301297 FA 915805**

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 **17-09-2023**
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
WO 2018042680 A1	08-03-2018	JP 2018034166 A WO 2018042680 A1	08-03-2018 08-03-2018

DE 102017219854 A1	09-05-2019	AUCUN	

EP 1504840 A1	09-02-2005	EP 1502691 A1 EP 1504840 A1	02-02-2005 09-02-2005

EP 3957425 A1	23-02-2022	CN 113692328 A EP 3957425 A1 JP WO2020213491 A1 US 2022023966 A1 WO 2020213491 A1	23-11-2021 23-02-2022 22-10-2020 27-01-2022 22-10-2020
