

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①⑪ N° de publication : **2 833 504**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **01 16185**

⑤① Int Cl⁷ : B 21 D 53/26, C 21 D 8/02, C 22 C 38/32, 38/38

①⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

②② Date de dépôt : 14.12.01.

③⑩ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 20.06.03 Bulletin 03/25.

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

⑥⑩ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *USINOR Société anonyme — FR.*

⑦② Inventeur(s) : LAURENT JEAN PIERRE, DERUY
SYLVAIN et DEVROC JACQUES.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) :

⑤④ **PROCEDE DE MISE EN FORME A CHAUD ET NOTAMMENT L'OBTENTION DE TOUT OU PARTIE D'UNE
ROUE DE VEHICULE AUTOMOBILE.**

⑤⑦ Procédé de mise en forme à chaud et notamment, ob-
tention de tout ou partie d'une roue de véhicule automobile
comme par exemple un voile de roue, caractérisé en ce
qu'on utilise, dans une opération d'emboutissage à chaud,
une tôle d'acier laminée à chaud pour traitement thermique
pré revêtu.

FR 2 833 504 - A1



Procédé de mise en forme à chaud et notamment l'obtention de tout ou partie d'une roue de véhicule automobile.

La présente invention concerne l'obtention d'une pièce par un procédé de mise
 5 en forme à chaud et notamment l'obtention de tout ou partie d'une roue de véhicule automobile.

Actuellement, les voiles de roues sont obtenus soit par emboutissage à froid d'un flan de tôle soit par fluotournage.

Dans le cas de l'obtention d'un voile par emboutissage d'un flan de tôle, il est
 10 nécessaire de réaliser plusieurs opérations de mise en forme, ce qui impose la réalisation de plusieurs outils d'emboutissage. Le nombre d'outils d'emboutissage est de l'ordre de 7, 8 ou 9.

Les principaux inconvénients de la présente technique citée sont les suivants :

- Tout changement de forme nécessite l'usinage ou la fabrication de 7 à 9 paires
 15 d'outils différents.
- Tout changement de fabrication occasionne le démontage puis le montage et le réglage de 7 à 9 outils ainsi que le réglage des presses associées.
- Ces nombreux outils doivent être stockés.
- Le coût de fabrication des outils ne permet pas la réalisation de petites séries de
 20 manière économique.
- Il n'est pas possible de réaliser des pièces de forte épaisseur.

Dans le cas de l'obtention, par exemple, d'un voile de roue par fluotournage, la productivité est réduite comparativement à l'emboutissage, ce qui limite la fabrication en
 grandes séries.

25 Dans les deux techniques citées :

- L'utilisation d'huile d'emboutissage ou de lubrifiant est impératif et nécessite un dégraissage avant mise en peinture.
- Il faut stocker et traiter ces huiles ainsi que les effluents.

Du point de vue des caractéristiques recherchées :

- 30 - L'augmentation des caractéristiques mécaniques entraîne une diminution de la formabilité, ce qui limite la forme des voiles, et génère un retour élastique accru, pénalisant les garanties dimensionnelles.
- L'augmentation des caractéristiques mécaniques impose d'utiliser des presses de plus en plus puissantes.

- La protection temporaire contre la corrosion, avant peinture par exemple d'un voile embouti, nécessite d'huiler la pièce puis de la dégraisser. Il est également nécessaire de retirer l'huile d'emboutissage avant peinture, ce qui comporte un coût et un risque écologique.

5 Le but de l'invention est la réalisation d'une pièce par emboutissage à chaud, en une seule passe, en respectant les garanties dimensionnelles, tout en ayant la possibilité d'obtenir des formes complexes.

L'invention a pour objet l'obtention d'une pièce par un procédé de mise en forme à chaud et notamment l'obtention de tout ou partie d'une roue de véhicule automobile
10 comme par exemple un voile de roue, caractérisée en ce qu'on utilise, dans une opération d'emboutissage à chaud, une tôle d'acier laminée à chaud pour traitement thermique, pré revêtue.

Les autres caractéristiques de l'invention sont :

- la tôle d'acier est une tôle d'acier laminée à chaud ou à froid pré revêtue de
15 composition générale pondérale suivante :

0,15% < carbone < 0,5%

0,5% < manganèse < 3%

0,1% < silicium < 0,5%

0% < chrome < 1%

20 titane < 0,2%

aluminium < 0,1%

phosphore < 0,1%

soufre < 0,05%

0,0005% < bore < 0,08%

25 les autres caractéristiques de l'invention sont :

- le revêtement est à base d'aluminium,
- de préférence, la tôle d'acier est une tôle d'acier laminée à chaud ou à froid pré revêtue de la composition pondérale suivante :

0,15% < carbone < 0,5%

30 0,8% < manganèse < 1,5%

0,1% < silicium < 0,35%

0% < chrome < 1%

titane < 0,1%

aluminium < 0,1%

phosphore < 0,05%

soufre < 0,03%

0,0005% < bore < 0,01%

- dans la composition pondérale de la tôle, la teneur en titane par rapport à la teneur en azote est supérieure à 3,42,
- le bain métallique du revêtement comprend dans sa composition pondérale de base, de 9% à 10% de silicium, de 2% à 3,5% de fer, le reste du bain étant composé d'aluminium et des impuretés,
- le bain métallique du revêtement comprend dans sa composition pondérale de base de 2% à 4% de fer,
- le bain métallique du revêtement peut contenir dans sa composition pondérale de base, de 0 à 50% de zinc.

La description qui suit fera bien comprendre l'invention.

Le problème posé est de réaliser une pièce par un procédé de mise en forme à chaud et notamment l'obtention de tout ou partie d'une roue de véhicule automobile comme par exemple, un voile de roue de VL ou PL (voiture légère ou poids lourd) ou un voile de roue et une partie de la jante de roue, en une seule passe, en respectant les garanties dimensionnelles, tout en réalisant des formes complexes.

Il est connu de la demande de brevet FR N° 98 08793 une tôle d'acier à chaud et à froid revêtue et comportant une très haute résistance après traitement thermique. Il est également connu de la demande de brevet FR N° 98 16477 un procédé de réalisation d'une pièce à partir d'une bande de tôle d'acier laminée et notamment laminée à chaud.

Selon l'invention, une utilisation particulièrement importante d'une tôle et du procédé présentés a été démontrée, dans l'obtention d'une pièce par un procédé de mise en forme à chaud et, notamment, l'obtention de tout ou partie d'une roue de véhicule automobile, en une seule passe d'emboutissage à chaud, alors que les techniques utilisées à ce jour, demande des outillages nombreux, complexes, ainsi que des opérations nombreuses de mise en forme.

A l'encontre des habitudes industrielles connues, les inventeurs ont obtenu, en une seule passe, par emboutissage à chaud d'une tôle d'acier laminée à chaud pré revêtu, un voile de roue, qui antérieurement, était réalisé en 7 ou 8 opérations d'emboutissage, le plan de tôle prédécoupé ayant la composition pondérale générale suivante :

0,15% < carbone < 0,5%
 0,5% < manganèses < 3%
 0,1% < silicium < 0,5%
 0,01% < chrome < 1%
 titane < 0,2%
 aluminium < 0,1%
 phosphore < 0,1%
 soufre < 0,05%
 0,0005% < bore < 0,08%

5

10 L'utilisation d'un acier pour traitement thermique pré revêtu permet d'obtenir un gain notable en résistance à la fatigue sans poser de problème de soudage et en présentant une résistance accrue à la corrosion après peinture.

De plus, le procédé et l'acier utilisé permettent un allègement notable et une augmentation de la durée de vie en fatigue. Enfin, le voile obtenu peut être soudé puis
 15 peint sans modification des lignes existantes.

De préférence l'acier de la tôle a la composition pondérale suivante :

0,15% < carbone < 0,5%
 0,8% < manganèses < 1,5%
 0,1% < silicium < 0,35%
 0,01% < chrome < 1%
 titane < 0,1%
 aluminium < 0,1%
 phosphore < 0,05%
 soufre < 0,03%
 0,0005% < bore < 0,01%

20

25

la tôle assurant une très haute résistance mécanique après traitement thermique et le revêtement à base d'aluminium assurant une haute tenue à la corrosion et à la fatigue.

Pour l'obtention de la pièce, en une seule passe, par emboutissage à chaud de la tôle laminée à chaud revêtue, il est préférable que la teneur en titane par rapport à la
 30 teneur en azote soit supérieure à 3,42.

Le revêtement de la tôle laminée à chaud revêtue, à base d'aluminium, comprend dans sa composition pondérale de base, de 9% à 10% de silicium, de 2% à 3,5% de fer.

Le revêtement de la tôle laminée à chaud revêtue peut également comprendre dans sa composition pondérale de base, de 2% à 4% de fer. Le bain métallique peut contenir dans sa composition pondérale de base de 0 à 50% de zinc.

Dans un exemple de réalisation, l'acier selon l'invention contenant 0,231% de carbone ; 1,145% de manganèse ; 0,020% de phosphore ; 0,0038% de soufre ; 0,239% de silicium ; 0,043% d'aluminium ; 0,009% de cuivre ; 0,020% de nickel ; 0,179% de chrome ; 0,0042% d'azote ; 0,032% de titane ; 0,0028% de bore ; 0,0051% de calcium, sous la forme d'une tôle est revêtue d'une couche à base d'aluminium ayant environ 25 µm d'épaisseur avant traitement thermique.

Le flan de tôle est chauffé dans un four, à une température comprise entre 750°C et 1000°C et plus généralement à une température comprise entre 850°C et 950°C pendant un temps variant en fonction de l'épaisseur. Pour une épaisseur de 2 mm, le flan de tôle séjourne pendant 6 minutes dans le four. La vitesse de montée en température est supérieure à 3°C/s. Du fait du revêtement, il n'est pas nécessaire d'utiliser un four à atmosphère inerte.

Lors du réchauffage du flan de tôle, le revêtement s'allie avec le substrat pour former un alliage intermétallique. L'alliation entraîne, par inter diffusion, une augmentation de l'épaisseur de la couche qui, pour le traitement ci-dessus spécifié, correspond généralement à une augmentation de 50%.

Le flan de tôle chaud est ensuite transféré dans l'outil refroidi ou non, en fonction de la cadence, de l'épaisseur de la tôle et de la vitesse de refroidissement visée, pour être mis en forme. Il ne doit pas y avoir de pression de serre flan afin d'éviter le déchirement de la tôle dû à sa faible résistance à haute température. La vitesse de déformation doit être suffisante pour éviter de déformer l'acier à une température inférieure à 400°C.

Le voile de roue ainsi obtenu est maintenu dans l'outil jusqu'à atteindre une température inférieure à 200°C et de préférence inférieure à 100°C afin de respecter les garanties de dimension. La vitesse de refroidissement moyenne doit être supérieure à 27°C/s, entre la température de sortie du four et 400°C, si la structure visée pour le substrat est une structure martensitique. Si la vitesse moyenne de refroidissement est inférieure à cette valeur, de la bainite, de la ferrite, voire de la perlite peuvent apparaître. Il est ainsi possible d'obtenir différentes structures et donc différentes propriétés en fonction de la vitesse de refroidissement visée. Néanmoins, les meilleurs

résultats en fatigue sont obtenus avec une structure de l'acier, totalement martensitique.

Du fait du formage à chaud, il n'y a pas d'endommagement de la structure métallurgique. Ceci a un effet bénéfique sur la tenue en fatigue du fait de la suppression des défauts internes pouvant servir d'initiation des fissures en fatigue. Il n'est pas nécessaire d'ajouter de lubrifiant d'emboutissage car le pré revêtement fait office de lubrifiant.

La pièce ainsi obtenue peut subir directement le cycle de peinture. Si ce n'est pas le cas, il n'est pas nécessaire d'appliquer une protection temporaire contre la corrosion car la couche alliée ralentit l'apparition de la corrosion. Lors du cycle thermique, le revêtement, alliée ou non, protège l'acier de l'oxydation et de la décarburation.

La couche alliée réalisée sur la pièce présente un gradient de dureté. En partant de la couche extrême et en se déplaçant vers la tôle, la dureté varie de 750HV0,1 à 300 HV0,1 à l'interface couche de revêtement - tôle, puis augmente jusqu'à environ 500HV0,1 dans la tôle, lorsque la structure de l'acier est totalement martensitique. C'est la couche à 300HV0,1 qui, en arrêtant les fissures, confère à la pièce une tenue en fatigue accrue.

Si on utilise l'acier de la solution proposée mais non pré revêtu, on note une dégradation importante de limite d'endurance moyenne, comme matérialisé sur le tableau 1 ci-dessous liée principalement à la décarburation de l'acier. La solution proposée, de part la présence de la pré protection, évite ce phénomène. Les essais de fatigue en flexion plane alternée montre un gain notable.

Tableau 1.

Acier	Rp0.2 (MPa) Travers	Rm (MPa) Travers	Nombre de cycles de validation de la limitation de la limite d'endurance (millions de cycles)	Limite d'endurance Moyenne (MPa)
USIDUR 355 exemple de comparaison	432	514	1. 106	279
USIFORM 800 exemple de comparaison	766	872	2. 106	388
Obtention selon l'invention, non pré revêtue	980	1490	2. 106	249
Obtention selon l'invention	980	1480	2. 106	439

Par rapport à la tôle USIDUR 355, couramment utilisé industriellement pour la réalisation des voiles de roues, le gain est de 40% en durée de vie ou en allègement. Par rapport à la nuance citée, utilisée pour les voiles de roues, la limite d'endurance présente un gain supérieur à 12%.

5 Les avantages de l'obtention d'une pièce par un procédé de mise en forme à chaud et notamment l'obtention de tout ou partie d'une roue de véhicule automobile sont les suivants :

- une réalisation de voile de roue en une seule passe de formage,
- du fait de la formabilité importante à chaud, un seul outil est nécessaire. il est donc
- 10 possible de faire des pièces de formes complexes en série de manière économique telles que les roues de style,
- une très bonne garantie dimensionnelle car il n'y a pas de retour élastique comme dans le cas de l'emboutissage à froid ou du fluotournage,
- les caractéristiques mécaniques élevées après trempe dans l'outil d'emboutissage
- 15 permettent un allègement significatif,
- le pré revêtement assure une garantie accrue à la corrosion et à l'usure,
- une formabilité accrue lors de la chauffe du flan de tôle permet de former à chaud des épaisseurs ne pouvant habituellement être mise en forme que par fluotournage,
- une déformation peut avoir lieu dans la phase austénitique à chaud, sans
- 20 endommagement, ce qui garantie une meilleure tenue à la fatigue par élimination des défauts internes généralement créés lors d'une déformation à froid,
- du fait du pré revêtement, il est inutile de lubrifier la tôle lors du formage à chaud, supprimant ainsi l'étape de dégraissage avant peinture,
- grâce au revêtement, il est inutile d'appliquer une protection temporaire contre la
- 25 corrosion sur les pièces en attente de peinture,
- le pré revêtement non traité thermiquement, contrairement aux revêtements à base de zinc, ne dégrade pas la tenue à la fatigue et même l'augmente,
- le comportement aux chocs est renforcé par l'utilisation du type d'acier choisi,
- le pré revêtement traité thermiquement ne nécessite pas de matériel de soudage et
- 30 de précaution particuliers.

D'autres pièces peuvent bénéficier de cette méthode d'obtention. On peut citer en particulier les pièces de liaison au sol dimensionnées en fatigue telles que : les bras de suspension, bras de roue...

REVENDICATIONS.

1. Procédé de mise en forme à chaud et notamment, obtention de tout ou partie d'une
roue de véhicule automobile comme par exemple un voile de roue, caractérisé en ce
5 qu'on utilise, dans une opération d'emboutissage à chaud, une tôle d'acier laminée à
chaud ou à froid pour traitement thermique pré revêtu.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la tôle d'acier est une tôle
d'acier laminée à chaud pré revêtu de la composition générale pondérale suivante :
- 10 0,15% < carbone < 0,5%
0,5% < manganèse < 3%
0,1% < silicium < 0,5%
0% < chrome < 1%
titane < 0,2%
15 aluminium < 0,1%
phosphore < 0,1%
soufre < 0,05%
0,0005% < bore < 0,08%
- 20 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le revêtement est à base
d'aluminium.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que de préférence, la tôle
d'acier est une tôle d'acier laminée à chaud ou à froid pré revêtue de la composition
25 pondérale suivante :
- 0,15% < carbone < 0,5%
0,8% < manganèse < 1,5%
0,1% < silicium < 0,35%
0,01% < chrome < 1%
30 titane < 0,1%
aluminium < 0,1%
phosphore < 0,05%
soufre < 0,03%
0,0005% < bore < 0,01%

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans la composition pondérale de la tôle, la teneur en titane par rapport à la teneur en azote est supérieure à 3,42.
- 5
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le bain métallique du revêtement comprend dans sa composition pondérale de base, de 9% à 10% de silicium, de 2% à 3,5% de fer, le reste du bain étant composé d'aluminium et des impuretés.
- 10
7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le bain métallique du revêtement comprend dans sa composition pondérale de base, de 2% à 4% de fer.
8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le bain métallique du revêtement peut contenir dans sa composition pondérale de base, de 0 à 50% de zinc.
- 15

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		
D,X	FR 2 780 984 A (LORRAINE LAMINAGE) 14 janvier 2000 (2000-01-14) * le document en entier * ---	1-8	B21D53/26 C21D8/02 C22C38/32 C22C38/38
D,X	FR 2 787 735 A (LORRAINE LAMINAGE) 30 juin 2000 (2000-06-30) * le document en entier * ---	1	
A	US 4 397 345 A (RAMARATNAM KRISHNASWAMY ET AL) 9 août 1983 (1983-08-09) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			B21D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 août 2002		Peeters, L	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0116185 FA 611824**

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 14-08-2002
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
FR 2780984	A	14-01-2000	FR 2780984 A1	14-01-2000
			BR 9902712 A	08-03-2000
			EP 0971044 A1	12-01-2000
			JP 2000038640 A	08-02-2000
			US 6296805 B1	02-10-2001
FR 2787735	A	30-06-2000	FR 2787735 A1	30-06-2000
			EP 1013785 A1	28-06-2000
US 4397345	A	09-08-1983	AUCUN	

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82