

(19)



(11)

**EP 1 672 088 B2**

(12)

**NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

Après la procédure d'opposition

(45) Date de publication et mention de la décision concernant l'opposition:  
**28.01.2015 Bulletin 2015/05**

(51) Int Cl.:  
**C23C 2/26** <sup>(2006.01)</sup> **C23C 2/28** <sup>(2006.01)</sup>  
**B21D 22/20** <sup>(2006.01)</sup>

(45) Mention de la délivrance du brevet:  
**18.08.2010 Bulletin 2010/33**

(21) Numéro de dépôt: **06002618.4**

(22) Date de dépôt: **04.04.2001**

(54) **Procédé de réalisation d'une pièce à très hautes caractéristiques mécaniques, mise en forme par emboutissage à froid, à partir d'une bande de tôle d'acier laminée et notamment laminée à chaud et revêtue**

Verfahren zum Herstellen eines Bauteils mit sehr guten mechanischen Eigenschaften, Umformung durch kaltes Tiefziehen aus gewalztem, insbesondere warmgewalztem und beschichtetem Stahlblech

Method for manufacturing a body featuring very high mechanical properties, forming by cold drawing from a rolled steel sheet, in particular hot rolled and coated sheet

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR**

(74) Mandataire: **Leinweber & Zimmermann**  
**European Patent Attorneys**  
**Patentanwälte**  
**Rosental 7**  
**80331 München (DE)**

(30) Priorité: **07.04.2000 FR 0004427**

(43) Date de publication de la demande:  
**21.06.2006 Bulletin 2006/25**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 438 607 EP-A1- 0 971 044**  
**DE-B- 1 252 034 FR-A- 537 122**  
**FR-A- 857 779 FR-A- 1 107 112**  
**FR-A- 2 534 161 JP-A- 55 028 343**  
**US-A- 3 248 251**

(60) Demande divisionnaire:  
**10006299.1 / 2 224 034**

(62) Numéro(s) de document de la (des) demande(s) initiale(s) en application de l'article 76 CBE:  
**01400861.9 / 1 143 029**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 259 (C-441), 21 août 1987 (1987-08-21) & JP 62 060854 A (KOWA KOGYOSHO:KK), 17 mars 1987 (1987-03-17)**
- **BLÜMEL, KLAUS: 'Hilfe beim Ziehen - Bleche mit verzinkter Oberfläche lassen sich gut umformen' MASCHINENMARKT vol. 43, 25 Octobre 1988, pages 27 - 34**

(73) Titulaire: **ArcelorMittal France**  
**93200 Saint-Denis (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Kefferstein, Ronald**  
**13620 Carry le Rouet (FR)**  
• **Jartoux, Xavier**  
**13270 Fos-sur-Mer (FR)**

**EP 1 672 088 B2**

**Description**

**[0001]** L'invention concerne un procédé de réalisation d'une pièce à très hautes caractéristiques mécaniques, mise en forme par emboutissage, à partir d'une bande de tôle d'acier laminée et notamment laminée à chaud et revêtue d'un métal ou d'un alliage métallique assurant une protection de la surface et de l'acier.

**[0002]** Les tôles en acier devant subir un formage à haute température et ou un traitement thermique ne sont pas livrées revêtues pour des considérations de tenue du revêtement lors du traitement thermique, le traitement thermique des aciers se faisant généralement à des températures relativement élevées bien supérieures à 700°C. En effet, un revêtement de zinc déposé sur une surface métallique a été considéré jusqu'à présent comme pouvant fondre, s'écouler, encrasser les outils de formage à chaud, lors de chauffage, à des températures supérieures à la température de fusion du zinc, et se dégrader lors d'un refroidissement rapide.

Le revêtement est donc effectué sur pièce finie ce qui nécessite un nettoyage soigné des surfaces et des parties creuses. Ce nettoyage requiert l'utilisation d'acides et ou de bases dont le recyclage et le stockage sont une charge financière importante et présentent des risques pour les opérateurs et pour l'environnement. De plus, le traitement thermique doit être effectué sous atmosphère contrôlée afin d'éviter toute décarburation et oxydation de l'acier. Ensuite, dans le cas du formage à chaud, la calamine, de par son pouvoir abrasif, endommage les outils de mise en forme, ce qui diminue la qualité des pièces obtenues du point de vue dimensionnel et esthétique ou oblige à de fréquentes et coûteuses réparations d'outils. Enfin, pour augmenter leur résistance à la corrosion, les pièces ainsi obtenues doivent recevoir un post traitement coûteux dont l'application est difficile, voire impossible, en particulier dans le cas de pièces comportant des creux. Les post-revêtements des aciers à très hautes caractéristiques mécaniques ont également comme inconvénient de créer des risques de fragilisation par l'hydrogène dans les techniques d'électro-zingage ou de modifier les propriétés mécaniques de ces aciers dans des techniques de galvanisation au trempé des pièces préalablement formées.

**[0003]** Le but de l'invention est de proposer aux utilisateurs, des tôles d'acier laminées de 0,2 mm à environ 4 mm d'épaisseur, revêtues notamment après laminage à chaud, et devant subir une mise en forme, à froid suivie d'un traitement thermique, ainsi qu'un procédé de réalisation de pièce par formage, à partir de ces tôles d'acier revêtues, l'élévation de température étant assurée sans décarburation de l'acier de la tôle, sans oxydation de la surface de ladite tôle, avant, pendant et après le traitement thermique.

**[0004]** L'invention a pour objet un procédé de réalisation d'une pièce à très hautes caractéristiques mécaniques, mise en forme par emboutissage, à partir d'une bande de tôle d'acier laminée, notamment laminée à chaud et revêtue de zinc ou d'un alliage à base de zinc assurant une protection de la surface et de l'acier, caractérisée en ce que :

- on découpe la tôle pour l'obtention d'un flan de tôle,
- on effectue un emboutissage à froid, à partir du flan de tôle pour obtenir la pièce,
- on réalise, après emboutissage, par traitement thermique un composé allié intermétallique, en surface, assurant une protection contre la corrosion, et contre la décarburation de l'acier, ledit composé étant obtenu par transformation du revêtement en un alliage intermétallique par une élévation de température supérieure à 700°C,
- la pièce obtenue par emboutissage est refroidie pour subir une trempe, à une vitesse supérieure à la vitesse critique de trempe,
- on retire par découpage, les excédents de tôle nécessaires à l'opération d'emboutissage.

**[0005]** Les autres caractéristiques de l'invention sont :

- le métal ou l'alliage métallique du revêtement est du zinc ou un alliage à base de zinc d'une épaisseur comprise entre 5  $\mu\text{m}$  et 30  $\mu\text{m}$ .
- l'alliage intermétallique est un composé à base de zinc-fer ou à base de zinc-fer-aluminium.

**[0006]** L'invention concerne aussi l'utilisation d'une bande de tôle d'acier laminée et notamment laminée à chaud et revêtue de zinc ou d'un alliage à base de zinc assurant une protection de la surface et de l'acier de la tôle dans la mise en forme par emboutissage de pièces, les pièces ayant de hautes caractéristiques mécaniques en dureté et de hautes caractéristiques de dureté en surface ainsi qu'une très bonne tenue à l'abrasion.

**[0007]** La description qui suit et les figures annexées feront bien comprendre l'invention.

La figure 1 est un schéma de principe d'un procédé ne faisant pas partie de l'invention.

La figure 2 est un schéma de principe d'une forme de l'invention.

Les figures 3a et 3b sont des photographies, en coupe, d'une partie de pièce, présentant un revêtement zinc réalisé selon le procédé de la figure 1, avant et après traitement thermique.

Les figures 4a et 4b sont des photographies, en coupe, d'une partie de pièce, présentant un revêtement zinc aluminium réalisé selon le procédé de la figure 1, avant et après traitement thermique.

[0008] Le procédé présenté sur le schéma de la figure 1, consiste, à partir d'une tôle d'un acier pour traitement thermique et ou formage à chaud notamment laminé à chaud et revêtu de zinc ou d'un alliage à base de zinc, en la réalisation de pièce mise en forme à chaud au moyen d'outil comme une presse d'emboutissage.

[0009] Le revêtement de zinc ou d'alliage de zinc est choisi de manière à générer une protection contre la corrosion de la tôle de base, en bobine.

[0010] Contrairement aux idées reçues, lors d'un traitement thermique ou d'une élévation de température pour la mise en forme à chaud, le revêtement forme une couche qui s'allie avec l'acier de la bande et présente à ce moment une tenue mécanique évitant la fusion de métal de revêtement. Le composé formé présente une grande résistance à la corrosion, à l'abrasion, à l'usure et à la fatigue. Le revêtement ne modifie pas les propriétés de formabilité de l'acier et autorise ainsi une grande variété de mise en forme à froid et à chaud.

[0011] De plus l'utilisation du zinc ou d'un alliage de zinc génère une protection galvanique des tranches lorsque le flan de tôle ou la pièce présente des découpes.

[0012] Après laminage à chaud, la bande peut être décapée et laminée à froid avant d'être revêtue. Dans le cas où la tôle est laminée à froid, celle-ci peut être recuite avant d'être revêtue.

[0013] On peut revêtir la tôle laminée, par exemple, avec du zinc, ou des alliages zinc aluminium.

[0014] Comme représenté sur le schéma de la figure 2, la tôle est emboutie à froid pour l'obtention de la pièce. La pièce obtenue est ensuite soumise à un traitement thermique pour lui conférer des caractéristiques mécaniques élevées. Par exemple, un acier de base ayant une résistance à la rupture  $R_m$  d'environ 500 MPa permettra d'obtenir de pièces traitées thermiquement ayant un acier avec une résistance  $R_m$  supérieure à 1500 MPa.

[0015] Pour le traitement thermique de la pièce, la tôle est soumise à une élévation de température comprise de préférence entre 700°C et 1200°C dans un four comportant une atmosphère ne nécessitant plus de contrôle, du fait de la barrière à l'oxydation formée par le revêtement. Lors de l'élévation de la température, le revêtement à base de zinc se transforme en une couche alliée en surface comportant différentes phases dépendant du traitement en température et présentant une grande dureté pouvant dépasser 600 HV 100g.

[0016] Dans le procédé de l'invention, on peut utiliser des tôles dont l'épaisseur est comprise entre 0,2 mm et 4 mm, ayant de bonnes propriétés de mise en forme ainsi qu'une bonne résistance à la corrosion.

[0017] Les tôles livrées revêtues, présentent une résistance importante à la corrosion pendant les élévations de température, la mise en forme, les traitements thermiques, et lors de l'utilisation des pièces formées finies.

[0018] La présence du revêtement lors de traitements thermiques permet d'éviter en plus de la corrosion, la décarburation de l'acier de base. De plus, l'effet de protection contre la décarburation de l'alliage intermétallique permet l'usage de four haute température dépassant 900°C ayant une atmosphère non contrôlée, et cela, même pour des temps de chauffe de plusieurs minutes.

[0019] En sortie de four, il n'est plus nécessaire de décapier la pièce obtenue, d'où une économie du fait de la suppression du bain de décapage des pièces finies.

[0020] De par les caractéristiques du revêtement après élévation de température, les pièces obtenues ont une résistance accrue à la fatigue, à l'usure, à l'abrasion et à la corrosion, y compris sur tranche du fait du comportement galvanique du zinc avec l'acier. De plus, le revêtement est soudable avant et après élévation de température.

[0021] L'acier de la tôle assure, par effet de trempe au refroidissement, des caractéristiques mécaniques élevées de la pièce obtenue après mise en forme.

Exemple 1 : revêtement de zinc sur acier.

[0022] Dans un exemple de réalisation, on utilise une bande de tôle laminée à chaud en acier de composition pondérale suivante :

carbone : 0,15% à 0,25%,  
manganèse : 0,8% à 1,5%,  
silicium : 0,1% à 0,35%,  
chrome : 0,01% à 0,2%,  
titane : moins de 0,1%,  
aluminium : moins de 0,1%,  
phosphore : moins de 0,05%,  
soufre : moins de 0,03%,  
bore : 0,0005% à 0,01%.

[0023] On réalise une pièce à partir de la tôle d'acier laminé à froid de 1 mm d'épaisseur et galvanisée en continu double face, avec une épaisseur de revêtement de 10  $\mu\text{m}$  environ. Dans le procédé ne faisant pas partie de l'invention on austénitise la tôle à 950°C avant formage et trempe dans l'outil, le revêtement assurant un rôle de lubrifiant lors de

la mise en forme, en plus de ses fonctions de protection contre la corrosion à froid, à chaud et contre la décarburation. Lors de la trempe, le revêtement allié ne gêne pas l'extraction de la chaleur par l'outil et peut la favoriser. Après formage et trempe, il n'est plus nécessaire de décaper la pièce ou de la protéger, le revêtement de base assurant la protection tout au long du procédé.

5 [0024] Après mise en forme et de ce fait, traitement thermique, la pièce réalisée est d'un aspect gris mat sans coulure ni bulle, sans écaillage ou fissures, et ne présentant pas de calamine sur la tranche, en coupe. Des observations au microscope électronique à balayage montrent en surface et en coupe, que le revêtement garde une structure et une texture homogènes et que l'alliation Fe-Zn se manifeste en moins de 5 minutes à 950°C.

10 [0025] Le revêtement comprend comme représenté de manière comparative sur les figures 3a et 3b représentant respectivement, en coupe, le revêtement avant et après traitement thermique, une interface de diffusion du Zn, d'une épaisseur comprise entre 5 et 10 µm, est une couche formée par des nodules d'alliage Zn-Fe dans une matrice de zinc, couche d'une épaisseur comprise entre 10 et 15 µm.

15 [0026] Des essais de corrosion en humidité et température suivant la norme DIN 50 017 montrent que le revêtement selon l'invention assure une excellente protection contre la corrosion après 30 cycles, les surfaces des pièces gardant leur aspect gris.

[0027] Le tableau 1 suivant présente la perte de masse par corrosion après 500 et 1000 heures de brouillard salin, pour un acier de référence non revêtu, pour un acier de référence galvanisé sans traitement thermique, et un acier selon deux formes de l'invention.

20 Tableau 1 .

	Pertes de masse en g/m <sup>2</sup> Après 500 heures	Pertes de masse en g/m <sup>2</sup> Après 1000 heures
Acier de référence	450 g/m <sup>2</sup>	1230 g/m <sup>2</sup>
Acier galvanisé de référence	80 g/m <sup>2</sup>	140 g/m <sup>2</sup>
Acier revêtu Zn après traitement thermique	32 g/m <sup>2</sup>	82 g/m <sup>2</sup>
Acier revêtu Zn-Al après traitement thermique	22 g/m <sup>2</sup>	50 g/m <sup>2</sup>

30 [0028] Comme on peut le remarquer, le revêtement après traitement thermique résiste bien au brouillard salin. De plus cette surface, composée de zinc et de fer peut se phosphater dans des bains classiques de traitement de surface du type phosphatation trication. Les essais de corrosion réalisés après phosphatation et peinture cataphorèse montrent d'excellents résultats. La couche allié zinc fer assure de plus une protection galvanique des tranches du type protection cathodique.

Exemple 2 : revêtement de zinc aluminium sur acier (ne faisant pas partie de l'invention).

40 [0029] Un revêtement de 10 µm est appliqué sur une tôle de 1 mm environ. Ce revêtement est composé de 50 à 55% d'aluminium et de 45 à 50% de zinc avec éventuellement une petite quantité de silicium.

[0030] L'aspect de ce revêtement en coupe, après formage à chaud est présenté sur les figures 4a et 4b.

[0031] Lors du formage à chaud, le zinc, l'aluminium, et le fer s'allient pour former un revêtement de zinc-aluminium-fer homogène et adhérent. Les tests de corrosion montrent que cette couche allié assure une très bonne protection contre la corrosion.

## Revendications

50 1. Procédé de réalisation d'une pièce à très hautes caractéristiques mécaniques, mise en forme par emboutissage, à partir d'une bande de tôle d'acier laminée devant subir une mise en forme à froid suivie d'un traitement thermique, notamment laminée à chaud, et revêtue de zinc ou d'un alliage à base de zinc assurant une protection de la surface et de l'acier, procédé dans lequel

- on découpe la tôle pour l'obtention d'un flan de tôle,
- on effectue un emboutissage à froid, à partir du flan de tôle pour obtenir la pièce,
- on réalise, après emboutissage, par traitement thermique, un composé allié intermétallique, en surface, assurant une protection contre la corrosion, et contre la décarburation de l'acier, ledit composé étant obtenu par transformation du revêtement en un alliage intermétallique par une élévation de température supérieure à 700 °C,

## EP 1 672 088 B2

- on refroidit la pièce obtenue par emboutissage pour subir une trempe, à une vitesse supérieure à la vitesse critique de trempe,
- on retire par découpage, les excédents de tôle nécessaires à l'opération d'emboutissage.

- 5
2. Procédé selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le zinc ou l'alliage à base de zinc du revêtement est d'une épaisseur comprise entre 5  $\mu\text{m}$  et 30  $\mu\text{m}$ .
- 10
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 **caractérisé en ce que** le composé allié est un composé à base de zinc-fer et comprenant du silicium.
- 15
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que** la pièce est soumise à une élévation de température comprise entre 700 °C et 1200 °C dans un four ayant une atmosphère non contrôlée.
- 20
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 **caractérisé en ce que** l'élévation de température est supérieure à 900 °C, mais ne dépassant pas 1200 °C.
- 25
6. Pièce à très hautes caractéristiques mécaniques, constituée par un flan embouti à froid et découpé d'une bande de tôle d'acier laminée devant subir une mise en forme à froid suivie d'un traitement thermique, notamment laminée à chaud, et revêtue de zinc ou d'un alliage à base de zinc assurant une protection de la surface et de l'acier, le revêtement étant transformé après emboutissage, par traitement thermique en un composé allié à base de zinc-fer, en surface, assurant une protection contre la corrosion et contre la décarburation de l'acier, ledit traitement thermique étant effectué par une élévation de température supérieure à 700 °C, la pièce obtenue par emboutissage étant refroidie pour subir une trempe, à une vitesse supérieure à la vitesse critique de trempe.
- 30
7. Pièce selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** l'épaisseur du revêtement est comprise entre 5  $\mu\text{m}$  et 30  $\mu\text{m}$ .
- 35
8. Pièce selon la revendication 6 ou 7, **caractérisée en ce que** ladite bande de tôle d'acier comprend de 0,15 à 0,25 % de carbone, de 0,8 à 1,5 % de manganèse, de 0,1 à 0,35 % de silicium, de 0,01 à 0,2 % de chrome, de 0 à 0,1 % de titane, de 0 à 0,1 % d'aluminium, de 0 à 0,05 % de phosphore, de 0 à 0,03 % de soufre et de 0,0005 à 0,01 % de bore, en % en poids.
- 40
9. Pièce selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisée en, ce que** ladite bande de tôle d'acier est une bande d'acier laminée à chaud puis re-laminée à froid.

### Patentansprüche

- 45
1. Verfahren zur Herstellung eines Teils mit sehr hohen mechanischen Eigenschaften, durch Umformen in einer Presse, ausgehend von einem gewalzten, insbesondere warmgewalzten, für eine Kaltumformung mit anschließender Wärmebehandlung vorgesehenen Stahlblechband, das mit Zink oder einer Legierung auf der Basis von Zink beschichtet ist, welche einen Schutz der Oberfläche und des Stahls gewährleisten, wobei bei dem Verfahren
- 50
- das Blech zwecks Erhalt eines Blechzuschnitts zugeschnitten wird,
  - ausgehend von dem Blechzuschnitt eine Kaltpreßumformung vorgenommen wird, um das Teil zu erhalten,
  - nach dem Preßumformen durch Wärmebehandlung eine intermetallische Legierungsverbindung an der Oberfläche hergestellt wird, die einen Schutz gegen die Korrosion und gegen die Entkohlung des Stahls sicherstellt, wobei die Verbindung durch Umwandlung der Beschichtung in eine intermetallische Legierung durch eine Temperaturerhöhung von mehr als 700 °C erhalten wird,
  - das durch Preßumformung erhaltene Teil, um eine Abschreckhärtung zu erfahren, mit einer über der kritischen Härtegeschwindigkeit liegenden Geschwindigkeit abgekühlt wird,
  - durch Zuschneiden die für die Preßumformung notwendigen Blechüberschüsse entfernt werden.
- 55
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zink oder die Legierung auf der Basis von Zink der Beschichtung eine Dicke zwischen 5  $\mu\text{m}$  und 30  $\mu\text{m}$  aufweist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Legierungsverbindung eine Verbindung auf der Basis von Zink-Eisen ist und Silizium enthält.

## EP 1 672 088 B2

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Teil einer Temperaturerhöhung von zwischen 700 °C und 1200 °C in einem Ofen unterzogen wird, der eine nichtkontrollierte Atmosphäre hat.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperaturerhöhung höher als 900 °C ist, jedoch 1200 °C nicht überschreitet.
6. Teil mit sehr hohen mechanischen Eigenschaften, gebildet von einem kaltpreßumgeformten Zuschnitt, der aus einem gewalzten, insbesondere warmgewalzten, für eine Kaltumformung mit anschließender Wärmebehandlung vorgesehenen Stahlblechband zugeschnitten ist, das mit Zink oder einer Legierung auf der Basis von Zink beschichtet ist, welche einen Schutz der Oberfläche und des Stahls gewährleisten, wobei die Beschichtung nach Preßumformung mittels Wärmebehandlung in eine Legierungsverbindung auf der Basis von Zink-Eisen an der Oberfläche umgewandelt wird, die einen Schutz gegen die Korrosion und die Entkohlung des Stahls sicherstellt, wobei die Wärmebehandlung durch eine Temperaturerhöhung über 700 °C bewirkt wird und das durch Preßumformung erhaltene Teil, um eine Abschreckhärtung zu erfahren, mit einer über der kritischen Härtegeschwindigkeit liegenden Geschwindigkeit abgekühlt wird.
7. Teil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Dicke der Beschichtung zwischen 5 µm und 30 µm liegt.
8. Teil nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stahlblechband 0,15 bis 0,25 % Kohlenstoff, 0,8 bis 1,5 % Mangan, 0,1 bis 0,35 % Silizium, 0,01 bis 0,2 % Chrom, 0 bis 0,1 % Titan, 0 bis 0,1 % Aluminium, 0 bis 0,05 % Phosphor, 0 bis 0,03 % Schwefel und 0,0005 bis 0,01 % Bor, in Gewichts-%, enthält.
9. Teil nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stahlblechband ein warmgewalztes und dann kalt wiedergewalztes Stahlband ist.

### Claims

1. A method for producing a part featuring very high mechanical properties by press forming from a strip of rolled, in particular hot-rolled, steel sheet intended to undergo cold forming followed by heat treatment and coated with zinc or a zinc-based alloy that provides protection of the surface and of the steel, the method comprising
- cutting the sheet to make a sheet metal blank,
  - carrying out cold press forming departing from the sheet metal blank in order to obtain the part,
  - producing, after press forming, by means of heat treatment, an alloyed intermetallic compound on the surface, providing protection against corrosion and against decarburization of the steel, said compound being obtained by transforming the coating into an intermetallic alloy by an increase in temperature of more than 700 °C,
  - cooling the part obtained by press forming so as to undergo quenching at a speed greater than the critical quenching speed,
  - removing, by cutting, the surplus sheet metal necessary for the press forming operation.
2. The method according to claim 1, **characterized in that** the zinc or zinc-based alloy of the coating has a thickness between 5 µm and 30 µm.
3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the alloyed compound is a zinc-iron-based compound also comprising silicon.
4. The method according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the part is subjected to an increase in temperature of between 700 °C and 1200 °C in a furnace with an uncontrolled atmosphere.
5. The method according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** the increase in temperature is greater than 900 °C, but not exceeding 1200 °C.
6. A part featuring very high mechanical properties, formed by a cold press-formed blank and cut from a strip of rolled, in particular hot-rolled, steel sheet intended to undergo cold forming followed by heat treatment and coated with zinc or a zinc-based alloy providing protection of the surface and the steel, the coating being transformed, after press forming, by heat treatment into a zinc-iron-based alloyed compound on the surface providing protection against corrosion and against decarburization of the steel, said heat treatment being implemented by means of an increase

## EP 1 672 088 B2

in temperature of more than 700 °C, the part obtained by press forming being cooled so as to undergo quenching at a speed greater than the critical quenching speed.

5 7. The part according to claim 6, **characterized in that** the thickness of the coating is between 5  $\mu\text{m}$  and 30  $\mu\text{m}$ .

8. The part according to claim 6 or 7, **characterized in that** said strip of sheet steel comprises 0.15 to 0.25 % carbon, 0.8 to 1.5 % manganese, 0.1 to 0.35 % silicon, 0.01 to 0.2 % chrome, 0 to 0.1 % titanium, 0 to 0.1 % aluminium, 0 to 0.05 % phosphorus, 0 to 0.03 % sulfur and 0.0005 to 0.01 % boron in % by weight.

10 9. The part according to any of claims 6 to 8, **characterized in that** said strip of sheet steel is a strip of hot-rolled steel, then cold-rolled.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

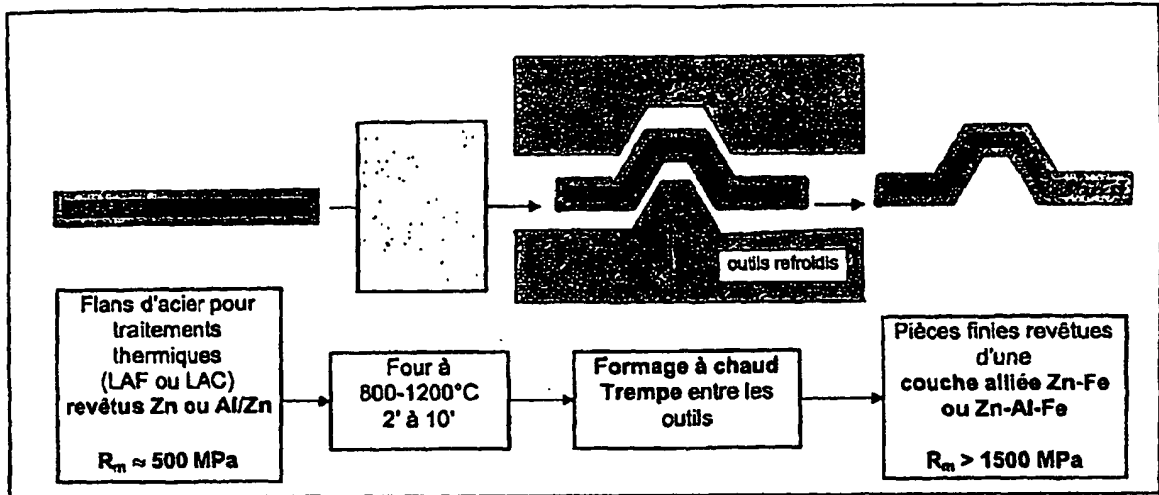


Fig. 2

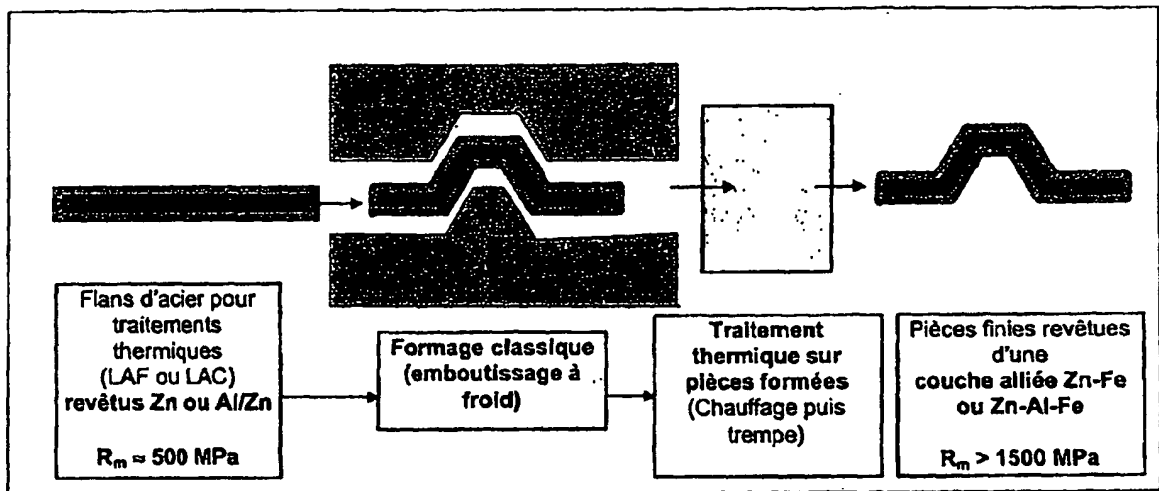


Fig. 3a .

Fig. 3b.

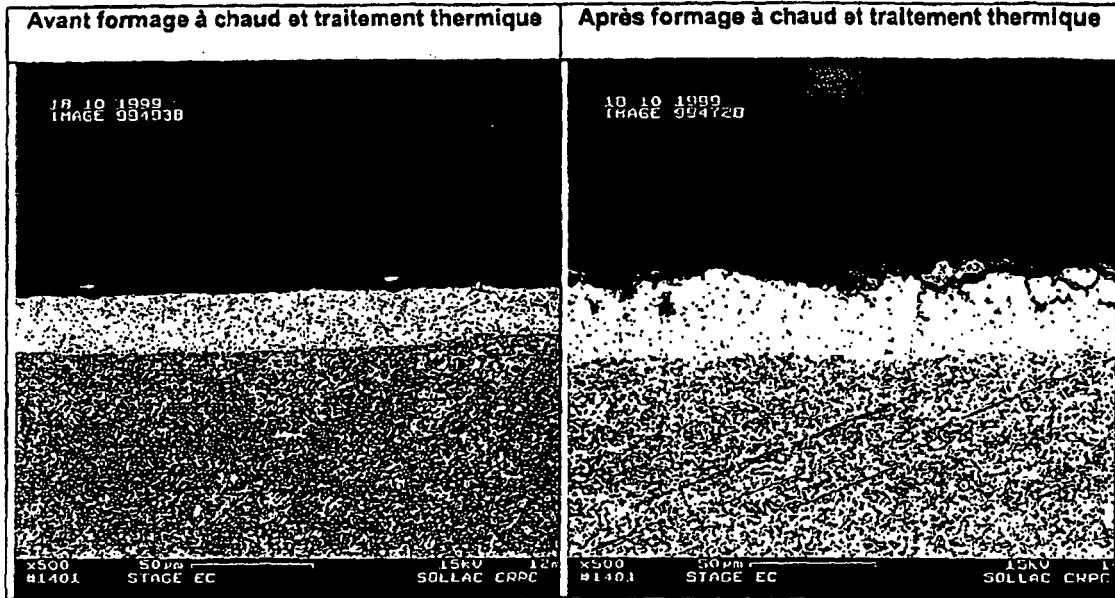


Fig. 4a.

Fig. 4b.

