



## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 39673 B1** (51) Cl. internationale : **C21D 1/18; C21D 8/02; C22C 38/22; C22C 38/00; C21D 9/46**
- (43) Date de publication : **31.07.2018**

---

(21) N° Dépôt : **39673**

(22) Date de Dépôt : **03.07.2014**

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/IB2014/002379 03.07.2014**

(71) Demandeur(s) : **ARCELORMITTAL, 24-26, Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)**

(72) Inventeur(s) : **GIRINA, Olga, A. ; PANAHI, Damon**

(74) Mandataire : **CHARDY PATENTMARK**

---

(54) Titre : **PROCÉDÉ DE PRODUCTION DE TÔLE D'ACIER REVÊTUE OU NON REVÊTUE À ULTRA HAUTE RÉSISTANCE ET TÔLE AINSI OBTENUE**

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de production d'une tôle d'acier laminée à froid présentant une résistance à la traction = 1 470 MPa et un allongement total TE = 19 %, le procédé comprenant les étapes consistant à recuire à une température de recuit AT = Ac3 une tôle d'acier non traitée dont la composition chimique contient, en % en poids : 0,34 % = C = 0,40 %, 1,50 % = Mn = 2,30 %, 1,50 = Si = 2,40 %, 0 % < Cr = 0,5 %, 0 % < Mo = 0,3 %, 0,01 % = Al = 0,07 %, le reste étant du Fe et des impuretés inévitables ; tremper la tôle d'acier recuite en la refroidissant à une température de trempe QT < point de transformation Ms et comprise entre 150 °C et 250 °C ; et réaliser un traitement de séparation par réchauffement de la tôle d'acier trempée à une température de séparation PT comprise entre 350 °C et 420 °C et maintenir la tôle d'acier à cette température pendant un temps de séparation Pt compris entre 15 secondes et 120 secondes.

**ABRÉGÉ****PROCÉDÉ DE PRODUCTION DE TÔLE D'ACIER REVÊTUE OU NON REVÊTUE  
À ULTRA HAUTE RÉSISTANCE ET TÔLE AINSI OBTENUE**

La présente invention concerne un procédé de production d'une tôle d'acier laminée à froid ayant une résistance à la traction  $\geq 1470$  MPa et un allongement total AT  $\geq 19$  %, le procédé comprenant les étapes consistant à recuire, à une température de recuit TR  $\geq$  Ac3, une tôle d'acier non traitée dont la composition chimique contient en % en poids :  $0,34 \% \leq C \leq 0,40 \%$ ,  $1,50 \% \leq Mn \leq 2,30 \%$ ,  $1,50 \leq Si \leq 2,40 \%$ ,  $0 \% < Cr \leq 0,5 \%$ ,  $0 \% < Mo \leq 0,3 \%$ ,  $0,01 \% \leq Al \leq 0,07 \%$ , le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, réaliser une trempe de la tôle d'acier recuite par refroidissement à une température de trempe TT  $<$  point de transformation Ms et comprise entre 150 °C et 250 °C, et réaliser un traitement de partitionnement en réchauffant la tôle d'acier trempée à une température de partitionnement TP comprise entre 350 °C et 420 °C et maintenant la tôle d'acier à cette température pendant une durée de partitionnement tP comprise entre 15 secondes et 120 secondes.

Pas de figures



**PROCÉDÉ DE PRODUCTION DE TÔLE D'ACIER REVÊTUE OU NON REVÊTUE  
À ULTRA HAUTE RÉSISTANCE ET TÔLE AINSI OBTENUE**

La présente invention concerne la fabrication d'une tôle d'acier à haute résistance  
5 revêtue ou non revêtue présentant une résistance à la traction améliorée et un  
allongement total amélioré et des tôles obtenues par ce procédé.

Pour la fabrication de divers équipements tels que des parties d'éléments structurels  
de carrosserie et des panneaux de carrosserie pour véhicules automobiles, il est  
désormais courant d'utiliser des tôles nues, électro-galvanisées, galvanisées ou recuites  
10 après galvanisation en aciers DP (biphasés), multiphasées, complexes ou martensitiques.

Par exemple, un acier multiphasé haute résistance peut comprendre une structure  
bainite-martensitique avec/sans une certaine austénite retenue et contient environ 0,2 %  
de C, environ 2 % de Mn, environ 1,5 % de Si, ce qui donne une limite d'élasticité  
d'environ 750 MPa, une résistance à la traction d'environ 980 MPa, un allongement total  
15 d'environ 10 %. Ces tôles sont produites sur une ligne de recuit continue par le biais d'une  
trempe à partir d'une température de recuit supérieure au point de transformation Ac3,  
jusqu'à une température de survieillessement au-dessus du point de transformation Ms et  
d'un maintien de la tôle à cette température pendant un temps donné. Facultativement, la  
tôle est galvanisée ou recuite après galvanisation.

20 Pour réduire le poids des parties automobiles afin d'améliorer leur efficacité  
énergétique compte tenu de la protection de l'environnement globale, il est souhaitable  
d'avoir des tôles ayant un équilibre résistance-ductilité amélioré. Mais ces tôles doivent  
également présenter une bonne aptitude au formage.

À cet égard, il a été proposé de produire des tôles en acier, en utilisant ce qu'on  
25 appelle une trempe et un partitionnement, ayant des propriétés mécaniques améliorées et  
une bonne aptitude au formage. Des tôles revêtues ou non revêtues (nues) ayant une  
résistance à la traction RT d'environ 1470 MPa et un allongement total d'au moins 19 %  
sont ciblées.

Par conséquent, le but de la présente invention consiste à fournir une telle tôle et un  
30 procédé pour la produire.

À cette fin, l'invention concerne un procédé de production d'une tôle d'acier laminée  
à froid ayant une résistance à la traction RT d'au moins 1470 MPa et un allongement total  
AT d'au moins 19 %, le procédé comprenant les étapes successives consistant à :

- recuire à une température de recuit TR une tôle d'acier laminée à froid se  
35 composant d'un acier dont la composition chimique contient en % en poids :

$$0,34 \% \leq C \leq 0,40 \%$$



2

$$1,50 \% \leq \text{Mn} \leq 2,30 \%$$

$$1,50 \leq \text{Si} \leq 2,40 \%$$

$$0 \% < \text{Cr} \leq 0,5 \%$$

$$0 \% < \text{Mo} \leq 0,3 \%$$

5

$$0,01 \% \leq \text{Al} \leq 0,08 \%$$

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, la température de recuit TR étant supérieure ou égale au point de transformation Ac3 de l'acier, pour obtenir une tôle d'acier recuite,

10 - réaliser une trempe de la tôle d'acier recuite en la refroidissant jusqu'à une température de trempe TT inférieure au point de transformation Ms de l'acier, typiquement comprise entre 150 °C et 250 °C, pour obtenir une tôle d'acier trempée, et

15 - réaliser un traitement de partitionnement en réchauffant la tôle d'acier trempée à une température de partitionnement TP comprise entre 350 °C et 450 °C et en maintenant la tôle d'acier à cette température pendant une durée de partitionnement tP comprise entre 15 secondes et 150 secondes.

De préférence, la température de recuit TR est comprise entre 870 °C et 930 °C.

Dans deux modes de réalisation, après partitionnement, la tôle d'acier est refroidie à la température ambiante afin d'obtenir une tôle d'acier non revêtue.

20 Dans le premier mode de réalisation, la composition de l'acier est telle que 0,36 % ≤ C ≤ 0,40 %, Cr < 0,05 % et Mo < 0,05 %, la température de trempe est comprise entre 190 °C et 210 °C et la durée de partitionnement tP est comprise entre 90 secondes et 110 secondes.

25 Dans le second mode de réalisation, la composition de l'acier est telle que 0,34 % ≤ C ≤ 0,37 %, 0,35 % ≤ Cr ≤ 0,45 % et 0,07 % ≤ Mo ≤ 0,20 %, la température de trempe est comprise entre 200 °C et 230 °C et la durée de partitionnement tP est comprise entre 25 secondes et 120 secondes.

De préférence, l'acier laminé à froid nu est ensuite électro-galvanisé.

30 Dans un mode de réalisation, après partitionnement, la tôle d'acier est galvanisée puis refroidie à la température ambiante afin d'obtenir une tôle d'acier revêtue, la composition de l'acier est telle que 0,34 % ≤ C ≤ 0,37 %, 0,35 % ≤ Cr ≤ 0,45 % et 0,07 % ≤ Mo ≤ 0,20 %, la température de trempe est comprise entre 200 °C et 230 °C et la durée de partitionnement tP est comprise entre 25 secondes et 55 secondes.

L'invention concerne également une tôle d'acier revêtue ou non revêtue se composant d'un acier dont la composition chimique contient en % en poids :

35

$$0,34 \% \leq \text{C} \leq 0,40 \%$$

$$1,50 \% \leq \text{Mn} \leq 2,30 \%$$

3

 $1,50 \leq \text{Si} \leq 2,40 \%$  $0 \% < \text{Cr} \leq 0,5 \%$  $0 \% < \text{Mo} \leq 0,3 \%$  $0,01 \% \leq \text{Al} \leq 0,08 \%$ 

5 le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, la structure comprenant au moins 60 % de martensite et entre 12 % et 15 % d'austénite résiduelle, la résistance à la traction est d'au moins 1470 MPa et l'allongement total est d'au moins 19 %.

Dans un mode de réalisation particulier, la tôle d'acier est non revêtue, la composition de l'acier est telle que  $0 < \text{Cr} < 0,05 \%$  et  $0 < \text{Mo} < 0,05 \%$  et la limite d'élasticité est supérieure à 1150 MPa.

Dans un autre mode de réalisation, la tôle d'acier est non revêtue, la composition de l'acier est telle que  $0,35 < \text{Cr} < 0,45 \%$  et  $0,07 < \text{Mo} < 0,20 \%$  et la limite d'élasticité est supérieure à 880 MPa, la résistance à la traction est supérieure à 1520 MPa et l'allongement total est d'au moins 20 %.

15 Dans un autre mode de réalisation, la tôle d'acier est galvanisée, la composition de l'acier est telle que  $0,35 \% \leq \text{Cr} \leq 0,45 \%$  et  $0,07 \% \leq \text{Mo} \leq 0,20 \%$ , la résistance à la traction est supérieure à 1510 MPa et l'allongement total est d'au moins 20 %.

L'invention va maintenant être décrite en détail, mais sans introduction de limitations.

20 Selon l'invention, la tôle est obtenue par traitement thermique d'une tôle d'acier non traitée laminée à chaud ou de préférence à froid se composant d'un acier dont la composition chimique contient, en % en poids :

- de 0,34 % à 0,40 % de carbone pour assurer une résistance satisfaisante et améliorer la stabilité de l'austénite retenue. Ceci est nécessaire pour obtenir un allongement suffisant. Si la teneur en carbone est trop élevée, la tôle laminée à chaud est trop dure pour un laminage à froid et la soudabilité est insuffisante.

- de 1,50 % à 2,40 % de silicium afin de stabiliser l'austénite, pour fournir une consolidation de la solution solide et retarder la formation de carbures pendant le partitionnement avec des procédures appropriées afin d'empêcher la formation d'oxydes de silicium sur la surface de la tôle, ce qui est nuisible au revêtement.

- de 1,50 % à 2,30 % de manganèse afin d'avoir une dureté suffisante pour obtenir une structure contenant au moins 60 % de martensite, une résistance à la traction supérieure à 1470 MPa et afin d'éviter des problèmes de ségrégation qui sont nuisibles à la ductilité.

35 - de 0 % à 0,3 % de molybdène et de 0 % à 0,5 % de chrome pour augmenter la trempabilité et stabiliser l'austénite retenue afin de réduire fortement la décomposition de

l'austénite lors du partitionnement. La valeur zéro absolu est exclue en raison des quantités résiduelles. Lorsque la tôle d'acier est non revêtue, le molybdène et le chrome peuvent être éliminés et leurs teneurs peuvent chacune rester inférieures à 0,05 %. Lorsque la tôle d'acier est revêtue par galvanisation, la teneur en molybdène est de  
5 préférence de 0,07 % à 0,20 % et la teneur en chrome est de préférence de 0,35 % à 0,45 %.

- de 0,01 % à 0,08 % d'aluminium qui est habituellement ajouté à l'acier liquide à des fins de désoxydation, de préférence.

Le reste est constitué de fer et d'éléments résiduels ou d'impuretés inévitables  
10 résultant de la fabrication de l'acier. À cet égard, Ni, Cu, V, Ti, B, S, P et N sont au moins considérés comme des éléments résiduels qui sont des impuretés inévitables. Par conséquent, de manière générale, leurs teneurs sont inférieures à 0,05 % pour Ni, 0,05 % pour Cu, 0,007 % pour V, 0,001 % pour B, 0,005 % pour S, 0,02 % pour P et 0,010 % pour N. L'addition d'éléments de microalliage tels que Nb de 0 à 0,05 % et/ou Ti de 0 à  
15 0,1 % pourrait être utilisée pour obtenir la microstructure souhaitée et une combinaison optimale de propriétés du produit.

La tôle d'acier non traitée est une tôle laminée à froid préparée selon les procédés connus de l'homme du métier.

Après laminage, les tôles sont décapées ou nettoyées puis traitées thermiquement  
20 et facultativement revêtues par immersion à chaud.

Le traitement thermique qui est réalisé de préférence sur un recuit continu lorsque la tôle n'est pas revêtue et sur une ligne de revêtement par immersion à chaud lorsque la tôle d'acier est revêtue, comprend les étapes successives suivantes consistant à :

- recuire la tôle laminée à froid à une température de recuit TR supérieure ou égale  
25 au point de transformation Ac3 de l'acier, et de préférence supérieure à  $Ac3 + 15$  °C, afin d'obtenir une tôle d'acier recuite ayant une structure complètement austénitique, mais inférieure à 1000 °C afin de ne pas trop grossir les grains austénitiques. De manière générale, une température supérieure à 870 °C est suffisante pour l'acier selon l'invention et cette température ne doit pas être supérieure à 930 °C. Ensuite, la tôle d'acier est  
30 maintenue à cette température, c'est-à-dire maintenue entre  $AT-5$  °C et  $AT + 10$  °C, pendant un temps suffisant pour homogénéiser la température dans l'acier. De préférence, cette durée est supérieure à 30 secondes, mais n'a pas besoin d'être supérieure à 300 secondes. Pour être chauffée à la température de recuit, la tôle d'acier laminée à froid est, par exemple, d'abord chauffée à une température d'environ 600 °C à  
35 une vitesse typiquement inférieure à 20 °C/s puis chauffée de nouveau à une température d'environ 800 °C à une vitesse typiquement inférieure à 10 °C/s et éventuellement

chauffée à la température de recuit à une vitesse de chauffage inférieure à 5 °C/s. Dans ce cas, la tôle est maintenue à la température de recuit pendant une durée comprise entre 40 et 150 secondes.

5 - réaliser une trempe de la tôle recuite par refroidissement à une température de trempe TT inférieure au point de transformation Ms comprise entre 150 °C et 250 °C à une vitesse de refroidissement suffisamment rapide pour éviter la formation de ferrite lors du refroidissement et de préférence supérieure à 35 °C/seconde, afin d'obtenir une tôle trempée ayant une structure se composant de martensite et d'austénite, la structure finale contenant alors au moins 60 % de martensite et entre 12 % et 15 % d'austénite. Si l'acier  
10 contient moins de 0,05 % de molybdène et moins de 0,05 % de chrome, la température de trempe est de préférence comprise entre 190 °C et 210 °C. Lorsque la tôle d'acier doit être galvanisée et que la composition chimique de l'acier est telle que  $0,34 \% \leq C \leq 0,37 \%$ ,  $0,35 \% \leq Cr \leq 0,45 \%$  et  $0,07 \% \leq Mo \leq 0,20 \%$ , alors la température de trempe est de préférence comprise entre 200 °C et 230 °C.

15 - réchauffer la tôle trempée jusqu'à une température de partitionnement TP comprise entre 350 °C et 450 °C. La vitesse de chauffage est de préférence d'au moins 30 °C/s.

- maintenir la tôle à la température de partitionnement TP pendant une durée de partitionnement tP comprise entre 15 s et 150 s. Au cours de l'étape de partitionnement,  
20 le carbone est partitionné, c'est-à-dire diffusé de la martensite dans l'austénite, qui est ainsi enrichie.

- facultativement, refroidir la tôle jusqu'à la température ambiante si aucun revêtement n'est souhaité ou chauffer la tôle à une température de revêtement, revêtir par immersion à chaud la tôle et la refroidir à la température ambiante si un revêtement est  
25 souhaité. Le revêtement par immersion à chaud est, par exemple, la galvanisation et la température de revêtement est d'environ 460 °C, comme connu dans la technique.

Le chauffage à la température de revêtement est réalisé de préférence à une vitesse de chauffage d'au moins 30 °C/s et le revêtement prend entre 2 et 10 s.

30 Qu'un revêtement soit appliqué ou non, la vitesse de refroidissement à la température ambiante est de préférence comprise entre 3 et 20 °C/s.

Lorsque la tôle n'est pas revêtue et que l'acier contient de préférence moins de 0,05 % de chrome et moins de 0,05 % de molybdène, alors la durée de partitionnement est de préférence comprise entre 90 s et 110 s. Avec un tel traitement, on peut obtenir  
35 des tôles ayant une limite d'élasticité supérieure à 1150 MPa, une résistance à la traction supérieure à 1470 MPa et un allongement total supérieur à 19 %.

Lorsque la tôle n'est pas revêtue et que l'acier contient entre 0,35 % et 0,45 % de chrome et entre 0,07 % et 0,20 % de molybdène, la durée de partitionnement est de préférence comprise entre 15 s et 120 s. Avec un tel traitement, on peut obtenir des tôles ayant une limite d'élasticité supérieure à 880 MPa, une résistance à la traction supérieure à 1520 MPa et un allongement total supérieur à 20 %.

Lorsque la tôle est revêtue et que l'acier contient de préférence entre 0,35 % et 0,45 % de chrome et entre 0,07 % et 0,20 % de molybdène et la durée de partitionnement tP est de préférence comprise entre 25 s et 55 s. Dans ces conditions, il est même possible d'obtenir une tôle d'acier revêtue ayant une résistance à la traction supérieure à 1510 MPa et un allongement total d'au moins 20 %.

À titre d'exemple et de comparaison, des tôles d'acier sont préparées, dont les compositions en poids et les températures caractéristiques telles que Ac3 et Ms sont indiquées dans le tableau I.

Les tôles sont laminées à froid, recuites, trempées, partitionnées et refroidies à la température ambiante ou galvanisées après partitionnement avant d'être refroidies à la température ambiante.

Les propriétés mécaniques sont mesurées dans le sens transversal par rapport au sens de laminage. Comme connu dans la technique, le niveau de ductilité est légèrement meilleur dans le sens du laminage que dans le sens transversal pour un tel acier à haute résistance. Les propriétés mesurées sont le rapport d'expansion de trous HER mesuré selon la norme ISO 16630:2009, la limite d'élasticité LE, la contrainte de traction CT, l'allongement uniforme AU et l'allongement total AT.

Les conditions de traitement et les propriétés mécaniques sont indiquées dans le tableau II pour les tôles non revêtues et dans le tableau III pour les tôles revêtues.

Dans ces tableaux, TR est la température de recuit, TT est la température de trempe, TP est la température de partitionnement. Dans le tableau II, TG est la température de galvanisation.

30

35



Tableau I

Acier de réf	C %	Mn %	Si %	Cr %	Mo %	Al %	Ac3 °C	Ms °C
S180	0,29	2,02	2,44	0,004	Résiduel (<0,003)	0,059	920	290
S181	0,39	2,03	1,95	0,003	Résiduel (< 0,003)	0,058	860	240
S80	0,36	1,99	1,95	0,41	0,088	0,045	850	250
S81	0,38	1,98	1,93	0,34	0,14	1,047	860	270



Tableau II

Acier	TR °C	TP °C	TS °C	tP sec	HE	LE Mpa	RT Mpa	AU %	AT %
S180	920	240	400	10	-	982	1497	11,4	15,9
S180	920	240	400	100	17	1073	1354	13,9	19,9
S180	920	240	400	500	-	1082	1309	13,2	18,4
S181	900	200	400	10	-	1095	1583	12,5	13,8
S181	900	200	400	100	21	1238	1493	13,0	19,4
S181	900	200	400	500	-	1207	1417	13,1	17,7
S80	900	220	400	10	-	925	1658	9,4	9,4
S80	900	220	400	30	-	929	1603	15,1	20,5
S80	900	220	400	50	-	897	1554	16,1	21,1
S80	900	220	400	100	-	948	1542	18,1	21,4
S81	900	240	400	10	-	867	1623	8,1	9,3
S81	900	240	400	30	-	878	1584	11,4	11,8
S81	900	240	400	50	-	833	1520	10,8	12,2
S81	900	240	400	100	-	840	1495	15,9	17,3

Tableau III

Acier	TR °C	TT °C	TP °C	TG °C	tP sec	HE	LE Mpa	RT Mpa	AU %	A %
S180	920	240	400	460	100	21	1127	1310	13,7	20
S181	900	200	400	460	10	-	933,4	1348	14,0	18
S181	900	200	400	460	30	-	1170	1425	13,8	20
S181	900	180	400	460	100	-	1353	1507	8,0	14
S181	900	200	400	460	100	19	1202	1399	13,0	20
S181	900	220	400	460	100	-	936	1280	14,3	18
S181	900	200	420	460	10	-	906	1346	11,2	10
S181	900	200	420	460	30	-	841	1298	14,7	19
S181	900	200	420	460	100	-	900	1322	14,5	19
S181	900	200	360	460	10	-	910	1357	14,5	19
S181	900	200	360	460	30	-	992	1356	14,0	18
S80	900	220	400	460	10	-	756	1576	10,5	11
S80	900	220	400	460	30	-	836	1543	18,3	20
S80	900	220	400	460	50	-	906	1534	18,6	21
S80	900	220	400	460	100	-	941	1394	8,1	8,3
S81	900	240	400	460	10	-	704	1518	6,6	6,3
S81	900	240	400	460	30	-	951	1438	8,9	8,3
S81	900	240	400	460	50	-	947	1462	13,5	18
S81	900	240	400	460	100	-	987	1447	15,7	19

Les exemples 1 à 14 montrent que ce n'est qu'avec l'acier S181, qui ne contient ni chrome ni molybdène, et l'acier S80, qui contient à la fois du chrome et du molybdène, qu'il est possible d'atteindre les propriétés souhaitées  $RT \geq 1470$  MPa et  $AT \geq 19$  %. Dans l'alliage S181, on obtient les propriétés souhaitées pour une température de trempe TT de 200 °C et un temps de partitionnement de 100 secondes. Dans ce cas, la limite d'élasticité est supérieure à 1150 MPa.

Dans l'alliage S80, qui contient du chrome et du molybdène, on obtient les propriétés souhaitées pour une température de trempe TT de 220 °C et un temps de partitionnement entre 30 et 100 secondes (exemples 7 à 10). Dans ce cas, la résistance à la traction est supérieure à 1520 MPa et l'allongement total est supérieur à 20 %. En outre, il convient de mentionner que tous les exemples contenant Cr et Mo (7 à 14) ont des limites d'élasticité significativement inférieures aux exemples 1 à 6, concernant un acier sans Cr et Mo.

Les exemples 15 à 33 montrent que seuls les exemples correspondant aux aciers contenant Cr et Mo sont capables d'atteindre les propriétés souhaitées lorsque les tôles sont galvanisées (exemples 27 et 28). Pour l'acier S80, la température de trempe doit être de 220 °C et un partitionnement de 10 secondes est trop courte alors qu'un temps de partitionnement de 100 secondes est trop long. Lorsque l'acier ne contient pas de Cr et ne contient pas de Mo, la résistance à la traction reste toujours inférieure à 1470 MPa.

REVENDICATIONS

1 - Procédé de production d'une tôle d'acier laminée à froid ayant une résistance à la traction RT d'au moins 1470 MPa et un allongement total AT d'au moins 19 %, le  
5 procédé comprenant les étapes successives consistant à :

- recuire à une température de recuit TR une tôle d'acier laminée à froid se composant d'un acier dont la composition chimique contient en % en poids :

$$0,34 \% \leq C \leq 0,37 \%$$

$$1,50 \% \leq Mn \leq 2,30 \%$$

10  $1,50 \leq Si \leq 2,40 \%$

$$0,35 \% \leq Cr \leq 0,45 \%$$

$$0,07 \% \leq Mo \leq 0,20 \%$$

$$0,01 \% \leq Al \leq 0,08 \%,$$

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, la température de recuit TR étant  
15 supérieure au point de transformation Ac3 de l'acier,

- réaliser une trempe de la tôle d'acier recuite en la refroidissant jusqu'à une température de trempe TT inférieure au point de transformation Ms de l'acier et comprise entre 200 °C et 230 °C, et

- réaliser un traitement de partitionnement en réchauffant la tôle d'acier trempée à  
20 une température de partitionnement TP comprise entre 350 °C et 450 °C et en maintenant la tôle d'acier à cette température pendant une durée de partitionnement tP comprise entre 15 secondes et 120 secondes,

- après le partitionnement, refroidir la tôle d'acier à la température ambiante afin d'obtenir une tôle d'acier non revêtue.

25

2 – Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la température de recuit TR est comprise entre 870 °C et 930 °C.

3 - Procédé de production d'une tôle d'acier laminée à froid ayant une résistance à la traction RT d'au moins 1470 MPa et un allongement total AT d'au moins 19 %, le  
30 procédé comprenant les étapes successives consistant à :

- recuire à une température de recuit TR une tôle d'acier laminée à froid se composant d'un acier dont la composition chimique contient en % en poids :

$$0,34 \% \leq C \leq 0,37 \%$$

35  $1,50 \% \leq Mn \leq 2,30 \%$

$$1,50 \leq Si \leq 2,40 \%$$

12

 $0,35 \% \leq \text{Cr} \leq 0,45 \%$  $0,07 \% \leq \text{Mo} \leq 0,20 \%$  $0,01 \% \leq \text{Al} \leq 0,08 \%$ ,

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, la température de recuit TR étant  
5 supérieure au point de transformation Ac3 de l'acier,

- réaliser une trempe de la tôle d'acier recuite en la refroidissant jusqu'à une  
température de trempe TT inférieure au point de transformation Ms de l'acier et comprise  
entre 200 °C et 230 °C, et

- réaliser un traitement de partitionnement en réchauffant la tôle d'acier trempée à  
10 une température de partitionnement TP comprise entre 350 °C et 450 °C et en maintenant  
la tôle d'acier à cette température pendant une durée de partitionnement tP comprise  
entre 25 secondes et 55 secondes,

- après le partitionnement, la tôle est galvanisée puis refroidie à la température  
ambiante afin d'obtenir une tôle d'acier revêtue.

15

4 – Tôle d'acier non revêtue se composant d'un acier dont la composition chimique  
contient en % en poids :

 $0,34 \% \leq \text{C} \leq 0,40 \%$  $1,50 \% \leq \text{Mn} \leq 2,30 \%$ 

20

 $1,50 \leq \text{Si} \leq 2,40 \%$  $0,35 \% \leq \text{Cr} \leq 0,45 \%$  $0,07 \% \leq \text{Mo} \leq 0,20 \%$  $0,01 \% \leq \text{Al} \leq 0,08 \%$ 

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, la structure comprenant au moins  
25 60 % de martensite et entre 12 % et 15 % d'austénite résiduelle, la limite d'élasticité étant  
supérieure à 880 MPa, la résistance à la traction étant supérieure à 1520 MPa et  
l'allongement total étant d'au moins 20 %.

5 – Tôle d'acier revêtue se composant d'un acier dont la composition chimique  
30 contient en % en poids :

 $0,34 \% \leq \text{C} \leq 0,40 \%$  $1,50 \% \leq \text{Mn} \leq 2,30 \%$  $1,50 \leq \text{Si} \leq 2,40 \%$  $0,35 \% \leq \text{Cr} \leq 0,45 \%$ 

35

 $0,07 \% \leq \text{Mo} \leq 0,20 \%$  $0,01 \% \leq \text{Al} \leq 0,08 \%$ ,

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, la structure comprenant au moins 60 % de martensite et entre 12 % et 15 % d'austénite résiduelle, la tôle d'acier étant galvanisée, la résistance à la traction étant supérieure à 1510 MPa et l'allongement total étant d'au moins 20 %.





**RAPPORT DE RECHERCHE  
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**  
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la  
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et  
complétée par la loi 23-13)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 39673	Date de dépôt : 03/07/2014 ; Date d'entrée en phase nationale : 02/01/2017
Déposant : ARCELORMITTAL	
Intitulé de l'invention : PROCÉDÉ DE PRODUCTION DE TÔLE D'ACIER REVÊTUE OU NON REVÊTUE À ULTRA HAUTE RÉSISTANCE ET TÔLE AINSI OBTENUE	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée <input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: A EL KADIRI	Date d'établissement du rapport : 12/04/2017
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	





**Partie 1 : Considérations générales**

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description  
10 Pages
- Revendications  
5

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : C 21D 1/18, 8/02, 9/46, C 22C 38/00, 38/22

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	EP2325346 A1 (JFE STEEL CORP [JPJ] 25 May 2011 (2011-05-25)	1-5

**\*Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs

-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

<b>Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité</b>		
<i>Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle</i>		
Nouveauté (N)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
<p>Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure</p> <p>D1 : EP2325346 A1</p> <p><b>1. Nouveauté (N) :</b></p> <p>Aucun document de l'état de l'art cité ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-5, par conséquent, l'objet des revendications 1-5 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.</p> <p><b>2. Activité inventive (AI) :</b></p> <p>Le document D1, considéré comme l'état de l'art le plus proche de l'objet de la revendication 1, décrit une tôle d'acier à haute résistance laminée à froid dont la composition est proche de celle de la revendication 1.</p> <p>Bien que les gammes élémentaires de C, Si, Mn semblent générales par rapport à la revendication 1, le tableau 1 de D1 décrit des valeurs pour chacun de ces éléments de la revendication 1 tombant dans les marges de la revendication 1.</p> <p>Aussi les exemples du tableau 1 de D1 couvrent toutes les gammes préférées de C, Si et Mn, ce qui ne limite pas l'homme de métier aux valeurs d'exemples particuliers. Les valeurs de concentration d'Al du tableau 2, à l'exception d'un seul (acier de l'invention du tableau 1 de D1), tombent dans l'intervalle de la revendication 1.</p> <p>Cr et Mo sont facultatifs pour D1 alors qu'ils sont obligatoires pour l'acier de la revendication 1. Aucun des exemples de D1 ne contient Cr et Mo. En outre, pour des modes de réalisation de l'acier de D1 contenant Cr ou Mo, la teneur en carbone ne se chevauche pas avec celle de la revendication 1.</p> <p>Les étapes de traitement thermique du recuit, de la trempe, du cloisonnement et du refroidissement de la revendication 1 sont décrites à la Fig. 1 de D1.</p> <p>Bien que les plages de température décrites dans la Fig. 1 de D1 semblent être larges par rapport à la revendication 1, le tableau 2 de D1 décrit de nombreux exemples tombant dans l'intervalle de la revendication 1. Il en va de même pour le temps de partitionnement Pt. Après un tel traitement, la tôle d'acier de D1 peut atteindre une résistance à la traction de 1477 MPa et un allongement de la traction de 22% (échantillon 12 du tableau 3 de D1).</p> <p>Le procédé selon la revendication 1 diffère de celui connu de D1 en ce que l'acier de la revendication 1 contient 0,35 à 0,45% en poids de Cr et 0,07-0,20% en poids de Mo.</p> <p>Cette caractéristique de la revendication 1 aboutit à une composition d'acier alternative en tôle d'acier à haute résistance laminée à froid avec un ensemble connu de propriétés. Par conséquent, le problème objectif peut être formulé comme fournissant une composition d'acier alternative pour une tôle d'acier à haute résistance laminée à froid avec un ensemble connu de propriétés.</p>		

La solution proposée par la revendication 1 du problème ci-dessus n'est pas rendue évidente par D1. Bien que D1 fournisse des exemples alliés avec Cr ou Mo (exemples J et L du Tableau 1 de D1), D1 ne révèle pas ou suggère l'alliage de la tôle d'acier de D1 avec Cr et Mo. Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

L'objet de la revendication 2 dépendante de la revendication 1 implique lui aussi une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Le même raisonnement s'applique à l'objet des revendications indépendantes 3-5 en tenant dument compte de leurs objets. Par conséquent, l'objet des revendications 3-5 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

### **3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :**

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.