

Brevet N° **87549**
du 30 juin 1989
Titre délivré **26 OCT. 1989**

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

BL-4242



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

Centre de Recherches Métallurgiques- Centrum voor Research
in de Metallurgie, Association sans but lucratif-Vereniging
zonder winst oogmerk, 47 rue Montoyer B-1040 BRUXELLES
Représenté par: E.T. FREYLINGER & E.MEYERS, Ing. cons. en
P.I. 321, route d'Arlon B.P. 1 L-8001 STRASSEN

dépose(nt) ce trente juin mil neuf cent quatre vingt neuf
à 15.00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg;

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant:
"Procédé de fabrication d'une bande mince en acier
par laminage à chaud"

2. la description en langue française de l'invention en trois exemplaires;

3. 1 planches de dessin, en trois exemplaires;

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 30 juin 1989;

5. la délégation de pouvoir, datée de Bruxelles le 22 juin 1989;

6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont):

MESSIEN Pierre, 39, rue des Hayettes B - 4050 ESNEUX (Belgique)

HERMAN Jean-Claude, 98 rue des Brasseurs B - 4570 BLEGNY-TREMBLEUI
(Belgique)

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
brevet d'invention déposée(s) en (8) Belgique

le (9) 11 juillet 1988

sous le N° (10) 08800800

au nom de (11) Centre de Recherches Métallurgiques

élit(élisent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg

321, route d'Arlon L - 8001 STRASSEN

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées,
avec ajournement de cette délivrance à 1 mois.

Le déposant/mandataire:

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes,
Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du: 30 juin 1989

à 15.00 heures

Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,

Le chef du service de la propriété intellectuelle,



A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT

(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No du " - (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il a lieu, représenté par agissant en qualité de mandataire - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)", lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complété, le cas échéant, par l'indication de l'office receveur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) 2, 6, 12 ou 18 mois - (14)

Brevet N° **87549**
du 30 juin 1989
Titre délivré



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

Centre de Recherches Métallurgiques- Centrum voor Research
in de Metallurgie, Association sans but lucratif-Vereniging
zonder winstoogmerk, 47 rue Montoyer B-1040 BRUXELLES
Représenté par: E.T. FREYLLINGER & E-MEYERS, Ing. cons. en
P.I. 321, route d'Arlon B.P. 1 L-8001 STRASSEN

dépose(nt) ce trente juin mil neuf cent quatre vingt neuf
à 15.00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg:

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant:
"Procédé de fabrication d'une bande mince en acier
par laminage à chaud"

2. la description en langue française de l'invention en trois exemplaires;

3. planches de dessin, en trois exemplaires;

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 30 juin 1989;

5. la délégation de pouvoir, datée de Bruxelles le 22 juin 1989;

6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont):
MESSIEN Pierre, 39, rue des Hayettes B - 4050 ESNEUX (Belgique)
HERMAN Jean-Claude, 98 rue des Brasseurs B - 4570 BLEGNY-TREMBLEU
(Belgique)

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
brevet d'invention déposée(s) en (8) Belgique

le (9) 11 juillet 1988

sous le N° (10) 08800800

au nom de (11) Centre de Recherches Métallurgiques

élit(élisent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
321, route d'Arlon L - 8001 STRASSEN

solicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées,
avec ajournement de cette délivrance à mois.

Le déposant/mandataire:

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes,
Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du: 30 juin 1989

à 15.00 heures



Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,

Le chef du service de la propriété intellectuelle,

A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT.

(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No du - (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu, représenté par agissant en qualité de mandataire - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir désignation séparée (suivra))", lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complété, le cas échéant, par l'indication de l'office receveur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) 2, 6, 12 ou 18 mois - (14) signature du demandeur ou du mandataire agréé.

BL - 4242

Revendication de la priorité
de la demande de brevet déposée
en Belgique le 11 juillet 1988
No 08800800

Mémoire descriptif déposé à
l'appui d'une demande de
brevet d'invention pour :

"Procédé de fabrication d'une bande
mince en acier par laminage à chaud"

Centre de Recherches Métallurgiques
Centrum voor Research in de
Metallurgie
Association sans but lucratif
Vereniging zonder winstoogmerk
47, rue Montoyer
B-1040 BRUXELLES
Belgique

Procédé de fabrication d'une bande mince en acier par laminage à chaud.

La présente invention se situe dans le domaine du laminage à chaud de l'acier. Elle concerne un procédé de fabrication d'une bande mince en acier par laminage à chaud, destiné à améliorer l'aptitude au formage de ce type de bande.

5

On sait qu'une bande laminée à chaud est communément obtenue à partir d'une brame, qui a été au préalable réchauffée jusqu'à une température appropriée. Cette brame peut elle-même avoir été produite par laminage d'un lingot ou par coulée continue aux dimensions désirées, selon une
10 technique utilisée de plus en plus largement. La température de réchauffage de la brame peut varier selon le type d'acier, mais elle est usuellement supérieure à 1000°C, de telle façon que l'acier présente une structure entièrement austénitique.

15 Le réchauffage de la brame est réalisé dans un four approprié, par exemple un four poussant situé immédiatement en amont du laminoir à chaud. La brame peut y être réchauffée à partir de la température ambiante, si son refroidissement antérieur a été complet, ou à partir d'une température intermédiaire si elle est introduite dans le four de
20 réchauffage avant d'être complètement refroidie. Cette dernière technique, connue sous le nom d'enfournement chaud, s'avère intéressante notamment en raison des économies d'énergie qu'elle permet de réaliser. Cette brame peut encore avoir été laminée en direct à partir de l'acier liquide; elle peut alors avoir une épaisseur quelconque, y

compris une épaisseur faible, c'est-à-dire inférieure à 50 mm. Sa température est alors telle qu'elle ne nécessite pas de réchauffage intermédiaire, mais éventuellement une égalisation.

- 5 Le laminage à chaud de la brame comporte une phase de dégrossissage et une phase de finition. Le dégrossissage a pour but d'amener la brame à l'épaisseur intermédiaire voulue pour le laminage de finition. Cette étape de dégrossissage peut bien entendu être supprimée lorsque la brame a une épaisseur faible, obtenue par exemple par laminage direct.
- 10 Le laminage de finition, effectué au train finisseur à chaud, est destiné à conférer à la bande d'acier l'épaisseur requise en vue d'opérations ultérieures, par exemple un laminage à froid, ou encore celle qui est imposée par l'utilisateur.
- 15 Dans la pratique courante, le laminage de finition est effectué dans un domaine de température où l'acier présente une structure austénitique. Cette condition impose que la température de fin de laminage ne soit pas inférieure au point A3 de l'acier considéré. A titre d'exemple, cette température est d'environ 850 °C pour les
- 20 aciers usuels dont la teneur en carbone est comprise entre 0,01 % et 0,1 %. Par ailleurs, le taux d'écrouissage ne dépasse généralement pas 0,3 dans la dernière passe de réduction. On peut rappeler que le taux d'écrouissage ϵ est défini par la relation :

$$\epsilon = \ln \frac{1}{1 - R} ,$$

25

dans laquelle R représente la réduction d'épaisseur de la bande au cours de l'opération considérée.

Une bande d'acier laminée en phase austénitique présente de bonnes

30 caractéristiques d'isotropie ainsi qu'une tolérance dimensionnelle satisfaisante. Elle est cependant affectée d'un inconvénient important qui est sa faible aptitude au formage, laquelle se traduit par des valeurs du coefficient d'anisotropie plastique moyen (\bar{r}) généralement inférieures à 1, et le plus souvent comprises entre 0,8 et 1.

On cherche actuellement à produire des bandes laminées à chaud dont l'épaisseur soit plus faible que précédemment, notamment inférieure à 1,5 mm, afin que les utilisateurs puissent pratiquer dans leurs installations les opérations, y compris le formage, que requièrent les applications particulières envisagées. A cet effet, il est nécessaire que la bande mince laminée à chaud présente une aptitude au formage, et notamment à l'emboutissage nettement améliorée.

On peut envisager principalement deux solutions pour tenter d'obtenir une telle amélioration. Chacune présente cependant des inconvénients importants.

En premier lieu, on peut chercher à effectuer le laminage de finition entièrement dans le domaine austénitique, comme cela se pratique avec les bandes plus épaisses. On sait que le laminage de finition comporte plusieurs passes de réduction successives, dans lesquelles l'épaisseur de la bande est graduellement réduite jusqu'à l'épaisseur finale désirée. Le nombre de passes augmente évidemment lorsque l'épaisseur finale à réaliser diminue. Du fait de l'inévitable chute de température de la bande lors des différentes passes, le maintien de la bande en phase austénitique pendant l'ensemble du laminage de finition devient très difficile, voire impossible lorsque l'épaisseur finale de la bande est inférieure à 1,5 mm. La solution qui consisterait à augmenter la température de réchauffage de la brame, c'est-à-dire la température de la brame avant le laminage à chaud, n'est intéressante ni sur le plan économique ni sur le plan technique. Non seulement elle entraîne une augmentation de la consommation d'énergie, mais en outre elle influence de manière défavorable les propriétés mécaniques de la bande.

30

Le fait de ne pas pouvoir effectuer l'intégralité du laminage de finition dans le domaine austénitique entraîne une hétérogénéité marquée des caractéristiques mécaniques de la bande, ainsi qu'une grande difficulté à respecter les tolérances dimensionnelles de cette même bande. La cause de ces difficultés est que le laminage est effectué en partie à des températures auxquelles l'acier présente une structure

ferritique.

Une seconde solution pourrait consister à effectuer la totalité du laminage de finition en phase ferritique, c'est-à-dire à des températures inférieures au point A3 de l'acier considéré. Cette solution permet certes d'améliorer les caractéristiques mécaniques et le respect des tolérances dimensionnelles de la bande. Néanmoins, lorsqu'elle est appliquée dans des conditions classiques de laminage de finition, elle conduit à une modification défavorable de la texture cristalline de l'acier; il en résulte une diminution de la valeur du coefficient d'anisotropie plastique moyen \bar{r} , qui devient nettement inférieur à 1, et par conséquent une forte réduction de l'aptitude au formage de la bande laminée à chaud.

15 L'objet de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication d'une bande mince en acier par laminage à chaud, grâce auquel la bande à chaud présente non seulement une excellente aptitude au formage, mais également de très bonnes caractéristiques mécaniques et des tolérances dimensionnelles strictement respectées.

20

Elle est basée sur l'effet bénéfique qu'exerce, de manière inattendue, une modification appropriée des conditions du laminage de finition sur les caractéristiques d'une bande d'acier de faible épaisseur. Par faible épaisseur, il faut comprendre ici que l'épaisseur finale de la bande laminée à chaud est inférieure à 2 mm.

Conformément à la présente invention, le procédé de fabrication d'une bande mince en acier par laminage à chaud, dans lequel on soumet une brame d'acier se trouvant à l'état austénitique, à un laminage de dégrossissage jusqu'à une épaisseur intermédiaire suivi d'un laminage de finition comportant plusieurs passes de réduction successives pour l'amener graduellement à l'épaisseur finale désirée, est caractérisé en ce qu'avant le laminage à chaud, on porte la brame à une température de réchauffage, respectivement d'égalisation, comprise entre 1100 35 °C et 800 °C, en ce que l'on effectue au moins la dernière desdites passes de réduction avec un taux d'écrouissage ϵ au moins égal à 0,4

et en ce que la température de fin de laminage de finition est comprise entre 750 °C et 400 °C.

De manière préférentielle, on effectue au moins la dernière des dites 5 passes de réduction avec un taux d'écroûissage ϵ au moins égal à 0,8.

Il est également préférable, selon l'invention, que la température de réchauffage, respectivement d'égalisation, de la brame avant le laminage à chaud soit comprise entre 1000°C et 850°C.

10

Toujours selon l'invention, la température de fin de laminage de finition est comprise de préférence entre 700°C et 500°C.

Selon une variante particulière de l'invention, on réalise une vitesse 15 d'écroûissage $\dot{\epsilon}$ au moins égale à 60 s⁻¹ dans au moins la dernière des dites passes de réduction. Il est apparu que l'obtention d'un coefficient \bar{r} élevé était d'autant plus aisée que la vitesse d'écroûissage $\dot{\epsilon}$ est grande.

20 Dans le cadre de la présente invention, il s'est encore avéré intéressant de réaliser le bobinage de la bande à une température comprise entre 700°C et 350°C.

Les conditions de laminage à chaud qui viennent d'être exposées con- 25 duisent à la formation, dans la bande, d'une microstructure conférant à celle-ci une remarquable aptitude au formage. Cette microstructure, de type duplex, consiste en un coeur constitué de grains ferritiques recristallisés de taille normale (ASTM \leq 9), de part et d'autre duquel s'est développée une couche de grains plus fins (ASTM \geq 10). La 30 texture cristalline de ces couches présente des orientations cristallographiques qui entraînent une amélioration de l'aptitude au formage de la bande mince laminée à chaud.

L'invention porte dès lors également sur une bande mince en acier 35 laminée à chaud, présentant une microstructure duplex composée d'un coeur constitué de grains ferritiques recristallisés de taille ASTM \leq 9

et de couches superficielles constituées de grains plus fins, de taille ASTM ≥ 10 .

Avantageusement, chacune desdites couches superficielles a une épaisseur au moins égale à 1/8, et de préférence à 1/4, de l'épaisseur de la bande d'acier.

Une bande d'acier laminée à chaud conforme à la présente invention possède une excellente aptitude au formage, à laquelle correspond un coefficient d'anisotropie plastique moyen \bar{r} au moins égal à 1,1 et de préférence au moins égal à 1,4.

D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront encore dans les exemples qui suivent. Il va de soi que ces exemples n'ont aucun caractère limitatif et qu'ils ne sont destinés qu'à illustrer le procédé et la bande d'acier faisant l'objet de l'invention.

Exemples

20

Les essais ont porté sur sept aciers à basse et ultra-basse teneurs en carbone, dont la composition détaillée est donnée au tableau I.

Ils ont consisté en un laminage à chaud au train finisseur, jusqu'à obtenir une bande de 1 mm d'épaisseur. On a fait varier diverses conditions de laminage, à savoir :

- T_R : température de réchauffage des brames avant le laminage, ($^{\circ}\text{C}$);
- T_E : température d'égalisation avant le laminage de finition - cas du laminage direct, ($^{\circ}\text{C}$);
- 30 - T_L : température de laminage de finition lors de la dernière passe de réduction, ($^{\circ}\text{C}$);
- T_B : température de bobinage après le laminage de finition, ($^{\circ}\text{C}$);
- ϵ : taux d'écrouissage;
- $\dot{\epsilon}$: vitesse d'écrouissage (s^{-1}).

Dans chaque cas, on a déterminé le coefficient d'anisotropie plastique moyen (\bar{r}), qui exprime l'aptitude au formage de la bande d'acier.

Le tableau II rassemble les différentes conditions de laminage expérimentées au cours de ces essais, ainsi que les résultats obtenus. Le signe (x) dans la dernière colonne indique, à titre de comparaison, les essais pour lesquels au moins une des conditions de laminage (T_R , T_L , ϵ , $\dot{\epsilon}$) ne respecte pas les prescriptions de la présente invention.

10 Ces résultats montrent clairement que le procédé de la présente invention conduit à une nette augmentation du coefficient (\bar{r}), qui est systématiquement supérieur à 1,1. Cette augmentation traduit une importante amélioration de l'aptitude au formage, et notamment à l'emboutissage, d'une bande d'acier laminée à chaud conformément à la
15 présente invention.

Ils montrent également que le procédé de l'invention s'applique avec un même avantage aux aciers à bas ou à ultra-bas carbone, contenant ou non des additions de titane, de niobium et/ou de bore.

TABLEAU I.

Composition chimique des aciers (% en poids)

5

Acier No	C	Mn	Si	S	P	N	Al	Nb	Ti	B	
10	1	0,026	0,225	0,012	0,009	0,014	0,0065	0,034	—	—	—
	2	0,038	0,202	0,006	0,009	0,013	0,0027	0,035	—	—	0,0019
	3	0,002	0,131	0,005	0,006	0,004	0,0022	0,017	—	0,026	—
	4	0,004	0,147	0,013	0,014	0,016	0,0023	0,016	0,035	—	—
	5	0,003	0,180	0,009	0,008	0,010	0,0020	0,030	0,020	0,032	—
15	6	0,004	0,195	0,006	0,008	0,008	0,0023	0,049	—	—	0,0024
	7	0,002	0,186	0,007	0,010	0,012	0,0021	0,038	—	—	—

TABLEAU II.
Conditions de laminage - Résultats.

	Acier No.	T _R °C	T _E °C	ε	$\dot{\epsilon}$ s ⁻¹	T _L °C	T _B °C	\bar{r}	
5	1	1200	--	0,22	205	910	700	0,88	X
	1	1150	--	0,35	74	700	500	0,63	X
	1	950	--	1,62	72	650	500	1,42	
10	1	940	--	1,20	76	750	550	1,05	X
	1	945	--	0,58	516	600	450	1,45	
	1	900	--	0,95	69	650	450	1,22	
15	2	1000	--	0,26	518	895	650	0,93	X
	2	900	--	0,45	416	670	500	1,25	
	2	950	--	1,60	84	685	500	1,50	
20	2	1250	--	0,60	75	600	450	0,98	X
	2	950	--	0,65	478	600	450	1,33	
	2	--	930	1,05	85	600	450	1,41	
25	3	1200		0,68	206	750	620	0,74	X
	3		910	0,83	418	600	450	1,53	
	3	880	--	1,28	97	650	500	1,58	
30	4	950	--	0,88	612	600	450	1,64	
	4	950	--	0,22	513	600	450	1,07	X
	5	--	950	1,65	94	650	500	1,62	
35	5	920	--	1,43	78	780	620	1,06	X
	6	900	--	1,72	94	600	450	1,62	
	6	1150	--	1,38	78	600	450	1,35	
40	6	850	--	0,53	648	650	500	1,48	
	7	--	910	0,62	518	680	500	1,44	
	7	920	--	0,22	412	650	500	1,08	X
45	7	930	--	1,27	88	600	450	1,57	

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une bande mince en acier par laminage à chaud, dans lequel on soumet une brame d'acier se trouvant à l'état austénitique, à un laminage de dégrossissage jusqu'à une épaisseur intermédiaire suivi d'un laminage de finition comportant plusieurs
5 passes de réduction successives pour l'amener graduellement à l'épaisseur finale désirée, caractérisé en ce qu' avant le laminage à chaud, on porte la brame à une température de réchauffage, respectivement d'égalisation, comprise entre 1100 °C et 800 °C, et en ce que l'on effectue au moins la dernière desdites passes de réduction
10 avec un taux d'écroissance ϵ au moins égal à 0,4 et en ce que la température de fin de laminage de finition est comprise entre 750°C et 400°C.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit taux d'écroissance ϵ est au moins égal à 0,8.
15
3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la température de réchauffage, respectivement d'égalisation, de la brame d'acier avant le laminage à chaud est comprise entre 1000 °C et 850 °C.
20
4. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ladite température de fin de laminage de finition est comprise entre 700 °C et 500 °C.
- 25 5. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on réalise une vitesse d'écroissance $\dot{\epsilon}$ au moins égale à 60 s⁻¹ dans au moins une desdites passes de réduction.
6. Bande mince en acier laminée à chaud par le procédé de l'une ou
30 l'autre des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte un coeur constitué de grains ferritiques recristallisés de taille ASTM ≤ 9 et des couches superficielles, disposées de part et d'autre dudit coeur, constituées de grains plus fins, de taille ASTM ≥ 10 .

7. Bande mince suivant la revendication 6, caractérisée en ce que chacune desdites couches superficielles a une épaisseur au moins égale à $1/8$ de l'épaisseur de la bande.

5 8. Bande mince suivant la revendication 7, caractérisée en ce que chacune desdites couches superficielles a une épaisseur au moins égale à $1/4$ de l'épaisseur de la bande.