

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑪

N° 79 29112

⑤④ Procédé de fabrication de fils métalliques pour le renforcement d'objets en caoutchouc.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. 3). C 25 D 5/22; B 21 C 1/00; C 25 D 3/22, 7/06
// B 60 C 9/00.

②② Date de dépôt..... 23 novembre 1979.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 22 du 29-5-1981.

⑦① Déposant : SODETAL, SOCIETE POUR LE DEVELOPPEMENT DU FIL METALLIQUE, résidant
en France.

⑦② Invention de : Alain Palsky et Luc Peeters.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Rhône-Poulenc-Textile, Daniel Braconnier, Direction Technique Brevets,
BP 82-41, 69355 Lyon Cedex 2.

La présente invention concerne un procédé de fabrication de fils métalliques pour le renforcement d'articles en caoutchouc tels que pneumatiques. Plus particulièrement elle concerne la fabrication de fils d'acier revêtus.

5 Pour le renforcement des articles en caoutchouc, on emploie des fils d'acier recouverts d'une couche de laiton. Le laiton a pour fonction principale d'assurer l'adhérence convenable entre le caoutchouc et l'acier et il joue également un rôle important lors du tréfilage. On utilise généralement un laiton com-
10 portant 60 % à 75 % de cuivre.

Des études ont montré que pour avoir une bonne adhérence, avec certains types de gommes, en particulier au vieillissement, il fallait un laiton comportant une couche plus riche en zinc en surface.

15 On peut obtenir ce gradient de zinc de différentes façons. Par exemple par dépôt alterné sur le fil d'acier de couches de cuivre et de zinc, la dernière couche étant du zinc, puis thermodiffusion. Si la thermodiffusion n'est pas totale, on obtient une couche plus riche en zinc en surface. Un autre procédé, objet du
20 brevet français 2 393 856 consiste à déposer sur le fil recouvert d'un laiton de composition courante, une fine couche de zinc. Après tréfilage, on obtient un laiton de composition non homogène, riche en zinc en surface.

25 Avec un tel traitement, on obtient effectivement un bon comportement de l'adhérence au vieillissement. Cependant, ce procédé présente des inconvénients. La présence d'une couche riche en zinc en surface provoque des perturbations au tréfilage. Le document cité déclare que le dépôt optimal de zinc est d'environ 0,06 g par kilo de fil et que des problèmes se produisent au tré-
30 filage à partir de 0,1 g de zinc par kilo. Néanmoins, le document fait état d'un taux de dépôt de zinc pouvant aller jusqu'à 50×10^{-5} mg par mm^2 de surface d'application ce qui, pour le fil
...

de plus petit diamètre mentionné dans le brevet, correspond à une quantité de 0,3 g par kilo.

Or, des essais complémentaires ont montré que les meilleurs résultats en adhérence ne sont obtenus que pour des quantités de zinc supérieures à 0,1 g/kg et de préférence comprises entre 0,3
5 et 0,7 g/kg. Mais, dans ce cas, les problèmes au tréfilage deviennent très aigus et rendent cette opération tout à fait impossible industriellement.

D'autre part, on a remarqué, en particulier, pour des
10 quantités de zinc comprises entre 0,1 et 0,3 g/kg et supérieures à ces valeurs, que les problèmes de tréfilage s'accroissent avec la durée du stockage du fil avant tréfilage. Ainsi, les difficultés sont plus importantes lorsque le fil est tréfilé par exemple deux mois après zingage que lorsqu'il est tréfilé par
15 exemple le même jour. L'explication que l'on donne à ce phénomène est qu'il se forme à l'interface laiton-zinc, par diffusion dans les conditions ambiantes, des couches de phases intermédiaires, fragiles, indéformables et qui même sous très faible épaisseur rendent le fil intréfilable dans des conditions industrielles.
20 (Casses nombreuses, usure filière importante). Ce phénomène est d'autant plus marqué que la couche de zinc est importante.

La présente invention se propose de fournir un nouveau procédé permettant de concilier à la fois une bonne tenue de l'adhérence au vieillissement et un tréfilage dans de bonnes
25 conditions industrielles.

Elle concerne un procédé de fabrication d'un fil d'acier pour le renforcement d'articles en caoutchouc tels que pneumatiques selon lequel on dépose une couche de zinc sur un fil d'acier laitonné apte au tréfilage et on tréfile le fil pour l'amener au
30 diamètre désiré caractérisé par le fait qu'on dépose une quantité de zinc comprise entre 0,1 g et 1 g par kilo de fil d'acier et qu'on effectue le tréfilage en continu avec l'opération de zingage.

De préférence, la quantité de zinc déposée est comprise entre 0,1 et 0,6 g/kg d'acier.

...

L'application de zinc est effectuée de préférence par dépôt électrolytique, lors du passage du fil dans un bain électrolytique approprié. On peut utiliser tous les types de bain connus en zingage : bain à base de cyanure, bain basique non cyanuré, bain acide, bain au pyrophosphate, etc.. On utilise de préférence des bains non toxiques.

Le laitonnage s'effectue selon les méthodes habituelles : codéposition électrolytique, ou laitonnage par thermodiffusion. On utilise un laiton courant contenant 60 % à 75 % de cuivre, la quantité déposée étant comprise entre 2 g/kg et 7 g/kg d'acier. Eventuellement, on peut effectuer un léger décapage avant zingage. L'acier est un acier dur patenté couramment utilisé pour ce type d'application. Le diamètre des fils traités est de préférence compris entre 0,80 et 1,90 mm, mais peut aussi se situer en dehors de ces limites. Le tréfilage, qui a lieu en continu avec le zingage, s'effectue dans les conditions normales en ce qui concerne tous les paramètres (vitesse, nombre de passes, nombre de filières, nature et forme des filières, lubrifiant etc..). La vitesse est de préférence comprise entre 10 et 25 m/s.

Le procédé peut être mis en oeuvre par un dispositif selon l'invention comprenant une cellule de zingage électrolytique associée à une tréfileuse. De préférence, selon l'invention, le dispositif comporte une cellule de zingage asservie à la marche de la tréfileuse. Selon le système d'asservissement, le courant électrique est établi, au démarrage, seulement lorsque la tréfileuse a atteint sa vitesse de marche normale ; le circuit est coupé automatiquement lorsque la tréfileuse s'arrête.

Avantageusement, selon l'invention, l'alimentation en courant continu s'effectue, à partir du réseau alternatif, au moyen d'un redresseur à intensité régulée. Ce système est avantageux par rapport au système à voltage constant. En effet, par le phénomène de polarisation, il se forme un dépôt à l'anode, lequel augmente la résistance du circuit. Si le voltage est maintenu constant, l'intensité diminue en même temps que la résistance augmente et la quantité déposée, qui est proportionnelle

...

à l'intensité, diminue aussi. On a un dépôt irrégulier. Selon l'invention, l'asservissement et l'alimentation à intensité constante entraînent un dépôt régulier, donc un produit régulier.

Mais l'invention sera mieux comprise à l'aide des exemples et des figures ci-après, donnés à titre illustratif mais non limitatif :

- La figure 1 représente schématiquement un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.
- La figure 2 est un graphique montrant les avantages de l'invention.
- La figure 3 est un graphique de la variation de la composition du laiton, en fonction de la profondeur, pour des fils traités selon l'invention.

Le dispositif selon la figure 1 comprend principalement une cellule de zingage électrolytique 1, et une tréfileuse 2 disposée en aval, représentée partiellement. La cellule de zingage 2 comprend un bac 3 contenant le bain qui est traversé par le fil F laitonné. Le fil laitonné est alimenté à partir d'une bobine fournisseuse 4. Le bain circule en circuit fermé au moyen d'une pompe 5 à partir d'une cuve 6. Il est alimenté dans le bac 3 par le conduit d'arrivée 7 et il s'évacue aux deux extrémités du bac 3 par les conduits 8 et 9 qui le ramènent à la cuve 6. L'anode est constitué par un panier 10 dans lequel on a déposé des pastilles de zinc, le fil F est relié à la cathode par l'intermédiaire des axes des roues de guidage 11 et/ou 12 situées à l'entrée et à la sortie du bac 3. Le fil est tiré à travers le bac, par la tréfileuse 2. A la sortie du bain, le fil zingué est rincé dans un bac 14. Le fil prénètre ensuite en continu dans la tréfileuse 2 dont on a seulement représenté deux filières 15 et deux cabestans de tirage 16. Le fil tréfilé dans les conditions habituelles est reçu sur tout support approprié non représenté. Le dispositif comporte en outre des moyens non représentés d'asservissement de la marche de la cellule de zingage à la marche de la tréfileuse. Selon ces moyens, la cellule de zingage se met en marche seulement lorsque la tréfileuse a atteint sa vitesse normale de fonctionnement.

...

Le fonctionnement de la cellule de zingage s'arrête en même temps que la tréfileuse. Le dispositif comporte également des moyens, non représentés, de type connu d'alimentation en courant à intensité régulée.

5 Afin de mettre en évidence les avantages de l'invention, une série d'essais a été réalisée, ils font l'objet des exemples suivants :

Exemple 1 -

10 Cet exemple concerne des essais de tenue de l'adhérence au vieillissement.

 Le test d'adhérence s'effectue sur toron et se déroule de la façon suivante :

15 On utilise une gomme A pour faire des nappes calandrées avec le toron à tester et on fait vieillir ces nappes pendant 5 semaines à 21°C et à 65 % d'humidité relative, en atmosphère strictement régulée. Au temps "zéro" et chaque semaine, on fait un prélèvement de toron enrobé de caoutchouc et on le place dans une éprouvette d'adhérence normalisée selon la norme américaine ASTM D 2229-73 réalisée elle-même en gomme A. On mesure l'adhérence par la méthode selon la norme ci-dessus.

20 Les résultats sont reportés sur le tableau 1 ci-après et sur le graphique selon figure 2, sur lequel le temps de vieillissement T est porté en abscisses et l'adhérence exprimée en décanewtons, en ordonnées.

25 1 a Témoin - Le témoin est constitué par un toron de dénomination 4 x 0,25 S 12,5, c'est-à-dire constitué par 4 fils de diamètre 0,25 mm retordus en S au pas de 12,5 mm. Le fil de diamètre 0,25 mm est obtenu par tréfilage d'un fil de diamètre 1,25 mm en acier dur patenté. Avant tréfilage, le fil de diamètre 1,25 mm a été revêtu d'une couche de laiton, à raison de 5,8 g de laiton par kilo de fil d'acier, laiton comprenant 66 % Cuivre et 34 % Zinc. Après tréfilage, on obtient un fil laitonné de diamètre 0,25 mm comportant 5 g/kg de laiton à 65,8 % de cuivre et 34,2 % de zing. La perte de 0,8 % en poids de laiton est une perte normale que l'on constate souvent au tréfilage. A partir

30

35

...

de ce fil, on fabrique donc un toron 4 x 0,25 S 12,5 et on pratique le test d'adhérence sur ce toron.

Les résultats sont reportés sur le tableau 1 ci-après et sur le graphique selon figure 2 : courbe A.

5 1 b - On pratique le test d'adhérence ci-dessus sur un toron réalisé à partir d'un 1er fil traité selon l'invention. Le fil de départ est identique à celui de l'exemple 1 a c'est-à-dire fil de diamètre 1,25 mm revêtu d'un laiton à 66 % de Cuivre et 34 % de Zinc à raison de 5,8 g de laiton par kilo de fil d'acier. 10 Ensuite, selon l'invention, on applique un zingage sur le laiton, à raison de 0,15 g de zinc par kilo de fil d'acier. On obtient un fil avant entrée dans la tréfileuse comportant 5,95 g de revêtement par kilo de fil d'acier et dont la composition moyenne est : 64,5 % Cuivre et 35,5 % Zinc. Le fil est tréfilé en continu 15 avec le zingage, dans les conditions de l'invention. On obtient un fil fin de diamètre 0,25 mm revêtu de 4,8 g/kg d'un laiton de composition globale 65 % de Cuivre et 35 % de Zinc. A partir de ce fil, on fabrique un toron 4 x 0,25 S 1,25 comme dans l'exemple 1 a et on applique sur ce toron le même test d'adhérence.

20 Les résultats sont reportés sur le tableau 1 et sur le graphique selon la figure 2 : courbe B. On constate déjà une nette amélioration de la tenue au vieillissement.

1 c - On pratique le test d'adhérence ci-dessus sur un toron réalisé à partir d'un deuxième fil selon l'invention.

25 Le fil de départ est identique à celui des exemples 1 a et 1 b. Ensuite, selon l'invention, on effectue un zingage, la quantité de zinc étant de 0,5 g/kg de fil d'acier. On obtient avant entrée dans la tréfileuse, un fil comportant une quantité de revêtement de 6,3 g/kg, dont la composition globale est de 30 60,5 % de Cuivre et 39,5 % de Zinc. Le fil est tréfilé en continu avec le zingage, dans les conditions de l'invention. On obtient, après tréfilage, un fil fin de diamètre 0,25 mm, revêtu de 5,6 g/kg d'un laiton de composition globale 62 % Cuivre. A partir de ce fil fin, on confectionne un toron 4 x 0,25 S 12,5 comme dans les 35 exemples 1 a et 1 b et on applique le test d'adhérence.

...

Les résultats sont reportés sur le tableau 1 et sur le graphique selon la figure 2 : courbe C.

On constate une importante amélioration de la tenue de l'adhérence au vieillissement.

5 Tableau 1 -

Exemples	adhérence en décanewtons daN					
	Temps 0	1 semaine	2 sem.	3 sem.	4 sem.	5 sem.
1 a Témoin	38	21,2	18,2	16,2	17,3	17
1 b	37	28,3	26,8	24,2	23,8	21,2
1 c	36	32,8	31	30,8	30,4	30,6

15 Les exemples ci-dessus correspondent à des durées de stockage des nappes calandrées avant confection des pneumatiques. On constate que l'amélioration de la tenue de l'adhérence au vieillissement augmente avec la quantité de zinc appliquée en surface.

20 La quantité de zinc appliquée en surface, avant tréfilage, se mélange partiellement au laiton en cours de tréfilage, par des phénomènes mécaniques et de thermodiffusion partielle. On obtient un fil fini recouvert d'un laiton de composition non homogène, plus riche en zinc en surface, ainsi que le montrent les analyses de surface faites en spectroscopie de photoélectrons ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis).

25 Le graphique selon la figure 3 donne en fonction de la profondeur : "profondeur pelage", la valeur du pourcentage atomique de cuivre mesuré à partir de pics d'intensité correspondant aux niveaux d'énergie électronique 2 p 3/2. L'analyse porte sur trois fils : fil témoin selon l'exemple 1 a, et fils selon les exemples 1 b et 1 c.

30 On constate :
 - de façon générale pour les trois fils, la composition du laiton évolue selon la profondeur : la teneur en cuivre augmente avec la profondeur puis pratiquement se stabilise à partir de 500 Å environ,
 - pour les fils traités selon l'invention, le laiton est plus pauvre en Cuivre en surface : en rapprochant avec les résultats ...

d'adhérence ci-dessus, ceci confirme que la teneur de l'adhérence au vieillissement augmente avec la teneur en zinc en surface.

Exemple 2 -

Cet exemple a pour but de mettre en évidence le fait que la tréfilabilité du fil n'est pas affectée par le revêtement de zinc, lorsque, conformément à l'invention, on pratique le tréfilage en continu avec le zingage.

2 a - Le fil témoin est le fil laitonné de diamètre 1,25 mm, selon l'exemple 1 a, soumis à un tréfilage dans les conditions habituelles pour obtenir un fil de diamètre final 0,25 mm. Le test consiste à mesurer le kilométrage de fil tréfilé avant de devoir changer les filières, compte tenu des tolérances habituelles dans le diamètre du fil fini. Le kilométrage, pour le fil témoin, est exprimé par le chiffre de base 100.

2 b - Le fil traité est le fil selon l'exemple 1 b, c'est-à-dire le fil selon 1 a revêtu de 0,15 g/kg de zinc. Il est tréfilé en continu avec le zingage dans des conditions identiques au fil témoin 2 a. La longueur tréfilée avant changement des filières, ramenée à la base 100 est de 120.

2 c - Le fil traité est le fil selon l'exemple 1 c, c'est-à-dire le fil selon 1 a revêtu de 0,5 g/kg de zinc. Il est tréfilé en continu avec le zingage dans des conditions identiques au fil témoin 2 a. La longueur tréfilée avant changement des filières, ramenée à la base 100 est de 95.

2 d - On utilise un fil qui a subi un traitement du type connu selon le brevet français 2 393 856. Le fil de départ est le fil laitonné selon l'exemple 1 a, revêtu de 0,35 g/kg de zinc. Après zingage, le fil est stocké pendant 15 jours, puis tréfilé dans les mêmes conditions que le fil témoin 2 a. La longueur tréfilée avant changement des filières, ramenée à la base 100, est de 5 à 10. En outre, on constate que le fil est très irrégulier et que les casses sont fréquentes. Le tréfilage dans des conditions industrielles ne peut être réalisé.

L'exemple 2 montre que, contrairement aux procédés connus, il n'y a pas de difficultés particulières de tréfilage ni

...

d'augmentation des difficultés avec la quantité de zinc déposée en surface si, conformément à l'invention, on pratique le tréfilage en continu avec le zingage. Par contre si, on tréfile, en discontinu, conformément à l'art antérieur, on rencontre de grandes difficultés de tréfilage qui vont croissant avec le taux de zinc déposé et la durée de stockage intermédiaire.

Les exemples 1 et 2 pris conjointement mettent bien en évidence les avantages de l'invention :

- aucune difficulté au tréfilage pour des dépôts de zinc allant jusqu'à 1 g/kg d'acier,
- tenue de l'adhérence au vieillissement, nettement améliorée par rapport à l'art connu, grâce à des dépôts de zinc plus importants : jusqu'à 1 g/kg d'acier.

Exemple 3 -

Cet exemple a pour but de mettre en évidence, l'amélioration de la tenue de l'adhérence au vieillissement.

Le test se déroule de la façon suivante :

Avec le fil à tester, on fabrique une nappe calandree avec une gomme B. On confectionne des éprouvettes, chacune étant réalisée en découpant deux morceaux de ladite nappe, que l'on place l'un sur l'autre, croisés à 90°. On fait subir un vieillissement en étuve climatique à 35°C et 98 % d'humidité relative, visant à reproduire des conditions de stockage sous climat tropical. On laisse vieillir les éprouvettes respectivement zéro, 3, 6, 9, 15 jours au bout desquels on les vulcanise. Après vulcanisation, les deux morceaux de nappe sont séparés par arrachement et on note de zéro à cinq en fonction du recouvrement de caoutchouc adhérent aux fils : cinq correspondant à un recouvrement maximum et zéro à un recouvrement nul.

Le fil témoin est obtenu à partir d'un fil d'acier 1,25 mm de diamètre, revêtu de laiton à 65 % de cuivre à raison de 4,7 g/kg. Ce fil est tréfilé dans les conditions habituelles jusqu'au diamètre 0,25 mm. On obtient un fil de diamètre 0,25 mm revêtu d'un laiton à 64,5 % de cuivre à raison de 4 g/kg. On réalise un toron 4 x 0,25 S 12,5 à partir de ce fil comme dans les exemples ...

précédents et on le soumet au test ci-dessus ; on obtient les résultats suivants :

Tableau 2 -

Jours	0	3	6	9	15
Note	5	3	1	0	0

5 On fait ensuite subir le test à un fil fabriqué par le procédé selon l'invention.

Le fil de départ est un fil d'acier laitonné de diamètre 1,25 mm, la quantité de laiton est de 4,5 g/kg et sa composition : 69,5 % de cuivre et 31,5 % de zinc. Sur ce fil laitonné, on applique un zingage à raison de 0,4 g de zinc par kilo d'acier. Le fil après zingage et avant entrée dans la tréfileuse est revêtu d'une quantité de laiton de 4,9 g/kg comportant globalement 63,8 % de cuivre. Le fil zingué est tréfilé en continu selon l'invention. Après tréfilage, on obtient un fil laitonné de diamètre final 0,25 mm, la quantité de laiton étant de 4,1 g/kg et sa composition globale : 65 % de cuivre et 35 % de zinc. Ce fil est commis en toron 4 x 0,25 S 12,5, lequel est soumis au test décrit ci-dessus ; on obtient les résultats suivants :

Tableau 3 -

Jours	0	3	6	9	15
Note	5	5	5	5	4

20 On remarque un accroissement très important de la tenue de l'adhérence au vieillissement avec le fil fabriqué par le procédé selon l'invention.

Exemple 4 -

25 Il a également pour but de mettre en évidence, la tenue de l'adhérence au vieillissement. Il s'agit d'un test de vieillissement en autoclave, en présence d'humidité, à 120°C pendant 8 heures sous une pression d'environ 2 bars. L'adhérence est mesurée selon la norme ASTM - D 2229-73 sur des éprouvettes réalisées avec une gomme C.

30 Les témoins sont constitués par deux torons 4 x 0,25 S 12,5 et 5 x 0,25 S 9,5 dont les fils ont été obtenus par tréfilage d'un
...

fil d'acier laitonné de 1,25 mm de diamètre. Les tests sont effectués sur des torons de construction identique aux témoins constitués par des fils obtenus par le même procédé que les fils des témoins avec, comme différence, l'application du zingage selon l'invention.

5

Les résultats sont reportés sur le tableau suivant :

(Tableau 4) :

Dans ce tableau :

- la colonne "construction" donne la conformation des torons,
- 10 - la colonne "laiton:fil AZ" concerne le fil laitonné Avant Zingage et donne la quantité de laiton déposée en g/kg par rapport à l'acier, et le pourcentage de cuivre dans ce laiton,
- la colonne "addition Zn" donne la quantité de zinc déposée, en g/kg par rapport à l'acier, dans le cas de fils selon la demande,
- 15 - la colonne "laiton : fil AT" donne la quantité de laiton après zingage et Avant Tréfilage et le pourcentage global de cuivre de ce laiton,
- la colonne "laiton : toron" donne la quantité de laiton restant après tréfilage et le pourcentage global de cuivre de ce laiton,
- 20 - dans la colonne "Adhérence" mesurée selon la norme ASTM D 2229-73, A_0 désigne l'adhérence initiale, avant passage en autoclave et A_a l'adhérence après 8 h d'autoclave, exprimées en daN.

N° Essai	Construction	Laiton : fil AZ		Addition Zn	Laiton : fil AT		Laiton toron		Adhérence	
		g/kg	% Cu		g/kg	% Cu	g/kg	% Cu	A ₀	A _a
41		5,6	66,5	0 témoin	5,6	66,5	4,5	65,7	47,0	18,0
42	5 x 0,25 S 9,5	5,3	69,4	0,35	5,65	65	5,1	67	53,5	33,5
43		4,2	68,8	0,35	4,55	63,5	3,6	65,2	50,0	34,5
44		4,8	67,5	0 témoin	4,8	67,5	3,9	68	40,5	13
45	4 x 0,25 S 12,5	4,2	68,8	0,35	4,55	63,6	3,9	65,5	43,5	25

COMMENTAIRES :

Sur le premier toron témoin 41, on constate une chute importante de l'adhérence entre l'adhérence initiale et après passage dans l'autoclave.

5 Sur le toron 42, réalisé à partir de fils traités selon l'invention, on constate que si l'adhérence au temps zéro est du même ordre que pour le toron 41, par contre la chute d'adhérence au vieillissement est bien plus faible.

10 On peut faire les mêmes remarques pour le toron 45 comparé au témoin 44.

On constate également une faible chute de l'adhérence pour le toron 43.

15 Les exemples ci-dessus mettent bien en évidence les avantages de l'invention laquelle permet d'avoir une tenue de l'adhérence au vieillissement améliorée par rapport aux procédés connus, conjuguée à une bonne tréfilabilité.

L'invention est applicable aux fils d'aciers pour le renforcement d'articles en caoutchouc en particulier pour le renforcement de pneumatiques.

...

RE V E N D I C A T I O N S

1/ - Procédé de fabrication d'un fil d'acier pour le renforcement d'articles en caoutchouc tels que pneumatiques, selon lequel on dépose une couche de zinc sur un fil laitonné apte au tréfilage, puis on tréfile le fil pour l'amener au diamètre désiré, caractérisé par le fait qu'on dépose une quantité de zinc comprise entre 0,1 et 1 gramme par kilo d'acier et qu'on effectue le tréfilage en continu avec l'opération de zingage.

2/ - Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la quantité de zinc déposée est comprise entre 0,1 et 0,6 gramme par kilo d'acier.

3/ - Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que l'application de zinc est effectuée par dépôt électrolytique.

4/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que le zingage est appliqué sur un fil laitonné dont la quantité de laiton est comprise entre 2 grammes et 7 grammes par kilo d'acier.

5/ - Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'il comprend une cellule de zingage électrolytique disposée en amont d'une tréfileuse.

6/ - Dispositif selon la revendication 5, caractérisé par le fait que la marche de la cellule de zingage est asservie à la marche de la tréfileuse.

7/ - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que l'alimentation en courant électrique de la cellule de zingage, est à intensité régulée.

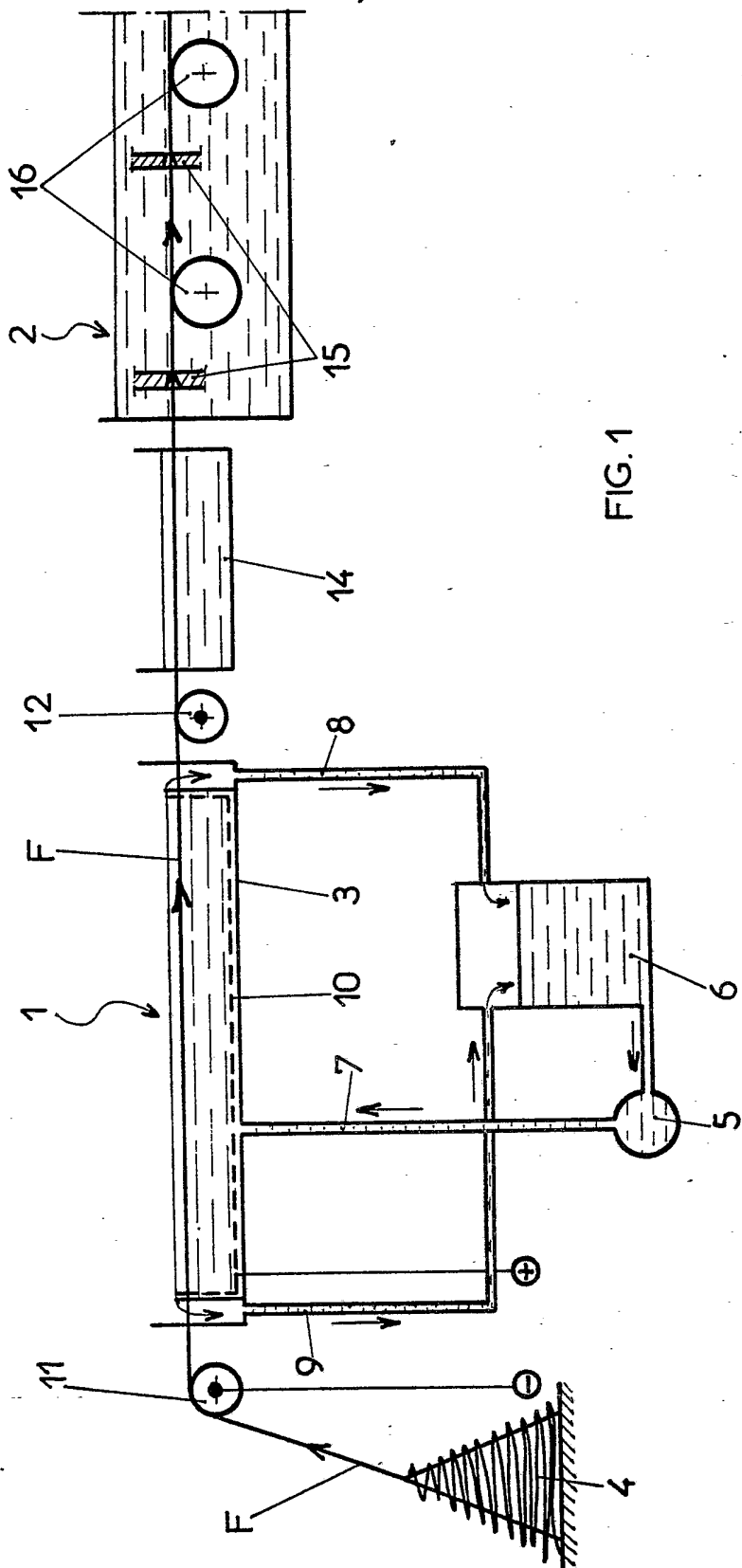
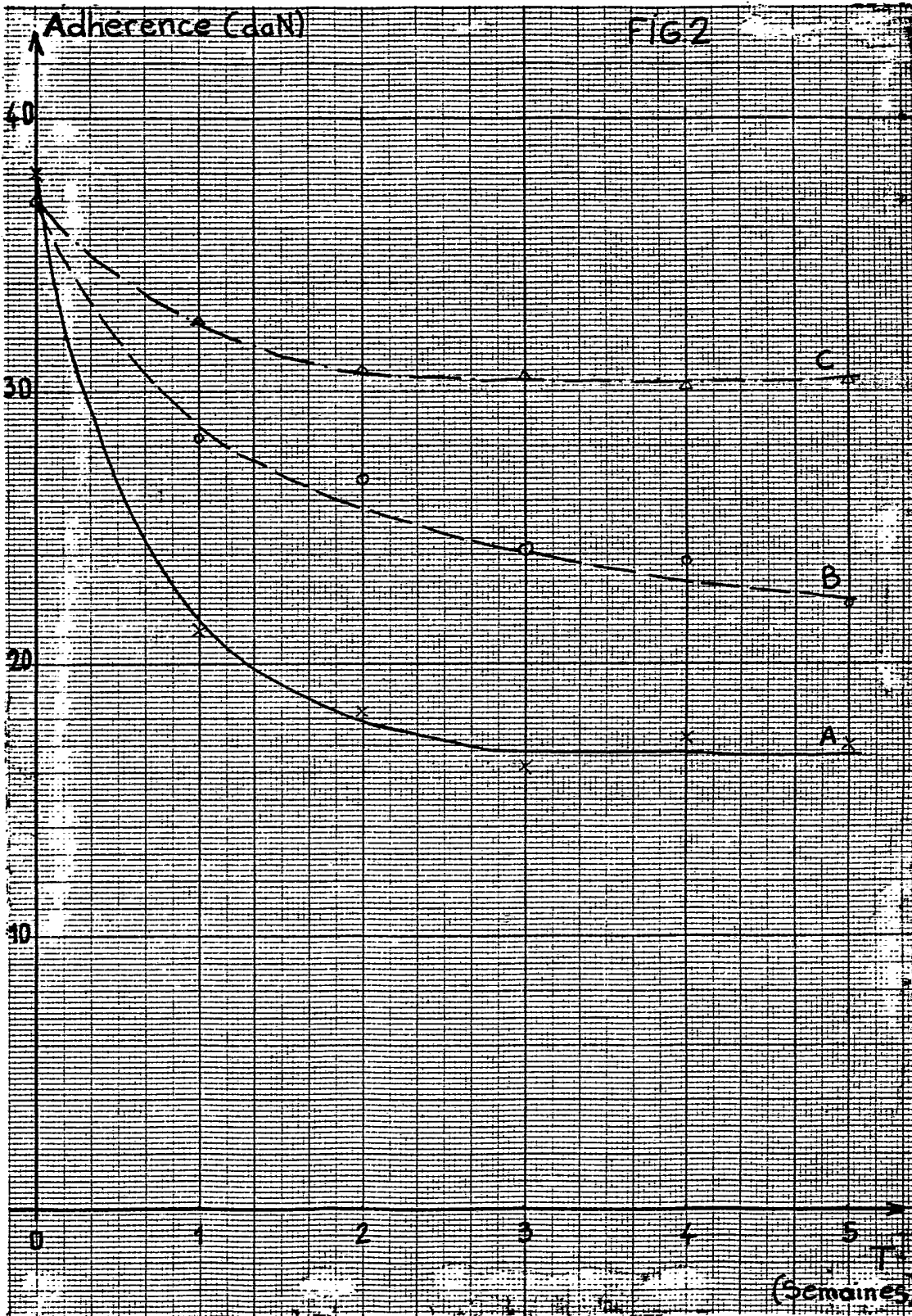


FIG. 1



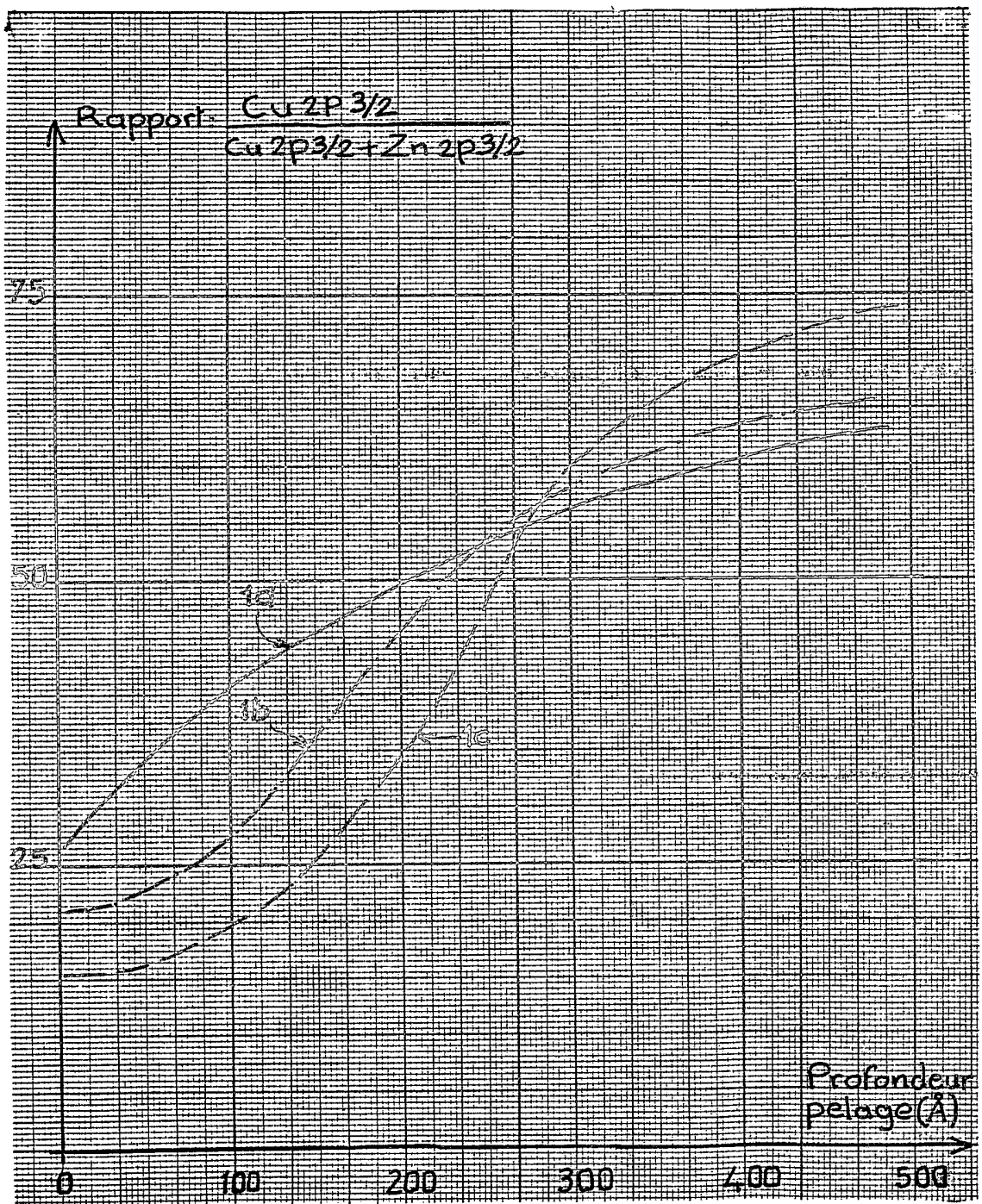


FIG. 3