

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 82 18855

⑤④ Alliages de cuivre anti-corrosion.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). C 22 C 9/06.

②② Date de dépôt..... 10 novembre 1982.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : JP, 10 novembre 1981, n° 180029/81.

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 19 du 13-5-1983.

⑦① Déposant : Société dite : THE FURUKAWA ELECTRIC COMPANY LTD. — JP.

⑦② Invention de : Yoshihisa Toda, Hiroshi Yamamoto et Kenzi Sata.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Armengaud Jeune, Casanova et Lepeudry,
23, bd de Strasbourg, 75010 Paris.

Alliages de cuivre anti-corrosion

La présente invention concerne un perfectionnement apporté aux alliages Cu-Ni-Fe (alliages appelés cupro-nickel), qui sont connus comme alliages de cuivre anti-corrosion, et, plus particulièrement, l'amélioration de leur résistance à l'érosion à l'eau de mer.

L'alliage Cu-Ni-Fe est connu pour avoir une bonne résistance à la corrosion et il est très employé dans les échangeurs de chaleur, ou autres dispositifs du même genre, qui utilisent l'eau de mer, mais il résiste insuffisamment à l'érosion à l'eau de mer, à savoir dans de l'eau de mer en écoulement ou circulation rapide.

Certaines améliorations ont été proposées pour résoudre ce problème de l'érosion à l'eau de mer, par exemple le maintien du fer de l'alliage à l'état de solution solide.

Mais pour maintenir le fer en solution solide, il faut refroidir brusquement à l'eau (trempe) la solution de fer à partir d'une température suffisamment élevée afin d'éviter une précipitation de ce métal, ce qui limite les dimensions et la forme du produit à soumettre à ce traitement thermique. On ne peut par exemple tremper un produit de grande dimension à parois épaisses, et dans certains cas, on ne peut en attendre une amélioration du produit. De plus, l'alliage C70600 de l'A.S.T.M., à 10 % en poids seulement de nickel environ, résiste insuffisamment à l'érosion à l'eau de mer, même si le fer est maintenu par une trempe à l'état de solution solide.

Dans le cas de l'alliage C72200 de l'A.S.T.M., on connaît un moyen consistant à ajouter du chrome à l'alliage Cu-Ni-Fe pour accroître sa résistance à l'érosion dans de l'eau de mer, mais comme dans ce cas aussi le chrome doit être maintenu en solution solide pour améliorer efficacement la résistance à l'érosion, cet alliage nécessite le même traitement thermique que dans le cas du fer, ce qui limite également les dimensions et la forme des produits en cet alliage à soumettre à ce traitement. De plus, pour obtenir la qualité voulue indiquée, cet alliage doit contenir au moins 15 % en poids de

nickel et au moins 0,3 % en poids de chrome, la plus forte teneur en nickel par rapport à l'alliage C70600 (qui est à 10 % de nickel environ), ainsi que la présence du chrome, entraînant alors une moins bonne aptitude à l'usinage par rapport à l'alliage C70600.

Dans le cas de l'alliage C71640 également de l'A.S.T.M., on sait que l'on peut améliorer sa résistance à l'érosion à l'eau de mer en élevant la proportion de nickel aux environs de 30 % en poids et les proportions de fer et de manganèse chacune aux environs de 2 %. Néanmoins, en ce qui concerne l'aptitude à l'usinage, cet alliage se montre très inférieur à l'alliage C70600 du fait qu'il contient davantage de nickel et de fer, et à cet égard, il se montre également inférieur à l'alliage C71500 de l'A.S.T.M. ayant une proportion semblable de nickel, du fait qu'il contient plus de fer que ce dernier.

La présente invention a principalement pour objet d'apporter un alliage de cuivre anti-corrosion ayant une bonne aptitude à l'usinage et une excellente résistance à l'érosion sans nécessiter le traitement thermique indiqué, et qui a une bien meilleure résistance à l'érosion que les alliages connus dans lesquels le fer est maintenu à l'état de solution solide par ce traitement thermique.

La figure annexée montre la proportion de Ni en % en poids reportée sur l'axe des abscisses et la proportion de Fe en % en poids sur l'axe des ordonnées, et la relation entre les proportions de nickel et de fer après examen de nombreux résultats.

L'alliage selon cette invention peut servir pour toutes pièces qui sont utilisées en contact avec de l'eau érodant les alliages Cu-Ni-Fe, généralement avec de l'eau de mer, mais on peut aussi l'employer en contact avec toute autre eau salée ou sale aussi ou plus concentrée que l'eau de mer, ainsi qu'avec des eaux de rivière, de lac, de pluie, de source et autres.

Si les alliages Cu-Ni sont connus pour être améliorés dans leur qualité anti-érosion par l'addition d'une petite quantité de fer, les alliages selon cette invention sont

nettement améliorés dans cette qualité par l'addition à la fois de fer et d'un ou plusieurs éléments choisis parmi In, Pd et Pt, amélioration que l'on ne peut obtenir avec le fer seul.

5 Les limites de composition du présent alliage sont les suivantes :

Cet alliage comprend essentiellement 4,5 à 32 % en poids de Ni et 0,3 à 2,5 % en poids de Fe (coordonnées correspondant à la zone hachurée de la figure annexée) ; un
10 ou plusieurs éléments choisis parmi In (0,01 à 1,0 % en poids), Pd (0,003 à 0,2 %) et Pt (0,003 à 0,1 %) ; la partie restante étant constituée par le cuivre et les impuretés ordinaires, et de plus, il ne doit pas contenir plus de 1 % en poids de manganèse. (Dans la description qui suit, le signe "%" signifie
15 "% en poids").

Le présent alliage comprendra de préférence 7,5 à 15 % de Ni, 1 à 2 % de Fe, un ou plusieurs éléments choisis parmi In (0,1 à 1 %), Pd (0,01 à 0,2 %) et Pt (0,01 à 0,1 %), le reste étant le cuivre et les impuretés ordinaires,
20 avec toujours pas plus de 1 % de manganèse.

Pour avoir une grande résistance à l'érosion, comme cela est nécessaire par exemple avec de l'eau de mer concentrée ou contenant du sable, les alliages selon cette invention comprendront essentiellement 28 à 32 % de Ni, 0,4 à
25 1 % de Fe, un ou plusieurs éléments choisis parmi In (0,1 à 1 %), Pd (0,01 à 0,1 %) et Pt (0,01 à 0,1 %), le reste étant constitué par le cuivre et les impuretés ordinaires, toujours avec pas plus de 1 % de manganèse.

S'ils sont destinés à servir pour des pièces
30 dont la forme permet de maintenir le fer à l'état de solution solide par trempe, ils contiendront le fer en solution solide et comprendront essentiellement 4,5 à 22 % de Ni, de préférence 7,5 à 15 %, 1,3 à 2,5 % de Fe, un ou plusieurs éléments choisis parmi In (0,1 à 1 %), Pd (0,01 à 0,2 %) et Pt (0,01 à
35 0,1 %), le reste étant le cuivre et les impuretés ordinaires, toujours avec pas plus de 1 % de manganèse.

Les compositions des présents alliages ont été

définies ci-dessus pour les raisons suivantes.

La proportion de nickel peut être abaissée aux environs de 4,5 %, mais elle sera de préférence de 7,5 % ou plus, car si la résistance à l'érosion de l'alliage est accrue par une élévation de sa teneur en nickel, son aptitude à l'usinage s'en trouve légèrement diminuée et par conséquent, si l'aptitude à l'usinage apparaît avoir une grande importance, la teneur en nickel sera de préférence abaissée à 15 % ou moins.

Si une très grande résistance à l'érosion est nécessaire, la teneur en nickel sera de préférence de 28 à 32 %, mais au-delà de 32 %, la qualité anti-érosion de l'alliage n'est pas améliorée proportionnellement à l'élévation de sa teneur en nickel, et pour des raisons de prix, il n'est pas avantageux d'ajouter plus de 32 % de nickel. De plus, la remarquable amélioration de la résistance à l'érosion par le traitement thermique destiné à maintenir le fer à l'état de solution solide est limitée au cas où la teneur en nickel est comprise entre 4,5 et 22 %, l'addition de plus de 22 % de nickel ne donnant pas un effet remarquable du traitement thermique.

Si la qualité anti-érosion se trouve remarquablement améliorée par l'addition de fer avec en même temps un ou plusieurs éléments In, Pd et Pt, la teneur minimale en fer dépend de la teneur en nickel, et dans tous les alliages selon cette invention, la proportion de fer doit être maintenue au-dessous des valeurs reportées sur les coordonnées correspondant à la zone hachurée de la figure annexée. C'est-à-dire que si la teneur en nickel est de 4,5 %, la proportion de fer doit être d'au moins 1,25 %, alors que si la teneur en nickel est de 32 %, la proportion de fer doit être au moins de 0,3 %. Il est de plus préférable que si la teneur en nickel est de 7,5 à 15 %, la proportion de fer ne soit pas inférieure à 1 %, et que si la teneur en nickel est de 28 à 32 %, la proportion de fer ne soit pas inférieure à 0,4 %. En outre, pour que le traitement thermique donne une très bonne amélioration de la résistance à l'érosion, la proportion de fer ne doit pas être inférieure à 1,3 %. Par ailleurs, comme une teneur en fer

dépassant 2,5 % est la cause d'une corrosion avec fissurations, la teneur en fer de tous les présents alliages ne dépassera pas cette proportion de 2,5 %, et de préférence, elle sera de 2 % ou même moins. De surcroît, si la teneur en nickel est de 28 à 32 %, l'addition de plus de 1 % de fer diminue beaucoup l'aptitude à l'usinage de l'alliage, et ainsi sa teneur en fer ne dépassera pas de préférence 1 %. La figure annexée montre les teneurs en Ni (%) reportées sur l'axe des abscisses et les teneurs en Fe (%) sur l'axe des ordonnées, la relation entre les teneurs en Ni et Fe ayant été reportée après l'examen de nombreux résultats.

En ce qui concerne les proportions des éléments In, Pd et Pt, si des teneurs de 0,01 % en In, 0,003 % en Pd et 0,003 % en Pt se montrent efficaces pour améliorer la résistance à l'érosion de l'alliage, des proportions de 0,1 à 1 % de In, 0,01 à 0,2 % de Pd et 0,01 à 0,1 % de Pt sont bien préférables, mais bien que ces éléments améliorent remarquablement la qualité anti-érosion, proportionnellement à la teneur de chacun d'eux, l'addition de ces métaux coûteux au-delà des limites supérieures indiquées ne donne pas d'amélioration supplémentaire de cette qualité, et de plus, elle est coûteuse.

La teneur en manganèse ne dépassant pas 1 % a pour raison que l'addition de ce métal aux alliages Cu-Ni-Fe est connue pour améliorer leur aptitude à la coulée et à l'usinage sans diminuer leur résistance à la corrosion, et que son addition aux présents alliages dans une proportion ne dépassant pas 1 % ne diminue pas non plus leur résistance à la corrosion.

Les alliages selon cette invention peuvent contenir des impuretés comme Sn, Pb, Zn, etc., que l'on trouve dans les alliages de cuivre ordinaires, ainsi que des désoxydants tels que Ti, Zr, Al, Si, Mg, etc., une proportion totale de ces éléments inférieure à 0,5 % étant sans inconvénients.

On donne ci-après des exemples des alliages selon la présente invention.

Les tableaux 1 et 2 donnent de tels alliages,

ainsi que d'autres non conformes à l'invention et les alliages connus, qui sont soumis à titre comparatif aux essais anti-corrosion. Pour obtenir ces alliages, on commence à fondre à l'air dans un creuset en magnésie un cuivre électrolytique avec un nickel électrolytique, puis on ajoute des proportions déterminées de divers éléments sous la forme d'un alliage-mère, à savoir Cu-Fe, Cu-In, Cu-Pd, Cu-Pt et Cu-Mn, et on désoxyde. On coule ensuite les alliages ainsi obtenus dans des moules métalliques et on soumet les lingots à un laminage à chaud puis à un laminage à froid pour en former des plaques de 1 mm d'épaisseur que l'on recuit à 700°C, les diverses compositions étant indiquées au tableau 1, tandis que pour les tôles d'alliages qui ont été soumises à une trempe à l'eau depuis la température de 900°C, les compositions sont données au tableau 2. On soumet alors ces tôles d'alliage à un essai d'érosion au moyen de l'appareil à jet B.N.F.M.R.A., les résultats de cet essai étant également groupés dans les tableaux 1 et 2.

On procède à l'essai d'érosion avec une solution à 3 % de NaCl qui est projetée sur une éprouvette à la vitesse de 8,5 m/sec avec mélange de 3 % en volume d'air au cours de la projection, ceci pendant 30 jours, la vitesse de projection de la solution de 8,5 m/sec étant la vitesse qui ordinairement provoque une érosion des alliages Cu-Ni-Fe connus.

On détermine ainsi la profondeur maximale et la perte de poids par unité de surface qui sont dues à l'érosion.

Comme on le voit sur le tableau 1, les alliages selon l'invention N°s 1 à 29 auxquels on a ajouté un ou plusieurs éléments parmi In, Pd et Pt résistent très bien à l'érosion, la profondeur de corrosion et la perte de poids étant plus faibles que pour les alliages connus N°s 37 à 40 dans tous les cas où la teneur en nickel est de 5 %, 10 %, 20 % ou 30 %.

Au contraire, dans tous les exemples comparatifs pour l'alliage N° 30 dans lequel la teneur en nickel a été abaissée, et pour les alliages 31 et 32 dans lesquels la teneur

en fer a été abaissée, pour l'alliage N° 33 dans lequel la teneur en fer a été accrue et pour les alliages N°s 34 à 36 dans lesquels la teneur en l'un des éléments In, Pd et Pt a été abaissée, relativement aux compositions des alliages selon cette invention, les augmentations de la profondeur de corrosion et de la perte de poids par l'érosion montrent qu'il n'y a pas amélioration de la résistance à l'érosion.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les présents alliages ne nécessitent aucun traitement thermique particulier ou autre pour améliorer leur résistance à l'érosion et pour conserver une aptitude à l'usinage égale à celle des alliages Cu-Ni-Fe connus, du fait qu'il n'y a pas de différences dans leurs constituants à part l'addition d'une très faible proportion d'un ou de plusieurs éléments In, Pd et Pt, par rapport aux compositions des alliages connus Cu-Ni-Fe.

Comme on le voit ensuite d'après les résultats du tableau 2 (trempe à l'eau depuis la température de 900°C), pour les présents alliages à 5 %, 10 % ou 20 % de nickel et 1,3 à 2,5 % de fer, la diminution de la profondeur de corrosion maximale et en particulier de la perte de poids est considérable du fait que le fer est mis à l'état de solution solide par la trempe, relativement aux présents alliages contenant les mêmes constituants du tableau 1, ce qui montre une considérable amélioration de la résistance à l'érosion. On voit également sur le tableau 2 que les alliages selon l'invention à 5 %, 10 % ou 20 % de nickel et 1,3 à 2,5 % de fer ont une bien meilleure résistance à l'érosion que les alliages connus N°s 56 à 59 qui ont été soumis au même traitement thermique, et que par conséquent, ce traitement améliore beaucoup plus leur résistance à l'érosion que pour les alliages connus. De plus encore, on voit sur le tableau 2 que pour les alliages selon l'invention N°s 45, 51 et 53 à 55, à moins de 1,3 % de fer et plus de 22 % de nickel, en ce qui concerne la profondeur de corrosion ou bien la perte de poids, la différence est faible par rapport aux alliages selon l'invention N°s 7, 21, 25, 26 et 28 comprenant les mêmes constituants que dans le tableau 1, ce qui signifie qu'il faut choisir une pro-

portion de 4,5 à 22 % de nickel et une proportion de 1,3 à 2,5 % de fer dans le cas où ces alliages sont soumis à une trempe (refroidissement brusque). Dans les exemples du tableau 2, les alliages sont trempés à l'eau, mais on peut appliquer toute autre méthode faisant passer le fer à l'état de solution solide.

Ainsi qu'on le voit d'après la description précédente, les alliages conformes à la présente invention conservent la même aptitude à l'usinage que les alliages Cu-Ni-Fe connus et le traitement thermique leur confère une bien meilleure résistance à l'érosion, et de plus cette résistance est remarquable même s'ils ne subissent pas un traitement thermique, ce qui confirme un excellent effet anti-érosion sans aucune limitation des dimensions et de la forme des produits traités, par rapport aux alliages Cu-Ni-Fe connus. Les alliages selon cette invention se montrent donc très intéressants pour des pièces d'échangeurs de chaleur et autres, qui subissent une érosion dans le cas des alliages Cu-Ni-Fe ordinaires.

TABLEAU 1

Alliage	N°	Composition (% en poids)							Profon- deur de corrosion maximale (mm)	Perte de pois (mg/cm ²)
		Ni	Fe	In	Pd	Pt	Mn	Cu		
Inven- tion	1	4,9	1,33	0,01	-	-	-	Com- plé- ment	0,17	8,7
"	2	5,1	1,81	0,95	-	-	0,71	"	0,09	6,4
"	3	5,0	1,23	-	0,005	-	0,72	"	0,15	7,0
"	4	4,8	1,78	-	0,200	-	-	"	0,07	5,8
"	5	5,0	1,51	-	-	0,005	-	"	0,14	7,2
"	6	5,2	1,53	0,51	0,11	0,10	0,68	"	0,06	5,8
"	7	10,2	0,83	0,01	-	-	0,75	"	0,12	6,1
"	8	9,8	1,54	0,12	-	-	-	"	0,04	4,9
"	9	9,9	1,55	0,98	-	-	0,70	"	< 0,02	3,9
"	10	10,5	2,01	0,23	-	-	0,73	"	0,03	4,8
"	11	10,0	0,82	-	0,03	-	-	"	0,11	6,6
"	12	10,1	1,50	-	0,01	-	-	"	0,03	3,5
"	13	10,3	1,51	-	0,15	-	0,69	"	< 0,02	3,4
"	14	9,7	2,03	-	0,02	-	0,71	"	0,02	3,1
"	15	10,0	1,54	-	-	0,003	-	"	< 0,12	5,5
"	16	9,9	1,51	-	-	0,05	0,74	"	< 0,02	3,1
"	17	10,2	1,50	0,14	0,01	-	-	"	< 0,02	3,6
"	18	10,3	1,49	0,01	0,003	0,003	-	"	0,09	4,1
"	19	21,1	0,79	0,11	-	-	0,77	"	< 0,02	3,6
"	20	20,5	1,47	0,01	-	-	-	"	0,10	4,5
"	21	20,3	0,80	-	0,01	-	-	"	< 0,02	3,3
"	22	21,0	1,50	-	0,12	-	0,70	"	< 0,02	3,7
"	23	20,1	0,85	-	-	0,01	0,73	"	< 0,02	3,6
"	24	30,5	0,45	0,12	-	-	0,72	"	< 0,02	3,1
"	25	31,3	0,50	-	0,01	-	0,65	"	< 0,02	2,7
"	26	31,0	2,05	-	0,02	-	-	"	< 0,02	3,0
"	27	30,2	0,51	-	-	0,01	-	"	< 0,02	3,3
"	28	30,9	0,50	0,10	0,01	-	-	"	0,02	2,9

TABLEAU 1 (suite)

Alliage	N°	Composition (% en poids)							Profondeur de corrosion maximale (mm)	Perte en poids (mg/cm ²)
		Ni	Fe	In	Pd	Pt	Mn	Cu		
Invention	29	31,0	2,01	0,01	0,003	0,003	0,70	complément	0,05	3,5
Comparatifs	30	4,1	1,50	0,55	-	-	0,1	"	0,38	12,4
"	31	10,9	0,19	1,01	-	-	0,74	"	0,31	20,8
"	32	9,5	0,18	-	0,17	-	0,70	"	0,47	23,7
"	33	10,1	3,01	0,50	-	-	0,67	"	0,58	9,9
"	34	9,8	1,55	-	0,001	-	0,72	"	0,35	10,1
"	35	10,3	1,51	-	-	0,001	0,73	"	0,33	9,2
"	36	10,0	1,52	0,005	-	-	-	"	0,38	9,6
All. connus	37	5,3	1,50	-	-	-	0,69	"	1,0	17,6
"	38	10,1	1,51	-	-	-	0,72	"	0,45	10,5
"	39	20,7	0,82	-	-	-	0,70	"	0,23	8,1
"	40	31,5	0,50	-	-	-	0,73	"	0,21	7,4

TABLEAU 2

Alliage	N°	Composition (% en poids)							Profon- deur de corrosion maximale (mm)	Perte en poids ₂ (mg/cm ²)
		Ni	Fe	In	Pd	Pt	Mn	Cu		
Inven- tion	41	4,9	1,33	0,01	-	-	-	Com- plé- ment	0,11	5,1
"	42	5,1	1,81	0,95	-	-	0,71	"	0,04	3,9
"	43	4,8	1,78	-	0,20	-	-	"	0,04	3,1
"	44	5,0	1,51	-	-	0,005	-	"	0,10	4,5
"	45	10,2	0,83	0,01	-	-	0,75	"	0,09	5,3
"	46	9,8	1,54	0,12	-	-	-	"	< 0,02	2,7
"	47	10,1	1,50	-	0,01	-	-	"	< 0,02	2,4
"	48	9,7	2,03	-	0,02	-	0,71	"	< 0,02	2,1
"	49	10,0	1,54	-	-	0,03	-	"	0,05	2,9
"	50	20,5	1,47	0,01	-	-	-	"	0,03	2,5
"	51	20,3	0,80	-	0,01	-	-	"	< 0,02	3,4
"	52	21,0	1,50	-	0,12	-	0,70	"	< 0,02	2,7
"	53	31,3	0,50	-	0,01	-	0,65	"	< 0,02	3,0
"	54	31,0	2,05	-	0,02	-	-	"	< 0,02	2,7
"	55	30,9	0,50	0,10	0,01	-	-	"	< 0,02	3,0
con- nus	56	5,3	1,50	-	-	-	0,69	"	0,43	11,2
"	57	10,1	1,51	-	-	-	0,72	"	0,18	5,8
"	58	20,7	0,82	-	-	-	0,70	"	0,25	7,6
"	59	31,5	0,50	-	-	-	0,73	"	0,17	7,5

Trempe à l'eau de la température de 900°C.

REVENDEICATIONS

1. Alliage de cuivre anti-corrosion comprenant essentiellement 4,5 à 32 % en poids de nickel et 0,3 à 2,5 % en poids de fer (teneurs qui sont reportées sur les parties des axes de coordonnées correspondant à la zone hachurée de la figure annexée), avec un ou plusieurs éléments choisis parmi l'indium (0,01 à 1 % en poids), le palladium (0,003 à 0,2 %) et le platine (0,003 à 0,1 %), le complément étant le cuivre et les impuretés ordinaires.

2. Alliage de cuivre anti-corrosion selon la revendication 1, avec une teneur en manganèse ne dépassant pas 1 % en poids.

3. Alliage de cuivre anti-corrosion comprenant essentiellement 7,5 à 15 % en poids de nickel, 1 à 2 % en poids de fer et un ou plusieurs éléments choisis parmi l'indium (0,1 à 1 %), le palladium (0,01 à 0,2 %) et le platine (0,01 à 0,1 %), le complément étant le cuivre et les impuretés ordinaires.

4. Alliage selon la revendication 3, avec en outre une teneur en manganèse ne dépassant pas 1 % en poids.

5. Alliage de cuivre anti-corrosion comprenant essentiellement 28 à 32 % en poids de nickel, 0,4 à 1 % en poids de fer et un ou plusieurs éléments choisis parmi l'indium (0,1 à 1 %), le palladium (0,01 à 0,2 %) et le platine (0,01 à 0,1 %), le complément étant le cuivre et les impuretés ordinaires.

6. Alliage selon la revendication 5 avec en outre une teneur maximale en manganèse de 1 % en poids.

7. Alliage de cuivre anti-corrosion comprenant essentiellement 4,5 à 22 % en poids de nickel, 1,3 à 2,5 % en poids de fer et un ou plusieurs éléments choisis parmi l'indium (0,1 à 1 %), le palladium (0,01 à 0,2 %) et le platine (0,01 à 0,1 %), le complément étant le cuivre et les impuretés ordinaires, et le fer étant maintenu à l'état de solution solide dans la matrice de cet alliage.

8. Alliage selon la revendication 7 avec en outre une teneur en manganèse ne dépassant pas 1 % en poids.

9. Alliage selon la revendication 7 dont la teneur en nickel est de 7,5 à 15 % en poids.

10. Alliage selon la revendication 8, dont la teneur en nickel est de 7,5 à 15 % en poids.

