



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

① CH 658 672 A5

⑤ Int. Cl.4: C 22 C 38/54

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ **FASCICULE DU BREVET** A5

<p>⑰ Numéro de la demande: 5782/83</p>	<p>⑦ Titulaire(s): Cabot Corporation, Boston/MA (US)</p>
<p>⑳ Date de dépôt: 25.10.1983</p>	
<p>⑳ Priorité(s): 25.10.1982 US 436233</p>	<p>⑦ Inventeur(s): Crook, Paul, Kokomo/IN (US) Zordan, Richard D., Indianapolis/IN (US)</p>
<p>㉑ Brevet délivré le: 28.11.1986</p>	
<p>④ Fascicule du brevet publié le: 28.11.1986</p>	<p>⑦ Mandataire: Kirker & Cie SA, Genève</p>

④ **Acier inoxydable résistant à l'usure.**

⑦ Il s'agit d'un acier inoxydable à haute teneur en chrome, particulièrement approprié pour être utilisé comme composant résistant à l'usure (enlèvement par frottement ou écorchure), par exemple dans des parties ou pièces de soupapes. Un alliage caractéristique contient en général du chrome, du nickel, du silicium, du carbone, une teneur effective de cobalt et le solde étant constitué par du fer plus les impuretés ordinaires. L'alliage peut être produit sous la forme de pièces coulées, de produits P/M, des matériaux de rechargement dur et de soudage et des produits forgés.

REVENDEICATIONS

1. Alliage consistant en pourcentage en poids: 10 à 40 de chrome, 5 à 15 de nickel, 20 au maximum de nickel plus manganèse, 3 à 7 de silicium, 0,25 à 3,5 de carbone plus bore, 0,2 au maximum d'azote, de 10 à 40 d'un ou plusieurs des éléments suivants: molybdène, tungstène, vanadium, tantale, niobium, titane, chrome, zirconium et hafnium, 5 à 30 de cobalt, le solde étant constitué par du fer et des impuretés.

2. Alliage selon la revendication 1 contenant de 15 à 40 de chrome, de 7 à 13 de nickel, 15 au maximum de nickel plus manganèse, de 3,5 à 6 de silicium, de 0,75 à 3,0 de carbone plus bore, 0,15 au maximum d'azote, de 5 à 20 de cobalt, de 15 à 40 d'un ou plus des éléments suivants: molybdène, tungstène, vanadium, tantale, niobium, titane, chrome, zirconium et hafnium.

3. Alliage selon la revendication 1 contenant de 25 à 40 de chrome, de 7 à 13 de nickel, 15 au maximum de nickel plus manganèse, de 4 à 5,5 de silicium, de 0,75 à 2,5 de carbone plus bore, 0,10 au maximum d'azote, de 9 à 15 de cobalt et de 25 à 40 d'un ou plusieurs des éléments suivants, à savoir molybdène, tungstène, vanadium, tantale, niobium, titane, chrome, zirconium et hafnium.

4. Alliage selon la revendication 1 contenant environ 30 de chrome, environ 10 de nickel, environ 4,7 de silicium, environ 1 de carbone, environ 12 de cobalt.

5. Alliage selon la revendication 1 contenant de 28,5 à 31,5 de chrome, de 9 à 11 de nickel, de 4,4 à 5,2 de silicium, de 0,85 à 1,15 de carbone, de 11 à 13 de cobalt.

6. Alliage selon la revendication 1 dans lequel le cobalt est présent en une quantité effective pour procurer, en combinaison, une bonne résilience et une bonne résistance à l'usure, en particulier une bonne résistance à l'écorchure.

7. Alliage selon la revendication 1 se présentant sous la forme d'une pièce coulée ou d'un produit forgé ou d'un matériau de recharge dur ou sous la forme d'un produit de métallurgie en poudre frittée.

8. Alliage selon la revendication 1 se présentant comme un composant d'un matériau composite dans lequel ledit alliage est la matrice avec des dispersions de particules dures, par exemple du carbure de tungstène, du diborure de titane.

Cette invention concerne des alliages à base de fer et, plus particulièrement, un acier inoxydable à haute teneur en chrome approprié à des applications dans lesquelles la pièce doit résister à l'usure et est soumise à rude épreuve, telle que des composants de soupapes.

L'acier inoxydable a été en constants développements et améliorations depuis son invention sous la forme d'un acier résistant à la corrosion au Fe-Cr-Ni. Il existe des centaines de variétés d'aciers inoxydables. Nombre d'entre eux ont été conçus pour des usages précis. L'art antérieur est gorgé de modifications, dans des compositions d'acier dans le but d'obtenir des propriétés spécifiques désirées.

Il y a un besoin critique pour un alliage à faible coût résistant à la corrosion et à l'usure mécanique tel que les alliages à base de cobalt. Un alliage bien connu de cette classe est commercialisé sous le nom d'alliage STELLITE[®] N° 6 contenant en pourcentage et d'une manière caractéristique 28 de chrome, 4,5 de tungstène, 1,2 de carbone, le reste étant du cobalt. A cause du faible coût et de la disponibilité du fer, certains alliages à base de fer ont été proposés pour des applications dans lesquelles il y a usure. Par exemple, le brevet U.S. 2.635.044 décrit l'acier inoxydable de base 18-8 avec additions de molybdène, béryllium et silicium en tant qu'acier inoxydable durcissable résistant à l'écorchure et à la corrosion par érosion lorsqu'il est soumis à un traitement thermique.

Le brevet U.S. 1.790.177 décrit un alliage d'acier résistant à l'usure approprié pour être utilisé pour la fabrication d'outils de

perçage et de baguettes de soudage. Cet acier contient uniquement du chrome, du nickel, du silicium et du carbone comme éléments essentiels, la caractéristique principale étant une teneur de 25 à 35% en chrome. Le brevet U.S. 2.750.283 décrit l'addition de bore pour améliorer les caractéristiques de laminage à chaud de presque tous les alliages au chrome-fer avec ou sans cobalt, carbone, silicium, manganèse, molybdène, tungstène, cobalt ou autres éléments éventuels. Le brevet U.S. 4.002.510 décrit l'addition de silicium aux aciers inoxydables 18-8 pour améliorer la formation de ferrite delta, améliorant ainsi la résistance aux fissurations par corrosion par l'état latent d'efforts.

Toutes les compositions auxquelles il est fait référence dans la présente description sont données en pourcentage en poids.

Les brevets U.S. 3.912.503 et 4.039.356 concernent un acier inoxydable 18-8 modifié avec des teneurs critiques en manganèse et en silicium. On connaît également dans l'art un acier commercial analogue sous le nom commercial NITRONIC 60, de la société ARMCO Inc., contenant d'une manière caractéristique, en pourcentage en poids, 0,10 max. de carbone, 8 de manganèse, 4 de silicium, 17 de chrome, 8,5 de nickel et 0,13 d'azote. Des données montrent que ces aciers ont de bonnes propriétés de résistance, spécialement dans des tests à l'écorchure.

L'usure du métal dans des applications industrielles et mécaniques continue d'être un problème coûteux et, parfois, présentant beaucoup d'aléas. Les conditions d'usure sont si diverses qu'il ne peut exister un seul alliage optimal ou parfait résistant à l'usure pour résoudre tous les problèmes. En outre, les coûts et la disponibilité des éléments nécessaires pour produire certains alliages résistant à l'usure sont un point important qu'il faut considérer. L'art recherche constamment de nouveaux alliages améliorés pour satisfaire à ces besoins.

Par exemple, des composants de soupapes soumis en fonctionnement à des milieux d'attaques chimiques sont construits soit à partir d'aciers inoxydables ou d'alliages à haute teneur en nickel. D'une manière caractéristique, l'acier 304 est sélectionné par l'industrie de traitement alimentaire et pour d'autres systèmes qui comportent des agents corrodants doux, le 316 est utilisé en général par l'industrie de traitements chimiques, et les alliages de haute teneur en nickel sont sélectionnés lorsque l'on a affaire à des milieux extrêmement agressifs.

Cependant, un gros inconvénient des aciers inoxydables du type 300 et des alliages de haute teneur en nickel est leur tendance à l'écorchure (c.-à-d. qu'ils souffrent de sérieux dégâts en surface) lorsqu'ils sont soumis à un mouvement relatif sous les charges élevées inhérentes dans des conditions de fonctionnement de soupapes. Dans ce domaine, sont particulièrement concernées les faces des sièges des soupapes qui doivent garder leur intégrité à des fins d'étanchéité.

D'une manière générale on peut dire que les aciers des séries 300 sont les aciers inoxydables de base résistant à la corrosion. Dans le but de réduire l'utilisation du nickel, les aciers inoxydables de la série 200 ont été développés et dans lesquels une partie du nickel a été substitué par du manganèse et de l'azote. Ces aciers de la série 200 se sont révélés avoir des résistances mécaniques améliorées par rapport aux aciers de la série 300, dans certaines utilisations. Pour améliorer les résistances aux écorchures de ces alliages, des teneurs plus élevées en silicium furent ajoutées pour obtenir comme résultat les alliages du type NITRONIC 60. Le NITRONIC 60 possède une résistance à l'écorchure améliorée par rapport aux aciers des séries 200 et 300.

Des expériences ont montré que le NITRONIC 60 possède un degré élevé de résistance à l'écorchure lorsque l'alliage est couplé à lui-même. Cependant, il ne présente qu'une résistance limitée à l'écorchure lorsqu'il est couplé à d'autres matériaux de contre-face, en particulier les aciers de la série 300 et les alliages de haute teneur en nickel. Ainsi, il existe une limite dans l'utilisation de ces alliages dans l'art.

En outre, dans la production générale d'alliages contenant de l'azote, l'expérience a montré que la teneur en azote est difficile à contrôler. L'azote tend à créer des problèmes de gaz pendant le soudage. Le manganèse semble être la source de la détérioration grave de certains matériaux de revêtements de fours.

Par conséquent, un des objets essentiels de cette invention est de produire un alliage qui possède un degré plus élevé de résistance à l'usure que ceux disponibles actuellement.

Un autre objet principal de cette invention est de fournir un alliage qui soit davantage résistant à l'usure dans une variété de conditions d'usure.

D'autres objets de cette invention peuvent être discernés de l'alliage de cette invention tel qu'il est illustré dans le tableau 1 par ceux qui sont experts dans l'art.

Le tableau 1 présente les plages de compositions qui définissent divers modes de réalisation de l'alliage de cette invention. La plage large dans le tableau 1 définit l'étendue dans laquelle certains avantages de l'invention peuvent être obtenus dans certaines circonstances. La plage préférée dans le tableau 1 définit l'étendue dans laquelle un degré plus élevé d'avantages peut être obtenu. Les données montrent que de nombreuses propriétés sont améliorées avec les compositions dans cette plage. La plage la plus préférée dans le tableau 1 définit l'étendue dans laquelle une combinaison plus désirable de propriétés mécaniques est obtenue.

L'alliage caractéristique défini dans le tableau 1 est la composition optimale d'un mode de réalisation de l'invention. L'alliage caractéristique possède une étendue de travail effective essentiellement définie dans la plage caractéristique illustrée dans le tableau 1.

Tableau 1
Alliage de cette invention
Composition en pourcentage en poids

Élément	Large	Préférée	Plus préférée	Caractéristique	Plage caractéristique
Cr	10-40	15-10	25-40	30	28,5-31,5
Ni	5-15	7-13	7-13	10	9-11
Ni + Mn	20 max	15 max	15 max	environ 10	-
Si	3-7	3,5-6	4,5-5,5	4,7	4,4-5,2
C	—	—	—	1	0,85-1,15
C + B	0,25-3,5	0,75-3,0	0,75-2,5	environ 1	-
N ₂	0,2 max	0,15 max	0,10 max	-	-
Fe plus impuretés	Bal	Bal	Bal	Bal	Bal
Co	5-30	5-20	9-15	12	11-13
Élément de formation* de carbures et de borures	10-40	15-40	25-40	environ 30	environ 30

* Molybdène, tungstène, vanadium, tantale, niobium, titane, chrome, zirconium et hafnium.

Le chrome est présent dans l'alliage de cette invention pour procurer une résistance à la corrosion et favoriser la formation de carbures de chrome, de borures de chrome et autres. Moins de 10% de chrome ne pourront assurer une résistance à la corrosion suffisante tandis qu'une teneur en chrome supérieure à 40% aura tendance à réduire la ductilité de l'alliage.

Le nickel doit être présent pour favoriser une structure austénitique dans l'alliage. Pour être efficace il faut qu'au moins 5% de nickel soient présents; mais une teneur en nickel supérieure à 15% ne procure pas d'avantages supplémentaires. Des résultats de tests montrent qu'avec seulement 5,12% de nickel on obtient un degré élevé de dégâts par écorchure lorsque l'alliage est couplé à un alliage à haute teneur en nickel. Avec une teneur de 14,11% en nickel on obtient également une faible résistance à l'écorchure avec un alliage à haute teneur en nickel et lorsque l'alliage au nickel à 14,11% est couplé avec lui-même.

Le silicium doit être présent dans l'alliage pour améliorer les caractéristiques de résistance à l'écorchure de l'alliage. Moins de 3% ne sont pas suffisant tandis que 7% rendront l'alliage cassant.

L'alliage de cette invention est amélioré avec la formation de carbures et de borures d'un groupe d'éléments comprenant le molybdène, le tungstène, le vanadium, le tantale, le niobium, le titane, le brome, le zirconium, le hafnium et autres éléments connus dans l'art. Les carbures et les borures de fer, évidemment, peuvent être formés. Pour obtenir ces carbures et ces borures dans l'alliage en quantités effectives, le carbone et le bore doivent être présents et ne doivent pas totaliser moins de 0,25%. Un total supérieur à 3,5% de carbone et de bore aura tendance à réduire la ductilité de l'alliage. La teneur totale en éléments de formation de carbures ou de borures (autres que le fer) énumérés ci-dessus ne doit pas être inférieure à

10% pour être effective; mais une teneur supérieure à 40% aura tendance à réduire la ductilité et à augmenter les coûts.

Il est clair que les carbures et les borures peuvent se présenter sous forme de structures complexes avec trois éléments ou davantage, par exemple, un carbure de fer de chrome. Evidemment, au moins une partie des éléments de formation de carbures-borures peut se trouver dans la matrice.

L'azote peut être bénéfique dans l'alliage de cette invention pour certaines applications et peut être présent dans une quantité effective n'excédant pas 0,2% pour éviter la formation de nitrures excessifs et éviter les problèmes de gaz dans les opérations de soudage.

Le cobalt est particulièrement critique dans la composition de l'alliage. Des données ultérieures montreront qu'une teneur contrôlée de cobalt procure des caractéristiques essentielles à l'alliage et, en particulier, une résistance aux chocs (résilience). La teneur en cobalt doit être au moins de 5% pour obtenir une amélioration effective de la résistance aux chocs ou résilience. Avec une teneur en cobalt supérieure à 30%, les effets bénéfiques du cobalt sont perdus sans obtenir pour autant d'autres améliorations malgré les coûts supplémentaires. Des résultats de tests montrent que la teneur optimale en cobalt est d'environ 12%. Ainsi, la plage préférée de teneur en cobalt est de 5 à 20%, et c'est celle qui convient le mieux dans l'invention.

Dans une série de tests effectués, le caractère critique du cobalt fut testé dans deux alliages à base de fer. L'alliage A est essentiellement l'alliage 6781 dans le tableau 2 à l'exception du cobalt. L'alliage B contenait 20,37% de chrome, 9,83% de nickel, 4,74% de silicium, 2,2% de carbone et 7,93% de vanadium. Des additions de cobalt furent effectuées dans les alliages de base A et B. La résilience ou résistance aux chocs des alliages obtenus fut testée. Les tests furent effectués sur une unité de tests d'impact de Charpy standard, et des valeurs furent obtenues, exprimées en joules, à partir de spéci-

mens ou barres de contrôle non entaillées. Les données sont représentées dans le tableau 3 et sous forme graphique dans la figure ci-jointe.

Les données et la figure montrent clairement qu'une teneur contrôlée en cobalt affecte considérablement les résiliences. Les données montrent qu'une teneur de 20% est la teneur optimale en cobalt. L'effet du cobalt continue à être bénéfique jusqu'à une teneur en cobalt de 30% environ pour l'alliage A et jusqu'à une teneur en cobalt de 20% pour l'alliage B.

Les données montrent également que l'alliage de base A possède d'une manière générale une résilience ou résistance aux chocs plus élevée; cependant, l'influence du cobalt dans l'alliage de base B est similaire.

En considérant toutes les combinaisons de matériaux testées, les données figurant dans le tableau 4 montrent que lorsque le cobalt est présent uniquement avec 4,86% (Alliage A-1), la résistance générale à l'écorchure est inférieure qu'avec l'alliage contenant 11,95% (Alliage A-2). Cependant, une teneur en cobalt accrue et portée à 26,92% (Alliage A-3) se traduit par une petite amélioration de la résistance aux écorchures. Dans le but d'établir des comparaisons directes avec des alliages connus de l'art antérieur, des données figurent également dans le tableau 4 pour l'alliage STELLITE 6, le NITRONIC 60 et l'alliage HASTELLOY C-276 qui est l'alliage à base de nickel bien connu. Le processus de test à l'écorchure sera décrit ci-après.

Ces données d'usure montrent que l'alliage de cette invention est comparable ou meilleur que les alliages conventionnels disponibles dans le commerce.

A la lecture de ces données, on suggère que la teneur maximum en cobalt soit de 30% et, de préférence, 20%, compte tenu des prix du cobalt.

Le manganèse n'est pas essentiel dans l'alliage de cette invention mais peut être présent dans l'alliage ensemble avec le nickel en une quantité totale n'excédant pas 20%.

Tableau 2
Exemples d'alliages de cette invention en % en poids

	Alliage 6781	Alliage 6781-W
Cr	29,54	29,07
Ni	9,72	11,08
Ni + Mn	-	11,58
Si	4,73	4,23
C	1,07	1,07
N ₂	0,06	0,01
Fe plus impuretés	Bal	Bal
Co	11,95	10,82

Tableau 3
Effets du cobalt

		Résilience sur barres de contrôle non entaillées	
Alliage de base A	Teneur en cobalt	Joules	ft. lbf.
A - 1	4,86%	7,1	5,2
A - 2	11,95%	18,6	13,7
A - 3	26,92%	8,1	6,0
Alliage de base B			
B - 1	0	1,7	1,3
B - 2	12,33%	7,1	5,2
B - 3	19,37%	2,4	1,8

Tableau 4
Données de tests d'écorchures

(Les micromètres (µm) peuvent être convertis en micropouces en multipliant les micromètres par 39,4)

Couple de test	Degré d'endommagement* µm		
	(3000 lb.) 1360,8 kg	(6000 lb.) 2721,6 kg	(9000 lb.) 4082,3 kg
Alliage STELLITE N° 6 et alliage STELLITE N° 6	1,25	2,50	1,88
Alliage STELLITE N° 6 et alliage inoxydable 304	45,63	40,00	52,00
Alliage STELLITE N° 6 et alliage inoxydable 316	23,50	48,13	58,13
Alliage STELLITE N° 6 et alliage HASTELLOY C-276	21,88	30,00	23,13
Alliage STELLITE N° 6 et alliage inoxydable 410	25,63	28,13	55,00
NITRONIC 60 et NITRONIC 60	2,50	120,00	111,25
NITRONIC 60 et alliage inoxydable 304	40,63	111,25	85,63
NITRONIC 60 et alliage inoxydable 316	38,13	97,50	118,75
NITRONIC 60 et alliage HASTELLOY C-276	3,25	53,75	115,00
NITRONIC 60 et alliage STELLITE N° 6	2,50	1,50	3,13
Alliage A-1 et alliage A-1	1,00	0,63	0,75
Alliage A-1 et acier inoxydable 304	5,38	17,00	28,13
Alliage A-1 et acier inoxydable 316	52,50	46,25	55,00
Alliage A-1 et alliage HASTELLOY C-276	13,00	15,50	10,38
Alliage A-1 et alliage STELLITE N° 6	0,63	1,25	1,25
Alliage A-2 et alliage A-2	1,25	1,50	1,50
Alliage A-2 et acier inoxydable 304	0,88	2,88	3,63
Alliage A-2 et acier inoxydable 316	11,00	22,88	35,63
Alliage A-2 et alliage HASTELLOY C-276	1,75	0,63	2,63
Alliage A-2 et acier inoxydable 410	2,50	3,00	7,25
Alliage A-2 et alliage STELLITE N° 6	1,13	1,13	1,13
Alliage A-3 et alliage A-3	0,88	1,13	0,88
Alliage A-3 et acier inoxydable 304	1,38	1,25	2,88
Alliage A-3 et acier inoxydable 316	4,25	23,88	42,38
Alliage A-3 et alliage HASTELLOY C-276	2,13	0,88	2,25
Alliage A-3 et alliage STELLITE N° 6	2,13	1,75	2,13

Exemples

Une série d'alliages expérimentaux fut préparée pour effectuer des tests.

Les exemples d'alliages retenus pour effectuer les tests furent fondus par induction et coulés par aspiration dans des tubes de verre pour obtenir des baguettes de soudage d'un diamètre de 4,8 mm (0,188 pouce). Des dépôts des baguettes de soudure furent réalisés par soudage à l'arc de tungstène sous gaz. Les dépôts furent façonnés en spécimens de tests.

L'alliage 6781-W de cette invention fut préparé sous la forme d'un produit forgé. Le tableau 2 illustre l'analyse de l'alliage. L'alliage fut fondu par induction sous vide, puis refondu sous laitier électro-conducteur (ESR). Les barres ESR furent forgées à environ 2150° F (1177° C) puis laminées à chaud à la même température pour être transformées en plaques puis finalement en feuilles d'une épaisseur d'environ 1,59 mm (1/16 pouce) pour effectuer les tests. Les données des tests d'enlèvement par frottement (ou écorchure) montrent que l'alliage de cette invention, sous la forme d'un produit forgé, possède des propriétés d'antiusure par frottement excellentes semblables aux propriétés de l'alliage se présentant sous forme de dépôts de rechargement dur.

L'alliage forgé fut testé aux chocs par le procédé de test standard bien connu dans l'art. Les données figurent dans le tableau 5.

Des produits pulvérulents (poudres) peuvent également être produits à partir de l'alliage de cette invention. Un produit composite peut être formé par le mélange de l'alliage de cette invention avec des particules dures telles que du carbure de tungstène, du diborure de titane et autres. Le mélange est soumis à un traitement ultérieur pour lui donner une forme utile. De plus, les composants du mélange peuvent être ajoutés séparément à une torche à souder et le produit final est un dépôt composite.

Le test d'écorchure ou d'usure par frottement utilisé pour obtenir les données figurant dans le tableau 4 comprenait :

a. la torsion en avant et en arrière (dix fois sur un arc de cercle de 120° d'un rayon de 2,1) d'une cheville cylindrique (de diamètre 15,9 mm, c'est-à-dire 0,625 pouce) contre un bloc à contre-face sous charge;

b. l'étude des faces testées (qui étaient initialement rectifiées) par profilométrie pour déterminer le degré d'endommagement expérimenté pendant le coulisement.

Des tests furent effectués pour chaque couple de tête sous trois charges différentes: 1360,8 kg (3000 lb), 2721,6 kg (6000 lb) et 4082 kg (9000 lb). Les chevilles cylindriques furent vrillées manuellement à l'aide d'une clé et la charge fut transmise à l'aide d'un palier à bille. La partie du col des chevilles était conçue pour recevoir à la fois la clé et le palier à bille.

Etant donné que les faces métalliques soumises à un coulisement sous charges élevées tendent à avoir des profils irréguliers se caractérisant souvent par une ou deux rainures profondes, on considéra approprié de mesurer le degré d'endommagement en termes de changement de l'amplitude maximum entre les crêtes et les vallées (du profil), plutôt que le changement de rugosité moyenne (qui aurait tendance à cacher la présence de régions sérieusement endommagées).

Visuellement, la cheville ou broche cylindrique et le bloc paraissaient avoir souffert avec le même degré d'endommagement dans un test donné. Seuls les blocs furent utilisés dans la détermination quantitative des dégâts, étant donné qu'ils sont plus susceptibles à la profilométrie, permettant ainsi le déplacement du style vers et au-delà de la circonférence de la cicatrice. Pour des raisons de précision, on fit passer le style deux fois sur chaque cicatrice (une passe le long du diamètre parallèle aux côtés du bloc; l'autre passe le long du diamètre perpendiculaire à celui-ci). Un chevauchement appréciable des régions superficielles adjacentes non usées fut effectué pour permettre le calcul de l'amplitude initiale crête/vallée.

En considérant chaque rayon comme une région distincte de la cicatrice, quatre valeurs de l'amplitude finale crête/vallée furent mesurées par cicatrice. La moyenne de ces quatre valeurs fut utilisée pour déterminer le degré d'endommagement encouru, en soustrayant la moyenne de quatre valeurs de l'amplitude initiale crête/vallée.

Tableau 5
Données du test aux chocs de Charpy

Alliage	Résilience – Joules (ft. lbf.)	
	Entaillé	Non entaillé
6781-W	5,4 (4,0)	88,8 (65,5)

Le procédé de test d'écorchure utilisé pour obtenir des évaluations d'écorchure décrit ci-dessus a été développé et modifié à partir des procédés de test connus pour obtenir des résultats de test plus durs et plus significatifs. Ainsi, les données des tests qui figurent ici ne correspondent pas nécessairement directement aux données publiées obtenues par d'autres procédés de test ou contrôle.

Sauf indication contraire, tous les tests d'écorchure rapportés dans la présente description ont été effectués dans des conditions identiques et les données obtenues sont, par conséquent, valables pour comparer directement les divers alliages ainsi testés.

