



HAL
open science

Influence de la morphologie des carbures primaires sur les comportements thermodynamique et en oxydation à haute température d'alliages de fonderie à base de nickel et à base de cobalt

Cédric Heil, Lionel Aranda, Patrice Berthod

► To cite this version:

Cédric Heil, Lionel Aranda, Patrice Berthod. Influence de la morphologie des carbures primaires sur les comportements thermodynamique et en oxydation à haute température d'alliages de fonderie à base de nickel et à base de cobalt. *Matériaux 2010*, Oct 2010, Nantes, France. hal-03670997

HAL Id: hal-03670997

<https://hal.science/hal-03670997v1>

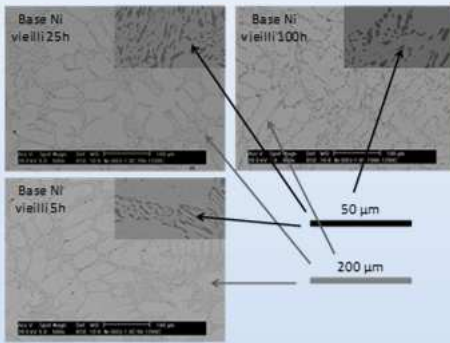
Submitted on 18 May 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

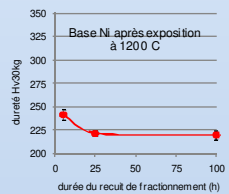
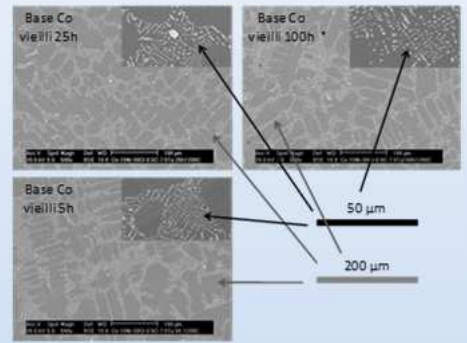
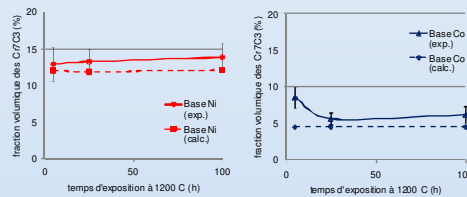
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Parmi les alliages réfractaires ou les superalliages qui peuvent être utilisés à haute température sous contrainte mécanique et en atmosphère oxydante figurent les alliages base nickel et base cobalt de fonderie renforcés par des carbures interdendritiques. Ces carbures subsistent dans les alliages même après de longues durées passées à haute température en service, mais leur forme peut alors avoir évolué. Ces évolutions morphologiques des carbures primaires peuvent induire des modifications des propriétés des alliages en cours d'utilisation à haute température, que ce soit sur le plan résistance mécanique que sur le plan comportement chimique de surface.

Dans cette étude, deux alliages représentant à la fois deux matrices différentes - à base de nickel et à base de cobalt - et deux carbures de renforcement différents - des carbures de chrome et des carbures de tantalum - ont fait l'objet de recuits pour modifier la géométrie de leurs carbures primaires, suivis de la caractérisation de leurs duretés à l'ambiante, de leurs comportements thermodynamométriques et de leurs cinétiques d'oxydation à haute température.



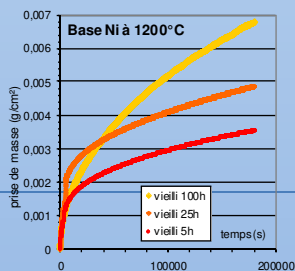
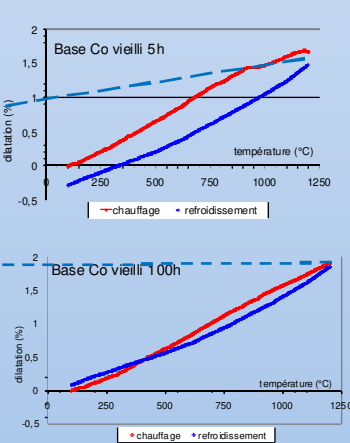
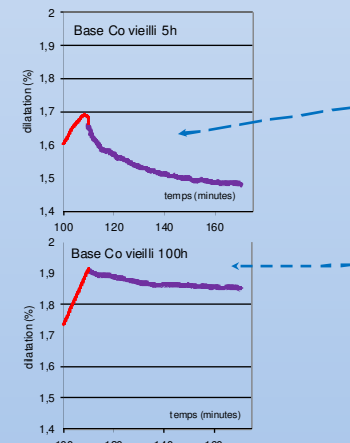
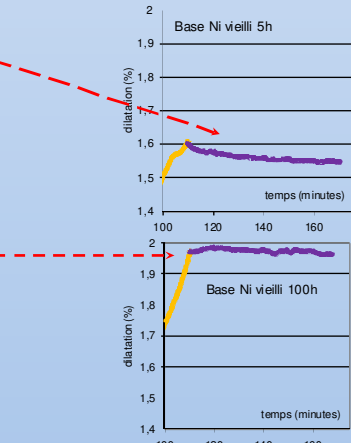
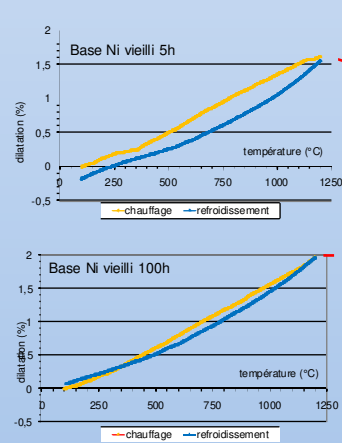
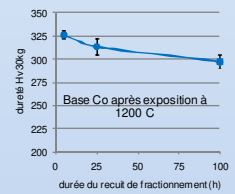
Microstructures des alliages Ni-30Cr-1.0C et Co-10Ni-30Cr-0.5C-7.5Ta :
évolution morphologique des carbures au cours d'un vieillissement à 1200°C



Dureté Vickers sous 30 kg à l'ambiante et comportement dilatométrique :
évolution avec le degré de vieillissement des alliages

La plus ou moins forte diminution de la fraction volumique de carbures, conjuguée avec leur évolution de facteur de forme sans ou avec véritable fragmentation, engendre un adoucissement des alliages en terme de dureté.

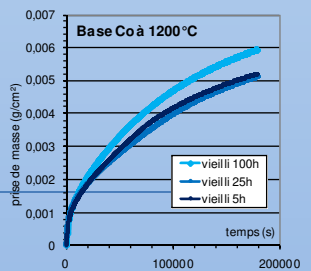
Une seconde conséquence est un affaiblissement de l'emprise des carbures sur la matrice qui conduit ci-dessous, en fin de chauffage à haute température, à une déformation viscoplastique en compression moins forte de la matrice sous l'action du réseau de carbures moins continu.



Cinétique d'oxydation à haute température :
évolution avec le degré de vieillissement des alliages

Un effet a aussi été observé sur la cinétique d'oxydation à haute température, avec des prises de masses généralement d'autant plus rapides que les alliages ont été vieillis plus longtemps. L'exploitation des courbes thermogravimétriques par le traitement des mesures en $m \times dm/dt = f(-m) = K_p + K_v \times (-m)$ a plus précisément révélé que les constantes parabolique K_p et de volatilisation de la chromine K_v augmentent toutes deux avec la durée de vieillissement préalable.

Base Nickel (T(°C))	K_p			K_v			Base Cobalt (T(°C))	K_p			K_v			
	vieilli 5h	vieilli 25h	vieilli 100h	vieilli 5h	vieilli 25h	vieilli 100h		vieilli 5h	vieilli 25h	vieilli 100h	vieilli 5h	vieilli 25h	vieilli 100h	
1200	74	126	192	158	83	111	176	177	247	241	229	284		
1300	31	57	79	91	32	211	100	27	29	33	64	75		
1000	6	7	13	8	24	39	100	6	6	10	1	13		
	E_a (kJ/mol)	196	229	214	235	157	85	E_a (kJ/mol)	267	259	251	425	226	176



La plus ou moins grande stabilité morphologique des carbures primaires renforcant certains alliages réfractaires ou superalliages peut ainsi entraîner des évolutions de propriété et de comportement mécanique, thermo-mécanique et même chimique qui peuvent être bienvenus (stabilité dimensionnelle en cyclage thermique, dureté légèrement affaiblie facilitant l'usinage) ou préjudiciables à la durée de vie des pièces (dilatation thermique redevenue forte privilégiant les contraintes thermiques, résistance mécanique à haute température amoindrie, rapidité d'oxydation à haute température). La fragmentation / globularisation des carbures est plus moins inéluctable et s'opère également en cours de service, pas seulement à l'aide d'un traitement thermique spécifique d'élaboration. L'évolution morphologique des carbures en cours d'utilisation des alliages, et de fait de certaines propriétés de ces derniers, est l'une des causes d'accélération de la ruine des pièces concernées. Une solution pour réduire de tels phénomènes serait l'utilisation de carbures plus stables, tels que des carbures d'hafnium HfC, qui peuvent apparaître également sous forme script eutectique avec la matrice, par exemple dans des superalliages à base de cobalt.