



HAL
open science

Étude microstructurale et thermodynamique des propriétés à haute température d'alliages base nickel et/ou fer renforcés par carbures de chrome et de tantale

Patrice Berthod, Yassin Hamini, Lionel Aranda, Ludovic Hericher

► To cite this version:

Patrice Berthod, Yassin Hamini, Lionel Aranda, Ludovic Hericher. Étude microstructurale et thermodynamique des propriétés à haute température d'alliages base nickel et/ou fer renforcés par carbures de chrome et de tantale. *Matériaux* 2006, Nov 2006, Dijon, France. hal-03982397

HAL Id: hal-03982397

<https://hal.science/hal-03982397>

Submitted on 10 Feb 2023

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Etude microstructurale et thermodynamique des propriétés à haute température d'alliages base nickel et/ou fer renforcés par carbures de chrome et de tantale

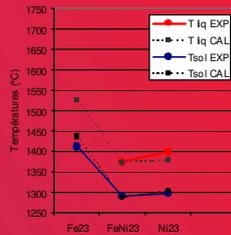
Patrice BERTHOD, Yassin HAMINI, Lionel ARANDA, Ludovic HERICHER

Université Henri Poincaré Nancy 1, Faculté des Sciences et Techniques,
Laboratoire de Chimie du Solide Minéral, BP 239 F-54506 Vandoeuvre les Nancy Cedex
E-mail : Patrice.Berthod@csm.uhp-nancy.fr

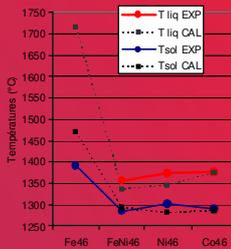
La présence de carbures interdendritiques de chrome ou de tantale est l'un des modes principaux de renforcement mécanique des superalliages leur permettant d'être utilisés à chaud sous contrainte [1]. Cependant, l'existence de tels carbures dans un alliage peut avoir une influence négative sur sa réfractarité, notamment sur sa température de début de fusion. D'autre part, morphologie et fraction volumique de ces carbures risquent d'évoluer vers l'état d'équilibre correspondant à la température en cours de service, avec de possibles conséquences sur les propriétés des alliages. Cette étude vise à connaître les intervalles de fusion et les microstructures d'équilibre à haute température de plusieurs alliages de fonderie à base de fer, de nickel ou de cobalt, chromine-formeurs et renforcés par carbures de chrome ou de tantale. Ces observations et mesures métallurgiques permettent ensuite de préciser le degré de représentativité des résultats de modélisation thermodynamique [2,3] vis à vis des systèmes Fe(et/ou Ni)-Cr-C-Ta, avant d'utiliser l'outil modélisation en vue d'identifier de nouvelles compositions susceptibles d'améliorer la réfractarité en conservant un volume de carbures suffisant pour le renforcement mécanique.

élaboration de 7 alliages par fusion à induction à haute fréquence sur sole froide

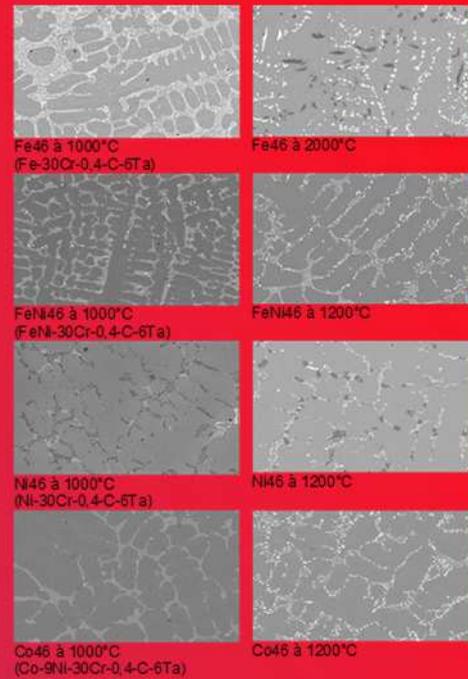
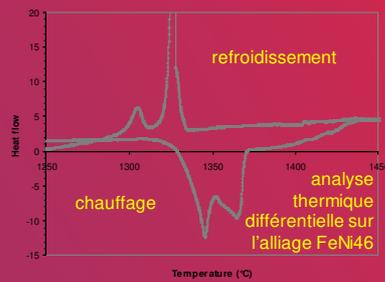
% mass.	base	Cr	C	Ta
Fe23	Fe	30	0,2	3
Fe46	Fe	30	0,4	6
FeNi23	Fe=Ni	30	0,2	3
FeNi46	Fe=Ni	30	0,4	6
Ni23	Ni	30	0,2	3
Ni46	Ni	30	0,4	6
Co46	Co-9Ni	30	0,4	6



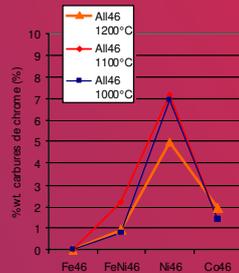
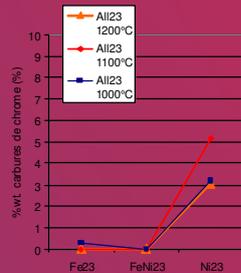
alliages à 0,2%C et 3%Ta



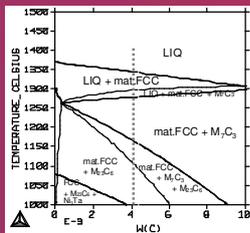
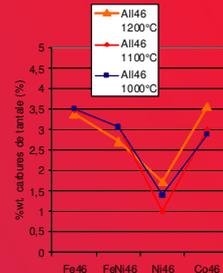
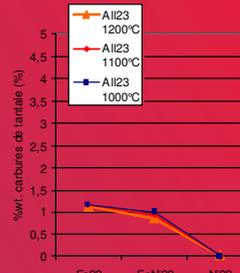
alliages à 0,4%C et 6%Ta
températures de solidus et de liquidus mesurées en ATD et calculées par Thermo-Calc



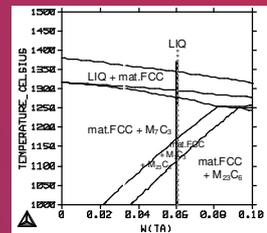
microstructures d'équilibre à 1000 et 1100°C des alliages à parité atomique entre Ta et C



fractions massiques de carbures déduites des teneurs en Cr et Ta dans la matrice mesurées à la microsonde (WDS)

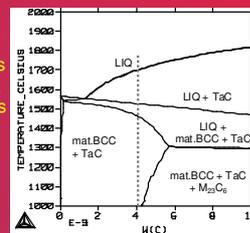


Alliages base Ni

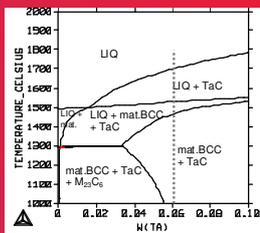


coupes pseudo-binaires de deux des systèmes, aux teneurs des alliages à 0,4%C et 6%Ta

(ThermoCalc)



Alliages base Fe



Pour de mêmes teneurs en carbone et en tantale, les microstructures sont donc assez variables suivant l'élément de base, et elles sont globalement bien restituées par la modélisation thermodynamique. Parmi les alliages avec égalité atomique entre carbone et tantale, il est possible d'obtenir les carbures de tantale comme unique renfort interdendritique dans des alliages chromine-formeurs base Fer, Fer-Nickel et Cobalt, à la différence des alliages base nickel qui comportent nécessairement des carbures de chrome [4]. Avec une température de solidus dépassant les 1400°C, ce sont les alliages base Fer qui présentent la plus grande réfractarité. Cette dernière peut encore augmenter par une simple modification de la teneur base carbone ou de celle en tantale. En revanche, peu de progrès peuvent être faits à ce sujet pour les autres alliages, qui selon la modélisation thermodynamique, sont déjà à la composition qui donne la température de solidus maximale.

Références : [1] C. T. Sims, W. C. Hagel: The Superalloys, John Wiley & Sons, New York, 1972.
[2] Thermo-Calc version N: "Foundation for Computational Thermodynamics" Stockholm, Sweden, Copyright(1993, 2000). www.thermocalc.com
[3] SGTE: "Scientific Group Thermodata Europe" database, update 1992. www.sgte.com
[4] P. Berthod, L. Aranda, C. Vébert, S. Michon, *Experimental and thermodynamic study of the high temperature microstructure of tantalum containing nickel-based alloys* CALPHAD 28 (2004) 159-166.