



HAL
open science

Cinétiques d'oxydation à haute température et de volatilisation de la chromine dans le cas de superalliages renforcés par carbures

Patrice Berthod, Lionel Aranda, Sandra Abdelouhab, Renaud Podor,
Christophe Rapin

► To cite this version:

Patrice Berthod, Lionel Aranda, Sandra Abdelouhab, Renaud Podor, Christophe Rapin. Cinétiques d'oxydation à haute température et de volatilisation de la chromine dans le cas de superalliages renforcés par carbures. Journées Science des Surfaces de la Fédération Jean Lamour, Jan 2006, Nancy (France), France. hal-04000093

HAL Id: hal-04000093

<https://hal.science/hal-04000093>

Submitted on 22 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

Cinétiques d'oxydation à haute température et de volatilisation de la chromine dans le cas de superalliages renforcés par carbures

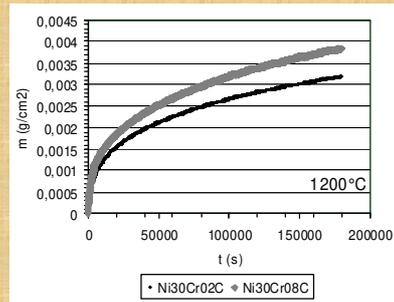
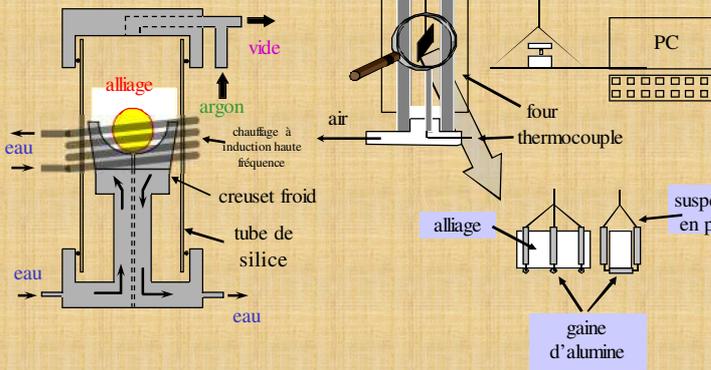
Patrice BERTHOD, Lionel ARANDA, Sandra ABDELOUHAB, Renaud PODOR Christophe RAPIN
 Laboratoire de Chimie du Solide Minéral-UMR 7555
 Université Henri Poincaré Nancy 1
 54506 Vandoeuvre-Les-Nancy - FRANCE

L'oxydation à haute température des alliages métalliques se protégeant par une couche Cr_2O_3 est accompagnée par une volatilisation de cette dernière sous forme de CrO_3 gazeux d'autant plus rapide que la température excède $1000^\circ C$. L'estimation de la constante K_v (volatilisation) est importante pour une détermination plus précise de la constante K_p (oxydation) et une évaluation plus juste du dommage causé à l'alliage.

L'étude de l'oxydation de deux alliages modèles base nickel renforcés par des carbures de chrome en deux densités différentes a été réalisée ici pour différentes températures et suivant une méthode de dépouillement permettant de préciser simultanément les deux constantes.

PROCEDURE EXPERIMENTALE

Elaboration par fusion haute fréquence sur sole froide d'alliages base Ni Cr_2O_3 -formeurs



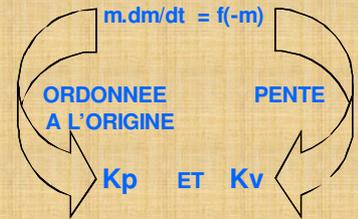
$$\text{Loi de Wagner : } dm = \frac{K_p}{m} \cdot dt$$

$$dm = \frac{K_p}{m} \cdot dt - K_v \cdot dt$$

$$m \cdot \frac{dm}{dt} = K_p - K_v \cdot m$$

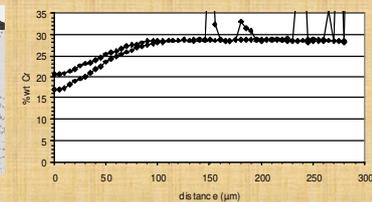
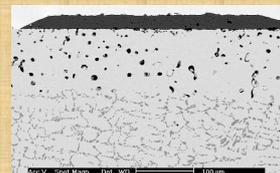
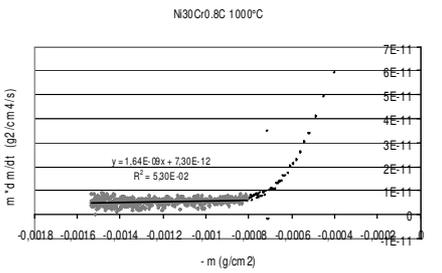
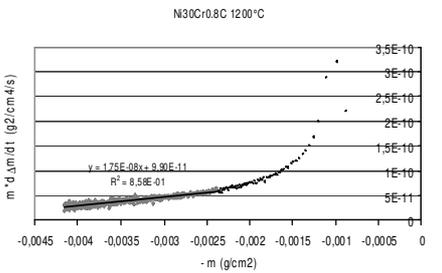
pour tenir compte de la volatilisation de Cr_2O_3

Traitement des mesures $m \cdot dm/dt = f(-m)$



Tests thermogravimétriques sous air de 50 heures à 1000, 1100 et 1200°C

RESULTATS ET VALIDATION



Dispersion car instabilité de dm/dt
 Bond avant couverture Cr_2O_3
 Mais en effet linéarité de $m \cdot dm/dt$

Bon accord en général pour les bilans massiques en chrome

Ni30Cr0.2C mg/cm²	Cr perdu par l'alliage			Cr total oxydé		
	m_{Cr}^i	m_{Cr}^e	$m_{Cr}^i + m_{Cr}^e$	m_{Cr}^i	m_{Cr}^e	$m_{Cr}^i + m_{Cr}^e$
1200°C	7.48	2.60	10.08	8.94	1.84	10.78
1100°C	5.10	1.30	6.40	4.07	0.78	4.85
1000°C	2.01	0.28	2.29	1.31	0.24	1.55

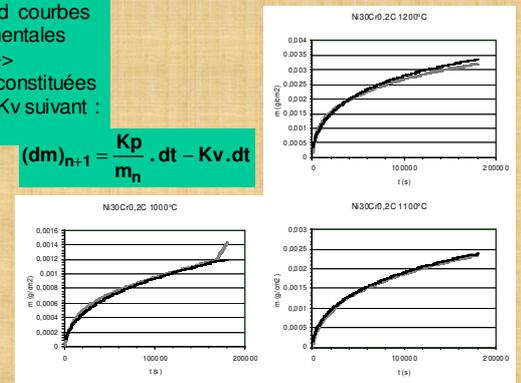
Ni30Cr0.8C mg/cm²	Cr perdu par l'alliage			Cr total oxydé		
	m_{Cr}^i	m_{Cr}^e	$m_{Cr}^i + m_{Cr}^e$	m_{Cr}^i	m_{Cr}^e	$m_{Cr}^i + m_{Cr}^e$
1200°C	9.82	6.29	16.10	9.42	2.03	11.45
1100°C	6.48	3.72	10.20	5.09	1.12	6.21
1000°C	2.07	1.71	3.78	3.08	0.20	3.28

Bon accord courbes expérimentales <-> courbes reconstituées avec K_p et K_v suivant :

$$(dm)_{n+1} = \frac{K_p}{m_n} \cdot dt - K_v \cdot dt$$

K_p (10^{-12} g.cm ⁻² .s ⁻¹)	1000°C	1100°C	1200°C	K_p A.E. (kJ . mol ⁻¹)
Ni30Cr0.8C	7.3	47	99	205
Ni30Cr0.2C	5.7	27	71	197

K_v (10^{-10} g.cm ⁻² .s ⁻¹)	1000°C	1100°C	1200°C	K_v A.E. (kJ . mol ⁻¹)
Ni30Cr0.8C	16	91	165	183
Ni30Cr0.2C	20	63	149	158



La détermination couplée de K_p et K_v grâce à l'analyse suivant $m \cdot dm/dt = f(-m)$ conduit à une connaissance cinétique plus complète des différents phénomènes se produisant pendant l'oxydation à haute température. Dans le cas de ces deux alliages Ni30Cr0.2C et Ni30Cr0.8C cela a permis notamment de montrer qu'une teneur en carbone plus élevée conduit à une formation d'oxyde plus rapide mais aussi à une plus grande vitesse de volatilisation de la chromine.