



**HAL**  
open science

## Volatilisation de la chromine sous atmosphère humide et à haute température avec simulation de la phase gazeuse

Guillaume Duthoit, Aurélie Vande Put, Brigitte Caussat, Daniel Monceau,  
Hugues Vergnes

### ► To cite this version:

Guillaume Duthoit, Aurélie Vande Put, Brigitte Caussat, Daniel Monceau, Hugues Vergnes. Volatilisation de la chromine sous atmosphère humide et à haute température avec simulation de la phase gazeuse. 54e édition des JECH (Journées d'Etude sur la Cinétique Hétérogène), Mar 2024, Gif-sur-Yvette, France. pp.137 - 153, 10.1007/s11085-006-9030-1 . hal-04741032

**HAL Id: hal-04741032**

**<https://hal.science/hal-04741032v1>**

Submitted on 17 Oct 2024

**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.



# VOLATILISATION DE LA CHROMINE SOUS ATMOSPHERE HUMIDE ET A HAUTE TEMPERATURE AVEC SIMULATION DE LA PHASE GAZEUSE

**Guillaume DUTHOIT<sup>1</sup>, Aurélie VANDE PUT<sup>1</sup>, Brigitte CAUSSAT<sup>2</sup>, Daniel MONCEAU<sup>1</sup>, Hugues VERGNES<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> CIRIMAT, Université de Toulouse, INPT-ENSIACET, 4 allée Emile Monso, BP 44362, 31432 TOULOUSE CEDEX 4, France

<sup>2</sup> LGC, Université de Toulouse, INPT-ENSIACET, 4 allée Emile Monso, BP 44362, 31432 TOULOUSE CEDEX 4, France

[guillaume.duthoit@toulouse-inp.fr](mailto:guillaume.duthoit@toulouse-inp.fr)

☒ *Candidat·e· au Prix Jean Besson 2024*

**Mots clés :** alliage chromino-formeur, oxydation haute température, vapeur d'eau, volatilisation, simulation CFD

Le développement de procédés de combustion de H<sub>2</sub> conduit à une multiplication d'environnements oxydants à haute température et riches en eau. Dans de telles conditions, la couche protectrice de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> peut se volatiliser en CrO<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>, accélérant ainsi l'appauvrissement en Cr dans l'alliage et par conséquent la fin de vie du matériau [1]. De nombreux facteurs peuvent influencer la cinétique de volatilisation tels que la teneur en vapeur d'eau, la vitesse d'écoulement des gaz, la température, la composition de l'alliage ou encore la géométrie de la pièce. De plus, Oger et al. [2] ont récemment démontré le comportement hétérogène d'échantillons en In625 (Ni-22.8Cr-5.3Mo-2.5Nb-0.3Ti-0.2Al en %at) oxydés à 900 °C sous atmosphère humide en fonction de leur position dans le banc d'oxydation, en couplant essais expérimentaux et simulation de la phase gazeuse par CFD. En suivant la même méthodologie, l'objectif de ce travail est d'étudier l'influence de la teneur en vapeur d'eau et de la vitesse des gaz sur les phénomènes d'oxydation et de volatilisation de l'In625.

Des tests d'oxydation ont été effectués en plaçant trois échantillons dans un banc d'oxydation : les échantillons amont, central et aval par rapport au sens du flux de gaz. Leurs variations de masse ont été mesurées tout au long des essais afin d'estimer les constantes cinétiques d'oxydation et de volatilisation. Des caractérisations par DRX, MEB-EDX et spectroscopie Raman ont ensuite été réalisées afin de déterminer la composition de la couche d'oxyde. De plus, des simulations CFD via Fluent Ansys® des expériences ont été menées pour déterminer les profils locaux de vitesse d'écoulement, de température et de concentration de la phase gazeuse, notamment en CrO<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>, et la cinétique de volatilisation, pour la comparer avec les valeurs expérimentales.

Trois essais ont été réalisés à 900 °C avec deux atmosphères humides (N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>-12/30 % vol. H<sub>2</sub>O) et de l'air synthétique sec. Plus la teneur en eau est élevée, plus la perte de masse est importante. De plus, il a pu être mis en évidence de manière expérimentale et par simulation de la phase gazeuse que les hétérogénéités de comportement ne sont pas uniquement visibles d'un échantillon à l'autre, comme observé par Oger et al. [2], mais aussi sur un même échantillon en raison de l'enrichissement de l'environnement en espèce volatile, notamment lié au profil local de vitesse d'écoulement du gaz calculé par simulation CFD. Enfin, plus la teneur en vapeur d'eau est élevée, plus la volatilisation est forte sur la zone analysée et plus la proportion d'oxydes riches en Mn, Ti, Al et Fe est importante par rapport à la quantité de chromine.

## **Références**

- [1] Young, D. J., et B. A. Pint. « Chromium Volatilization Rates from Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Scales into Flowing Gases Containing Water Vapor ». *Oxidation of Metals* 66, n° 3-4 (27 novembre 2006): 137-53. <https://doi.org/10.1007/s11085-006-9030-1>.
- [2] L. Oger, H. Vergnes, B. Caussat, D. Monceau, A. Vande Put, *Corrosion Science*, **203**, 110306 (2022)