



**HAL**  
open science

# Quantification de la morphologie de particules de poudre d'oxyde en lien avec leur historique de fabrication et leurs propriétés d'écoulement

Christophe D Angelo, Solène Bertolotto, Anne-Charlotte Robisson, Christelle Duguay

## ► To cite this version:

Christophe D Angelo, Solène Bertolotto, Anne-Charlotte Robisson, Christelle Duguay. Quantification de la morphologie de particules de poudre d'oxyde en lien avec leur historique de fabrication et leurs propriétés d'écoulement. STP2024 - 13ème Colloque Sciences et Technologies des Poudres, Jun 2024, Montpellier, France. cea-04949203

**HAL Id: cea-04949203**

**<https://cea.hal.science/cea-04949203v1>**

Submitted on 14 Feb 2025

**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.

## Quantification de la morphologie de particules de poudre d'oxyde en lien avec leur historique de fabrication et leurs propriétés d'écoulement

Christophe D'Angelo<sup>1</sup>, Solène Bertolotto<sup>1</sup>, Anne-Charlotte Robisson<sup>1</sup> and Christelle Duguay<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>CEA, DES, IRESNE, DEC, SA3E, LCU, Cadarache F-13108 Saint-Paul-Lez-Durance, France

Dans un procédé de fabrication de combustible nucléaire, la connaissance des propriétés d'écoulement est essentielle. En effet, l'élaboration des combustibles est basée sur des étapes successives de métallurgie des poudres (broyage, tamisage, brassage, pressage et frittage), qui nécessitent leur bonne coulabilité. Cette bonne coulabilité permet notamment de minimiser les phénomènes de rétention lors des étapes de transport entre les différentes opérations, de limiter les opérations de maintenance et d'obtenir des pastilles de qualité. Dans la littérature, les poudres font l'objet d'études visant à établir le lien entre leurs propriétés d'écoulement et leurs caractéristiques physiques. L'impact de paramètres tels que la taille, la densité, la morphologie et la texture des particules constituant la poudre a été étudié dans divers domaines comme l'agroalimentaire [1] ou la pharmaceutique [2]. Des études ont également porté sur les poudres d'actinides [3], mais seule l'influence de la taille des particules sur les propriétés d'écoulement a été démontrée de manière quantitative.

Dans ce travail, nous proposons d'établir un lien quantitatif entre la morphologie, la rugosité des particules de poudre d'oxyde et leurs propriétés d'écoulement. A cet effet, la fabrication de poudres modèles de dioxyde d'uranium dans le but d'obtenir une distribution granulométrique et une forme contrôlée a été réalisée. Pour caractériser la morphologie des particules, une méthode a été développée. Cette méthode s'appuie sur le module Shape Filter [4] d'ImageJ et analyse les images résultant de la projection 2D de chaque agrégat. Les paramètres morphologiques utilisés pour caractériser la poudre sont l'élongation, la circularité et la solidité. Ces images peuvent être obtenues par différents moyens : un granulomorphomètre (dispersion en voie sèche ou liquide), un microscope opto-numérique (dispersion en voie sèche) ou bien un microscope électronique à balayage (enrobage des particules dans une résine). Les propriétés rhéologiques sont obtenues à l'aide d'un rhéomètre à poudre FT4 : la poudre subit différents tests (perméabilité, compressibilité, cisaillement...) qui permettent de quantifier sa coulabilité. Enfin, pour caractériser la rugosité, deux méthodes optiques sont mises en œuvre. La première méthode est basée sur l'utilisation d'une matrice de co-occurrence des niveaux de gris analysant les images de particules constituant la poudre. La seconde méthode, issue de travaux existants [5], s'appuie sur une analyse fractale du contour des particules. Nous établissons finalement un lien entre ces différentes propriétés.

[1] Fu, X., Huck, D., Makein, L., Armstrong, B., Willen, U., & Freeman, T. (2012). Effect of particle shape and size on flow properties of lactose powders. *Particuology*, 10(2), 203–208.

<https://doi.org/10.1016/j.partic.2011.11.003>

[2] Kaialy, W., Alhalaweh, A., Velaga, S. P., & Nokhodchi, A. (2012). Influence of lactose carrier particle size on the aerosol performance of budesonide from a dry powder inhaler. *Powder Technology*, 227, 74–85.

<https://doi.org/10.1016/j.powtec.2012.03.006>

[3] Madian, A., Leturia, M., Ablitzer, C., Matheron, P., Bernard-Granger, G., & Saleh, K. (2020). Impact of fine particles on the rheological properties of uranium dioxide powders. *Nuclear Engineering and Technology*, 52(8), 1714–1723. <https://doi.org/10.1016/j.net.2020.01.012>

[4] Wagner, T., & Lipinski, H.-G. (2013). IJBlob: An ImageJ Library for Connected Component Analysis and Shape Analysis. *Journal of Open Research Software*, 1(1), e6. <https://doi.org/10.5334/jors.ae>

[5] Guida, G., Viggiani, G. M. B., & Casini, F. (2020). Multi-scale morphological descriptors from the fractal analysis of particle contour. *Acta Geotechnica*, 15(5), 1067–1080. <https://doi.org/10.1007/s11440-019-00772-3>