Qualification d'un granulo-morphomètre optique par analyse d'images en vue de caractériser des poudres nucléaires à base d'uranium

C. Duguay, A. Marie, M. Soulon

▶ **To cite this version:**

C. Duguay, A. Marie, M. Soulon. Qualification d'un granulo-morphomètre optique par analyse d'images en vue de caractériser des poudres nucléaires à base d'uranium. Science et Technologie des Poudres (STP 2018), Jul 2018, Compiègne, France. cea-02338597

HAL Id: cea-02338597

https://cea.hal.science/cea-02338597

Submitted on 21 Feb 2020

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.

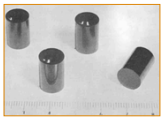
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Qualification d'un granulo-morphomètre optique par analyse d'images en vue de caractériser des poudres nucléaires à base d'uranium

Christelle DUGUAY, Antoine MARIE et Mathias SOULON

CEA, DEN, DEC, Centre de Cadarache , 13108 Saint-Paul-Lez-Durance Cedex, France, E-mail : christelle.duguay@cea.fr

Contexte et Objectifs



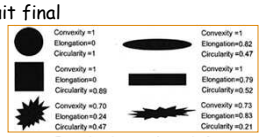
Elaboration de combustibles céramiques nucléaires (UO_2) par métallurgie des poudres

→ Influence des caractéristiques des particules sur la mise en œuvre des poudres, la qualité et les performances du produit final

→ Nécessité de caractériser la taille et la forme des particules des poudres actives

Qualification et mise au point du granulo-morphomètre FC200 Occhio (Angleur, Belgique)

- *Développements technologiques* pour utiliser l'équipement avec des poudres à base d'uranium
- *Développements scientifiques* pour définir les conditions de fonctionnement (robustesse des résultats, limites de l'appareil)



Exemples de paramètres de forme

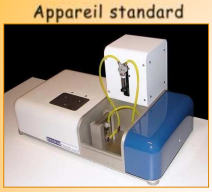
Présentation du granulo-morphomètre Occhio FC200

Principe de fonctionnement : la caméra capture l'**image de particules en suspension** qui traversent la cellule d'analyse et le **logiciel Callisto™** détermine en temps réel les données relatives à la **taille** et à la **forme des particules** (dont le diamètre peut varier entre 0,2 µm et 2 mm)

Description de l'équipement

Son évolution

Appareil standard



Appareil nucléarisé

Ses caractéristiques

Lumière monochromatique, λ= 440 nm

Caméra noir et blanc CCD (2448x2050 pixels)

Objectif télécentrique

3 rapports de grandissement : x2 / x3 / x4,5

Autofocus piloté par le logiciel Callisto™

Cellule d'analyse entièrement démontable

Cellule rétroéclairée

Espaceurs (50 à 500 µm)

Les conditions d'analyse

Poudre dispersée dans l'eau

Agitation mécanique

Niveau de gris seuil fixé à 170

Détection des particules en mode standard

Mise en œuvre de l'équipement

Gestion du risque contamination

✓ Mise en suspension des poudres sous sorbonne (y compris désagglomération éventuelle par ultrasons)

✓ Mode opératoire de versement de la solution optimisé (prévention des éclaboussures)

Gestion des effluents

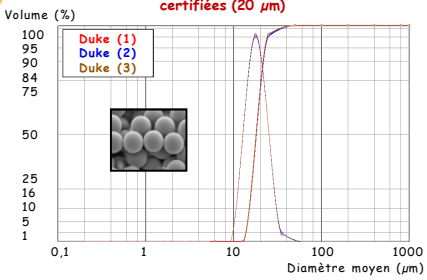
✓ Système de récupération du liquide contaminé avec filtration

✓ Limitation du volume d'effluents radioactifs liquides générés

Utilisation de l'équipement

Etalonnage

Billes monodisperses de verre borosilicate certifiées (20 µm)



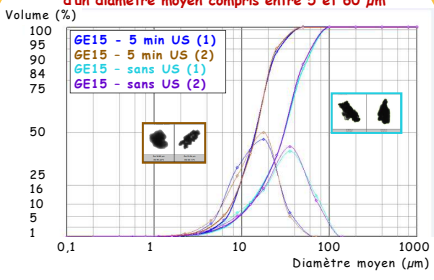
Paramètres de forme

	Billes Duke		
	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Convexité	0,876	0,887	0,890
Rondeur	0,894	0,909	0,912
Elongation	0,038	0,028	0,027

Résultats reproductibles et comparables aux données certifiées (diamètre et sphéricité)

Qualification

Poudres d'alumine (Baikowski) d'un diamètre moyen compris entre 5 et 60 µm



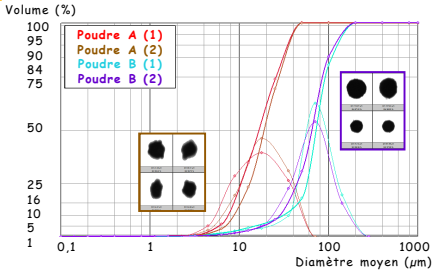
Paramètres de forme

	GE15 sans US		GE15 5 min US	
	Essai 1	Essai 2	Essai 1	Essai 2
Convexité	0,859	0,850	0,876	0,889
Rondeur	0,597	0,589	0,621	0,617
Elongation	0,280	0,294	0,269	0,267

Désagglomération des poudres par ultrasons : effet notable sur la taille des particules et visible sur leur forme

Application aux poudres d'UO_2

Nécessité d'adapter le protocole (particules lourdes)



Paramètres de forme

	Poudre A		Poudre B	
	Essai 1	Essai 2	Essai 1	Essai 2
Convexité	0,897	0,887	0,869	0,852
Rondeur	0,727	0,728	0,799	0,771
Elongation	0,201	0,200	0,137	0,165

Distribution granulométrique plus étendue des agglomérats de poudre B, de morphologie un peu plus sphérique

Conclusions

✓ Mise en service de l'équipement → **Qualification en actif sur poudres d'UO_2**

✓ Détermination des conditions d'utilisation → **Mode opératoire**

✓ Analyse critique des résultats / aux caractéristiques des poudres → **Recommandations**

Perspectives

✓ Caractérisation de poudres d'UO_2 d'historiques de fabrication différents (analyses morphologique et granulométrique, cohésion des agglomérats) pour comprendre les différences de comportement observées