



**HAL**  
open science

## Caractérisation d'agglomérats de dioxyde d'uranium par nano-indentation in-situ contexte et problématique

X. Iltis, C. Ablitzer, N. Tarisien

### ► To cite this version:

X. Iltis, C. Ablitzer, N. Tarisien. Caractérisation d'agglomérats de dioxyde d'uranium par nano-indentation in-situ contexte et problématique. Colloque Science et Technologie des Poudres, Jul 2018, Compiègne, France. cea-02338542

**HAL Id: cea-02338542**

**<https://cea.hal.science/cea-02338542>**

Submitted on 6 Dec 2019

**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.

# CARACTÉRISATION D'AGGLOMÉRATS DE DIOXYDE D'URANIUM PAR NANOINDENTATION IN-SITU

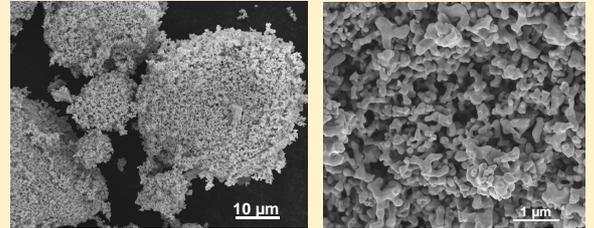
X. Iltis, C. Ablitzer\*, N. Tarisien

CEA, DEN, DEC, Centre de Cadarache, 13108 Saint-Paul-lez-Durance

## CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

Les poudres d' $UO_2$  sont constituées d'agglomérats de particules submicroniques plus ou moins fortement liées. Les techniques classiques de caractérisation (MEB, granulométrie laser...) permettent d'accéder aisément aux caractéristiques physiques des agglomérats (forme, tailles...).

Il est plus difficile d'évaluer leur niveau de consolidation, qui peut influencer les propriétés de mise en œuvre des poudres. Des expérimentations ont été réalisées sur deux poudres d' $UO_2$  d'historiques de fabrication différents pour tenter d'évaluer cette propriété par nanoindentation.



Cristallites et agglomérats d' $UO_2$

## MÉTHODOLOGIE

Des tests d'écrasement d'agglomérats d' $UO_2$  d'environ 10 à 15 µm de diamètre ont été réalisés à l'aide d'un nanoindenteur HYSITRON PI85 installé dans la chambre d'un microscope électronique à balayage (MEB) FEI Nova NanoSEM 450.

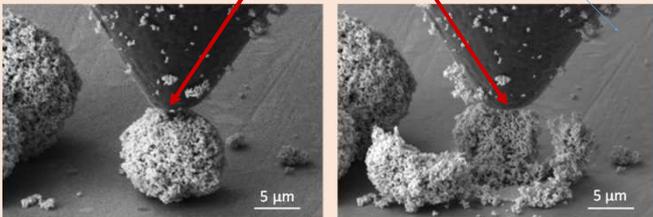
Ce dispositif in-situ permet de visualiser le déroulement d'un écrasement et d'enregistrer simultanément au cours du temps le déplacement de la pointe de l'indenteur ainsi que la charge appliquée.



Photographie du nanoindenteur dans la chambre du MEB

## 1. VISUALISATION DE L'ÉCRASEMENT

Pointe de l'indenteur (poinçon plat de 5 µm)

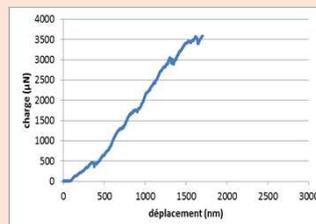


Photographies d'un agglomérat en début d'écrasement puis après rupture

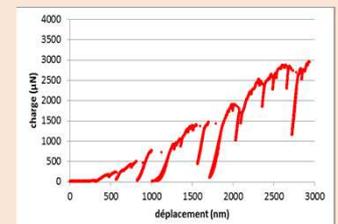
⇒ Informations qualitatives sur l'aspect et la taille des fragments

## 2. ALLURE DES COURBES CHARGE-DÉPLACEMENT

Pilotage en vitesse de déplacement imposée (42 nm/s)



1<sup>er</sup> type de comportement :  
Augmentation régulière de la charge jusqu'à la rupture

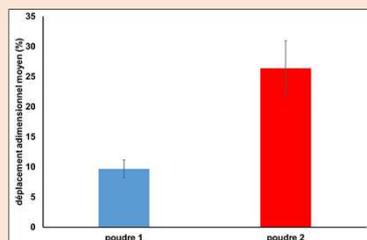


2<sup>ème</sup> type de comportement :  
Discontinuités de la charge (fracturations et réarrangements)

## 3. MESURE DES DÉFORMATIONS MAXIMALES

La course du poinçon avant rupture de l'agglomérat varie significativement en fonction du type de poudre.

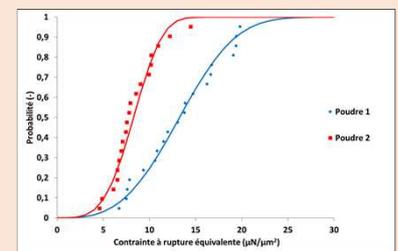
⇒ La capacité de déformation et réarrangement des agglomérats varie suivant la poudre.



Comparaison des déplacements maximaux de l'indenteur avant rupture

## 4. ESTIMATION DE PSEUDO-CONTRAINTES À RUPTURE

Moyennant des hypothèses, une pseudo-contrainte de rupture en traction peut être estimée pour chaque agglomérat (prenant en compte les dimensions des agglomérats).



Probabilité de rupture des agglomérats en fonction d'une pseudo-contrainte

⇒ Comparaison des probabilités de rupture (lois de type Weibull)

## CONCLUSION / PERSPECTIVES

En faisant une étude comparative sur différentes poudres d' $UO_2$ , il a été possible de mettre en évidence des différences de comportement, notamment du point de vue de l'évolution de la charge au cours de l'écrasement et de la charge maximale avant rupture. Le dispositif utilisé permet aussi de visualiser le type de fragments générés lors d'une compression.

La méthode est limitée pour l'instant à des agglomérats de petites tailles en raison de la taille du poinçon plat utilisé (5 µm) et de la gamme de charge et de déplacement du nanoindenteur (à savoir respectivement : 30 mN et 5 µm).