

Modélisation et identification du comportement de coulabilité d'une poudre d'hydrure pour le stockage solide de l'hydrogène

C. Ngueloheu Yeda, A. Maynadier, D. Chapelle

Université de Franche-Comté, CNRS, Institut FEMTO-ST, F-25000 Besançon, France

Auteur correspondant : chrisale.ngueloheu_yeda@univ-fcomte.fr

Pendant la respiration (cycles d'absorption/désorption) d'un lit de poudre d'hydrure dans un réservoir de stockage solide, les particules gonflent et dégonflent, décrépissent, se déplacent, frottent, ségrègent et se tassent. Les particules appliquent donc des contraintes sur le réservoir et la synergie de ces phénomènes induit des déformations plastiques ou des endommagements de la paroi du réservoir [1, 2]. Comprendre et modéliser ces phénomènes est essentiel pour guider l'ingénieur lors de la conception du réservoir de stockage. Cette étude se concentre sur la modélisation de la coulabilité d'un lit de poudre et l'identification des propriétés de friction et de cohésion interparticulaires, dans le but d'établir un modèle de respiration en milieu confiné. Ces investigations sont menées à travers diverses manipulations expérimentales, modélisées en parallèle par éléments discrets DEM sous YADE [3] afin d'identifier les lois de comportement qui permettront *in fine* de rendre compte du comportement du lit de poudre d'hydrure.

Nous étudions l'alliage $TFe_{1-x}Mn_x$ $x \approx 0.1$, pour sa bonne réactivité à l'hydrogène, sa capacité gravimétrique (1.34 %mH) et ses propriétés thermodynamiques favorables. Synthétisé puis broyé, trois populations de tailles distinctes sont obtenues par tamisage : P1 de diamètre $d \in [40 ; 200] \mu\text{m}$, P2, $d \in [300 ; 500] \mu\text{m}$ et P3, $d \in [710 ; 1000] \mu\text{m}$. Deux autres échantillons sont obtenus par mélange des premiers en masse égale : P4=P1+P3 et P5=P1+P2+P3. Le choix de ces populations est justifié par la réduction progressive de la taille des particules dans le réservoir lors de la respiration [4]. Les tests de coulabilité sur les instruments GranuTools [5] permettent d'obtenir les angles de repos dynamique et statique. L'identification de la friction et de la cohésion interne de toutes ces populations à partir des grandeurs expérimentales montre une sensibilité des propriétés d'interaction à la granulométrie de la poudre d'hydrure.

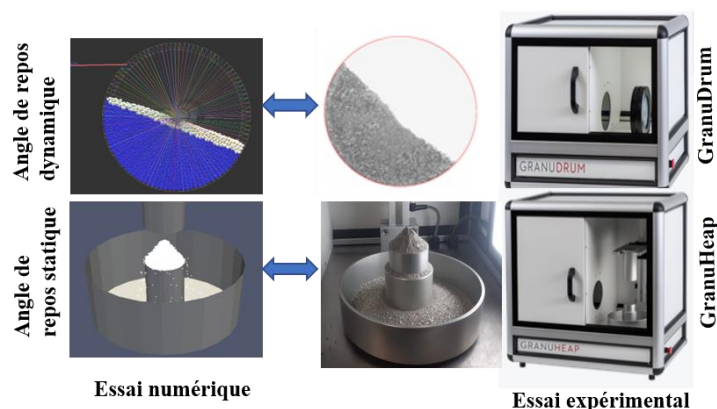


Figure : Jumeaux numériques GranuHeap et GranuDrum de la société GranuTools [5]

Nous présentons dans ce travail la méthodologie et les résultats d'identification de la friction et de la cohésion interne en réalisant les jumeaux numériques des instruments GranuDrum et GranuHeap de GranuTools [5]. Ces résultats sont utiles pour la modélisation de la ségrégation, la décrépitation et la respiration d'un lit de poudre d'hydrure afin d'estimer les contraintes qui s'exercent sur les parois d'un réservoir.

Références :

- [1] B. Charlas, A. Chaise, O. Gillia, P. Doremus, D. Imbault, Journal of Alloys and Compounds, **2013**, 580, pp 149-152.
- [2] M.Okumura, A.Ikado, Y.Saito, H.Aoki, T.Miura, Y.Kawakami, International Journal of Hydrogen Energy, **2012**, 37, pp.10715-10723.
- [3] V. Šmilauer et al., Yade Documentation 3rd ed. The Yade Project, **2021**.
- [4] F.Qin, L.H.Guo, J.P.Chen, Z.J.Chen, International Journal of Hydrogen Energy, **2008**, 33, pp.709-717.
- [5] Granutools, Instruments, www.granutools.com/en/instruments, consulté le **24 juin 2024**.