



HAL
open science

Mesure par analyse d'images de lois de déchargement de releveurs dans des fours tournants

Marie Debacq, Alain Hazotte, André Feugier, Didier Hartman, Jean-Léon
Houzelot, Denis Ablitzer

► To cite this version:

Marie Debacq, Alain Hazotte, André Feugier, Didier Hartman, Jean-Léon Houzelot, et al.. Mesure par analyse d'images de lois de déchargement de releveurs dans des fours tournants. Visualisation - Images et Modélisation 2001 (VIM 2001), SOCIETE FRANCAISE DE GENIE DES PROCEDES, 2001, Nancy, France. pp.223-228. hal-00172174

HAL Id: hal-00172174

<https://hal.science/hal-00172174>

Submitted on 12 Apr 2017

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

MESURE PAR ANALYSE D'IMAGE DE LOIS DE DÉCHARGEMENT DE RELEVEURS DANS DES FOURS TOURNANTS

M. DEBACQ^{1,2}, A. HAZOTTE¹, A. FEUGIER³, D. HARTMANN⁴, J.L. HOUZELOT², D. ABLITZER¹

¹ Laboratoire de Science et Génie des Matériaux Métalliques (UMR 7584),
Ecole des Mines de Nancy, Parc de Saurupt, 54042 NANCY cedex

² Laboratoire des Sciences du Génie Chimique (UPR 6811),
ENSIC, 1 rue Grandville, BP 451, 54001 NANCY cedex

³ F.B.F.C., Direction Technique, B.P. 1114, 26140 ROMANS cedex

⁴ COGEMA, B.P. 16, 26701 PIERRELATTE cedex

thème : 2

mots clés : four tournant, analyse d'image, loi de déchargement, releveur, poudre cohésive.

introduction

Au cours du cycle du combustible nucléaire, l'uranium sous forme d'hexafluorure est enrichi par diffusion gazeuse. A la sortie de l'usine d'enrichissement, l' UF_6 appauvri doit être converti en U_3O_8 pour permettre un stockage garantissant la sécurité (conversion réalisée par COGEMA) ; tandis que l' UF_6 enrichi est converti en UO_2 pour la fabrication des pastilles destinées aux réacteurs des centrales nucléaires (fabrication réalisée par F.B.F.C.). Ces deux conversions sont en réalité identiques (U_3O_8 est un produit intermédiaire de la transformation $UF_6 \rightarrow UO_2$), et réalisées dans des réacteurs très similaires : l' UF_6 est hydrolysé en phase gazeuse dans un réacteur vertical, puis la poudre d' UO_2F_2 formée est convertie en U_3O_8 solide (ou UO_2 solide) dans un four tournant légèrement incliné par rapport à l'horizontale.

L'écoulement transversal des poudres dans ces fours tournants conditionne fortement les échanges de chaleur et de matière, en particulier au niveau de la qualité et de la durée du contact gaz / solide. En nous appuyant sur les techniques d'analyse d'image, nous avons mesuré expérimentalement la loi de déchargement des releveurs.

revue des travaux antérieurs

L'étude de l'écoulement transversal d'une charge solide dans un four tournant a fait l'objet de nombreuses publications. La plupart concernent le mouvement de cette charge dans des fours le plus souvent dépourvus d'équipements internes. On peut citer en particulier les travaux de Henein.

Kelly et Blumberg ont tout d'abord déterminé théoriquement puis vérifié expérimentalement une loi de déchargement (relation entre le chargement d'un releveur –la fraction de volume de poudre contenue dans un releveur– et sa position angulaire).

étude expérimentale

Dans la présente étude, le mouvement transversal des poudres d' UO_2F_2 , d' U_3O_8 type COGEMA, d' U_3O_8 type FBFC et d' UO_2 a été examiné en détail à température ambiante dans deux maquettes, représentant chacune une tranche du four industriel correspondant, avec le même diamètre et les mêmes équipements internes. Le taux de remplissage varie entre 4 et 24 % et la vitesse de rotation entre 2 et 7 tr/min. Le mouvement transversal des poudres est filmé à l'aide d'un caméscope numérique à travers la face en verre prévue à cet effet.

dépouillement

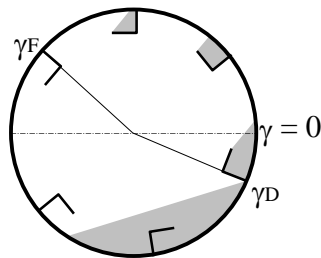
Les films obtenus sont analysés de manière semi-automatique : sur chaque image, on mesure la fraction ξ de poudre contenue dans un releveur en fonction de sa position angulaire γ .

La position d'un releveur est repérée par rapport à l'horizontale, matérialisée sur l'image à l'aide d'un scotch. La quantité de poudre contenue dans un releveur est obtenue en mesurant l'aire délimitée par la poudre contre la face en verre. Pendant ces essais, la quantité de poudre contenue dans un releveur, à une position angulaire donnée, est en effet la même sur toute la profondeur de la maquette. De plus, aucun effet de la face en verre sur la quantité de poudre relevée n'est observé.

Les angles de début et de fin de déchargement sont mesurés séparément sur des images sélectionnées parce qu'elles correspondent à ces deux positions particulières.

résultats et discussion

La loi de déchargement ainsi obtenue est invariante avec le taux de remplissage, la vitesse de rotation, le type de poudre ou de four utilisé. Ainsi, dans les domaines de variation explorés; $\xi = 0,00012 \cdot (\gamma_F - \gamma)$ entre $\gamma_D = -18^\circ$ et $\gamma_F = 131^\circ$. γ_D et γ_F sont respectivement les angles de début et de fin de déchargement, comme illustré ci-dessous.



Si l'on fait l'hypothèse d'un angle d'avalanche δ constant, il est possible de calculer géométriquement la fraction ξ de poudre contenue dans un releveur en fonction de sa position angulaire γ . Pour un angle d'avalanche de 55° , on a un bon accord entre l'approche théorique et les résultats expérimentaux.

Ces informations sont précieuses dans le cadre d'une modélisation globale du procédé, en particulier elles permettent d'accéder à la répartition moyenne de la poudre dans une section transversale de four, dont dépendent directement les surfaces d'échange thermique, et l'influence des aspects diffusionnels sur la cinétique des réactions chimiques mises en jeu.

Blumberg W., Schünder E.U., Transversale Schüttgutbewegung und konvektiver Stoffübergang in Drehrohren - Teil 1 / Ohne Hubschaufeln - Teil 2 :Mit Hubschaufeln, Chemical Engineering and Processing, vol. 35, pp. 395-404 ; 405-411 (1995)

Henein H., Brimacombe J.K., Watkinson A.P., Experimental Study of Transverse Bed Motion in Rotary Kilns, Metallurgical Transactions B, vol. 14B, pp. 191-205 (1983)

Kelly J.J., O'Donnell P., Flight design in rotary dryers, Drying technology, vol. 10, n° 4, pp. 979-993 (1992)