
Modélisation du comportement rhéologique de verres nucléaires fondus contenant des agrégats de platinoïdes

Philippe Marchal*¹

¹Laboratoire Réactions et Génie des Procédés (LRGP) – CNRS : UMR7274 – LRGP - UMR CNRS 7274 - Université de Lorraine 1, rue Grandville - BP 20451 54001 Nancy Cedex, France

Résumé

En France, les produits de fission nucléaire, issus du retraitement des combustibles usés, sont conditionnés au sein de matrices de verres borosilicatés. Lors du processus de vitrification à haute température (1200°C), les éléments à confiner réagissent chimiquement avec les additifs de vitrification pour former un verre homogène. Cependant, parmi ces éléments, les platinoïdes ne sont pas solubles dans le bain de verre et restent en suspension sous forme de particules de quelques microns qui présentent une forte tendance à l'agrégation. Les matrices sont alors le siège de phénomènes de sédimentation et les suspensions peuvent présenter une viscosité anormalement élevée associée à un comportement rhéofluidifiant et thixotrope. Il est donc fondamental de maîtriser au mieux le comportement rhéologique de ces suspensions verrières en vue d'optimiser leur mise en œuvre industrielle.

Dans ce contexte, des mesures rhéologiques en régime permanent et transitoire ont été réalisées sur des verres nucléaires simulés contenant 3 % massique (1 % volumique) de platinoïdes sur une large gamme de vitesses de cisaillement. Ces mesures ont été réalisées à l'aide d'un rhéomètre à contrainte imposée, développé spécifiquement pour cette étude afin d'atteindre les hautes températures requises, comprises entre 1100°C à 1250°C. Ces mesures ont été couplées à des analyses d'image obtenues par microscopie électronique à balayage (MEB). Ainsi, le comportement rhéologique du système et le degré d'agrégation des particules ont pu être analysés en lien avec leur sédimentation au sein du creuset.

Les résultats expérimentaux ainsi obtenus ont permis, pour la première fois dans le cas d'une suspension de verre fondu, le développement d'un modèle rhéologique structural qui permet de décrire, d'expliquer et de quantifier le comportement rhéologique de verres nucléaires chargés en particules. En particulier, il permet de prédire le comportement des échantillons en régime transitoire à partir d'expériences réalisées en régime permanent, sans paramètres ajustables supplémentaires. Cette étude constitue donc un apport important en vue d'une modélisation la plus complète possible des processus et des procédés de vitrification.

Mots-clés :

Fontes verrières, Platinoïdes, Agrégation, Sédimentation, Rhéologie, Thixotropie, Modélisation.

Références :

*Intervenant

Puig J., C. Hanotin, M. Neyret, and Ph. Marchal. "High temperature rheological study of borosilicate glasses containing platinum group metal particles by means of a mixer-type rheometer". *Journal of Nuclear Materials* 469, 112–119 (2016)

Hanotin C., J. Puig, M. Neyret and Ph. Marchal. "Platinum group metal particles aggregation in nuclear glass melts under the effect of temperature". *Journal of Nuclear Materials* 477, 102-109 (2016)

Machado N., M. Neyret, C. Lemaitre and Ph. Marchal. "Thixotropic behavior of a glass melt of nuclear interest containing Platinum Group Metal particles". *Rheologica Acta* 61:857–866 (2022)