

---

# Phénomènes de transports et d'échanges dans les verres

Franck Pigeonneau\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MINES ParisTech, PSL Research University, CEMEF (MINES ParisTech) – MINES ParisTech PSL (CEMEF UMR CNRS 7635) – 06904 Sophia Antipolis, France

## Résumé

Les procédés verriers industriels peuvent être vus comme des réacteurs chimiques et des échangeurs de chaleur. Réacteur chimique car l'énergie est en règle générale apportée par la combustion d'un combustible fossile. Les matières premières réagissent entre elles pour former un liquide à haute température. Finalement, l'affinage des verres dans un four passe par l'ajout de composés réagissant à haute température. Echangeur de chaleur car l'énergie produite dans la chambre de combustion doit être transmise au bain de verre. La récupération de chaleur dans les régénérateurs des fours est un exemple parfait d'échangeur. Les mouvements de convection dans le bain de verre sont pilotés par les gradients thermiques à l'échelle du four.

Les fours verriers sont donc un objet d'étude pour approfondir les phénomènes de transfert thermique par diffusion, convection et par rayonnement thermique. De même, les échanges de masse entre liquide et gaz (bulles dispersées dans le bain) se font par diffusion, convection et réaction.

Au cours de cette présentation, le four sera vu dans son ensemble permettant de tirer quelques règles sur les bilans thermiques. Le caractère de réacteur chimique sera vu à l'aide de la distribution des temps de séjour. La conversion du mélange vitrifiable en un liquide dépourvu d'impuretés sera étudiée en faisant le passage réacteur fermé à ouvert. Les phénomènes plus locaux de transfert seront étudiés nécessitant la mise en oeuvre de résolutions numériques simplement évoquées. On insistera sur l'importance relative de certains effets qui se traduisent par l'apparition de nombres sans dimension. Des exemples traitant de la convection naturelle dans les fours, du transfert de masse autour de bulles seront présentés.

---

\*Intervenant