

Exposé oral

## Simulation du chauffage dans un four

L. Sardo, G. Lissoni, S. El Aouad

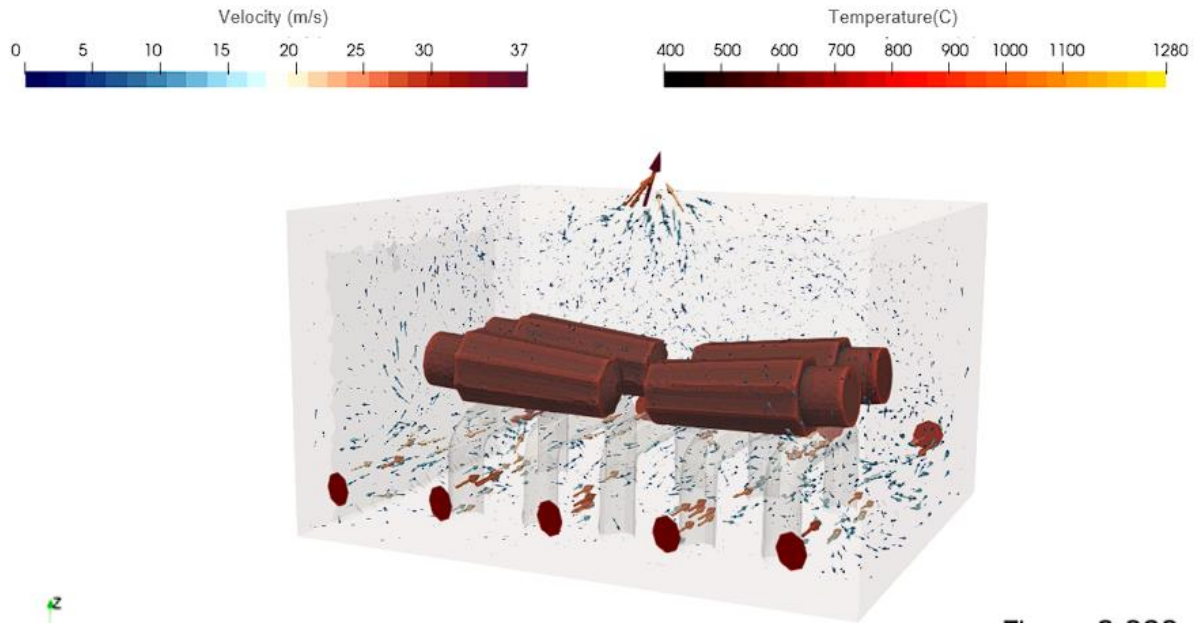
Sciences Computers Consultants, Saint Etienne, France – lsardo@scconsultants.com

**Mots clés** : *simulation numérique, fours industriels, éléments finis*

Les procédés de traitement thermique, chauffage et trempe sont très largement utilisés dans l'industrie mais sont grandement énergivores. En effet, dans le contexte actuel, les temps de cycle très longs de ces process représentent des coûts énergétiques, environnementaux et économiques croissants et potentiellement handicapants pour l'industrie. La simulation numérique apparaît aujourd'hui comme LA solution pour réaliser les tests et phases d'optimisation de ces installations de manière totalement virtuelle.

Simuler le chauffage d'une pièce dans les fours nécessite de décrire précisément les écoulements dans la partie « fluide » du four et les évolutions de température à la fois dans les pièces mais également dans le fluide. Le choix a été fait d'utiliser une approche monolithique (c'est-à-dire où un seul domaine est utilisé à la fois pour la partie fluide et solide), où l'interface solide-fluide est identifiée grâce à une fonction Level-set. Pour décrire les différentes parties du domaine, plusieurs approches existent, dont : avoir un maillage anisotrope raffiné à la frontière des différents objets [1] ou l'utilisation de maillages géométriquement conformes à l'interface [2]. Chaque solution dispose ses avantages et inconvénients. Nous aborderons dans cette présentation les choix faits lors de la réalisation d'un logiciel commercial permettant aux utilisateurs de simuler aisément des installations complexes, qui consistent en un mélange de différentes approches.

Dans le cas présenté (figure 1), nous simulerons le chauffage d'un four industriel (5x4x3m) avec un chargement complexe de quatre lingots de grande taille (3.3tonnes, 1.8m de long, 0.7m de diamètre chacun). Des lingots froids sont enfournés dans un four à 1200°C. Le procédé a pour but d'obtenir une température à cœur homogène sur les différents lingots, avant forgeage. L'objectif de cette simulation est alors d'établir le temps de chauffe optimal de ces lingots pour lequel la température est relativement homogène au sein des pièces, en tenant compte des conditions et scénarii de procédés. Ainsi, grâce à qobeo®, une analyse numérique et 100% virtuelle des procédés peut être mise en place afin de réaliser des économies notables en termes de temps, d'énergie, de matériaux et d'investissement.



**Figure 1.** Exemple de chargement et de résultats.

## Références

- [1] E. Hachem, S. Feghali, R. Codina, T. Coupez, Immersed stress method for fluid–structure interaction using anisotropic mesh adaptation, *Int. J. Numer. Meth. Engng*, 94: 805-825, 2013.
- [2] S. El Aouad, Numerical and parallel modeling of anisotropic fitted mesh for industrial quenching applications *These, Paris Sciences et Lettre*, 2022.