

Sujet de thèse: modélisation et simulations massivement parallèles du micro-climat dans la grotte de Lascaux

Laboratoire

I2M, UMR 5295, Département TREFLE, équipe Mécanique des Fluides Numérique, Pessac

Sujet

Les simulations numériques des écoulements thermo-aérauliques dans la grotte de Lascaux permettent de donner des éléments de réflexion pour la conservation de la cavité, notamment au travers d'une meilleure connaissance de son comportement climatique global qui joue un rôle notable dans les processus néfastes d'altérations, de recouvrements, de vermiculations, etc. Il est important de comprendre et de prédire les périodes pendant lesquelles ils ont la plus grande probabilité d'apparition. En cela, la simulation numérique apporte la dimension de prédiction nécessaire à cette réflexion [1]. Dans le cadre de la thèse, d'un point de vue méthodologique nous nous intéressons à deux problèmes :

- tout d'abord à celui de l'établissement des conditions initiales en température (problème de conduction sur un temps long), liées aux variations saisonnières de la température de surface et à la composition du massif. Un problème inverse se pose, qui consiste à retrouver, par zone, la conductivité du milieu karstique, en minimisant les écarts entre les températures mesurées sur la paroi de la grotte et celles obtenues par simulation ;
- les conditions initiales établies, nous souhaitons ensuite réaliser des simulations de la convection naturelle dans la grotte sur des temps courts (quelques dizaines d'heures à quelques jours). Pour cela nous nous appuyerons sur le code open source Notus (<https://notus-cfd.org>) développé par l'équipe Mécanique des Fluides Numérique de l'I2M dans lequel le traitement des géométries quelconques plongées dans un maillage Cartésien est traité par la méthode des frontières immergées [2,3]. La turbulence de l'écoulement sera abordée par une approche LES pour laquelle le couplage avec la méthode des frontières immergées doit être réalisé. Des simulations avec un maillage centimétrique sont envisagées, ce qui nécessite de faire évoluer le partitionnement du domaine pour ne résoudre que la partie fluide du domaine et réduire ainsi d'un facteur 100 le nombre d'inconnues.

Le volet de la thèse relatif aux simulations à l'échelle de la cavité permettra de mesurer l'impact sur le micro climat de la grotte de différentes configurations climatiques et de plusieurs configurations géométriques (ouverture ou fermeture des gaines Froidevaux, ouverture vers l'extérieur, etc.). Enfin, un marqueur d'humidité permettra d'estimer les zones pariétales susceptibles de voir apparaître des phénomènes de condensation propices aux développement des processus d'altérations.

Dans le cadre de la thèse, des **présentations régulières** seront réalisées auprès de la **conservatrice** de la grotte de Lascaux, **Muriel Mauriac (MCC)** et devant le **conseil scientifique** de la grotte.

Profil recherché

Le candidat doit avoir une formation en mécanique des fluides numérique avec à la fois de solides connaissances en mécanique des fluides et transfert mais aussi sur les méthodes numériques nécessaires à leur résolution (volumes finis, schémas, etc.). Il doit maîtriser une version moderne du langage de programmation Fortran et le calcul parallèle via la bibliothèque MPI.

Encadrement de la thèse

Direction : Delphine Lacanette
Co-direction : Stéphane Glockner
Co-encadrement : Antoine Lemoine

Informations pratiques

Date de clôture de l'offre : 10/01/2020
Démarrage de la thèse avant le 1^{er} mars 2020
Salaire : 1511€ (possibilité d'effectuer des vacances d'enseignement en complément)
Financement : DRAC/Bordeaux INP.

Candidature

Envoyer CV, lettre de motivation, relevé de notes, rapports de stages à lacanette@enscbp.fr ;
glockner@bordeaux-inp.fr ; antoine.lemoine@bordeaux-inp.fr

Références

- [1] D. Lacanette, P. Malaurent, Préviation climatique dans la grotte de Lascaux, *Karstologia*, 63, 49-57, 2014.
- [2] J. Picot, S. Glockner, Discretization stencil reduction of direct forcing immersed boundary methods on rectangular cells: the Ghost Node Shifting Method. *Journal of Computational Physics*, 364, pp18-48, 2018 (https://notus-cfd.org/sites/default/files/main_2.pdf).
- [3] A. M. D. Jost and S. Glockner, Direct forcing immersed boundary method: Improvements to the Ghost Node Method. Submitted to *Journal of Computational Physics*. 2019 (https://notus-cfd.org/sites/default/files/Direct_forcing_ibm_Improvements_to_the_Ghost_node_Method.pdf).