

SOUTENANCE DE THÈSE

Apport de la modélisation des transferts d'eau et de température en milieu karstique pour l'étude de l'impact du changement climatique sur le devenir des grottes ornées :

application à la grotte de Villars (Dordogne, France)

Jeudi 19 novembre 2026 · **14 h 00**

Amphithéâtre Claude Bloch
CEA Orme des Merisiers · Bâtiment 774
91191 Gif-sur-Yvette

Suivre en visioconférence

Clément ARTIGUE

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement · Doctorat de l'Université Paris-Saclay

RÉSUMÉ

Le changement climatique modifie les conditions de conservation des grottes ornées, par le réchauffement de l'atmosphère et par l'augmentation attendue de l'intensité et de la fréquence de certains épisodes pluvieux extrêmes. Cette thèse évalue comment ces changements peuvent affecter la grotte ornée de Villars, en Dordogne. La réponse à cette problématique est abordée selon quatre axes complémentaires : (1) mieux caractériser le karst du site de Villars par des méthodes géophysiques et des mesures pétrophysiques en laboratoire, (2) modéliser le transfert d'eau dans l'épikarst, (3) simuler le transfert thermique entre l'air et le sol situé au-dessus de la grotte et (4) modéliser le transfert thermique dans la grotte ainsi que les processus de diagenèse associés. Les modélisations sont calibrées dans les conditions actuelles à partir de mesures de terrain. Les modèles calibrés sont ensuite utilisés pour étudier la réponse du système à différents scénarios de changement climatique.

Cette thèse a d'abord permis, sur le site de Villars, de mettre en évidence la présence de deux lithologies aux propriétés pétrophysiques distinctes, caractérisées par des contrastes de perméabilité et de porosité de fissures.

La modélisation hydrologique a ensuite montré que les principales dynamiques du goutte-à-goutte d'une stalactite située dans la grotte peuvent être reproduites en combinant un modèle conceptuel de réservoir épikarstique avec un modèle distribué à double perméabilité. Les projections climatiques indiquent une augmentation des événements extrêmes de goutte-à-goutte sous la stalactite plus marquée que celle des précipitations extrêmes qui en sont la cause.

La modélisation thermique, quant à elle, a montré que l'estimation de la température du sol au-dessus de la grotte à partir de la température de l'air dépend fortement de l'approche utilisée : un modèle d'apprentissage profond (deep learning) est plus performant à court terme, tandis que les modèles à base physique semblent plus fiables pour les projections à long terme.

Enfin, la modélisation 3D de différents phénomènes physiques (conduction, convection et rayonnement) a permis de retrouver la température mesurée en différents points de la grotte. Les projections thermiques indiquent que les zones proches de la surface ou des entrées/sorties de la grotte auront des conditions plus favorables à l'évaporation et à la précipitation de calcite, d'où un risque d'apparition d'un voile de calcite sur les parois ornées. Les conditions dans les zones plus profondes seront au contraire plus favorables à la condensation et au retrait de calcite, ce qui pourrait représenter une menace pour la stabilité des pigments et la conservation des peintures rupestres.

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE

Mme Delphine ROUBINET Chargée de recherche, Géosciences Montpellier	Rapporteure
M. Sylvain WEILL Professeur, ENGEES	Rapporteur
Mme Edwige PONS-BRANCHU Professeure, UVSQ, LSCE	Examinatrice
M. André FOURNO Docteur, ingénieur, IFPEN, Rueil-Malmaison	Examinateur
M. Dominique GENTY Directeur de recherche, CNRS, Université de Bordeaux	Invité
M. Bruno LARTIGES Professeur, Université de Toulouse Paul Sabatier	Invité

DIRECTION DE THÈSE

Mme Claude MUGLER
Directrice de recherche, LSCE, CEA