

Sujet de thèse 2026 – 2029

Sujet :

Analyse des interactions sol-atmosphère dans le comportement hydromécanique des sols argileux soumis à la sécheresse sous l'effet du changement climatique

Mots clés :

Sécheresse, retrait-gonflement, fissuration, données météorologiques, teneur en eau, succion, instrumentation, corrélation d'images

Contexte et état de l'art :

La France métropolitaine connaît depuis quelques années des sécheresses de plus en plus intenses, fréquentes sur des périodes plus longues, imputables au changement climatique. La part de la charge cumulée afférente à la sécheresse et au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux (RGA) parmi les différents périls couverts par le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles (Cat-Nat) est passée de 37% sur la période 1989-2015 à 60% sur la période 2016-2021 ([France Assureurs, 2023](#)). Avec une part de 53,1% de la sinistralité cumulée des dix dernières années, la sécheresse devient le péril le plus coûteux devant les inondations à 31,9% et les autres périls à 15% ([CCR, 2026](#)). En 2022, la France a connu pour la 6^e fois en 10 ans une sécheresse de grande ampleur dont le coût est aujourd'hui estimé à plus de 3,5 Md€. La récurrence des sécheresses extrêmes aura pour conséquence l'augmentation de la vulnérabilité du bâti et un effet cumulatif des désordres qui nécessiteront alors des travaux plus lourds et coûteux.

Il existe à ce jour 19 stations météo équipées de capteurs de teneur en eau volumique (VWC) implantés jusqu'à 30 cm de profondeur et gérées par Météo France. Ces stations, issues du réseau SMOSMANIA « Soil Moisture Observing System - Meteorological Automatic Network Integrated Application », sont capables de mesurer en continu le taux d'humidité et la température du sol et elles sont toutes localisées dans le sud de la France ([Calvet et al., 2010](#)). Aujourd'hui, il y a un réel besoin de mesurer in situ l'évolution de l'humidité des sols argileux dans le contexte du changement climatique et corréler ces données avec les données météorologiques afin de mieux comprendre les interactions sol-atmosphère-végétation-eau (SAVE) et maîtriser l'évolution du phénomène de RGA.

Les interactions sol-atmosphère sont permanentes et influent particulièrement les ouvrages et les bâtis. [Wang et al. \(2019\)](#), dans un contexte agricole, ont montré que les précipitations ont eu des effets sur l'humidité du sol dans environ 91% d'une zone aride en Chine et ont expliqué jusqu'à 40% de la variabilité de l'humidité du sol entre 1982 et 2015. De plus, la végétation par l'action racinaire joue un rôle important dans le comportement hydromécanique des sols argileux. Sa prise en compte revient à étudier les interactions sol-végétation-atmosphère qui influencent les variations de teneur en eau ainsi que les tassements différentiels du sol ([Hemmati et al., 2012](#)).

Objectifs et méthodologie :

Le sujet de thèse s'inscrit dans le cadre du projet de recherche SEHSAR « Surveillance Etendue du niveau d'Humidité des Sols argileux pour l'Adaptation et la Résilience du bâti face au changement climatique », porté par le Cerema en partenariat avec le BRGM, lauréat de l'appel à projets RGA France 2030 opéré par l'ADEME ([Cerema, 2024](#)). L'objectif du projet est de développer un outil de veille et d'anticipation du niveau de la sécheresse des sols argileux en France par la mesure in situ combinée aux algorithmes de l'intelligence artificielle pour une meilleure prise de décision et des applications comme l'humidification automatique et connectée du procédé MACH® « MAison Confortée par Humidification » du Cerema ([Ighil Ameur, 2024](#)).

Dans ce contexte, la proposition de thèse a pour objectif l'étude des interactions sol-atmosphère dans le comportement hydromécanique des sols argileux soumis à la sécheresse sous l'effet du changement climatique. Le ou la doctorant(e) conduira une analyse multi-échelles :

- a. En laboratoire, avec la caractérisation du comportement hydromécanique et de la fissuration de dessiccation des sols argileux prélevés in situ, notamment sur les sites du réseau de stations SEHSAR,
- b. In situ, avec à la fois les données en libre accès de Météo France et celles issues du monitoring des paramètres du sol (teneur en eau volumique, température, déformation, etc), de la végétation et de l'atmosphère (température et humidité de l'air, pluviométrie, évapotranspiration, etc) des sites SEHSAR.
- c. Sur la base de ces données, le ou la doctorant(e) établira les corrélations pertinentes pour mieux comprendre les interactions sol-végétation-atmosphère et les modéliser pour prévenir les dommages causés par la sécheresse des sols argileux.

Profil du candidat :

Le ou la doctorant(e) devra être titulaire d'un diplôme de master 2 ou équivalent en génie civil, mécanique des sols, géotechnique, ou ingénierie environnementale et agronomique ; avoir des aptitudes pour la recherche expérimentale en laboratoire et le monitoring in situ ; s'intéresser au traitement des données par les techniques de Data Science.

Informations administratives :

⇒ **Important** : le recrutement pour ce poste de doctorant(e) sera effectif sous réserve de validation par les services RH du Cerema.

La thèse sera dirigée par Pr. Mahdia Hattab (Université de Lorraine/LEM3) et co-encadrée par Dr. Lamine Ighil Ameur (Cerema/GéoCoD-UMR Telluris) et Dr. Cédric Agboli (Cerema/GéoCoD-UMR Telluris).

Le ou la doctorant(e) recruté(e) réalisera ses travaux de thèse au Cerema au sein de l'équipe de recherche GéoCoD – UMR Telluris sur le site de l'Agence de Blois (11 rue Laplace, 41000 Blois, France), et fera des déplacements ponctuels sur le site du LEM3 à Metz.

La thèse, d'une durée de 36 mois, débiterait en octobre 2026 et sera financée via le projet de recherche SEHSAR, lauréat de l'appel à projets RGA France 2030 opéré par l'ADEME.

Contacts :

Pour candidater, merci d'envoyer un CV à jour et une lettre de motivation à :

- Pr. Mahdia Hattab : mahdia.hattab@univ-lorraine.fr
- Dr. Lamine Ighil Ameer : lamine.ighil-ameur@cerema.fr
- Dr. Cédric Agboli : mensan.agboli@cerema.fr

Date limite de candidature : 31/08/2026

Références bibliographiques :

Calvet JC., Mahfouf JF., Martin E., Roujean JL., Albergel C., Carrer D., Fritz N., Hauteceur O., Kaptue A., Lafont S., Meurey C., Noilhan J. (2010) Utilisation de données satellitaires en hydro-météorologie : la recherche à Météo-France. La Houille Blanche, 96:2, 96-102, <https://doi.org/10.1051/lhb/2010023>

CCR (2026) Les catastrophes naturelles en France - Bilan 1982-2025. Rapport d'étude. <https://www.ccr.fr/les-catastrophes-naturelles-en-france-bilan-1982-2025/>

Cerema (2024) Deux projets pour construire des solutions face au retrait gonflement des sols argileux retenus dans l'appel à projets RGA de l'Ademe France 2030. Article web, France. <https://www.cerema.fr/fr/actualites/deux-projets-construire-solutions-face-au-retrait-gonflement>

France Assureurs (2023) La sécheresse et son impact sur les habitations : quelles solutions de prévention et de protection ? Master class #2. <https://www.franceassureurs.fr/actualites/master-class-secheresse-impact-habitations-solutions-prevention-protection/>

Hemmati S., Gatmiri B., Cui Y-J., Vincent M. (2012) Thermo-hydro-mechanical modelling of soil settlements induced by soil-vegetation-atmosphere interactions, Engineering Geology Journal, Volumes 139–140, p1-16, ISSN 0013-7952, <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2012.04.003>

Ighil Ameer L. (2024) Maisons fissurées : réhydrater le sol pour faire face au retrait-gonflement des argiles. The Conversation France, article web, France. <https://theconversation.com/maisons-fissurees-rehydrater-le-sol-pour-faire-face-au-retrait-gonflement-des-argiles-219266>

Wang Y., Yang J., Chen Y., Fang G., Duan W., Li Y., De Maeyer P. (2019) Quantifying the Effects of Climate and Vegetation on Soil Moisture in an Arid Area, China. Water, 11, 767. <https://doi.org/10.3390/w11040767>