

Sujet de Master 2 2020-2021

Suivi du dégel du pergélisol sur plusieurs années sur un site expérimental en Yakoutie Centrale (Sibérie Orientale)

L'Arctique est une des régions du globe qui subit l'impact du réchauffement climatique le plus fortement. La Yakoutie Centrale en Sibérie Orientale possède un des pergélisols les plus riches en glace (70% de glace en volume) qui a subi ces dernières années les plus fortes augmentations de températures de l'air moteur de son important dégel. Le dégel du pergélisol et la fonte de la glace provoque une subsidence du sol et la formation de lacs (processus de thermokarst). Les processus de dégel entraînent ainsi des modifications importantes des écosystèmes, que ce soit d'un point de vue géomorphologique, biologique, botanique, ainsi que l'influence sur les ressources en eau, l'augmentation des flux de carbone, sans oublier les mises en danger d'habitation et leurs activités socio-économiques.

L'initiation et le développement des premiers stades du dégel du pergélisol avant la formation d'un lac est encore mal compris. En effet, les relations entre les phases de dégel et les paramètres climatiques saisonniers ainsi que les conditions hydrogéologiques sont peu ou pas contraintes du fait de la complexité des interactions entre les différentes phases de l'eau en interactions au sein des milieux froids. Afin de comprendre, les différents impacts, feedbacks et rétroaction dus au dégel du pergélisol menant à la création d'un lac, il est important de développer un nouveau paradigme pour contraindre le déclenchement et l'évolution d'un thermokarst dans le contexte d'intensification futur du réchauffement climatique.

Pour cela un site expérimental de suivi du dégel du pergélisol riche en glace a été mis en place (100 km de Yakoutsk, à Syrdakh) depuis 2016 dans un ancien champ agricole. Plusieurs paramètres sont enregistrés toute l'année ou mesurés lors des études de terrain en été : température du sol et du pergélisol, niveau d'eau de nappe supra-pergélisol, couverture de végétation (dérivée d'imagerie drone), modèle numérique de terrain (dérivée d'imagerie drone), profondeur couche active.

Le but de ce stage de Master 2 est de :

- Comprendre où le pergélisol dégèle ou se réchauffe depuis 2016 à partir de l'étude de données de sondes thermiques placées dans différents forages répartis spatialement jusque dans le pergélisol en utilisant des traitements statistiques (temporels et/ou spatial)
- Quantifier la subsidence du sol par la comparaison de modèles numériques de terrain pour chaque année depuis 2016 (traitement d'images de drone) et comprendre l'origine de cette subsidence en la corrélant aux autres jeux de données (dégel du pergélisol, écoulement souterrain)
- Comprendre le contrôle et la hiérarchisation des paramètres climatiques saisonniers (température de l'air, précipitation, neige, ...), de la macrotopographie et des conditions hydrologiques dans le développement du thermokarst par des analyses de sensibilités

Ce stage permettra de mieux comprendre l'initiation en cours du dégel du pergélisol. Il y a peu de connaissances sur la vulnérabilité et la résilience des écosystèmes boréaux face aux perturbations de surface. Ce sujet de stage de M2 fait partie du projet "Assessment of degradation and the possibility

of restoration of disturbed territories of the ice-rich permafrost in Central Yakutia, Siberia" déposé lors l'appel [CNRS International Emerging Actions 2020](#) en collaboration avec des chercheurs russes du [Permafrost Institute de Yakutsk](#).

Le sujet de M2 sera complémentaire et en relation avec un autre sujet de M2 « *Etude de l'évolution de différentes variables thermiques du sol en conditions de changement climatique (Bassin versant de la Léna, Yakoutie, Sibérie)* » dirigé par Christophe Grenier (LSCE). Ce sujet permettra de comparer les données de terrain avec les mesures satellitaires de la température du sol (Land Surface Temperature à partir de données IR Landsat, MODIS, IASI) et donner un contexte régional à l'étude au site expérimental. Ces cartes de température du sol à l'échelle de la Yakoutie Centrale permettront d'identifier des lieux de déclenchement ou favorables au dégel actif du pergélisol. Il est particulièrement important de comprendre le lien entre le bilan énergétique en surface qui peut varier rapidement (horaire à annuel) aux conditions du pergélisol qui change plus lentement (pluriannuel).

Compétences souhaitées du candidat (une ou plusieurs) : connaissances en thermique du sol, connaissances hydrogéologiques, traitement statistique, Python.

Ce sujet de M2 peut déboucher sur un sujet de thèse déposé à [l'ED579 SMEMAG](#).

Equipe scientifique du [laboratoire Géosciences Paris Saclay \(GEOPS\)](#) et [laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement \(LSCE\)](#) :

Antoine Séjourné (GEOPS) ; Emmanuel Léger (GEOPS), François Costard (GEOPS), Christophe Grenier (LSCE) ; Laure Dupeyrat (GEOPS)

Contact pour candidature : Antoine Séjourné - antoine.sejourne@universite-paris-saclay.fr



Figure 1 : Lieu du site du suivi du dégel du pergélisol en Yakoutie Centrale (Sibérie Orientale)