



Proposition de sujet de thèse CDU 2020 Laboratoire GEODE :

Impacts hydro-sédimentaires et socio-culturels de la création de lac réservoirs dans les hydro systèmes montagnards des Pyrénées

Mots clés : *lac réservoir, hydroélectricité, changement climatique, montagne, hydro systèmes, archives historiques, sédiments lacustres, géomorphologie, paléo environnements, paléo paysages*

Directeur : Emmanuel Chapron (PR, GEODE) emmanuel.chapron@univ-tlse2.fr

Co-directeur : Philippe Valette (MCF HDR, GEODE) philippe.valette@univ-tlse2.fr

Présentation du sujet de thèse

Une grande diversité de lacs caractérise les paysages montagnards français: des plans d'eau artificiels formés à différentes altitudes par l'action de l'homme (pour l'irrigation des plaines, la production hydroélectrique) ou des plans d'eau naturels sensibles aux changements environnementaux induits par le climat (fonte des glaciers, volume et qualité de l'eau et des apports sédimentaires) et de plus en plus exposés aux conséquences des activités anthropiques (dans les hydro systèmes ou l'atmosphère). Ces paysages et environnements lacustres d'altitude naturels et artificiels constituent une ressource et des patrimoines essentiels et attractifs au sein des hydro systèmes montagnards. Depuis plus d'un siècle, l'économie de nombreuses zones de montagne est devenue de plus en plus dépendante de la production d'hydro électricité et des activités touristiques (sports d'hiver, randonnées, pêche).

Dans les Pyrénées comme dans les Alpes et le Massif Central, il existe de nombreux lacs naturels et deux types de plan d'eau artificiel: (i) *un lac réservoir* résultant de la construction d'un ouvrage en aval d'un lac naturel permettant d'augmenter et de contrôler le volume de stockage d'eau ainsi que l'écoulement de l'eau en aval de l'ouvrage ; et (ii) *une retenue* résultant de la construction d'un ouvrage faisant obstacle à l'écoulement d'un cours d'eau, formant un plan d'eau et permettant de contrôler le volume de stockage d'eau, ainsi que l'écoulement de l'eau en aval de l'ouvrage. Les plus anciens lacs artificiels de montagne remontent à la fin du 19ième en France et sont des lacs

réservoirs. Ils sont plus nombreux dans les Pyrénées que dans les Alpes et en Auvergne (Simonneau, 2012 ; Chassiot, 2015). Ces hydro systèmes anthropiques montagnards se caractérisent par un fort potentiel paleoenvironnemental puisqu'ils contiennent à la fois :

-un remplissage sédimentaire ancien (de lac naturel de montagne) ayant enregistré l'évolution des conditions climatiques et des activités humaines depuis plusieurs millénaires (Guyard et al., 2007; 2015; Chapron et al, 2007 ; Simonneau et al. 2014) et

-un remplissage sédimentaire récent de réservoir qui est sensible à l'évolution des conditions climatiques et anthropiques (locales et régionales, voir globales) mais surtout à l'usage du plan d'eau (Simonneau et al, 2012 et 2013).

Trop peu d'études paléoenvironnementales sont par ailleurs disponibles sur le versant français des Pyrénées pour autoriser des corrélations régionales à l'échelle du massif des Pyrénées (Simonneau et al, 2013, Jomelli et al 2020) et ainsi permettre des comparaisons climatiques régionales avec les travaux réalisés dans les lacs naturels des Alpes (Arnaud et al, 2016) et du Massif Central (Chassiot et al, 2018). Ce projet de thèse vise donc à analyser les enregistrements morfo sédimentaires passés et récents accumulés dans quelques lacs naturels, retenues et lacs réservoirs d'altitude emblématiques situés au sein des bassins versants de l'Aude, de l'Ariège, de la Garonne et de l'Adour. Ce projet de thèse nécessitera la réalisation d'une approche géohistorique des paysages lacustres montagnards, des aménagements et de l'usage des hydro systèmes sélectionnés. L'intégration des données environnementales instrumentées, des documents d'archives et des enregistrements sédimentaires disponibles dans les Pyrénées françaises est en effet nécessaire afin de mieux comprendre –et ainsi contribuer à mieux prédire– comment le réchauffement climatique actuel et futur pourrait impacter la pérennité et/ou la réorganisation des hydro systèmes montagnards modernes.

De nos jours, l'eau –*considérée en tant que ressource énergétique renouvelable*– et le tourisme représentent une partie importante des ressources financières dans les principaux massifs montagnards français. La dynamique actuelle de réchauffement climatique, la variabilité des apports neigeux et hydriques ainsi que le développement de sécheresses estivales répétées fait cependant peser une incertitude sur la disponibilité future de la ressource en eau, sur l'évolution rapide des écosystèmes aquatiques et sur l'équilibre socio-économique de certains territoires. Il apparait donc aujourd'hui nécessaire d'établir une méthodologie pour préciser la sensibilité des plans d'eau naturels et artificiels au changement climatique, environnemental et paysager. Il est ainsi important de mieux comprendre la nature, la dynamique et la variabilité du remplissage sédimentaire de ces divers types de plans d'eau pour optimiser leur gestion (ressources en eau, piégeage de sédiments) au cours du temps (dernières décennies, derniers siècles) selon les conditions climatiques et l'usage des hydro systèmes.

L'objectif de ce sujet de thèse vise donc à développer une approche géohistorique, géomorphologique, sédimentologique et paléo environnementale de type pluridisciplinaire (Valette & Carozza, 2019) permettant de préciser l'impact du climat depuis le Petit Age Glaciaire (PAG) du Moyen Age (AD 1450-1850) et des différents usages des plans d'eau, sur les paysages et les hydro systèmes montagnards. Une approche géohistorique dans ces différents chantiers permettra de retracer des tendances d'évolution des formes d'anthropisation des hydro systèmes afin de comprendre les héritages et les enjeux actuels. A ce titre ce projet de thèse s'intègre dans le

développement de l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique (OPCC) visant à réduire la vulnérabilité du Massif aux impacts du changement climatique et à s'adapter à ses effets.

Le travail de recherche reposera ainsi sur l'intégration : (i) de cartographies des environnements subaquatiques (établissement de la géomorphologie détaillée du plan d'eau actuel par mesures bathymétriques multifaisceaux, et de la dynamique du remplissage sédimentaire par sismique réflexion à haute résolution), (ii) de la caractérisation des environnements littoraux et subaériens avant et après la mise en place d'un barrage (cartes topographiques, photos aériennes, images satellitaires, modèles numériques de terrains à partir d'un drone (aérien ou subaquatique) programmable équipé de différents capteurs) et (iii) l'analyse fine de la nature et chronologie des archives sédimentaires prélevées par carottages dans les secteurs les plus pertinents au sein d'un lac réservoir ou d'une retenue (sédiments fluviaux, lacustres). L'établissement de la chronologie des archives naturelles intègrera des méthodes physiques (datations radionucléides, radiocarbones) et archivistiques (cartographies, textes, photos) permettant d'établir les trajectoires d'évolution des socio-écosystèmes.

Une partie significative des données acoustiques, topographiques, sédimentaires et chronologiques nécessaire à ce projet de thèse sont déjà disponibles au laboratoire et ont été collectées (dans 2 retenues, 3 lacs réservoirs et 2 lacs naturels) dans le cadre de projets financés par le Référentiel Géologique de la France (RGF Pyrénées-BRGM, 2015, Massif du Néouvielle), le labex DRIHM de l'INEE (Observatoire Homme Milieu; OHM Pyrénées) via les projets ALTOS (2013, 2014), ELECTREAU (2015) et D-GLAP (2016, 2017 & 2019) dans les Pyrénées ariégeoises et centrales, mais aussi dans le cadre de la Zone Atelier Pyrénées Garonne du CNRS (ZA PYGAR) via le projet GALAC d'Oo (2020) et de conventions d'études avec EDF dans les Pyrénées Orientales (2017). Des campagnes de terrains devront également être réalisées durant la thèse (dans 1 retenue, 3 lacs réservoirs et 2 lacs naturels) dans le secteur des Pyrénées Centrales ayant été profondément impacté par la fonte des glaciers du PAG et le développement de lacs réservoirs en 1883, 1908, 1917, 1933 et 1953, dont la majeure partie des ressources en eaux sont détournées du bassin versant de Garonne vers celui de l'Adour depuis 1971 par la creusement de conduites EDF dans le Massif du Néouvielle. Ces nouvelles données seront collectées et analysées dans le cadre des projets en cours de l'OHM Pyrénées (NEOLACS 2020-21), d'un programme de recherche financé par EDF-AEAG (2018-2021) et d'un programme de recherche appliqué en préparation et porté par le BRGM (financement BRGM et région Occitanie) focalisé sur les aquifères montagnards du bassin versant de la Garonne.

Profil du candidat :

Le (la) candidat(e) sera titulaire d'un Master 2 en géographie, écologie ou sciences de la terre ou de l'environnement soutenu avant fin Aout 2020 ou d'un diplôme d'ingénieur dans le domaine de l'environnement ou des géosciences. Il est impératif que le (la) candidat(e) ait au moins la mention Bien au stage de recherche M2, pour que le CDU soit validé par l'ED TESC. Le (la) candidat(e) aura une bonne connaissance de l'anglais scientifique et une expérience dans au moins un des domaines suivants : sédimentologie, géomorphologie des formations superficielles, paléoécologie, outils SIG, étude des archives historiques. Des compléments de formation pourront être apportés durant la thèse, notamment pour la mise en œuvre d'approches géohistoriques ou l'acquisition et l'interprétation de données topographiques, acoustiques, géochimiques et paléo environnementales.

Enfin le (la) candidat(e) devra faire preuve d'initiative et d'autonomie dans son travail et saura interagir avec les autres membres des projets supports.

Bibliographie:

- Arnaud et al (2016). Erosion under climate and human pressures : an alpine lake sediment perspective. *Quaternary Science Reviews*, 152, 1-18.
- Chassiot L (2015). Forçages naturels et anthropiques sur la sédimentation holocène en domaine lacustre, application aux lacs d'Auvergne et aux réservoirs des bassins versants de la Loire et d'Adour Garonne. Thèse de Doctorat de l'Université d'Orléans, 500 p.
- Chassiot et al (2018). A 7000-year environmental history and soil erosion record inferred from the deep sediments of Lake Pavin (Massif Central France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 497, 218-233.
- Chapron et al (2007). Reconstructing recent environmental changes from proglacial lake sediments in the Western Alps (Lake Blanc Huez, 2543 m a.s.l., Grandes Rousses Massif, France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 252, 586-600.
- Guyard H, Chapron E et al (2007) High-altitude varve records of abrupt environmental changes and mining activity over the last 4000 years in the Western French Alps (Lake Bramant, Grandes Rousses Massif), *Quaternary Science Reviews* 26:2644-2660.
- Guyard H, Chapron E et al (2013) Late-Holocene NAO and oceanic forcing on high-altitude proglacial sedimentation (Lake Bramant, Western French Alps) *The Holocene* 23:1163-1172.
- Jomelli V. , Chapron E. et al (2020). Glacier fluctuations during the Late Glacial and Holocene on the Ariège valley, northern slope of the Pyrenees and reconstructed climatic conditions. *Mediterranean Geoscience Reviews*. <https://doi.org/10.1007/s42990-020-0018-5>.
- Valette P & Carozza JM (2019) Introduction à l'ouvrage "Géohistoire de l'environnement et des paysages", dans Philippe Valette, Jean-Michel Carozza (dir.), *Géohistoire de l'environnement et des Paysages*, CNRS Editions, 441 p.
- Simonneau A (2012). Empreintes climatiques et anthropiques sur le détritisme holocène : étude multiparamètres et intégrée de systèmes lacustres d'Europe Occidentale. Thèse de Doctorat de l'Université d'Orléans, 513 p.
- Simonneau A, Chapron E et al (2012). Archives lacustres de l'évolution du climat et des activités humaines récentes dans les Pyrénées ariégeoises au cours de l'Holocène (Etang Majeur, vallée du Haut-Videssos, Pyrénées, France). *Sud-Ouest Européen*, 33, 101-116.
- Simonneau A, Chapron E et al (2013) Recent climatic and anthropogenic imprints on lacustrine systems in the Pyrenean Mountains inferred from minerogenic and organic clastic supply (Videssos valley, Pyrenees, France). *The Holocene* 23:1764-1777.
- Simonneau A., Chapron E. et al (2014). Tracking Holocene glacial and high-altitude alpine environments fluctuations from minerogenic and organic markers in proglacial lake sediments (Lake Blanc Huez, Western French Alps). *Quaternary Science Reviews* 89, 27-43.

Modalités de Candidature

Le dossier de candidature doit être envoyé par email avant le **15 Aout 2020 minuit** et adressé aux directeurs de thèse (emmanuel.chapron@univ-tlse2.fr ; philippe.valette@univ-tlse2.fr), au directeur du laboratoire GEODE (didier.galop@univ-tlse2.fr) et à la présidente de la Commission doctorale du laboratoire (christine.vergnolle-mainar@univ-tlse2.fr).

Le dossier doit être constitué par : un CV, une lettre de motivation, un projet scientifique en rapport avec le sujet proposé, les relevés de notes et diplômes, le mémoire du master (si soutenu) et éventuellement des lettres de recommandation.

Le 25 Aout 2020, un courrier vous sera adressé. Il indiquera si vous êtes retenu.e. pour une audition début septembre ainsi que, si tel est le cas, les modalités (en présentiel au laboratoire ou à distance selon la situation sanitaire, format de présentation).