

Projet doctoral TRAJECTOIRES :

Évolution de la quantité et de la qualité de l'eau d'un socio-hydrosystème dans un contexte de changement global : co-construction de scénarios et modélisation des trajectoires à court (2030), moyen (2050) et long termes (2100) - Application au cas de la Souffel (Bas-Rhin).

RESUME DU PROJET:

Le projet de thèse TRAJECTOIRES vise à développer une méthodologie originale et transposable d'accompagnement de la transition vers des bassins versants résilients au changement climatique. En partenariat étroit avec les parties prenantes du bassin test, la Souffel (67), il s'agira de co-construire des scénarios de transition agro-écologique, de simuler les trajectoires associées via une modélisation intégrée à l'échelle du bassin versant puis d'évaluer leurs effets hydro-territoriaux. Ce projet doctoral est porté par une équipe interdisciplinaire rompue à la recherche-action.

Mots clés : Transition agro-écologique, résilience, trajectoire, modélisation, recherche-action

Directeur de la thèse : **Payraudeau Sylvain**, Professeur à l'ENGEES, UMR ITES

Contact : sylvain.payraudeau@engees.unistra.fr

Co-directeur **Barbier Rémi**, Professeur à l'ENGEES, UMR GESTE

Contact : remi.barbier@engees.unistra.fr

Profil recherché : Le/la doctorant.e aura un profil en géosciences, ingénierie environnementale, mathématique appliquée ou agronomie. Il/elle devra également disposer d'une formation intégrant les jeux d'acteurs et l'aide à la décision et à la transition.

1. Contexte

Compte tenu des changements hydro-climatiques à venir, **le territoire de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse va être progressivement et durablement affecté d'ici 2050 en termes d'évolution quantitative et qualitative de l'eau**. Cela aura des conséquences incertaines sur les options et la capacité de maintien des usages associés¹, notamment agricoles. Un changement de cap et de paradigme est donc urgent. Il doit s'appuyer sur des scénarios de transition des usages et modes de gestion de la ressource. Toutefois, si la reconstruction des trajectoires des pressions socio-économiques passées est une approche classique pour appréhender l'état actuel de la ressource en eau², **cette co-construction de scénarios puis la simulation des trajectoires d'évolution quantitative et qualitative des eaux à l'échelle locale restent rares**³. En effet, définir une série de scénarios allant du 'business as usual' à des transitions agro-écologique ambitieuses s'appuyant sur des systèmes de production agricole plus économes, autonomes⁴ et résilients aux aléas climatiques pour déterminer les trajectoires d'évolution quantitative et qualitative des eaux s'avère particulièrement complexe. **Cela tient notamment à l'interdépendance entre l'évolution des activités agricoles et celles des conditions hydro-climatiques**⁵ que les approches de modélisation permettent d'explorer et d'interroger.

2. Objectifs

Ce projet de thèse a pour objectifs de **développer puis de tester une méthodologie originale et transposable de co-construction de scénarios de transition agro-écologique** puis de **simuler les trajectoires associées** afin d'en évaluer l'impact sur la **résilience des activités agricoles en lien avec la dynamique des eaux et leurs qualités bio-physico-chimiques**. En partant des enjeux et vulnérabilités locales, ce projet s'inscrit pleinement dans les « **sciences de la soutenabilité** »^{6,7} en pleine émergence internationalement. Celles-ci visent à accompagner la conception de trajectoires de

¹ Région Grand Est, 2019. Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires. Diagnostic Territorial, Synthèse de l'Etat des Lieux et Enjeux. 176 p.

² Flipo et al., 2020. Trajectories of the Seine River Basin. In: Flipo N., Labadie P., Lestel L. (eds) The Seine River Basin. The Handbook of Environmental Chemistry, vol 90. Springer

³ Allain, 2020. Linking deliberative evaluation with integrated assessment and modelling: A methodological framework and its application to agricultural water management. Futures, 120, 102566.

⁴ Commissariat général au développement durable, 2017. Les systèmes de production économes et autonomes pour répondre aux enjeux agricoles d'aujourd'hui. Commissariat général au développement durable. Ministère de la transition écologique et solidaire. 42p.

⁵ Le Noël et al., 2021. Socio-ecological drivers of long-term ecosystem carbon stock trend: An assessment with the LUGCA model of the French case. Anthropocene, 33, 1-12.

⁶ Kates, 2011. What kind of a science is sustainability science? PNAS, 108(49), 19449-19450.

⁷ Gleick, 2018. Transitions to freshwater sustainability. PNAS, 115(36), 8863-8871.

socio-hydrosystèmes et la prise de décision en appliquant des modèles de prédiction à même d'identifier et de hiérarchiser les facteurs socio-économiques, juridiques, politiques, agricoles et écologiques contrôlant la résilience et l'adaptation du système aux changements hydro-climatiques. Plus spécifiquement, il s'agit d'aider à concevoir des « water wise catchments », en écho aux « water wise cities » promues à l'échelon international⁸.

L'originalité de ce projet de thèse est de combiner les démarches d'analyse avec des **méthodes innovantes de représentation et de modélisation des trajectoires de transition des socio-hydrosystèmes développées respectivement au sein de l'UMR GESTE** (co-direction Rémi Barbier, sociologie), **de l'UMR ITES** (co-direction Sylvain Payraudeau, hydrologie) de **l'UMR LAE** (Olivier Therond, agronomie) et du service Innovation Recherche et Développement de la **Chambre Régionale d'Agriculture Grand-Est** (Paul van Dijk). Ce projet s'appuie en effet **sur l'expertise du laboratoire ITES pour développer et appliquer des modèles hydrologiques** couplés surface et souterrain intégrant le transport réactif des pesticides, puis **les déployer sur des bassins versants régionaux** pour répondre à des verrous scientifiques et des attentes sociétales.

La **pertinence et le succès de ce projet de thèse** reposent en grande partie sur **l'adhésion des acteurs du bassin versant retenu**, au **processus de co-construction des scénarios** puis **d'appropriation des trajectoires simulées** dans le processus de prise de décision. Le bassin versant retenu pour développer et appliquer la méthode est celui de la **Souffel** (120 km² à la station hydrométrique de Mundolsheim, Bas-Rhin). Il est en effet représentatif d'une **vulnérabilité intrinsèque aux changements hydro-climatiques et son état écologique est durablement dégradé** notamment par les nitrates et pesticides.

3. Méthodologie et techniques mises en œuvre

Le projet vise à **construire et croiser les méthodes innovantes de représentation et de modélisation des trajectoires de transition des socio-hydrosystèmes**. Les trajectoires définies pour 2030, 2050 et 2100 et leurs jalons seront discutés avec les acteurs du territoire pour soutenir le processus de prise de décision vers une transition durable du bassin versant de Souffel, choisi ici comme socio-hydrosystème d'étude.

Le projet comporte 3 phases. Sur la base d'un diagnostic partagé sur l'état initial du bassin versant et sur l'état prévisible de la ressource en eau aux horizons 2030, 2050 et 2100, **la première phase** vise à co-construire des scénarios allant du 'business as usual' à des transitions agro-écologique ambitieuses à même d'atténuer l'impact des changements climatiques sur la quantité et la qualité des eaux de surface et souterraines. **La deuxième phase visera à développer une approche de modélisation prédictive couplée incluant un volet socio-économique et un volet agro-hydrologiques** tenant compte des évolutions hydro-climatiques et s'appuyant sur les modèles développés et validés par les partenaires (CAP'Ruiss-eau et Phyto-TREC pour la CRAGE, PiBEACH et NIHM pour ITES, et MAELIA pour LAE). La combinaison de ces cinq modèles sur la Souffel est originale et nécessaire pour permettre une vision systémique des enjeux associés à la transition et des processus clés du cycle de l'eau, de l'azote, du carbone et des pesticides. **La troisième phase portera sur la simulation des trajectoires temporelles du socio-hydrosystème avec les cinq modèles aux horizons 2030, 2050 et 2100 pour chaque scénario**, traduites à la fois en dynamiques quantitative et qualitative de l'eau sur le bassin versant et en résilience territoriale. Une attention particulière sera donnée à l'interprétation des jalons et des seuils ponctuant ces trajectoires. Les trajectoires, le résultat final des prédictions et leurs incertitudes seront ensuite évalués et discutés avec les acteurs sur la base de critères définis au préalable.

Outre les quatre partenaires de ce projet de thèse, le/la doctorant.e côtoiera des acteurs et décideurs locaux réunis au sein d'un **comité de pilotage des acteurs locaux** réunissant annuellement la CAA, le SDEA, l'APRONA, les collectivités, l'EMS, la DDT67, la DRAAF et le Conseil Départemental du Bas-Rhin.

4. Localisation

La thèse débutera le 1^{er} octobre 2021 pour une durée de trois ans et se déroulera à ITES (Institut Terre et Environnement de Strasbourg, 5 Rue René Descartes, 67084 Strasbourg).

⁸ <https://iwa-network.org/publications/the-iwa-principles-for-water-wise-cities/>