UNIVERSITA DI CORSICA - PASQUALE PAOLI

ECOLE DOCTORALE "Environnement et Société"

BP 52, 20250 Corti – Tel : 04 95 37 23 22 / 45 02 20 – E.mail : ecole.doctorale@univ-corse.fr
Site : http://ed.univ-corse.fr

FICHE PROJET DE THESE pour ANNEE 2024-2025

Discipline du Doctorat	4200005 - Sciences de l'Univers
Mention du Doctorat	Terre solide : géodynamique des enveloppes supérieures, paléobiosphère – 36°
Domaine scientifique principal	Hydrogéologie
Domaines scientifiques secondaires	Hydrologie - Géochimie isotopique - Ecohydrologie
Entités de rattachement	UMR SPE / GEM
Direction de la thèse	Pr Frédéric Huneau huneau@univ-corse.fr Dr Emilie Garel garel@univ-corse.fr
Collaborations extérieures éventuelles envisagées	IAEA (section d'hydrologie isotopique) ; Académie des Sciences Tchèque (Institut d'Hydrologie) ; Université du Brandenburg (Allemagne)
Type de financement visé	Contrat doctoral
Connaissances et compétences requises chez l'étudiant	Master en Sciences de l'Eau, Hydrogéologie, Hydrologie
Titre de la thèse	**Estimation de la production primaire brute des bassins versants et des zones humides en Méditerranée par bilan de masse isotopique. Implications pour le bilan carbone à l'échelle de la Corse**
Abstract 1	Le cycle hydrologique joue un rôle important dans le cycle du carbone. Le but de cette thèse est d'obtenir des estimations de premier ordre de la production primaire brute (GPP) par l'approche du bilan de masse isotopique pour les écosystèmes terrestres semi-arides des régions méditerranéennes où les mesures directes sont rares ou absentes, et ainsi, à terme, d'améliorer l'estimation du budget carbone terrestre global (« carbone vert »).
Abstract 2	Les écosystèmes semi-arides, en particulier dans les régions méditerranéennes, ont été négligés dans la quantification de la GPP malgré leur vulnérabilité au changement climatique. Améliorer la compréhension des mécanismes complexes d'interrelations entre végétation (naturelle ou agricole), disponibilité de l'eau et impact anthropique sur les hydroécosystèmes est un impératif régional afin de pouvoir réaliser des bilans carbone réalistes à l'échelle insulaire, et ce particulièrement en contexte de changement climatique. Les outils de l'hydrologie isotopique développés à l'UMR SPE peuvent contribuer à améliorer ces estimations.
	Explicitation sur page suivante

Explicitation du Projet de thèse

1°) Présentation des aspects scientifiques du projet de thèse

La végétation joue un rôle important dans l'équilibre climatique terrestre car elle contribue à moduler son état moyen et sa variabilité en contrôlant les flux naturels de carbone. Les plantes terrestres fixent le CO_2 atmosphérique par photosynthèse nette dans leurs feuilles et la quantité totale de CO_2 capturée par la photosynthèse nette est connue sous le nom de production primaire brute (GPP). La photosynthèse et le GPP varient de façon diurne et saisonnière en réponse aux conditions climatiques (lumière, précipitations, température et humidité) et à la disponibilité des nutriments. Par conséquent, les GPP terrestres sont un élément essentiel du cycle mondial du carbone en reliant les flux d'eau, le biote terrestre et l'atmosphère, et jouent un rôle central dans le bilan mondial du carbone en fournissant la capacité de compenser les émissions anthropiques de CO_2. Une quantification précise de la variabilité spatio-temporelle des GPP terrestres constitue un défi majeur dans la recherche sur le changement climatique mondial.
Bien qu'il existe des estimations mondiales du GPP terrestre, il n'existe pas de consensus à toutes les échelles spatiales et temporelles concernant ces estimations, car les techniques d'observation ne sont pas en mesure de quantifier le GPP à l'échelle spatiale appropriée. Les réseaux de tours de flux à covariance de Foucault peuvent fournir des informations relativement précises sur les GPP, mais ils sont limités dans le contexte spatial en raison du manque de mesures directes à l'échelle régionale ou mondiale et de la faible capacité d'extrapolation à différentes conditions environnementales. Les modèles disponibles adoptent généralement différentes données d'entrée et structures de modèle, ce qui conduit à des performances de calcul diverses et notamment des incohérences et des incertitudes majeures dans les simulations spatio-temporelles.

Les régions semi-arides, et en particulier méditerranéennes, ont reçu peu d'attention en ce qui concerne les GPP malgré leur sensibilité au changement climatique. La diversité des territoires, des perturbations et des impact anthropiques qui ont des conséquences sur l'équilibre entre l'absorption et la libération du carbone compliquent la quantification des GPP dans la région. De récents efforts de modélisation indiquent que les écosystèmes semi-arides présentent principalement une tendance à la hausse et une variation interannuelle des échanges nets de CO_2 avec l'atmosphère, principalement dues à la disponibilité de l'eau. Alors que l'eau exerce un contrôle primordial sur les échanges de CO_2 dans les écosystèmes semi-arides, on craint de plus en plus que les changements futurs dans la disponibilité de l'eau puissent altérer leur capacité à atténuer les émissions anthropiques. Cependant, en raison de la disponibilité limitée des données, le lien entre les flux d'eau, le biote terrestre et les échanges nets de CO_2 est mal compris, et un degré élevé d'incertitude quant aux estimations des GPP persiste pour ces régions. Compte tenu du rôle important des écosystèmes semi-arides dans le bilan mondial du carbone ainsi que du manque de données, il est nécessaire de tester différentes approches d'observation afin d'obtenir des estimations rapides et pertinentes des GPP pour ces écosystèmes.

Considérant que le cycle hydrologique joue un rôle important dans le cycle du carbone, le but de cette thèse est d'obtenir des estimations de premier ordre du GPP par l'approche du bilan de masse isotopique pour les écosystèmes terrestres semi-arides des régions méditerranéennes où les mesures directes sont rares ou absentes, et ainsi, à terme, d'améliorer l'estimation du budget carbone terrestre mondial.
La méthode proposée est basée sur le fait que les cycles de l'eau et du carbone sont couplés lors du processus de photosynthèse. La quantification de ce couplage, est faite par l'estimation de l'efficacité d'utilisation de l'eau (WUE), qui impose qu'une plante doive transpirer un certain nombre de molécules d'eau afin de fixer une mole de carbone. Ainsi, connaissant le bilan hydrologique d'un système, il est possible de calculer le flux de carbone associé. Cette approche repose principalement sur des données hydrologiques (débit fluvial) et météorologiques (précipitations) terrestres qui ont été monitorées pendant des décennies et sont facilement disponibles pour la plupart des bassins fluviaux. La même technique peut être appliquée à diverses échelles, depuis un petit bassin versant jusqu'à un fleuve. La méthode proposée ici nécessite toutefois des mesures d'isotopes stables de l'eau ($\delta^{18}O$ et $\delta^{2}H$ de H_2O) et est avantageuse par rapport aux mesures directes et complexes requises pour les approches uniquement biologiques.

L'étude proposée sera développée sur plusieurs bassins versants de Corse (environ 14) ainsi que sur les zones humides associées et sur lesquelles des chroniques isotopiques et de débit sont disponibles (base de données de l'UMR SPE, équipe hydrogéologie).
Pour chaque bassin les objectifs spécifiques seront les suivants : (1) obtenir des estimations de premier ordre du GPP pour les bassins versants (et zones humides associées), en adaptant l'approche isotopique à chaque écorégion ; (2) sur la base de ces résultats, évaluer le lien entre les flux d'eau, le biote terrestre et les échanges nets de CO_2, et (3) justifier, modifier ou réfuter les GPP interpolés disponibles pour les mêmes écorégions par les autres méthodes d'estimation existantes.
A l'issue du projet de thèse, un upscaling à l'échelle de toute la Corse sera proposés permettant d'offrir pour la première fois un bilan GPP quantifié et basé sur la mesure hydrologique qui pourra être ensuite incorporé à un bilan carbone environnemental complet de la Corse.

2°) Présentation des enjeux de la thèse

Cette étude rentre dans la politique scientifique du projet "Gestion des Eaux en Méditerranée" de l'UMR SPE 6134 dédié à l'appréciation qualitative et quantitative des différents compartiments du cycle de l'eau en domaine méditerranéen, ainsi qu'au interaction entre cycle de l'eau et cycle du carbone.

Ce projet prend également place au sein du PIA UNITI, axe 1, programme 3, « caractérisation et adaptation des ressources terrestres aux changements climatiques ». Il vise en effet à mieux quantifier l'impact des modification hydrologiques et climatiques sur la biomasse végétale ainsi qu'à améliorer la compréhension des mécanismes complexes d'interrelations entre végétation (naturelle ou agricole), disponibilité de l'eau et impact anthropique sur les hydroécosystèmes.

Ce travail de thèse permettra également de mettre en valeur l'utilisation des outils de l'hydrologie isotopique dans un contexte nouveau avec une finalité appliquée dans le domaine de la gestion des territoires, de l'occupation des sols et de la gestion de l'eau de façon générale, en Corse mais également dans l'ensemble de la région méditerranéenne.

Cette étude sera également une opportunité de resserrer les liens de l'Université de Corse et de l'UMR SPE avec plusieurs institutions internationales de recherche prestigieuses déjà très avancées sur le couplage des cycles du carbone et de l'eau comme l'Académie des Sciences Tchèque (Institut d'Hydrobiologie – site de České Budějovice), l'Université du Brandenburg (Cottbus-Senftenberg, Allemagne) et d'élargir ses collaborations avec l'Agence Internationale de l'Energie Atomique en Autriche (Nations-Unies – Vienna headquarters).