

Dégradation des sols et érosion éolienne au Sahel de 1960 à 2100 : mesures et modélisation

Mots clés

Sahel, dégradation des sols, érosion éolienne, modélisation, occupation des sols, scénarios, changement climatique.

Profil et compétences recherchées

Titulaire d'un diplôme de master 2 ou équivalent en Géosciences, Sciences de l'environnement. Profils proches acceptés si fort intérêt pour le sujet de la thèse. Goût pour la modélisation et pour l'interdisciplinarité.

Niveau d'anglais requis: Intermédiaire supérieur: Vous pouvez mener une analyse approfondie de la littérature scientifique anglophone.

Niveau de français requis: Intermédiaire: Vous pouvez parler la langue de manière compréhensible et cohérente sur des sujets de la vie courante qui vous sont familiers.

Résumé du projet de thèse

L'ampleur des changements climatiques en cours et de la croissance démographique au Sahel soulève la question de la productivité végétale des sols sahéliens, et donc de leur possible dégradation. L'érosion éolienne des sols (sous l'effet du vent) est un phénomène majeur au Sahel, qui peut entraîner une perte en nutriments des sols et donc, potentiellement, leur dégradation. Le projet LANDWIND (financé par l'ANR ; 2022-2025) vise à estimer la dégradation des sols sous l'effet de l'érosion éolienne dans l'Ouest du Sahel (Sénégal) de 1960 à 2100, en utilisant une approche combinant mesures de terrain, modélisation, analyses en laboratoire et télédétection.

Le sujet de la thèse porte sur (i) une contribution à la réalisation des mesures de terrain (au Sénégal) et à leur analyse, (ii) une contribution au développement de paramétrisations dans des modèles déjà existants (modèle de végétation, modèle d'érosion éolienne, module de perte en nutriment des sols), et surtout (iii) l'élaboration de trajectoires et de scénarios d'occupation des sols (1960-présent et présent-2100), et (iv) des simulations du couvert végétal, de l'érosion éolienne, et de la perte en nutriments du sol qui en résulte, sur des sites méso-échelle puis sur l'ensemble du Sahel sénégalais (1950-présent et présent-2100).

Thématiques/Domaine

Sciences de l'Environnement

Transferts de sédiments dans la zone critique – Fertilité/dégradation des sols

Effets du changement climatique au Sahel – Effet des activités anthropiques au Sahel

Contexte et Objectif

La thèse se fera dans le cadre du projet ANR LANDWIND, qui comprend plusieurs partenaires en France (iEES-Paris ; LISA Créteil ; GET et CNRM, Toulouse ; CIRAD Montpellier) et à l'étranger (ISRA Sénégal ; USDA Etats-Unis ; Eco&Sol, IRD/Dakar ; Université de Hong-Kong). Le/la doctorant-e bénéficiera donc du cadre de ce projet, notamment au travers d'échanges et de réunions avec les différents partenaires, et d'au moins une mission au Sénégal pour effectuer des mesures de terrain.

L'objectif principal de la thèse est la prédiction de l'impact de l'érosion éolienne sur la fertilité des sols et donc sur leur dégradation potentielle dans l'Ouest du Sahel (Sénégal) au cours des prochaines décennies. La thèse caractérisera l'impact des activités anthropiques (activités agropastorales) sur l'érosion éolienne, et intégrera les effets du changement climatique (de type scénarios du GIEC/IPCC). Ce travail sera structuré en quatre grandes questions : (Q1) Quel est l'effet des pratiques agropastorales sur l'érosion éolienne au Sahel sénégalais ? (Q2) Quel est l'effet de l'érosion éolienne sur la fertilité des sols ? (Q3) Comment les pratiques agro-pastorales ont-elles évolué au Sahel sénégalais au cours des dernières décennies (1960-2020), et comment pourraient-elles évoluer dans les prochaines décennies (2020-2100) ? (Q4) Comment l'érosion éolienne a-t-elle affecté la fertilité des sols au Sahel sénégalais au cours des dernières décennies, et quel sera son impact futur au cours des prochaines décennies ?

Méthode

L'approche employée associera des mesures de terrain (suivis pluriannuels sur plusieurs parcelles au Sénégal du couvert végétal et des flux de sédiments éoliens), des analyses en laboratoire (des teneurs en nutriments et matière organique des sols et des sédiments éoliens), de la modélisation (du couvert végétal, de l'érosion éolienne, de l'occupation des sols et des pertes en nutriments des sols) et de la télédétection (images satellite du couvert végétal, par exemple Sentinel, et de la teneur atmosphérique en particules minérales, par exemple MODIS).

La thèse portera essentiellement :

- d'une part, sur la modélisation, à travers l'utilisation de modèles déjà existants : (i) un modèle représentant le couvert herbacé naturel (STEP), (ii) un modèle agronomique (STICS) représentant le couvert végétal cultivé, et permettant de rendre compte de la dynamique de l'azote dans le sol, et (iii) un modèle représentant l'érosion éolienne en fonction du vent et de l'état de la surface (à travers sa rugosité notamment). Il s'agira de les enrichir avec des paramétrisations afin de représenter la gamme de pratiques agro-pastorales rencontrées sur la zone d'étude (effet de protection de la surface par différents types de couverts végétaux – mil, arachide, savane – et par différents modes de gestion des résidus de culture, ...). Ces développements considéreront l'échelle de la parcelle agricole, et seront, à terme, utilisés à l'échelle spatiale de l'ensemble du Sahel sénégalais, c'est-à-dire environ la moitié nord du pays.
- d'autre part, sur la reconstruction, à partir de la littérature scientifique, de l'occupation des sols au Sahel sénégalais au cours des dernières décennies (1960-présent), pour en identifier les principaux facteurs et proposer ses possibles évolutions futures (présent-2100) selon différents scénarios socio-économiques (type GIEC/IPCC). Cette étape sera d'abord effectuée sur deux sites « méso-échelle » (d'environ 20 km x 20 km) bien documentés au Sénégal, qui sont le Bassin Arachidier et le Ferlo, soit respectivement un site plutôt agricole et un site plutôt pastoral. Dans un second temps, on élargira spatialement à l'ensemble du Sahel sénégalais.

Résultats attendus

Les principales productions de cette thèse seront, pour le Sahel sénégalais de 1960 à 2100, (i) une cartographie de l'occupation du sol (land use) selon différents scénarios, et (ii) l'estimation de la dégradation des sols due à l'érosion éolienne. Ces travaux permettront aussi de mieux caractériser le couvert végétal de cette région, en particulier suite aux sécheresses des années 1970 et 1980, puis selon les différents scénarios climatiques futurs formulés par le GIEC/IPCC.

Finalement, la thèse apportera des éléments de discussion dans le débat scientifique et public portant sur l'usage que font les humains de leur environnement au Sahel.

Précision sur l'encadrement

L'encadrement sera une co-direction par Béatrice MARTICORENA (DR CNRS, HDR - LISA) et Caroline PIERRE (CR CNRS – iEES). Le/la doctorant-e sera accueilli-e dans l'équipe F2ZC de l'Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement de Paris (iEES) localisée à Jussieu, 75005 Paris. Le suivi de la thèse se fera au travers d'un comité de thèse par des réunions régulières et l'identification conjointe des formations doctorales en lien avec le sujet. Le/la doctorante pourra également être impliqué-e dans l'encadrement de stagiaires.

Conditions scientifiques matérielles (conditions de sécurité spécifiques) et financières du projet de recherches

Le fonctionnement (missions, mesures in situ, moyens de calcul) est assuré par le projet ANR LANDWIND. La thèse pourra comporter des missions de terrain au Sénégal (avec d'autres chercheur-e-s).

Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication et confidentialité, droit à la propriété intellectuelle,...

La valorisation des résultats se fera par des publications dans des revues internationales et par la participation à des conférences.

Collaborations envisagées

En France : GET, CNRM, CIRAD.

A l'étranger : ISRA (Sénégal), USDA (US), Univ. Hong-Kong.

Ouverture Internationale

Le projet ANR LANDWIND comprend des partenaires à l'étranger, notamment au Sénégal et aux Etats-Unis. Le/la doctorant-e échangera avec l'ensemble des partenaires au cours de la thèse.

Candidature :

Les dossiers de candidature, comportant un CV, relevés de notes de M1 et premier semestre de M2, et une lettre de motivation, sont à envoyer à :

caroline.pierre@upmc.fr avant le 31 mai 2022, pour un début de thèse le 1^{er} octobre 2022.