



ÉCOLE DOCTORALE

SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT ET PHYSIQUE DE L'UNIVERS, PARIS

ed560.stepup@u-paris.fr

Titre du sujet : Dynamique fluvio-éolienne des paysages désertiques face aux changements de climat cénozoïques

Directrice : **BARRIER Laurie, MCF HDR, barrier@ipgp.fr**

Equipe d'accueil : **IPGP – Équipe de Tectonique et Mécanique de la Lithosphère – UMR7154**

Financement : **Contrat doctoral avec ou sans mission d'enseignement**

Développement du sujet : (Maximum 2 pages)

Les changements climatiques ne se limitent pas à de simples variations de température. Ces variations entraînent également des modifications du cycle de l'eau et des circulations atmosphériques et océaniques qui impactent de façon drastique le fonctionnement des paysages de notre planète. De par la rareté de leurs ressources hydriques (rapport précipitations / évapotranspiration annuelles moyennes $< 0,65$) et une exposition directe des roches et des sols aux phénomènes météorologiques, les vastes zones arides du globe ($\sim 1/3$ des terres émergées et de la population mondiale) sont particulièrement sensibles et vulnérables face à ces modifications. D'après les projections du changement climatique en cours, l'augmentation de l'aridité globale qui l'accompagne devrait ainsi entraîner une désertification accrue et une expansion significative des zones arides, jusque dans des régions pour l'instant encore préservées des sécheresses les plus extrêmes. En milieu aride, de légères fluctuations de conditions hydroclimatiques peuvent en effet provoquer des transformations majeures de l'hydrographie, du couvert végétal et du transport de sédiments par les rivières et les vents. En influençant les propriétés du sol et de l'atmosphère, ces transformations rétroagissent alors sur le climat, tout en affectant de manière critique les écosystèmes et les activités humaines. **Une compréhension approfondie des liens entre paysages désertiques et changements climatiques est donc cruciale pour appréhender pleinement l'influence des zones arides sur la dynamique du système Terre et atténuer les risques socio-environnementaux qui en dépendent (e.g., les problèmes sanitaires, socio-économiques et d'habitabilité locale, régionale et planétaire associés au transport sédimentaire).**

Dans ces environnements où la végétation est clairsemée, les rivières pérennes, intermittentes et éphémères, ainsi que les vents de surface, mobilisent facilement les sédiments tels que les graviers, le sable et la poussière. Intégré sur toute une gamme d'échelles d'espace et de temps, ce transport façonne une mosaïque d'objets morpho-sédimentaires fluvio-éoliens en érosion et en dépôt (e.g., vallées rocheuses, chenaux alluviaux, yardangs, dunes) qui se forment et évoluent le long du routage des sédiments, en fonction des propriétés des agents de transport et du sol contrôlées par les conditions hydroclimatiques, topographique et écologiques traversées. **Comprendre comment cette mosaïque, qui constitue le soubassement minéral de toutes les zones arides, réagit et contribue au système hydroclimatique dans lequel elle se développe passe donc obligatoirement par l'étude de la dynamique morpho-sédimentaire des paysages désertiques façonnés par l'action combinée des rivières et des vents.** Comment les processus fluviaux et éoliens en lien avec le climat interagissent-ils en milieu aride ? Comment les interactions dunes-rivières à l'échelle locale se répercutent-elles sur l'architecture spatiale et l'évolution temporelle des réseaux hydrographiques et des champs de dunes à l'échelle régionale d'un désert ? Quelles relations existent-il entre les transformations du paysage, les modifications des routes et flux de sédiments associés et les conditions hydroclimatiques contemporaines ? Quelle est la magnitude des échanges de matière fluvio-éoliens continentaux, mais aussi avec l'océan et l'atmosphère ? Quels effets l'aridification du climat en cours pourrait-elle avoir sur la dynamique morpho-sédimentaire des paysages désertiques actuels ? **Autant de questions fondamentales encore largement ouvertes que propose d'explorer cette thèse à la lumière de l'impact des changements de climat passés sur l'histoire géologique des déserts modernes.**

L'objectif principal de ce projet doctoral est ainsi de clarifier comment les processus fluviaux et éoliens climat-dépendants interagissent dans les zones arides. Il explorera la façon dont les rivières et les vents coopèrent, rivalisent ou dominent la morphodynamique des paysages désertiques en fonction de l'intensité relative de leur transport de sédiments sous différents régimes climatiques. Il se concentrera principalement sur le transport de sable, la fraction granulométrique échangée par les rivières et les vents, sur de multiples échelles d'espace et de temps : depuis les interactions dunes-rivières jusqu'aux changements des paysages en lien avec les tendances et cycles climatiques du Cénozoïque. En documentant ces échanges de sable et les transformations de l'organisation des paysages qui en résultent à l'échelle régionale, cette étude fournira une description des interactions entre les systèmes fluviaux et éoliens dans les zones arides, tout en clarifiant la réponse morpho-sédimentaire des déserts aux variations du climat.

Pour ce projet, deux laboratoires naturels d'exception aux contextes géologiques contrastés mais complémentaires ont été ciblés : les déserts du Namib en Afrique australe (Namibie) et du Taklamakan en Asie centrale (Chine). **Concrètement, il s'agira mettre en œuvre une approche pluridisciplinaire (géologie, géomorphologie, sédimentologie, pétrologie et géochronologie), intégrée (des sources aux puits de sable) et quantitative pour documenter et discuter la dynamique morpho-sédimentaire de ces déserts au cours des changements climatiques mio-pliocènes et quaternaires.** Une stratégie d'analyse en 4 volets est envisagée. **(1)** L'architecture spatiale du paysage et les routes de sable fluvi-éoliennes modernes (réseaux hydrographiques et *sandflows* éoliens) du Namib et du Taklamakan seront tout d'abord caractérisées sur quelques décennies, à partir d'une analyse de données de télédétection (images satellites et topographies digitales) et météorologiques (réanalyse du climat ERA5-Land) en accès libre. **(2)** L'évolution spatio-temporelle des paysages et les routes de sable anciennes seront ensuite reconstituées sur quelques centaines de milliers à plusieurs millions d'années, à partir d'une cartographie 3D des marqueurs de cette évolution (géométries et/ou faciès sédimentaires des paléo-chenaux, paléo-dunes et paléosols observables sur les terrasses et dans les séries sédimentaires cénozoïques des deux déserts). Cette cartographie sera basée sur l'assemblage et l'exploitation d'une base de données géoréférencées concernant ces archives morphologiques et sédimentaires (observations et mesures de télédétection, de surface et de subsurface, datations). **(3)** Les flux de sable et les échanges de masse entre rivières et dunes au cours des grandes phases d'évolution du paysage seront également estimés par reconstruction volumétrique des sédiments transportés à l'échelle des objets morpho-sédimentaires, couplée à une analyse statistique des propriétés (nature, taille, forme, texture de surface, etc.) des grains de sable des dépôts fluviaux et éoliens modernes et anciens. **(4)** À l'issue de ce travail, une description quantifiée des transferts de sable et des changements environnementaux cénozoïques associés (*e.g.*, la migration des réseaux hydrographiques et des champs de dunes) au travers du Namib et du Taklamakan sera produite. Remise dans son contexte paléoclimatique renseigné par de nombreuses études dans ces régions, cette description permettra de discuter comment le transport sédimentaire fluvi-éolien laisse son empreinte sur les paysages et la géologie des déserts sous différentes conditions d'aridité. De cette façon, nous espérons apporter des contraintes inédites au sujet du fonctionnement des zones arides en lien avec le climat afin de mieux comprendre leurs caractéristiques et leur dynamique passées et actuelles, mais aussi mieux prévoir leur évolution future.

Dans le cadre de ce projet, les informations géométriques, paléoenvironnementales et chronologiques déjà disponibles dans la littérature seront compilées et complétées par des contraintes additionnelles acquises sur le terrain et en laboratoire. Cette acquisition de données et leur interprétation se fera en collaboration avec un groupe international de chercheurs.euse.s de l'IPGP, du CEREGE, de Géosciences Rennes et du LISA (France), du GFZ (Allemagne), du GNRI (Namibie), et de la CAS (Chine). Le ou la doctorant.e qui intégrera ce groupe sera en outre tout particulièrement impliqué.e dans l'analyse, la synthèse et la valorisation de ces données.

Profil du candidat recherché :

Formation scientifique de niveau **Master 2 ou Diplôme d'ingénieur en géologie**. Des compétences en géomatique, géomodélisation, télédétection et/ou programmation (Python) seront un plus. Le ou la candidat.e sera basé.e à l'IPGP mais interagira avec un groupe de recherche internationale (France, Allemagne, Namibie, Chine). Une bonne maîtrise orale de l'anglais est donc indispensable. Les travaux impliqueront également des missions de terrain de plusieurs semaines en milieu désertique pour lesquelles une bonne capacité de travail en équipe et de vie en groupe est requise.

Procédure de candidature :

1) Dossier de candidature à envoyer à Laurie Barrier (barrier@ipgp.fr) avant le 07/05 à 20 h, composé d'un CV détaillé, d'une lettre de motivation, des relevés de notes de la Licence et du Master (ou diplômes équivalents), rang de classement avec effectif de la promotion inclus, et d'une ou deux lettres de recommandation.

2) Entretien avec l'équipe du projet entre les 07/05 et 13/05 des candidat.e.s présélectionné.e.s sur dossier.

3) Audition par le jury de l'École doctorale STEP'UP les 04/06 ou 05/06 du ou de la candidat.e retenu.e après entretien.