



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2017

TITRE du SUJET :

Formation et dynamique des champs de dunes longitudinales.

Directeur :

Clément Narteau (IPGP, Maître de Conférences, HDR, narteau@ipgp.fr)

Co-directeurs :

Philippe Claudin (ESPCI, Directeur de recherche CNRS, HDR)

Sylvain Courrech du Pont (MSC, Paris Diderot, Maître de Conférences)

Equipe d'accueil :

Institut de Physique du Globe de Paris – UMR 7154,
Laboratoire de dynamique des fluides géologiques
Equipe de Géomorphologie

Financement :

Contrat doctoral avec ou sans mission d'enseignement

Développement du Sujet :

Sous l'effet d'un vent unidirectionnel, un lit sédimentaire peut se déstabiliser et produire un train régulier de dunes, communément appelées dunes transverses car leurs longues crêtes linéaires s'orientent perpendiculairement à l'écoulement. Dans des zones de faible disponibilité sédimentaire, les mêmes couplages entre l'écoulement, le transport et la topographie sont à l'origine des barkhanes, des dunes isolées se déplaçant sur de longues distances en gardant cette forme en croissant si particulière. Depuis une quinzaine d'années, les barkhanes et l'instabilité à l'origine des dunes transverses ont fait l'objet de nombreuses études qui ont permis d'établir un contexte théorique validé numériquement, au laboratoire et sur le terrain. Il permet notamment de prédire des échelles de longueurs caractéristiques et le rapport d'aspect des dunes tout comme leurs taux de croissance ou leurs vitesses de propagation, en fonction des flux sédimentaires, et donc de la force de l'écoulement et des propriétés du milieu granulaire.

Il n'en va pas de même pour les dunes se développant sous des régimes de vents multidirectionnels. Sous ces conditions, l'orientation des dunes se mesure par rapport à la direction de la résultante des flux sédimentaires. Suivant la fonction directionnelle des vents, les dunes ne s'alignent pas systématiquement perpendiculairement à cette résultante mais aussi parallèlement. On parle alors de dunes longitudinales. Ces longues dunes linéaires sont d'autant plus complexes qu'elles peuvent être le résultat de deux mécanismes de croissance concurrents et qu'elles peuvent donc s'allonger dans une direction tout en migrant dans une autre. Bien qu'omniprésentes au sein des plus grands déserts arides terrestres à cause de l'alternance des saisons (i.e, vents bimodaux), les dunes longitudinales sont très mal contraintes par les observations et il n'existe toujours pas de cadre théorique permettant de décrire leur dynamique d'allongement et leur forme d'équilibre.

Le premier objectif de cette thèse est donc d'identifier s'il existe des mécanismes qui sélectionnent des taux d'allongement et des échelles de longueur (ex. fréquence, hauteur, largeur) durant les phases de formation et de croissance des dunes longitudinales. La deuxième partie de la thèse examinera les phases de mûrissement de motifs dunaires, notamment en analysant la propagation des défauts et la dynamique des collisions d'une population de dunes longitudinales. Cette étude permettra de reconnaître les conditions sous lesquelles se construisent les états stationnaires des champs de dunes linéaires (transverses et/ou longitudinales) observés dans de nombreux contextes géophysiques, sur Terre, Mars ou Titan. La combinaison de ces deux composantes du travail doctoral permettra de caractériser les interactions entre les deux mécanismes de croissance dunaire sur une vaste gamme d'échelles spatiales et temporelles. La

confrontation aux données de terrain permettra la validation des résultats obtenus mais aussi de discuter le développement des grands déserts terrestres au regard de l'évolution du climat.

Les outils utilisés pourront être des analyses de stabilité, des modèles numériques ou encore des expériences de laboratoire. Ce projet permettra au candidat d'acquérir de nombreuses compétences théoriques, numériques, expérimentales et de terrains dans le domaine de la physique granulaire et de la géophysique éolienne. Il ne fait pas de doute que la thèse permettra d'approfondir les connaissances du candidat sur les processus sédimentaires et la gestion des paysages dunaires, en particulier en milieux arides mais aussi dans des environnements côtiers ou subaquatiques. Toutes ces compétences offriront des débouchés variés dans de nombreux secteurs privés, publics et le monde de la recherche.

Calendrier et identification de points clefs :

- Analyse de stabilité des motifs dunaires en fonction de la couverture sédimentaire.
- Morphodynamique des défauts et des collisions dunaires sous des régimes de vents multidirectionnelles
- Analyses géomorphologiques de grands champs de dunes longitudinales dans le Sahara (Niger, Mauritanie), la Péninsule Arabique et en Chine. Cette composante comprendra des études de terrains, notamment en Chine dans le cadre du Laboratoire International Associé entre le CNRS et l'Académie des sciences de Chine.

Compétences requises :

Physique fondamentale, géomorphologie, modélisation numérique (C, Matlab, python), outils de télédétection, Linux.

Compétences visées :

Mise en œuvre d'une démarche scientifique pour le développement de protocoles expérimentaux (analytiques, numériques, au laboratoire et sur le terrain) et l'analyse des résultats. La comparaison avec les données réelles développera des compétences en cartographie et en analyses morphométriques. En plus de la formation par la recherche, cette thèse constituera une première expérience professionnelle permettant de valoriser des activités de gestion de projet et des capacités d'analyse et de synthèse de données scientifiques et techniques. La mise en œuvre de la composante de communication comprendra la rédaction d'articles scientifiques et la présentation des résultats dans différents congrès nationaux et internationaux.

Contacts : narteau@ipgp.fr

