



ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA TERRE



Sujet proposé pour un début de contrat en Septembre 2011

TITRE du SUJET : Lien Climat – Magnétisme dans le Système Sol – Loess – Paléosol

Directeur (trice) : **LAGROIX France, CR, lagroix@ipgp.fr**
Co-directeur (trice) / Co-encadrant(e) :

Equipe d'accueil : **IPGP- Equipe de paléomagnétisme – UMR7154**

Financement : **Contrat doctoral avec ou sans mission**

*Plus de renseignement voir : <http://ed109.ipgp.fr>, Rubrique : Offres_de_thèse
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'Ecole doctorale*

Résumé (français) : Lien Climat – Magnétisme dans le système Sol-Loess-Paléosol

Les dépôts de loess, principalement répartis dans les zones climatiques tempérées, sont d'importantes archives paléoclimatiques et paléoenvironnementales des *continents*. Ce fort potentiel repose en partie sur des résultats fondamentaux obtenus à la suite de recherches en minéralogie magnétique sur les loess de Chine, montrant un accroissement de la susceptibilité magnétique dans les paléosols (relativement aux loess), provoqué par la présence de nano-magnétite et nano-maghémite (< 30 nm) formées au cours de la pédogénèse. Les grandes questions qui restent posées sont les suivantes: (1) Quel(s) est(sont) le(s) paramètre(s) climatique(s) qui gouvernent le magnétisme des loess issu de l'altération *in situ* menant à la formation de sols (pédogénèse)? (2) Quel est le devenir de ces produits d'altérations pédogéniques intégré dans le temps et à travers des cycles répétés d'oxydation et de réduction ? Les paléosols sont-ils des archives fiables du climat passé ? (3) Que peuvent nous apprendre les loess (sédiment primaire non altéré) sur le dynamisme (intensité/direction) de la circulation atmosphérique ? (4) Les dépôts de poussières au Groenland et de loess en Europe au cours du dernier maximum glaciaire sont-ils issus d'un mécanisme commun ?

L'hypothèse initialement proposée pour expliquer la présence accrue de minéraux ferrimagnétiques était l'altération chimique de précurseurs tels que les silicates, contrôlée principalement par les précipitations d'été. A présent, des fonctions de transfert ont été proposées mettant en avant une corrélation des propriétés magnétiques avec, d'une part, les précipitations et, d'autre part, les températures. L'existence de ce type de fonctions de transfert a stimulé les recherches sur les loess, avec des applications intéressantes des mesures magnétiques pour les études paléoclimatiques et paléoenvironnementales. Cependant, à l'échelle globale, les dépôts loessiques d'une région à un autre ont montré des différences par rapport à la référence chinoise, rendant le modèle du loess de Chine non-unique.

Le sujet de thèse propose comme point de départ l'étude de la séquence de loess de Nussloch (vallée du Rhin, Allemagne). Au cours du dernier cycle climatique, les séquences loessiques en Europe de l'ouest montrent des taux de sédimentation particulièrement élevés couvrant l'intervalle 15 – 70 ka BP, contemporain des périodes de concentration maximale de poussière dans l'atmosphère. Elles constituent donc un matériel privilégié pour l'étude de l'impact de la variabilité climatique millénaire, notamment au cours des maxima glaciaires. Des études granulométriques et isotopiques de la séquence de Nussloch (Allemagne) ont mis en évidence des événements climatiques (éoliens) millénaires corrélés avec les pics de poussières (GRIP) et, ainsi, caractérisent les événements de Dansgaard-Oeschger (D/O) en milieu continental.

Le/La candidat(e) devra exploiter les outils et techniques propres au magnétisme des minéraux, avec pour objectif d'extraire à partir des séquences naturelles de loess des enregistrements des variables climatiques du passé et / ou des conditions environnementales du lieu de dépôt des loess européens. Ce sujet possède un fort potentiel

interdisciplinaire : il pourra en effet bénéficier d'interactions avec, par exemple, la géochimie, la datation par luminescence, la pédologie, la sédimentologie, la microscopie et la dynamique des fluides.

Topic (English) : Climate – Loess Magnetism Connection

Loess and paleosol deposits, primarily confined to the temperate climate belt, are important *continental* archives of paleoclimate and paleoenvironmental change. Light was shed on this potential following fundamental results obtained from mineral magnetism studies on Chinese loess deposits showing higher magnetic susceptibility values associated with paleosol horizons (with respect to loess horizons) due to the presence of small (< 30 nm) nano-magnetite and nano-maghemite particles. Challenging questions remain to be solved including: (1) Which climate parameter(s) most influences or shapes the magnetism of *in situ* altered loess? (2) What becomes of the pedogenic alteration product when integrated over time and repeated oxidation- reduction cycles? How accurate to paleosol record the climate at the time of their formation? (3) What can we learn from aeolian records concerning the dynamics of atmospheric circulation and the length scale of the circulation patterns? (4) Are the mechanisms responsible for dust sedimentation over Greenland and loess sedimentation over Europe during the Last Glacial Maximum (18 ka) unique or linked?

The initial proposed hypothesis was that the observed enhancement (or *in situ* mineralization) of ferrimagnetic magnetite and/or maghemite results from the chemical alteration of precursory silicates and is predominantly controlled by summer precipitation. To date, transfer functions pointing to a correlation between ferrimagnetic mineral enhancement and precipitation or temperature have both been proposed. The observation of a direct connection between climate and magnetic properties boosted loess research and positioned at the forefront the application of mineral magnetism to continental paleoclimate research. Loess deposits on other continents and in different climate regimes have since been studied and have revealed that the Chinese loess model is not universal.

The research project proposes as a starting point a mineral magnetism study of the Nussloch loess sequence (Rhine valley, Germany). Over the last glacial – interglacial climate cycle, European loess sequences show high sedimentation rates, with highest rates observed during the 15 to 70 ka BP time interval. This time period is contemporaneous with maximum dust concentration in the atmosphere. Sediment granulometry and geochemical isotopic studies of the Nussloch loess record revealed a number of millennial scale aeolian events that can be correlated to dust peaks seen in the Greenland (GRIP) ice core and interpreted as a continental expression of Dansgaard-Oeschger (D/O) events.

The successful candidate will develop and apply mineral magnetism tools and techniques to extract from European loess deposit past climate and environmental conditions. The proposed research topic has a strong potential for interdisciplinary research favouring interactions and the use of analytical techniques, for example, within the fields of pedology, geochemistry, optical luminescence, sedimentology, microscopy and fluid dynamics.