



ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA TERRE



Le dernier cycle climatique vu des loess Européen The last glacial-interglacial cycle as seen from European loess

Directrice de Thèse / Thesis Advisor : France Lagroix

Equipe d'accueil / Host Research Group : Paléomagnétisme / Paleomagnetism

Résumé du sujet:

La répartition globale des dépôts de loess, principalement dans les climats tempérés, offre le potentiel d'obtenir des enregistrements plus ou moins continus des variations paléoclimatiques et paléoenvironnementales. 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 formées au cours de la pédogénèse. Les grandes questions qui restent posées sont les suivantes: (1) Que peuvent nous apprendre les sédiments éoliens au sujet de la dynamique et l'échelle spatiale de la circulation atmosphérique ? (2) La déposition de poussières au Groenland et de loess en Europe au cours du dernier maximum glaciaire sont-elles issues d'un mécanisme commun ? (3) Quel(s) est(sont) le(s) paramètre(s) climatique(s) modèleur(s) du magnétisme des loess issu de l'altération *in situ* ?

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 mettant en avant une corrélation des propriétés magnétiques avec, d'une part, les précipitations et, d'autre part, les températures ont été proposées. L'existence de ce type de fonctions de transfert a stimulé les recherches sur les loess, avec des applications intéressantes des mesures de magnétisme environnemental pour les études paléoclimatiques. Cependant, les études menées sur les autres continents et dans d'autres régimes climatiques ont montré des différences locales, rendant le model du loess de Chine non-unique.

Au cours du dernier cycle climatique les séquences loessiques en Europe de l'ouest montrent des taux de sédimentation particulièrement élevés courant 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 des séries de loess de Nussloch (Allemagne) ont mis en évidence des événements climatiques (éoliens) millénaires, leurs corrélations avec les pics de poussières (GRIP) et la caractérisation des 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 des enregistrements de variables climatiques du passé et / où des conditions environnementales du lieu de déposition des loess européens. Ce sujet possède un fort potentiel d'interdisciplinaire en favorisant des interactions avec, par exemple, la géochimie, la datation par luminescence, la pédologie, la sédimentologie et la dynamique des fluides.

Research Topic:

The global distribution of loess and paleosol deposits, primarily confined to the temperate climate belt, have great potential as a more or less continuous *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 associated with paleosol horizons (relatively to loess horizons) due to the presence of small (< 30 nm) nano-magnetite and nano-maghemite particles. Some of the overarching questions that remain to be solved include: (1) What can we learn from aeolian records about the dynamics and the

length scale of patterns of atmospheric circulation? (2) Are there any mechanisms linking the sedimentation of dust over Greenland and in Europe during the Last Glacial Maximum (18 ka)? (3) Which climate parameter(s) most influences or shapes the magnetism of *in situ* altered loess?

The initial proposed hypothesis was that the observed enhancement (or *in situ* crystallization) of ferrimagnetic minerals results from the chemical alteration of precursory silicates and is predominantly controlled by summer precipitation. To date transfer functions pointing out a correlation between ferrimagnetic mineral enhancement and precipitation or temperature have been proposed. The possibility of such transfer functions between climate and magnetic properties boosted loess research and placed applications of mineral magnetism to continental paleoclimate research at the forefront. However, studies of loess deposits on other continents and in different climate regimes demonstrated that the Chinese loess model is not universal.

European loess sequences, over the last glacial – interglacial climate cycle show high rates of sedimentation, highest rates being during the 15 to 70 ka BP time interval. This time period is contemporaneous with maximum dust concentration in the atmosphere. Consequently, these loess deposits are ideal to study the impact of millennial scale climate variations on the continents, especially during glacial maximum. Sediment grain size and isotopic studies of loess sections in Germany (Nussloch) revealed a number of millennial scale aeolian events that can be correlated to dust peaks seen in Greenland GRIP ice core.

The successful candidate will exploit, predominantly (but is not restricted to), 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, for example, with the fields of pedology, geochemistry, age determination by luminescence techniques, sedimentology and fluid dynamics.