

LE TEMPS DANS LES SOLS ET LES PAYSAGES

En **introduction**, Guilhem Bourrié montre comment la perspective temporelle a considérablement changé : depuis trois siècles, l'âge de la Terre a été multiplié par un million. Pour La Bruyère, la Création date de 7000 ans. Buffon, le premier, donne un âge à la Terre sur des bases scientifiques (37000 ans), et Patterson en 1948 donne 4,5 milliards d'années, âge retenu aujourd'hui. Des datations de plus en plus précises permettent de lire le temps et l'influence de l'Homme dans les sols et les paysages.

Les trois exposés suivants abordent différentes échelles de temps.

Fabienne Trolard replace **l'évolution des sols dans l'évolution de la Terre et des conditions biogéochimiques** : les sols sont un élément clé de la zone critique, l'espace compris entre le toit de la nappe et le sommet de la canopée.

- A partir de quand, dans l'histoire de la Terre, peut-on estimer que la formation d'un sol est possible ?
- Peut-on trouver des faits majeurs qui ont modifié les conditions de formation des sols au cours du temps ?
- Aujourd'hui, à quel pas de temps, peut-on observer *in situ* la transformation d'un sol ?

Elle montre comment la vie a colonisé les terres émergées dès 4,4 - 4,2 milliards d'années (Ga), et transformé l'atmosphère, devenue oxydante lors du Grand Événement d'Oxydation (2,4 - 2,1 Ga). Certains éléments abondants et indispensables à la vie sont alors devenus des mineurs ou des traces. Crises environnementales, d'origine interne ou externe et adaptations par des sauts décisifs se succèdent : l'apparition de la couche d'ozone dans la stratosphère terrestre, qui permet la colonisation massive par les organismes vivants des surfaces continentales avec la mise en place de systèmes sol-eau-plante efficaces dès le Silurien (440 millions d'années) l'apparition des mycorhizes au Dévonien et de la fixation symbiotique de l'azote par les légumineuses au Crétacé. A chaque étape, les conditions de formation des sols changent et les sols jouent un rôle clé, y compris pour la survie des espèces, lors des grandes crises climatiques comme au Crétacé-Tertiaire. C'est ainsi que s'est progressivement mis en place le système sol - climat actuel.

Aujourd'hui, les avancées de l'instrumentation *in situ* permettent d'enregistrer au pas de temps horaire ou journalier des dynamiques modifiant la qualité de l'eau et des sols, des dérives séculaires ou des changements rapides, journaliers, biotiques ou abiotiques. Leur analyse permet de définir des indicateurs pertinents pour évaluer les risques de déstabilisation des milieux naturels et cultivés.

Didier Boulès (CEREGE, Aix-en-Provence) montre comment on peut **mesurer l'évolution des paysages grâce à l'utilisation des nucléides cosmogéniques**, éléments instables formés par des réactions nucléaires sous l'effet des rayons cosmiques, protons de haute énergie provenant de la galaxie. C'est le même principe que pour le Carbone 14, mais avec des éléments de plus longue période, le Béryllium-10 (^{10}Be , $T_{1/2}\sim 1,4$ Ma), l'Aluminium-26 (^{26}Al , $T_{1/2}\sim 0,7$ Ma) et le Chlore-36 (^{36}Cl , $T_{1/2}\sim 0,3$ Ma). Leur mesure permet de montrer depuis combien de temps des sols et des roches sont arrivés "à la lumière", donc en surface de la Terre, ou au contraire ont été enfouis "à l'abri de la lumière". Le retrait des glaciers, l'abandon d'une terrasse par changement de cours d'une rivière ainsi que l'apport de matériaux sédimentaires peuvent ainsi être datés et des controverses éclairées (les « stone lines » dans les sols tropicaux). De même, l'impact de l'Homme sur l'évolution des paysages peut être estimé en comparant les taux de dénudation pré-anthropiques déterminés grâce aux nucléides cosmogéniques, qui sont des moyennes sur 100 000 ans à 5 millions d'années, aux mesures actuelles.

Pour des périodes plus récentes encore, Dominique Schwartz (Université de Strasbourg) a présenté **l'évolution de l'occupation des sols vue par l'analyse des rideaux de culture**. Les rideaux de culture sont des ressauts topographiques qui se forment par accumulation de colluvions agricoles à l'amont de haies. Dans certains secteurs des versants vosgiens, ils forment de véritables réseaux de parcelles en bandes parallèles aux courbes de niveau (isohypses). Dans un site de la vallée de la Thur, (sud du Haut-Rhin), ces systèmes de rideaux de culture forment un ensemble dense de plusieurs centaines d'hectares. La datation et l'identification de charbons de bois conservés dans les colluvions met en évidence deux phases de défrichement. Une première phase centrée vers 900-1000 de notre ère correspond au défrichement de la hêtraie-sapinière initiale et à l'établissement du parcellaire, sans doute sous l'impulsion du monastère de Murbach. Une seconde phase entre 1650 et 1760 correspond à l'ouverture d'une forêt pionnière dont l'origine est liée à un bref abandon des lieux pendant la guerre de Trente Ans. Ces résultats éclairent d'un jour nouveau la dynamique de l'occupation humaine dans les vallées du versant alsacien des Vosges.

Près de Mulhouse, l'étude fine d'une toposéquence de sols loessiques montre que l'érosion des sols était déjà considérable dès 5700 BP, avec des valeurs d'au moins 4,5 t/ha/an, soit les valeurs enregistrées en agriculture intensive moderne ! D'autres phases d'érosion ont pu être datées du Haut Moyen-Age. A l'issue de ces études, il est établi que des haies existent au moins depuis la limite Age du Bronze / Hallstatt en Alsace, mais que le système de haies en bandes isohypses, encore peu connu et étudié en France, semble s'être mis en place au Moyen Age. Une spatialisation de leur aire de répartition semble indiquer qu'il y a une corrélation entre leur localisation et celle des grandes abbayes fondées au Haut Moyen Age.

Après le débat avec l'assistance, Georges Pédro a conclu la séance en insistant sur l'importance de considérer le temps long, le temps "profond". Les sols et les paysages enregistrent les effets des dynamiques internes et externes de notre planète, les processus géologiques et pédologiques, qui peuvent être de longue durée (plissements, érosion,

LE TEMPS DANS LES SOLS ET LES PAYSAGES
Séance du 8 novembre 2017

altération, pédogenèse, sédimentation), mais aussi très rapides (séismes, volcanisme). Ils enregistrent aussi les effets d'événements extérieurs à notre planète (impacts de météorites...), et enfin l'impact de l'Homme.