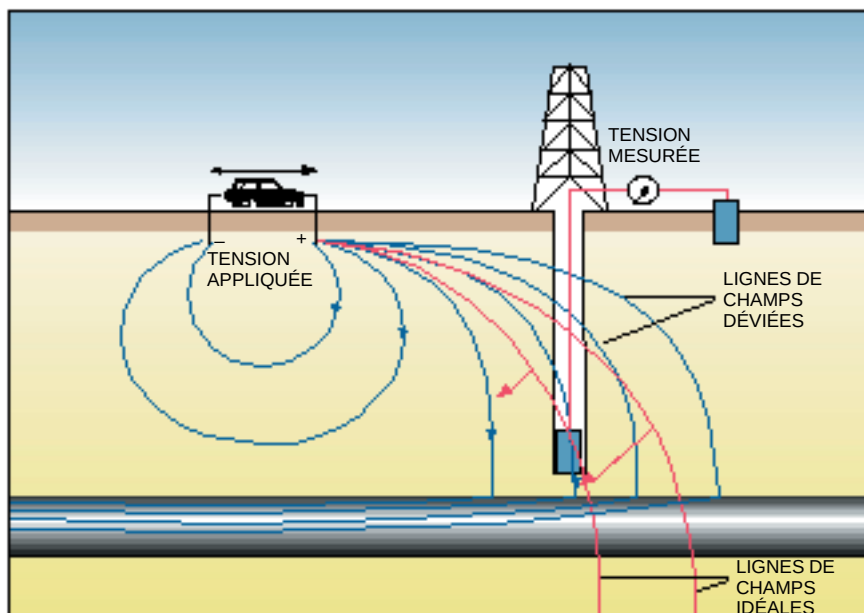




7. LORS DE L'EXPÉRIENCE de type dipôle-dipôle, une tension électrique était appliquée à la surface du sol à une certaine distance du puits de forage, et le parcours des lignes de champ était mesuré au fond du puits. L'existence de bons conducteurs électriques, dans les couches profondes de la Terre, a été révélée par la déformation des lignes de champ, qui normalement sont circulaires.

fondeur de 1 000 mètres environ. Ce gradient augmente au cours des 500 mètres suivants et oscille alors autour d'une valeur de 28 degrés par kilomètre.

Cette observation pose toute une série de questions encore ouvertes. Pour l'instant, les mesures de température, dans le forage principal, sont trop rares et trop imprécises, car les opérations de percement ont perturbé la température de la roche environnante. Leur retour à l'équilibre thermique prendra un temps de l'ordre de celui de la durée du percement.

Enfin l'un des buts principaux du programme KTB était d'analyser le comportement mécanique de l'écorce terrestre. Les connaissances dans ce domaine sont fondamentales, car elles expliqueront la tectonique des plaques continentales internes, la formation des chaînes montagneuses, la création de bassins sédimentaires, ainsi que les causes et les mécanismes des séismes.

Notre connaissance actuelle des propriétés de l'écorce terrestre est fondée sur des expériences de laboratoire qui ont montré que la résistance de la partie supérieure de l'écorce terrestre dépendrait de la résistance au frottement sur des «surfaces de rupture» ; les contraintes maximales augmenteraient proportionnellement à la profondeur. D'autre part, des expériences menées à haute température et à faible

vitesse de déformation ont montré que la plasticité des roches augmenterait de manière exponentielle au-delà d'une certaine température.

À l'intersection de ces deux régimes correspond la transition fragile-plastique. Dans le cas du quartz, omniprésent dans l'écorce terrestre, cette transition devrait se produire aux environs de 300 °C.

La compréhension de cette transition étant d'une importance considérable en sciences de la Terre, les géophysiciens du programme KTB procédèrent à toute une série d'expériences, afin de déterminer les contraintes jusqu'au fond du forage principal. Ainsi ont-ils découvert que les contraintes mécaniques sont effectivement transmises à partir de la partie superficielle et rigide de l'écorce terrestre. Elles augmentent avec la profondeur jusqu'à ce qu'elles atteignent la limite de rupture des roches.

Pour mieux connaître ce comportement, on a fracturé les roches, à des profondeurs variées, par des moyens hydrauliques, au cours d'une expérience de vidage du trou de forage et d'injection de fluides. Un sismographe disposé au fond du préforage a détecté plus de 400 microséismes d'une intensité atteignant une magnitude de 1,2. L'expérience a d'ores et déjà démontré que des systèmes de fissures existent également dans les couches

profondes de l'écorce terrestre et qu'elles peuvent s'ouvrir sous l'action de la pression hydraulique.

Un indicateur approximatif du début de la zone fragile de l'écorce profonde est donné par la profondeur jusqu'à laquelle des tremblements de terre localisés se produisent. L'analyse des microséismes de la zone KTB à l'aide du réseau local de sismographes a montré que les épicentres sont souvent situés à une profondeur d'une dizaine ou, au maximum, d'une douzaine de kilomètres sous la surface. L'observation microscopique et submicroscopique des caractéristiques structurales de minéraux tels que le quartz, qui subit des modifications considérables lors de la transition vers la plasticité, fournit un autre indice qui permet l'identification directe du domaine de transition. Ces modifications sont aisément reconnaissables sur les plus petits échantillons de forage observés au microscope électronique, et elles ont révélé que le forage principal avait effectivement atteint le domaine de transition.

Depuis la fin du forage, Windischeschenbach est devenu un observatoire géologique. L'ensemble des deux puits, distants de 200 mètres, permet d'analyser la roche intermédiaire. On effectue aussi des expériences sismiques de «trou croisé», au cours desquelles une source d'ondes sonores est placée dans un puits, et une sonde réceptrice dans l'autre ; on a également analysé la communication hydraulique entre les deux puits. Windischeschenbach est aussi l'amorce d'une collaboration internationale pour l'étude de l'écorce terrestre. Le programme international de forage continental profond doit repartir cette année.

Rolf EMMERMANN travaille au Centre de recherches géologiques de Potsdam.

The German Continental Deep Drilling Program (KTB). Site Selection Studies in the Oberpfalz and Schwarzwald, sous la direction de R. Emmermann et J. Wohlenberg, Springer-Verlag, 1989.

Geodynamik und Plattentektonik, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1995.

Scientific Rationale for Establishment of an International Program of Continental Scientific Drilling, sous la direction de Mark Zoback et R. Emmermann, GeoForschungsZentrum Potsdam, 1994.