

L'hydrologie isotopique dans le Sahel

L'Afrique du Nord vient de connaître les rigueurs d'une période de sécheresse exceptionnelle. De vastes régions de ce qu'on appelle le Sahel ont été pratiquement exemptes de précipitations pendant deux ou trois ans; cette zone qui s'étend d'Est en Ouest du continent africain, à une latitude comprise entre ~ 10 et 20° de latitude nord, traverse le Sénégal, la Mauritanie, le Mali, la Haute-Volta, le Niger, le Nigéria, le Tchad, le Soudan et l'Ethiopie.

Partant du Sahara qui le limite au nord, le Sahel (« Rivage » en arabe) est la zone où le désert se termine, où la végétation commence à apparaître et où la vie redevient possible. Cette zone est surtout habitée par des pasteurs nomades. Absence de précipitation signifie manque de nourriture pour le bétail et, partant, pour la population. Par suite de la longue sécheresse, une bonne part du bétail est mort; les nomades ont dû quitter les zones de séjour habituelles pour se regrouper autour de villes et de villages, où les fonctionnaires nationaux du lieu ont organisé les secours, avec l'aide et le soutien d'autres pays et d'organisations internationales.

Quoique les précipitations soient rares, même dans les années normales, il existe dans le Sahel d'importantes ressources en eaux souterraines. Cependant, l'eau souterraine est surtout exploitée par puits creusés, qui n'atteignent que la partie supérieure de la nappe phréatique, laquelle subit immédiatement l'effet de la sécheresse (baisse du niveau hydrostatique). L'eau souterraine profonde n'est exploitée que par un nombre restreint de puits forés.

Par l'intermédiaire du PNUD, les Nations Unies ont financé ces dernières années dans les pays du Sahel plusieurs projets hydrogéologiques, destinés à localiser et à évaluer les ressources en eaux souterraines et à développer leur exploitation. L'AIEA a participé, ou participe, à un grand nombre de ces projets en procédant aux analyses isotopiques de l'eau souterraine.

Voici quelques-unes des questions les plus difficiles que pose la recherche des eaux souterraines dans les zones arides:

L'alimentation d'une nappe donnée se poursuit-elle actuellement?

Si oui, d'où vient la contribution la plus grande à l'alimentation en eaux souterraines?

Quel est l'âge de l'eau souterraine?

Il n'est souvent pas possible de répondre à ces questions en utilisant les méthodes hydrogéologiques et géophysiques classiques rappelées ci-dessus, mais les techniques fondées sur ce qu'on appelle



Prélèvement dans un puits creusé, pour analyse isotopique. Ici, pratiquement aucune végétation; c'est déjà le désert.

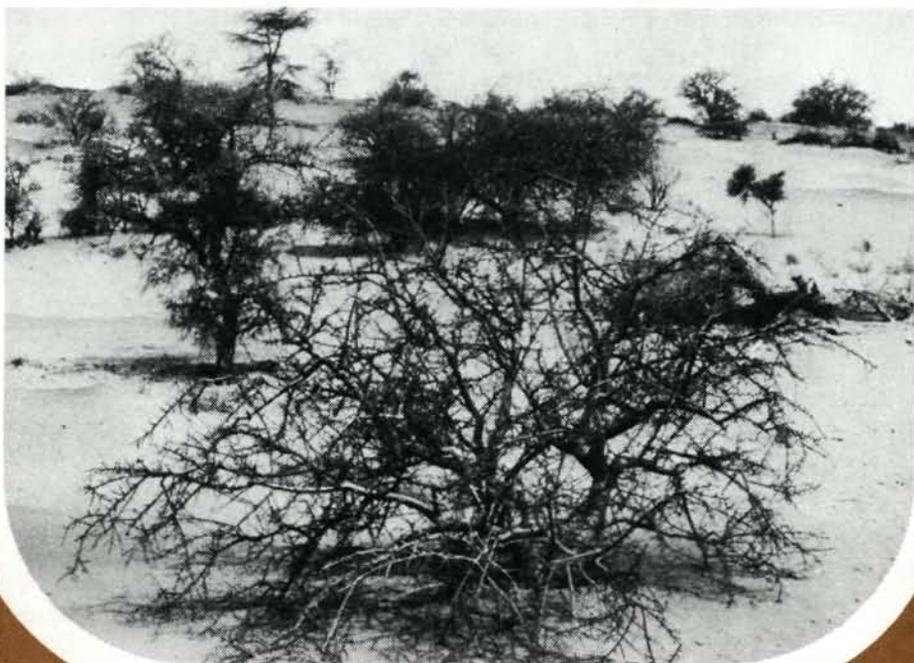
Prélèvement dans un puits creusé, pour analyse isotopique





Après prélèvement dans un puit creusé

Végétation typique du Sahel. Ces arbustes peuvent résister à de longues sécheresses



les isotopes du milieu (^{18}O et ^2H stables; ^3H et ^{14}C radioactifs) peuvent fournir une réponse.

Les concentrations des isotopes stables de l'oxygène et de l'hydrogène, composants des molécules d'eau, se conservent dans les eaux souterraines. Ces isotopes figurent parmi les traceurs géochimiques les plus efficaces et les plus sûrs pour établir l'origine de l'eau souterraine. D'autre part, les concentrations du tritium (^3H) et du carbone 14 dépendent de l'âge des eaux souterraines. Le tritium, qui a été introduit en grande quantité et à une échelle mondiale dans le cycle hydrologique, au cours des 20 dernières années, par les explosions thermonucléaires dans l'atmosphère, est un indicateur d'alimentation récente, et sa présence dans les eaux souterraines prouve que la nappe est active. Le carbone 14 produit à un rythme constant par l'interaction des rayons cosmiques et de l'atmosphère est introduit dans les eaux souterraines par dissolution du CO_2 du sol, qui a lieu dans la zone non saturée et dans la zone saturée voisines du niveau hydrostatique. Ensuite, le ^{14}C dissout commence à se désintégrer et sa concentration dépend de l'âge des eaux souterraines, qui peut être établi, dans le meilleur des cas, jusqu'à une limite de 30 000 ans. C'est pourquoi, le tritium est surtout utilisé pour les nappes peu profondes, tandis que le ^{14}C convient aux nappes profondes et captives.

Les renseignements fournis par la technique des isotopes sont souvent extrêmement précieux pour mieux connaître les ressources en eaux souterraines et mieux planifier leur exploitation, malgré les problèmes que soulèvent toujours les cas concrets. En réalité des processus naturels, tels que le mélange et l'interaction avec les roches aquifères, ou les difficultés pratiques telles que l'insuffisance ou même l'absence de données accessoires concernant les forages, ou l'impossibilité de prélever des échantillons dans certains horizons acqueux, etc., tendent le plus souvent à embrouiller le résultat. Toutefois, les données recueillies et l'expérience acquise en une quinzaine d'années par la section d'hydrologie isotopique de l'AIEA et par d'autres laboratoires répartis à travers le monde, permettent souvent d'interpréter de façon décisive les nouvelles données, en dépit des nombreuses difficultés.

Dans les dernières années, les études hydrologiques menées par le PNUD au Tchad, au Sénégal et au Mali (tous pays du Sahel) et dans beaucoup d'autres régions arides comportaient des investigations isotopiques menées par l'AIEA. Actuellement, des recherches similaires sont prévues dans un projet du PNUD concernant la Mauritanie.

Toutes les photographies illustrant cet article ont été prises par un fonctionnaire de l'AIEA, R. Gonfiantini, en Mauritanie du Sud