

Hydrologie isotopique en Amérique latine

par Bryan R. Payne

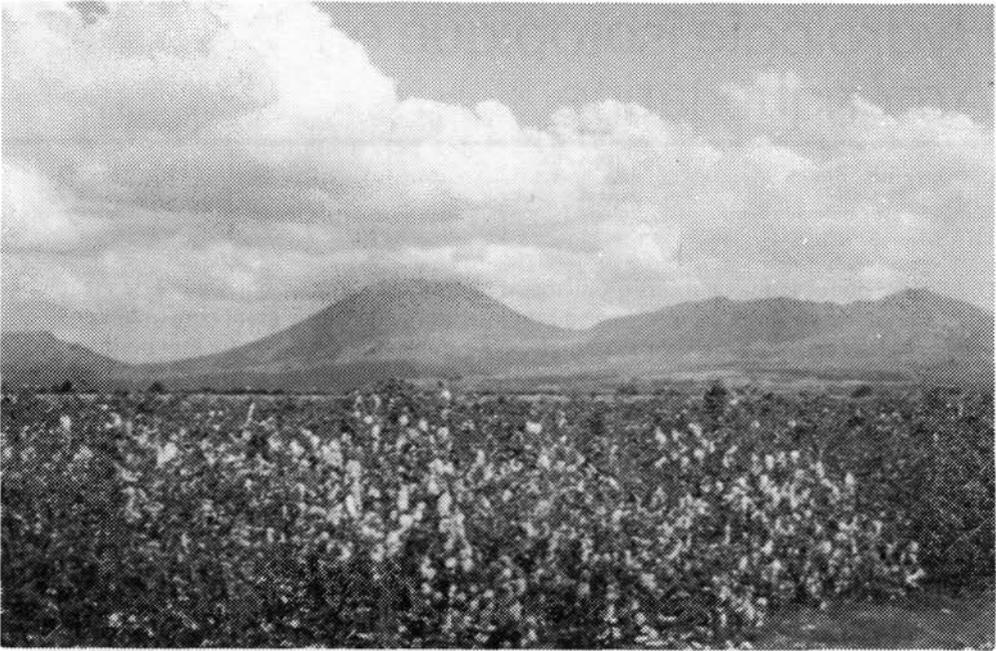
M. Payne est Chef de la Section d'hydrologie isotopique de la Division de la recherche et des laboratoires.

On dispose pour l'étude de divers problèmes d'hydrologie d'une grande variété de techniques nucléaires qui sont sur le point de devenir un instrument de travail complémentaire et, dans certains cas, indispensable pour l'hydrologue qui cherche à répondre aux besoins croissants en eau de l'agriculture, de l'industrie et des collectivités. L'Amérique latine offre des exemples pour l'application de pratiquement toutes les techniques d'hydrologie nucléaire. L'objet du présent article est de donner un aperçu de l'état d'avancement de l'hydrologie isotopique dans cette région et des types de problèmes que ces techniques doivent contribuer à résoudre.

Il est essentiel de connaître le mouvement des sédiments, par exemple, pour assurer la navigabilité des voies d'eau, choisir l'emplacement des points d'eau de refroidissement pour les centrales et étudier le problème de l'ensablement des réservoirs. Les techniques des radioindicateurs ont déjà joué un rôle non négligeable dans ces domaines. La Commission argentine de l'énergie atomique a eu recours à ces techniques pour l'entretien du canal de jonction entre le Rio de la Plata et le port de Buenos Aires. Des problèmes semblables ont été résolus au Brésil et au Chili avec le concours de l'Agence qui a fourni une assistance

Vue aérienne du détournement de l'eau du réservoir de Morelos sur le Colorado, destiné à irriguer la vallée de Mexicali (Mexique). On utilise les techniques des isotopes de l'environnement pour étudier les problèmes de l'origine de l'eau et de la salinité. Photos: AIEA/Payne.

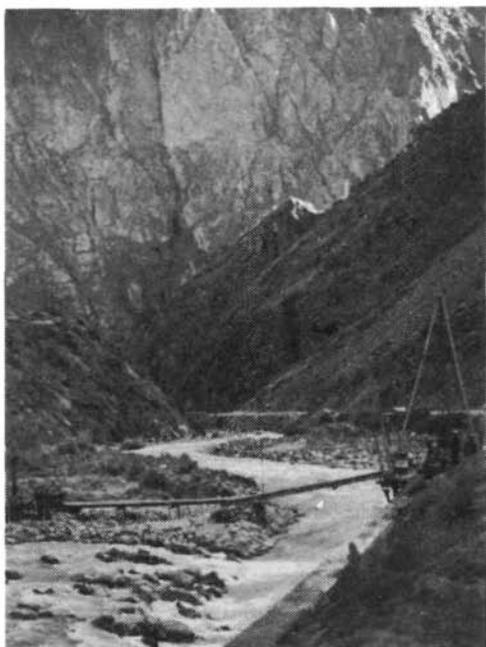




Plantation de coton dans la plaine de Chinondegua (Nicaragua), où l'AIEA a coopéré à l'exécution d'un grand projet du PNUD et a trouvé que les eaux souterraines proviennent de l'infiltration des précipitations tombant sur des montagnes à des altitudes supérieures à 280 mètres.

Oasis dans le désert côtier au sud de Lima. Une mission spéciale de l'AIEA a donné des conseils sur l'emploi des techniques isotopiques pour la mise en valeur des ressources en eaux souterraines de la région.





Rio Rimac dans les basses Andes péruviennes. L'AIEA a étudié la possibilité de mesurer le débit solide du fleuve au moyen des radioisotopes en vue du choix du site d'une prise d'eau.



Prélèvement d'échantillons d'eau pour l'analyse au moyen des isotopes de l'environnement sur l'Altiplano bolivien, en vue d'étudier l'origine des eaux souterraines dans le cadre d'un grand projet du PNUD sur les ressources en eau.

Essai de pompage à la Jamaïque où l'AIEA a fait des études au moyen des isotopes dans le cadre d'un projet du PNUD.



technique comportant notamment l'envoi d'experts chargés de combiner la technique des radioindicateurs et les méthodes classiques. A l'Institut d'études nucléaires de Belo Horizonte une équipe travaille sur des modèles de laboratoire et sur le transport des sédiments dans les cours d'eau, en s'efforçant surtout de mettre au point des méthodes d'interprétation quantitatives. Ces techniques ont également été employées au Mexique dans diverses études portant, notamment, sur le mouvement des sables dans le Golfe du Mexique à proximité du site envisagé pour la construction d'une centrale nucléaire à Laguna Verde. Une équipe française les a appliquées au Lac de Maracaibo au Venezuela.

Les techniques radioisotopiques peuvent être utilisées pour mesurer la direction et la vitesse de l'écoulement des eaux souterraines dans les forages. Ces renseignements sont particulièrement utiles pour l'étude des problèmes posés par les ouvrages hydrauliques, tels que les fuites de barrages et le mouvement des eaux souterraines à proximité des dépôts de déchets. En fait, c'est au début des années 1960, au Chili, que cette méthode a été appliquée pour la première fois en Amérique latine.

Pour le moment le radiocarottage est moins employé en hydrologie que dans l'industrie pétrolière. Or, il permet d'obtenir des renseignements importants sur de nombreux paramètres hydrologiques et géologiques qui présentent un intérêt pour la mise en valeur optimale des ressources d'eau souterraine. A l'heure actuelle, l'Agence aide Cuba à élargir les applications du radiocarottage dans l'île.

La pollution pose des problèmes de plus en plus graves dans de nombreuses régions du monde et l'Amérique latine ne fait pas exception à cet égard. Les radioisotopes sont utilisés pour déterminer les phénomènes de dispersion et de diffusion dans les sites envisagés pour recevoir des effluents; en fait, on s'en est servi au Brésil pour étudier l'évacuation des déchets de Santos dans l'océan. Il ne fait pas de doute que les études de cette nature ainsi que celles relatives au mécanisme du transport dans les estuaires iront en se multipliant.

Tout un ensemble d'applications hydrologiques découle des modifications survenant dans la composition isotopique des eaux naturelles. Les isotopes de l'environnement les plus couramment utilisés sont les nucléides stables deutérium et oxygène 18 et le radionucléide tritium, qui sont tous contenus dans la molécule d'eau, ainsi que le carbone 14 que se trouve dans le carbone dissous dans l'eau. A la différence d'autres applications, celles-ci permettent d'étudier des zones dont la superficie peut atteindre plusieurs milliers de kilomètres carrés. En outre, aucune radioactivité n'est introduite dans le système puisque les mesures portent sur les radioisotopes naturels qui sont produits dans l'environnement. Trois des isotopes qui se trouvent dans la molécule d'eau sont de ce fait des indicateurs idéals pour l'étude de l'eau. Les techniques faisant appel aux isotopes du milieu sont de plus en plus utilisées dans l'exploration des ressources hydrauliques, en particulier dans celle des eaux souterraines. Il est à remarquer que des études de cette nature ont été faites ou le seront prochainement dans près de 60% des Etats Membres d'Amérique latine.

L'étude du renouvellement des eaux souterraines constitue un exemple remarquable de l'emploi des isotopes de l'environnement. Au Nicaragua, l'Agence a apporté le concours de son personnel et de son laboratoire à l'exécution d'un grand projet du PNUD. On a découvert que les eaux souterraines profondes de la plaine côtière du Chinandega provenaient de plus de 280 mètres d'altitude et non de l'infiltration des précipitations tombant directement sur la plaine. Les données obtenues à l'aide d'isotopes de l'environnement ont également contribué à préciser l'origine et le mouvement des eaux souterraines dans l'Altiplano, en Bolivie. En outre, l'AIEA participera prochainement à un grand projet du PNUD visant à étudier les eaux souterraines aux environs de la ville de Guatemala.

Dans les zones arides, la salinité des eaux limite grandement l'alimentation en eau de l'agriculture et des collectivités. Elle suscite de nombreuses difficultés au nord-est du Brésil

et les équipes brésiliennes d'hydrologie isotopique de Piracicaba et de Belo Horizonte étudient actuellement l'origine de ces eaux salées. Le Brésil est maintenant en mesure de faire des analyses à l'aide de tous les isotopes naturels couramment utilisés et se familiarise avec l'application de ces techniques. En outre, les Brésiliens examinent la possibilité d'employer les données obtenues au moyen d'isotopes naturels pour étudier le bilan hydraulique du bassin de l'Amazone. En particulier, ils espèrent obtenir ainsi des renseignements sur la mesure dans laquelle l'eau retourne dans l'atmosphère par évapotranspiration au niveau du bassin. Cette étude est motivée par un vaste plan de déboisement et de peuplement de la région.

L'origine de la salinité dans la vallée de Mexicali au Mexique constitue un des sujets d'une étude qui est effectuée conjointement par les autorités mexicaines et l'AIEA. Cette étude bénéficie des services consultatifs de l'Agence et complète l'aide que l'Agence apporte au titre de son programme d'assistance technique. Elle a fait la preuve que le degré élevé de salinité dans de nombreuses parties de la vallée de Mexicali était dû à l'infiltration d'eaux de surface de qualité médiocre en provenance de canaux d'irrigation. Une autre étude réalisée dans la plaine côtière au sud de Veracruz à l'aide d'isotopes de l'environnement a permis d'établir que la plus grande partie des eaux souterraines était due à l'infiltration des pluies locales et non à des infiltrations en provenance du Rio Blanco que arrose la plaine.

Les principes sur lesquels reposent les méthodes d'hydrologie isotopique et leurs possibilités d'application à la solution de divers problèmes ont été exposés à l'intention des responsables de plusieurs organismes hydrologiques d'Amérique latine au cours d'un séminaire régional qui s'est tenu à Mexico en novembre 1973. Plusieurs applications récentes dans la région ont été inspirées par ce séminaire et il n'est pas douteux que l'emploi de ces méthodes prendra de l'extension à mesure que les divers pays disposeront des moyens nécessaires à cette fin. Ainsi, deux nouveaux pays d'Amérique latine seront bientôt pleinement capables de mesurer à l'aide d'isotopes de l'environnement la composition isotopique des eaux naturelles.

Centrale géothermique de Cerro Prieto dans la vallée de Mexicali où l'on utilise les techniques isotopiques pour estimer le potentiel du champ géothermique.

