

ORSTOM
actualités

INSTITUT FRANCAIS
DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT
EN COOPERATION



SIX ANS DE RECHERCHES
GEOLOGIQUES AU TOGO

N° 16 - Janvier - Février 1984

Fonds Documentaire
Cote B*26398
B*26404



cliche : Catherine LEDUC

NOMINATION DU PRÉSIDENT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Monsieur François **DOUMENGE** a été nommé Président du conseil d'administration de l'ORSTOM le 25 mars 1987, sur proposition du ministre de la coopération et du ministre délégué chargé de la recherche et de l'enseignement supérieur. Il prend la succession de Monsieur Pierre **LAVAU**.

Agé de 60 ans, agrégé de géographie et docteur ès lettres, M. **DOUMENGE** commença sa carrière professorale à Montpellier où il fut successivement professeur au lycée (1953-1957), assistant et maître-assistant (1957-1966), puis maître de conférences à la faculté des lettres de 1966 à 1968, où il est devenu à cette date professeur titulaire de la chaire de géographie tropicale jusqu'en 1976. Détaché auprès de l'Organisation des Nations Unies pour y diriger les projets de l'Agence de développement des pêches dans les îles du Pacifique Sud (1971-1973), après l'avoir été auprès de l'Université d'Abidjan (afin d'y créer l'Institut de géographie tropicale) ; il devait être nommé en 1976 recteur de l'académie des Antilles et de Guyane. Il

a été élu en juin 1979 professeur au Muséum d'histoire naturelle, à la chaire d'éthologie et de conservation des espèces animales (de laquelle dépend notamment le parc zoologique de Vincennes et la ménagerie du Jardin des plantes). M. **DOUMENGE** fut en outre expert des problèmes de développement des ressources marines pour les territoires français du Pacifique et la commission du Pacifique-Sud en 1960 et participa en 1967 aux missions du CNEXO au Japon et en Corée, régions du monde sur lesquelles il a publié de nombreux ouvrages. M. **DOUMENGE** a été par ailleurs adjoint au maire (P.R.) de Montpellier (alors M. François **DELMAS**), rapporteur du budget, de 1959 à 1977.

LE SALAR DE UYUNI EN BOLIVIE

La plus grande croûte de sel du monde

Depuis une dizaine d'années l'ORSTOM étudie les bassins évaporitiques de l'Altiplano bolivien dans le cadre d'une convention avec l'Université Majeure de San Andres (UMSA) de La Paz.

Ce programme vient de prendre un nouveau départ, dans le cadre du Département, "Étude et gestion des ressources naturelles", grâce à l'acquisition en 1985 par l'ORSTOM d'une sondeuse carotteuse légère. Les premiers carottages ont déjà atteint 70 m de profondeur dans la plus grande croûte de sel du monde : le salar de Uyuni.

Ce programme présente un bon exemple d'équilibre entre les motivations économiques et la recherche scientifique.

Une nouvelle convention vient d'être signée avec un organisme dépendant du Ministère des Mines bolivien : le Complexe Industriel des Ressources Evaporitiques du Salar Uyuni (CIRESU).

En France le principal partenaire est l'Institut de Géologie de Strasbourg, qui soutient ce programme depuis 1975.

L'Altiplano, un milieu exceptionnel.

Au cœur des Andes, entre 3 660 et 4 500 m d'altitude, se trouve une vaste zone de hauts plateaux limitée du côté amazonien par la Cordillère Orientale et du côté Pacifique par la Cordillère Occidentale. D'une surface d'environ 200 000 km², cette région froide et aride

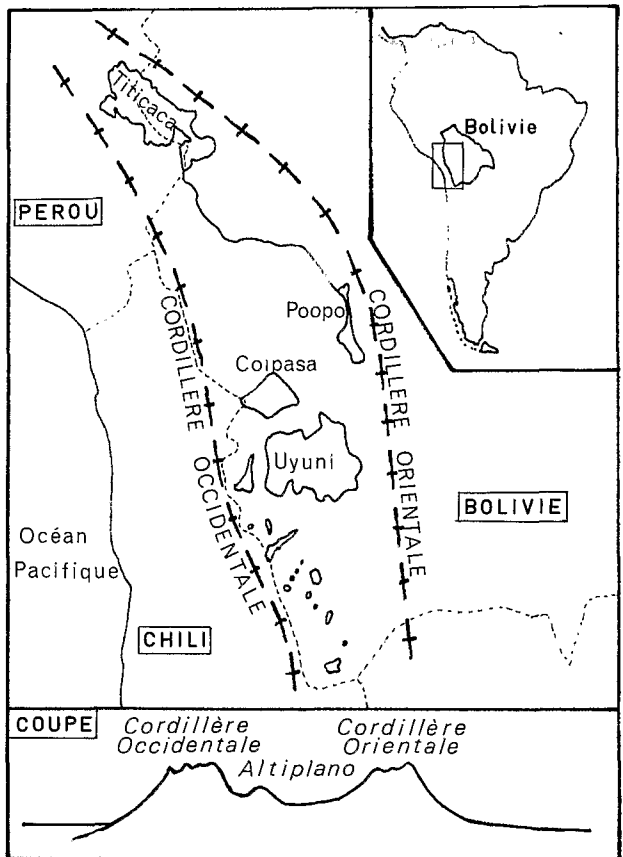
est fermée intramontagneuse andin : c'est l'Altiplano.

Au Nord, à 3 810 m, se trouve le lac Titicaca dont les eaux douces se déversent à travers une rivière, le Desaguadero, dans un lac salé, 350 km plus au Sud, le lac Poopo.

Encore 200 km plus au Sud et nous arrivons dans la dépression centrale de l'Altiplano à environ 3 660 m d'altitude. Là nous rencontrons un paysage grandiose : une surface parfaitement plane et très blanche de 10 000 km², soit l'équivalent de deux départements français. C'est le salar de Uyuni, la plus grande croûte de sel du monde. Ce sel s'est déposé lors de l'assèchement d'un lac salé qui occupait, il y a environ 10 000 ans, une grande partie de l'Altiplano. Le terme "salar" indique une croûte de sel sèche en surface, sauf pendant la saison des pluies. Un lac salé, par contre, est en eau toute l'année.

Il existe de nombreux autres salars et lacs salés sur l'Altiplano. Leur surface varie de quelques centaines de mètres carrés à 2 500 km² pour le salar de Coipasa, le second en superficie après Uyuni. La plupart d'entre eux se trouvent au Sud de l'Altiplano, une région très affectée par le volcanisme. Les volcans délimitent des petits bassins fermés dont le centre est occupé par des lacs salés ou des salars.

Les sels que l'on rencontre sont variés. Les deux plus grands salars, Uyuni et Coipasa, sont constitués essentiellement de halite, ou chlorure de sodium. Dans les petits salars on



trouve, en plus de la halite, du gypse, des sulfates de sodium, des carbonates de sodium et des borates.

Pourquoi le Salar de Uyuni ?

Depuis 1975 l'ORSTOM s'intéresse à ces milieux très salés. Les salars boliviens n'avaient jamais été étudiés. Le sujet était absolument neuf et entraînait tout naturellement dans le cadre de l'étude des formations superficielles dans l'Altiplano, un thème mobilisateur de l'ORSTOM à cette époque.

Les premières années furent consacrées à la reconnaissance générale et très superficielle des salars. Très vite il est apparu que ces milieux présentaient un

très grand intérêt économique. Les croûtes de sel, poreuses et perméables, renferment des saumures interstitielles extraordinairement riches en lithium (Li), bore (B) et potassium (K). Les teneurs des saumures du salar de Uyuni sont parmi les plus élevées que l'on connaisse : plus de 4 g/l pour Li et B et 30 g/l pour K. Les réserves en lithium du salar de Uyuni sont les plus importantes du monde : entre 5 et 10 millions de tonnes pour les six premiers mètres seulement. On y trouve également de grandes quantités de potassium (plus de 100 millions de tonnes) et de bore (3 millions de tonnes).

Ces éléments proviennent de l'altération des roches volcaniques des bassins ver-

Fonds

RD

Fonds Documentaire IRD

Cote : B*26402 2:1



010026402

sants. La forte aridité ne permet pas aux sols de se développer et de piéger ces éléments en amont dans leur complexe absorbant. Quant aux minéraux pouvant se former à partir de ces éléments, ils sont très rares ou ne cristallisent en général qu'à partir de saumures extrêmement concentrées. D'ailleurs, il n'existe aucun sel naturel de lithium. Ces éléments peuvent donc rester en solution et se concentrer librement.

Enfin la sondeuse vint...

Un handicap majeur pour l'étude de ces milieux est la difficulté d'obtenir des informations en profondeur. Contrairement à la plupart des formations géologiques superficielles, les salars présentent des surfaces absolument plates sans aucun accident topographique pouvant permettre des observations profondes. Etudier quelques centimètres à la surface d'un objet géologique de 10 000 km² et de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur n'a pas beaucoup de sens. Autant ne rien faire. La seule solution consiste à réaliser des sondages. Mais une sondeuse coûte cher à l'achat comme à l'entretien. Ce n'est qu'en 1985 que l'ORSTOM a pris la décision d'acheter, dans le cadre du Département F, une petite sondeuse carotreuse assez légère pour pouvoir être manœuvrée par 3 ou 4 personnes.

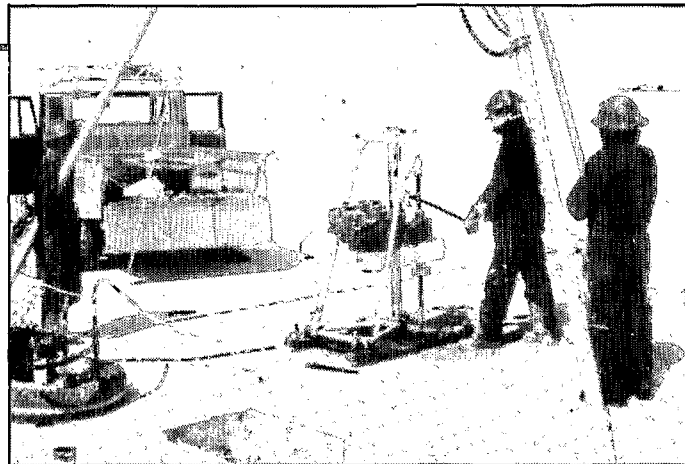
Les premiers résultats ne se firent pas attendre. En un an seulement on a découvert à Uyuni, jusqu'à 70 m de profondeur, 9 croûtes de sel séparées par des sédiments lacustres, c'est-à-dire autant de lacs salés successifs. Chacune de ces croûtes renferme, comme la croûte superficielle, une saumure interstitielle très riche en éléments économiquement intéressants. Les réserves du salar sont donc bien plus élevées

que celles dont on avait connaissance jusqu'à présent sur les dix premiers mètres.

Mais quel intérêt y a-t-il à rechercher des saumures plus profondes si les réserves superficielles sont déjà si importantes ? Une des raisons est l'existence d'une anomalie majeure au niveau des bilans de matière dans le salar de Uyuni. On devrait s'attendre à retrouver dans l'ensemble du salar (saumures + sels + sédiments) les mêmes proportions relatives en Li, K, B que dans les eaux des sources et rivières qui alimentent le salar. Or, en faisant les bilans on trouve un déficit de plus de 90 % en Li, K et B dans le salar de Uyuni. Une des hypothèses est que ces éléments ont pu s'infiltrer avec les saumures plus bas dans le bassin.

Il peut être plus intéressant d'exploiter une couche plus profonde et plus concentrée qu'une couche superficielle plus diluée. La première opération à réaliser pour exploiter ces éléments est d'évaporer les saumures dans des bacs, opération longue et délicate. On a donc intérêt à trouver les solutions les plus concentrées au départ. Grâce à la sondeuse on dispose d'un échantillonnage complet des saumures jusqu'à 70 m. On espère pouvoir descendre encore plus bas lors d'une prochaine mission.

L'intérêt économique du salar de Uyuni ne se limite pas seulement aux saumures. Il est possible de produire du carbonate de sodium à partir du chlorure de sodium qui constitue 95 % des croûtes de sel et du calcaire abondant sur le bassin versant. Le carbonate de sodium est un produit de base essentiel pour l'industrie chimique. Il est quasi-inexistant à l'état naturel en Amérique du Sud. L'énergie pourrait provenir d'un vaste champ géothermique situé à



Le travail de perforation

250 km au Sud, étudié par les Italiens. Quant aux communications, le chemin de fer La Paz-Antofagasta (Chili) longe toute la bordure Est et Sud du Salar. Le potentiel de développement économique du salar de Uyuni est donc immense. Mais les investissements à réaliser sont énormes. Il y a actuellement surabondance de matières premières sur le marché international. Exploiter un seul produit n'est pas possible. Seule une exploitation intégrée de plusieurs produits pourrait être rentable.

Et la recherche scientifique ?

Jusqu'à présent nous n'avons parlé que de l'intérêt économique du salar de Uyuni. Mais les sondages ont également d'importantes motivations scientifiques. Citons parmi les plus intéressantes :

- La reconstruction de l'histoire lacustre quaternaire de l'Altiplano. Si l'on arrive jusqu'aux sédiments pré-évaporitiques on pourra essayer de dater le contact entre ces sédiments et ceux de la phase évaporitique. Cela donnera la date de fermeture de l'Altiplano, il y a probablement plusieurs centaines de millions d'années.

- La géochimie des saumures, des sels et des sédiments. Le salar de Uyuni est un des plus beaux laboratoires naturels pour l'étude des réactions minérales et du comportement d'éléments relativement

rare comme le bore et le lithium.

- L'étude de la diagenèse précoce (transformations en cours) du plus grand bassin évaporitique du monde : les bassins évaporitiques sont des milieux très instables. Ils évoluent rapidement avec le temps. Par exemple : les diatomées se transforment en argile, les coprolites de la crevette *Artenia* se désagrègent en gypse microcristallin, les sels se redissolvent. L'étude des premières phases de ces transformations apporte des clés pour la reconstitution des bassins plus anciens.

- La reconstitution des paléoclimats. Chacun des 9 lacs salés correspond à un changement climatique majeur sur l'Altiplano, et sans doute dans toutes les Andes septentrionales. Une telle succession complète est rarement rencontrée.

Pour conclure, il faut insister sur le remarquable équilibre entre la recherche scientifique de base et la recherche à finalité économique. Loin d'être antagonistes ces deux aspects de la recherche se soutiennent entre eux et s'enrichissent mutuellement. L'effort de l'ORSTOM pour ce programme doit se poursuivre. Nous sommes arrivés à la pointe d'un thème de recherche. Restons-y ■

François RISACHER

Département
"Étude et gestion
des ressources
naturelles"
UR 606