

## LES DIATOMÉES DES SÉDIMENTS SUPERFICIELS DE QUELQUES LACS SALÉS DE BOLIVIE

Simone SERVANT-VILDARY\*

Dans la Cordillère occidentale des Andes (fig. 1) vers 20° de latitude Sud, de nombreux petits lacs endoréiques, situés vers 4000 - 5000 m d'altitude dans un paysage essentiellement volcanique, sont soumis à une forte évaporation et à une forte insolation dans un contexte climatique froid et aride (température moyenne annuelle 6 °C, précipitation environ 100 mm/an). Ces lacs peu profonds déposent des évaporites, dont les mécanismes de formation ont été analysés en détail par BALIVIAN et RISACHER (1981).

Les diatomées ont été étudiées dans 48 échantillons de vase superficielle prélevée dans 13 de ces lacs. La flore est abondante et variée ; 150 espèces ont été déterminées, appartenant à la classe des Pennatophycidées, parmi lesquelles les genres *Nitzschia*, *Navicula*, *Amphora*, *Stauroneis* et *Surirella* sont les plus abondants.

Dans le plus grand de ces lacs, Pastos Grandes, il nous a été permis de suivre les modifications des associations floristiques en relation avec l'augmentation de la salinité. C'est une dépression de forme circulaire d'environ 10 km de diamètre, localement occupée par des nappes d'eau peu profondes, décimétriques. Les échantillons d'eau douce proviennent d'une part des bordures est et sud au débouché des rivières qui alimentent le lac, d'autre part de la bordure ouest où se trouvent de nombreuses sources thermales. Ces eaux ont une salinité comprise entre 0,2 et 1,4 g/l. La flore est essentiellement composée d'espèces oligohalines ; les associations sont caractérisées par une espèce largement dominante : au Sud par *Fragilaria virescens* Ralfs (40 %), à l'Est par *Navicula cryptocephala* Kütz. (35 %), au NW par *Fragilaria brevistriata* Grun. (80 %), et au SW par *Navicula cf. gracilis* Ehr. (45 %).

En entrant dans le salar, les eaux douces se concentrent plus ou moins rapidement. Au centre, la teneur en sels peut atteindre 370 g/l. On observe alors de profondes modifications de la flore. Les espèces oligohalines disparaissent et sont remplacées par des espèces méso- à euhalines.

Parmi celles-ci, *Navicula nov. sp.* a attiré notre attention. Bien qu'elle ne soit toujours très abondante, elle est répandue dans tout le lac, ce qui la différencie des autres espèces euhalines qui ne se trouvent que dans une zone ou deux. *Navicula nov. sp.* apparaît vers 12 g/l, puis elle augmente progressivement et atteint 12 % et 43 % suivant la salinité et les zones considérées (fig. 2). Cette espèce peut être considérée comme caractéristique du lac de Pastos Grandes : elle n'a pas été trouvée dans les douze autres lacs, même si la salinité y est supérieure à 12 g/l. Du point de vue géochimique, ce lac a la particularité de contenir des teneurs en bore et lithium importantes. La figure 3 montre qu'une relation peut être établie entre le développement de *Navicula nov. sp.* (exprimé en % par rapport à la flore totale) et la quantité de bore : très rare ou absente lorsque la concentration en bore est inférieure à 40 mg/l, elle atteint 30 % lorsque la concentration est de 9000 mg/l. Une relation identique pourrait être établie pour le lithium. C'est donc probablement ces deux éléments qui contrôlent le développement de *Navicula* dans le seul lac où ces éléments sont abondants.

\* Laboratoire de Géologie du Muséum National d'Histoire Naturelle, 43 rue Buffon, 75005 Paris.  
ORSTOM.

19 FEV. 1996

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 43428 ex 1

Cote : B

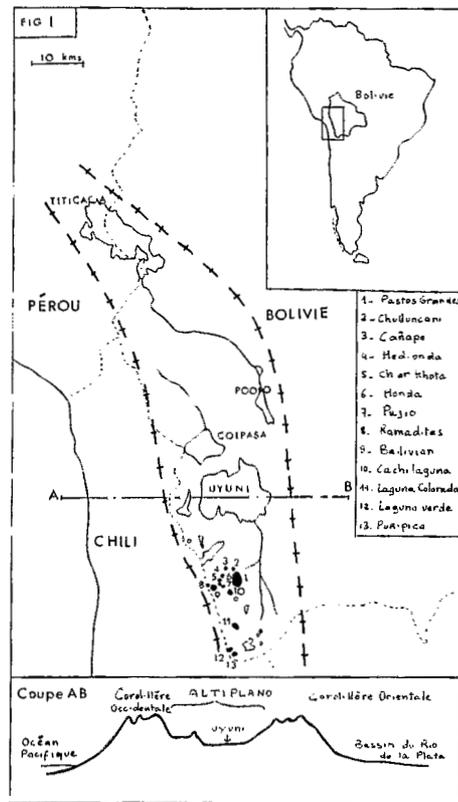


Fig. 1 — Localisation géographique des lacs (les 13 lacs étudiés sont indiqués en noir).

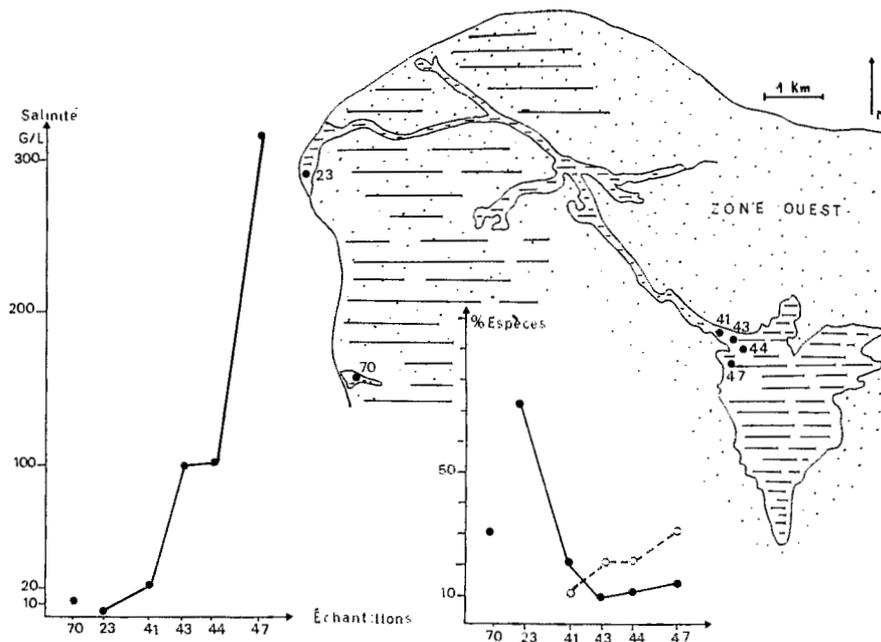


Fig. 2 — Pastos Grandes, zone ouest. Exemple d'un relai qui s'effectue entre une espèce d'eau douce (ligne continue) et une espèce d'eau salée (ligne discontinue) consécutif à une augmentation de la teneur en sels dissous des eaux.

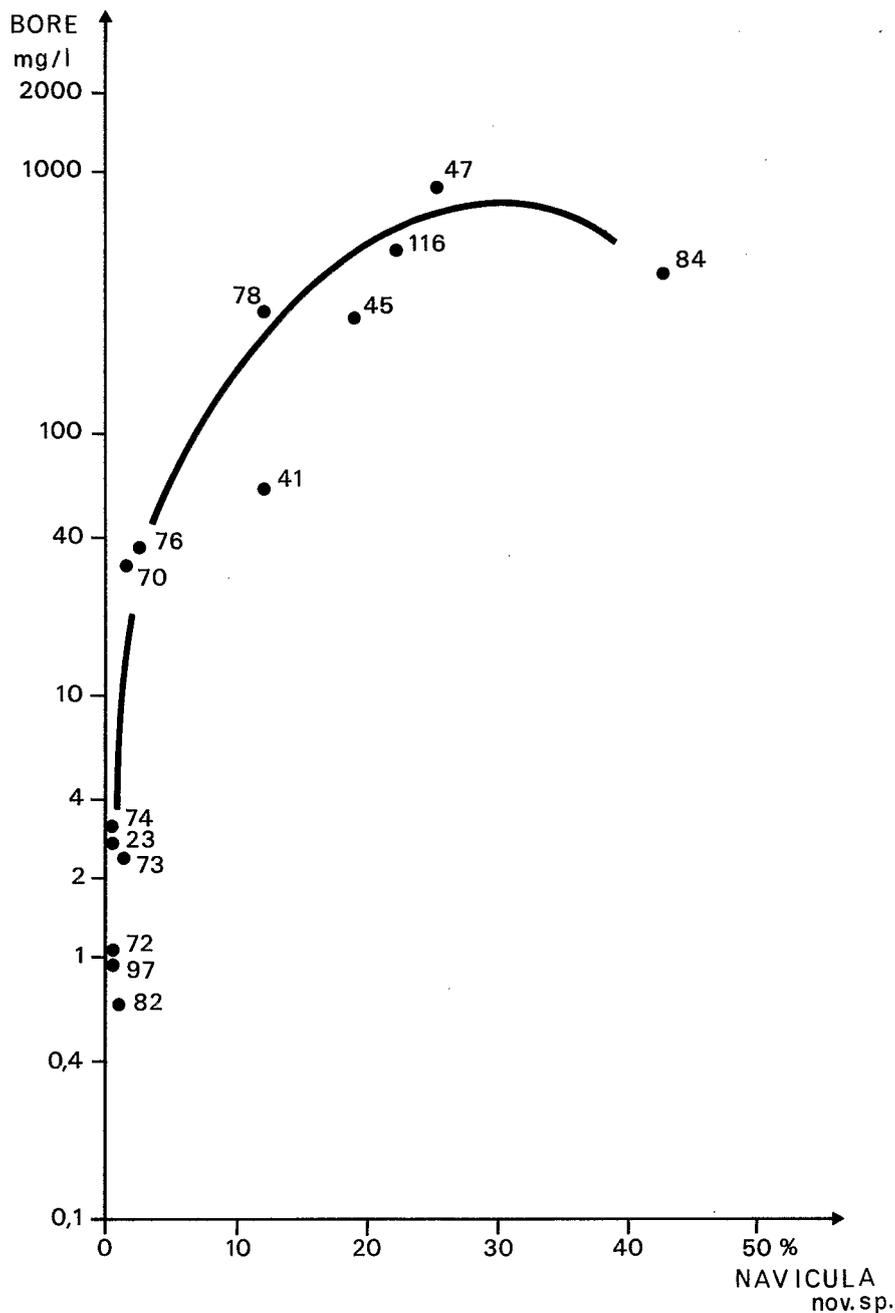


Fig. 3 — Relation entre la teneur en bore et la quantité de *Navicula* nov. sp. à Pastos Grandes.

Dans les douze autres lacs étudiés, qui se différencient de Pastos Grandes par leur taille (ils font environ 200 à 300 m de diamètre), seuls des échantillons prélevés au centre des lacs ont été analysés et comparés entre eux. Comme à Pastos Grandes, les diatomées sont abondantes. La diversité est faible et chaque lac est caractérisé par une espèce très abondante (entre 50 et 80 %). Il est donc possible de classer ces lacs en fonction de l'espèce dominante. Cinq groupes ont ainsi été définis.

— Le premier, composé de cinq lacs, est caractérisé par *Amphora carnavajaliana* Frenguelli. La salinité varie entre 23 et 72 g/l.

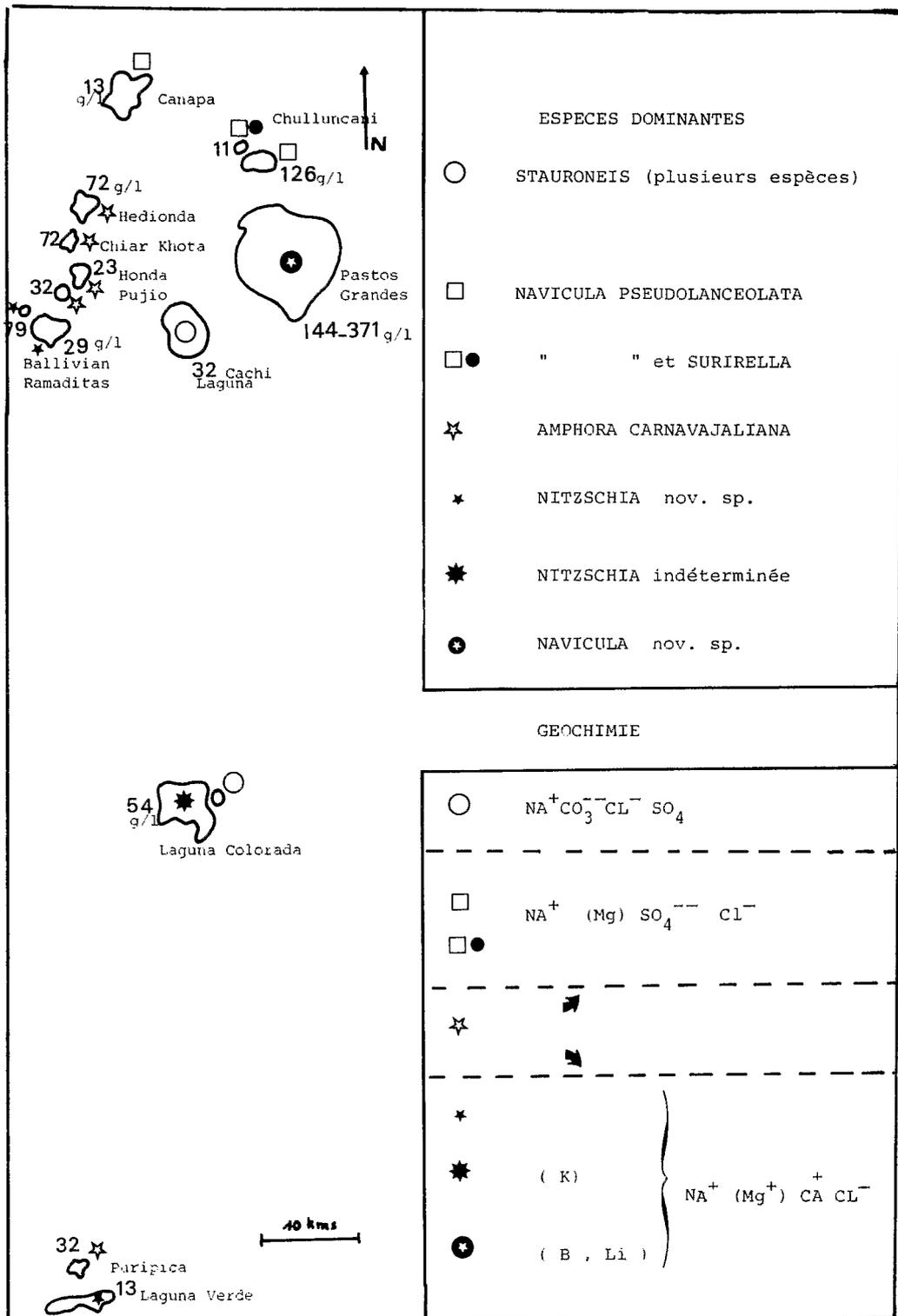


Fig. 4 — Classification de lacs en fonction des espèces dominantes.  
 (En bas à gauche : comparaison entre cette classification et celle établie à partir de la composition chimique des eaux).

— Le deuxième groupe comprend un lac à salinité de 32 g/l et un échantillon prélevé dans des efflorescences de natron qui apparaissent à l'extérieur d'un lac situé à 50 km au Sud du premier. Ce groupe est caractérisé par *Stauroneis*.

— Au troisième groupe, à *Nitzschia* dominant, appartiennent trois lacs dont la salinité est de 13, 29 et 79 g/l.

— Deux lacs ont été classés dans le quatrième groupe à *Navicula pseudolanceolata* Lange-B. Leur salinité est de 11 et 13 g/l. L'un de ces lacs possède un diverticule où *Surirella dubia* Frenguelli est aussi abondant que *N. pseudolanceolata*.

— Dans le cinquième groupe un seul lac de 54 g/l contient *Nitzschia* sp.

Nous observons que cette classification est indépendante de la salinité globale. Les lacs dont les teneurs en sels sont de 72 et 79 g/l peuvent appartenir, soit au groupe à *Amphora*, soit au groupe à *Nitzschia*. Il en est de même des lacs dont la salinité est voisine de 13 g/l : ils appartiennent soit au groupe à *Navicula pseudolanceolata* soit au groupe à *Nitzschia* nov. sp.

Si nous comparons cette classification (fig. 4) avec celle établie par RISACHER (1978) et basée sur la composition chimique des eaux, de bonnes corrélations existent sauf pour un lac. *Stauroneis* se rencontre dans un lac carbonaté sodique (Cachi Laguna) et des efflorescences de natron qui se déposent à l'extérieur d'un lac chloruré sodique (Laguna Colorada). Ce genre semble donc lié à un faciès carbonaté sodique et à un pH élevé, supérieur à 10. *Navicula pseudolanceolata* se développe préférentiellement dans les lacs chlorurés-sulfatés sodiques, *Surirella dubia* est lié à de fortes teneurs en sulfates. *Nitzschia* nov. sp. et *Nitzschia* sp. semblent liés aux lacs chlorurés sodiques et calciques. La deuxième espèce est abondante à Laguna Colorada où il y a de fortes concentrations en potassium. *Amphora* est très abondant dans trois lacs chlorurés et sulfatés sodiques et dans un lac chloruré sodique et calcique où normalement on pouvait s'attendre à trouver soit *Navicula* soit *Nitzschia*. Aucune explication n'a pu être trouvée jusqu'à présent pour expliquer cette anomalie ; la présence d'*Amphora* dans ce dernier lac pourrait être liée à un élément non dosé ou à un paramètre physique non déterminé.

*En conclusion*, les milieux actuels confinés de Bolivie peuvent être classés en fonction de leurs espèces dominantes. Chacun des groupes est lié à un faciès géochimique défini. Cette étude des milieux actuels précise un point important pour l'interprétation des associations fossiles : une analyse qualitative des associations de diatomées fossiles permet de différencier les eaux douces des eaux salées mais ne permet pas de proposer une évaluation précise des paléosalinités globales.

Les analyses quantitatives et qualitatives peuvent être utilisées pour déterminer la salinité spécifique d'un milieu ancien à condition de pouvoir disposer d'une référence à l'Actuel situé dans le même contexte géologique et morphologique.

---

#### BIBLIOGRAPHIE

- BALLIVIAN O. et RISACHER F. (1981) — Los salares del Altiplano boliviano. ORSTOM, Paris, 246 p.  
RISACHER F. (1978) — Le cadre géochimique des bassins à évaporites des Andes boliviennes. *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.*, X, 1, p. 37 - 48.