



**HAL**  
open science

**Fonction de transfert pour l'estimation de la composition chimique des eaux fossiles à partir des diatomées. Calibration sur les lacs salés du Lipez, SW de l'Altiplano bolivien.**

Simone Servant-Vildary, François Risacher, Maurice Roux

► **To cite this version:**

Simone Servant-Vildary, François Risacher, Maurice Roux. Fonction de transfert pour l'estimation de la composition chimique des eaux fossiles à partir des diatomées. Calibration sur les lacs salés du Lipez, SW de l'Altiplano bolivien.. Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, 2002, CG2002 (M01-fr), pp.1-36. 10.4267/2042/4566 . hal-00140949

**HAL Id: hal-00140949**

**<https://hal.science/hal-00140949>**

Submitted on 11 Apr 2007

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Fonction de transfert pour l'estimation de la composition chimique des eaux fossiles à partir des diatomées. Calibration sur des lacs salés du Lipez, SW de l'Altiplano bolivien.

SIMONE SERVANT-VILDARY<sup>1</sup>

FRANÇOIS RISACHER<sup>2</sup>

MAURICE ROUX<sup>3</sup>

**Résumé :** L'étude des assemblages de diatomées et de la composition chimique des eaux a été effectuée dans 13 lacs salés peu profonds localisés dans le Sud de l'Altiplano Bolivien. Les points et les dates de prélèvement sont les mêmes pour les deux types d'étude. Les relations entre les assemblages de diatomées et les variables chimiques mesurées sont effectuées dans le but d'estimer ces variables dans le passé à partir des diatomées fossiles conservées dans les sédiments. La méthode des moyennes pondérées (WA et WA-PLS régression) a permis d'estimer les optima et les tolérances de 61 espèces à la salinité et aux différents éléments chimiques dont le bore et le lithium.

**Mots-Clefs :** Flore ; diatomée ; Bolivie ; Quaternaire ; composition ionique ; chimie des eaux ; fonction de transfert ; écologie

**Citation:** SERVANT-VILDARY S., RISACHER F. & ROUX M. (2002).- Fonction de transfert pour l'estimation de la composition chimique des eaux fossiles à partir des diatomées. Calibration sur des lacs salés du Lipez, SW de l'Altiplano bolivien.- *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Maintenon, Mémoire 2002/01 ([CG2002\\_M01\\_SSV-FR-MR](#)).

**Abstract:** *Diatom based transfer function for estimating the chemical composition of fossil water. Calibration based on salt lakes of the Lipez area in the southwestern Bolivian Altiplano.*- Diatom assemblages and water chemistry were studied in 13 shallow salt lakes in the southern part of the Bolivian Altiplano. At each locality bottom sediment and water samples were collected simultaneously. Relationships between the composition of the diatom assemblages and variations in water chemistry were collated in order to permit the estimation of ancient water chemistries based on changes in the make up of fossil diatom associations in older sediments. Weighted Averages treated by Partial Least Squares regression (WA and WA-PLS methods) allowed an estimation of optima and the relative tolerances of 61 species to variations in salinity and to the relative quantities of the 15 chemical elements studied, among them boron and lithium.

**Key Words:** Flora; diatom; Bolivia; Quaternary; water ionic content; water chemistry; transfer function; ecology

## Introduction

Il est maintenant bien connu que les bassins lacustres de l'Altiplano ont été soumis durant les 30.000 dernières années à de fortes variations du niveau d'eau. Les organismes tels que les ostracodes, les diatomées et les restes de plantes, contenus dans les sédiments suggèrent que les modifications du bilan en eau ont été accompagnées par des changements drastiques de la salinité. Dans le lac Titicaca, les plus fortes salinités ont eu lieu durant l'Holocène ancien et moyen lorsque le niveau d'eau se situait en dessous de l'exutoire. Dans le bassin fermé de Uyuni-Coipasa les salinités ont toujours été élevées y compris durant les phases de plus haut niveau lacustre. Les

processus mis en jeu dans les concentrations ioniques des paléolacs profonds liés à des conditions climatiques ne sont pas encore bien identifiés. Pour résoudre le problème, les recherches futures nécessiteront une estimation aussi précise que possible des paléosalinités et de leurs variations au cours du temps. Les diatomées sont l'outil le mieux adapté à la réalisation de cet objectif car elles sont présentes en continu dans les sédiments. De plus, les milieux actuels offrent une très large gamme de salinités entre les très faibles contenus ioniques des lacs et des tourbières localisés dans les vallées glaciaires et les hauts contenus ioniques des lacs très peu profonds localisés dans les zones arides du Sud de la Bolivie.

<sup>1</sup> Antenne IRD (ex ORSTOM), Laboratoire de Géologie, Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), 43 rue Buffon, 75005 Paris (France)  
[mone@mnhn.fr](mailto:mone@mnhn.fr)

<sup>2</sup> IRD, Centre de Géochimie de la Surface, 1 Rue Blessig, 67084 Strasbourg (France)  
[risacher@illite.u-strasbg.fr](mailto:risacher@illite.u-strasbg.fr)

<sup>3</sup> IMEP, Service 462, Faculté des Sciences de St-Jérôme, Avenue Normandie-Niemen, 13397 Marseille cedex 20 (France)  
[maurice.roux@vmesa12.u-3mrs.fr](mailto:maurice.roux@vmesa12.u-3mrs.fr)



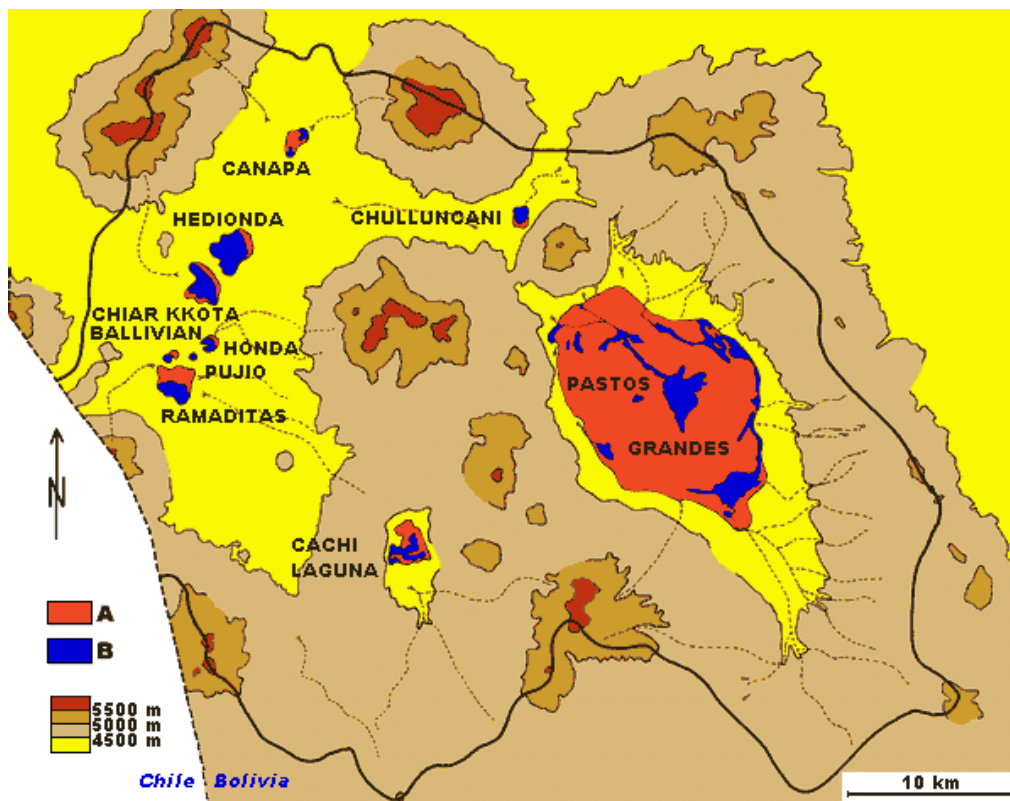
**Figure 1 :** Carte de Bolivie. Carte générale et localisation géographique de l'Ouest Lipez. D'Ouest en Est, la région se subdivise en 4 grandes unités géomorphologiques : la Cordillère Occidentale, l'Altiplano, la Cordillère Orientale et les « llanos » amazoniens.

Les premiers travaux qui relient les assemblages de diatomées et le contenu ionique dans les milieux actuels (SERVANT-VILDARY & ROUX, 1990) ont été effectués dans le Sud-Ouest de la Bolivie (Sud-Lipez). Ils ont été à la base d'une estimation des variations de la paléosalinité dans un paléolac de la dernière période glaciaire localisé dans cette région (ROUX, SERVANT-VILDARY & SERVANT, 1991). Récemment, les études faites sur la bordure du Salar de Uyuni ont permis d'ajouter 11 échantillons modernes à la base de donnée préexistante (SYLVESTRE, SERVANT-VILDARY & ROUX, 2001).

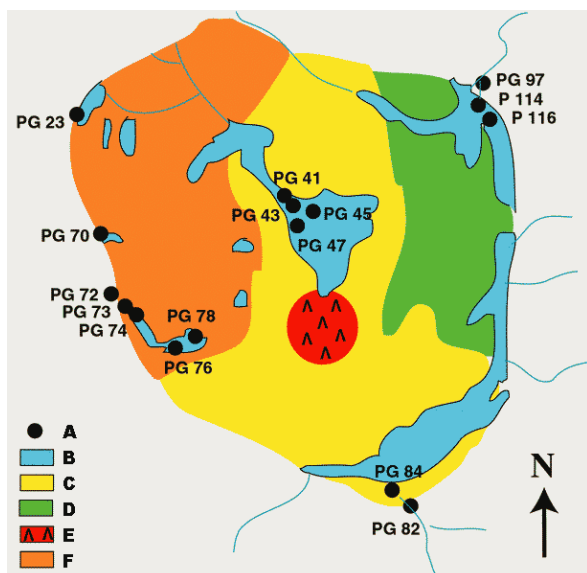
Dans ce papier, nous présentons une révision des données du Sud-Lipez. Les échantillons du Salar de Uyuni ne seront pas pris en considération en raison de l'absence de mesures sur les teneurs en bore et en lithium. Cette révision est basée sur l'utilisation de deux méthodes de régression, la méthode des moyennes pondérées (WA) et la méthode des moyennes pondérées « plus least squares » (WA-PLS). De plus, nous présentons ici une iconographie qui n'avait pas pu être publiée auparavant.

### A. La région étudiée

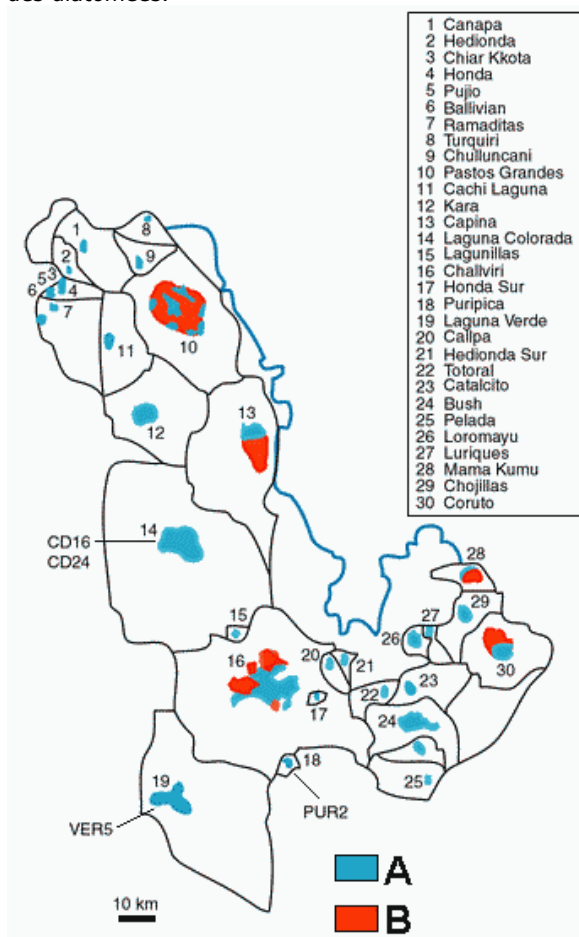
L'Ouest-Lipez est situé à l'extrême Sud de l'Altiplano bolivien (21° - 22° S, 67° - 68° W) près de la frontière du Chili, vers 4.500 m d'altitude (Figures 1 et 7).



**Figure 2 :** Localisation des lacs. Localisation des lacs qui ont fait l'objet d'une étude des diatomées dans la région de Pastos Grandes. Pour les lacs Laguna Colorada, Puripica et Laguna Verde, situé plus au Sud, voir Figure 4 (d'après BALLIVIÁN & RISACHER, 1981, modifié).



**Figure 3** : Pastos Grandes. Localisation des échantillons de sédiment de surface, pour l'analyse des diatomées.



**Figure 4** : Localisation des lacs. Localisation des lacs de Lipez ayant fait l'objet d'analyses chimiques.

Le climat est froid et sec, les températures les plus basses mesurées sont de  $-30^{\circ}\text{C}$ , les précipitations  $50\text{ mm/an}$  et l'évaporation de  $1.000\text{-}1.500\text{ mm/an}$ . Les variations journalières de la température atteignent  $20^{\circ}\text{C}$ . En hiver (Juin - Août), la région est soumise aux flux atmosphériques d'Ouest des moyennes latitudes. Les vents sont forts ( $60\text{ km/h}$ ). Des chutes de neige peuvent avoir lieu

occasionnellement. En été (Décembre - Février), les précipitations sont alimentées principalement par de la vapeur d'eau qui provient de l'Amazonie.

Les formations géologiques prédominantes sont volcaniques : ignimbritiques mio-pliocènes et volcans quaternaires dont quelques-uns sont encore actifs. Ces formations volcaniques sont largement développées dans toute la Cordillère Occidentale et dans le Sud de la Bolivie le long de la frontière avec l'Argentine.

Les bassins intravolcaniques du Lipez (Figures 2-4) sont occupés par des lacs salés pelliculaires endoréiques et des évaporites (Figures 8-13). Des croûtes calcaires (Figure 14) et des pisolithes (Figure 15) sont largement développées à Pastos Grandes (RISACHER & EUGSTER, 1979 ; JONES & RENAUT, 1994).

Ces bassins sont alimentés principalement par des eaux souterraines. L'origine d'une partie de ces eaux est à rechercher, comme dans l'Altiplano du Nord du Chili (GEYH, GROSJEAN *et alii*, 1999) dans les phases humides du Quaternaire, particulièrement le Tardiglaciaire. Les variations saisonnières et inter-annuelles des niveaux d'eau sont faibles.

Les terrasses lacustres observées sur les bordures des bassins (Figures 10-11, 13 et 16-17) (FERNANDEZ, 1980 ; SERVANT & FONTES, 1978) montrent trois phases majeures de hauts niveaux d'eau. Celles-ci ont été corrélées respectivement avec les phases lacustres Minchin (antérieures à  $20.000\text{ }^{14}\text{C}$  ans BP), Tauca ( $15.500\text{-}12.000\text{ }^{14}\text{C}$  ans BP) et Coipasa ( $\sim 9.000\text{ }^{14}\text{C}$  ans BP) du bassin de Uyuni-Coipasa (SERVANT, FOURNIER *et alii*, 1995 ; SYLVESTRE, 1997 ; SYLVESTRE, SERVANT-VILDARY *et alii*, 1999). De fortes variations passées des plans d'eau et de la salinité ont été estimées d'après les diatomées dans le bassin Ramaditas-Ballivián (ROUX, SERVANT-VILDARY & SERVANT, 1991 ; SERVANT-VILDARY & MELLO E SOUZA, 1993).

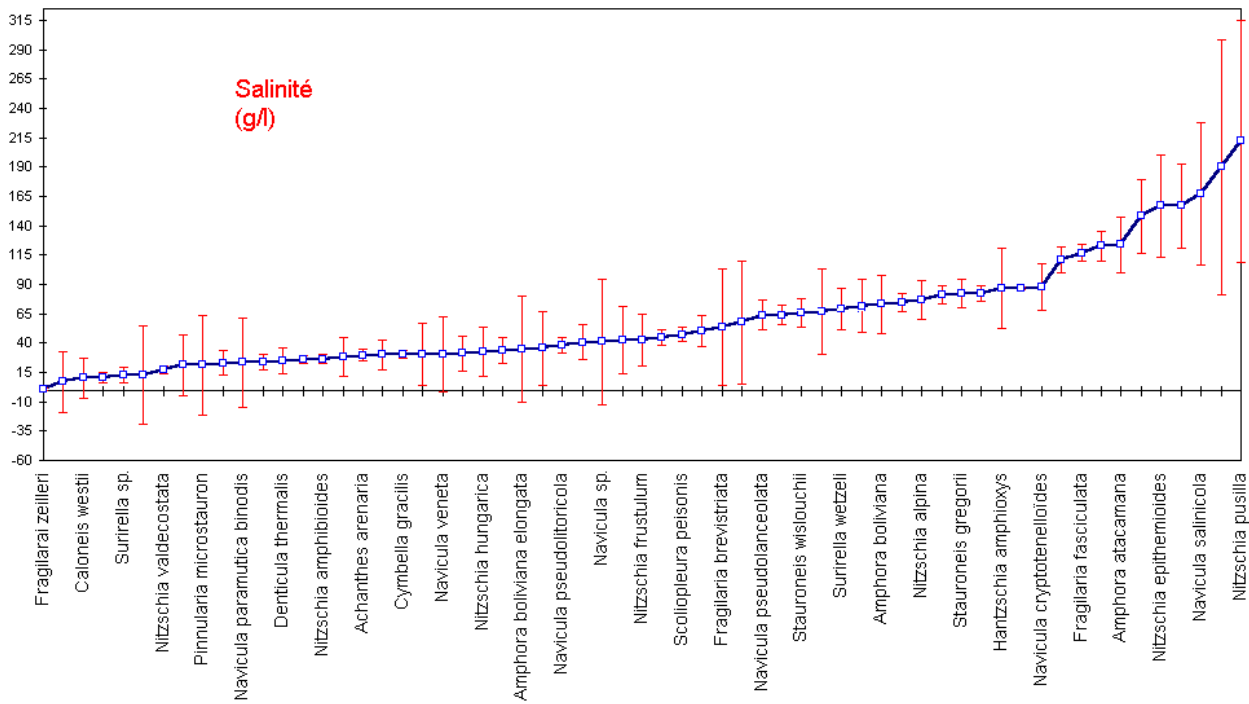
## B. Chimie des eaux

Les eaux sont caractérisées par un contenu ionique élevé, et sont essentiellement chlorurées sodiques. Certaines contiennent de grandes quantités de bore et de lithium (Tableau 1) (RISACHER, 1992a, 1992b ; RISACHER & FRITZ, 1991a, 1991b, 1992, 1995).

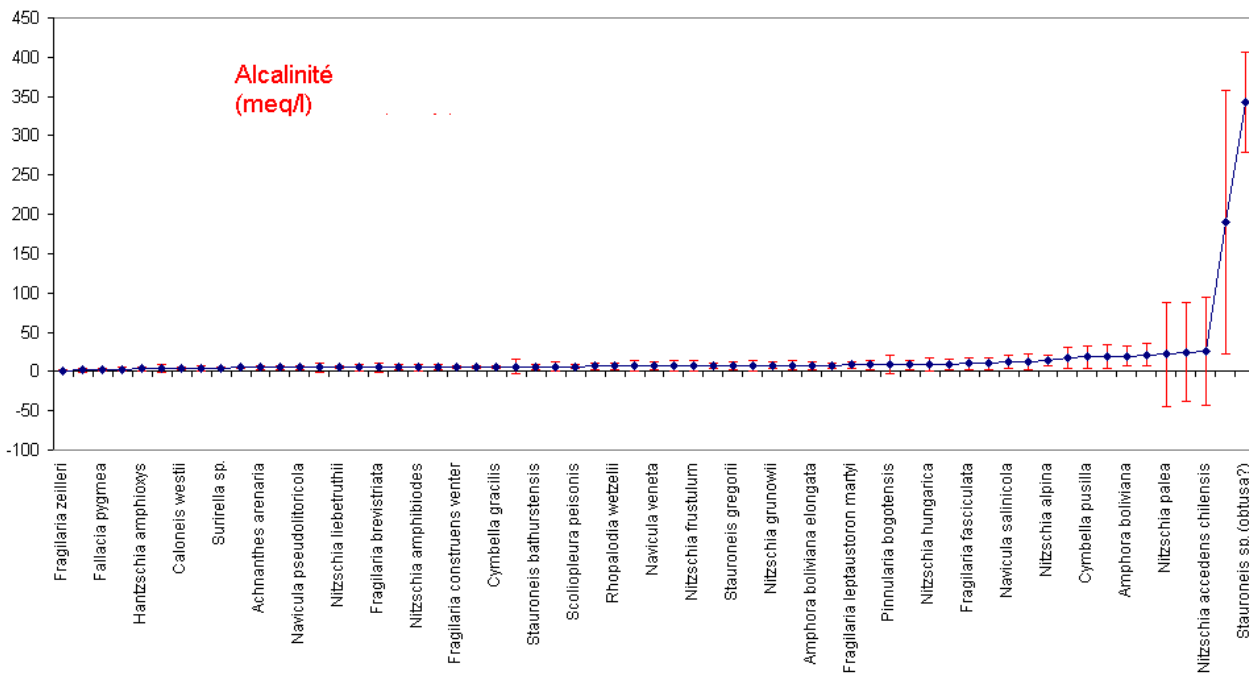
### Méthodes d'analyses

- Alcalinité : titration par potentiométrie automatique
- Cations :  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  : spectrométrie d'absorption atomique (méthodes standard)
- Anions et espèces neutres : colorimétrie automatique (auto-analyseur Technicon)
- $\text{Cl}^-$  : méthode au thiocyanate mercurique
- $\text{SO}_4^{--}$  : complexation par le bleu de méthylthymol
- $\text{SiO}_2$  : complexation par le molybdate d'ammonium et réduction par le fer ferreux
- B : complexation par l'azométhine H

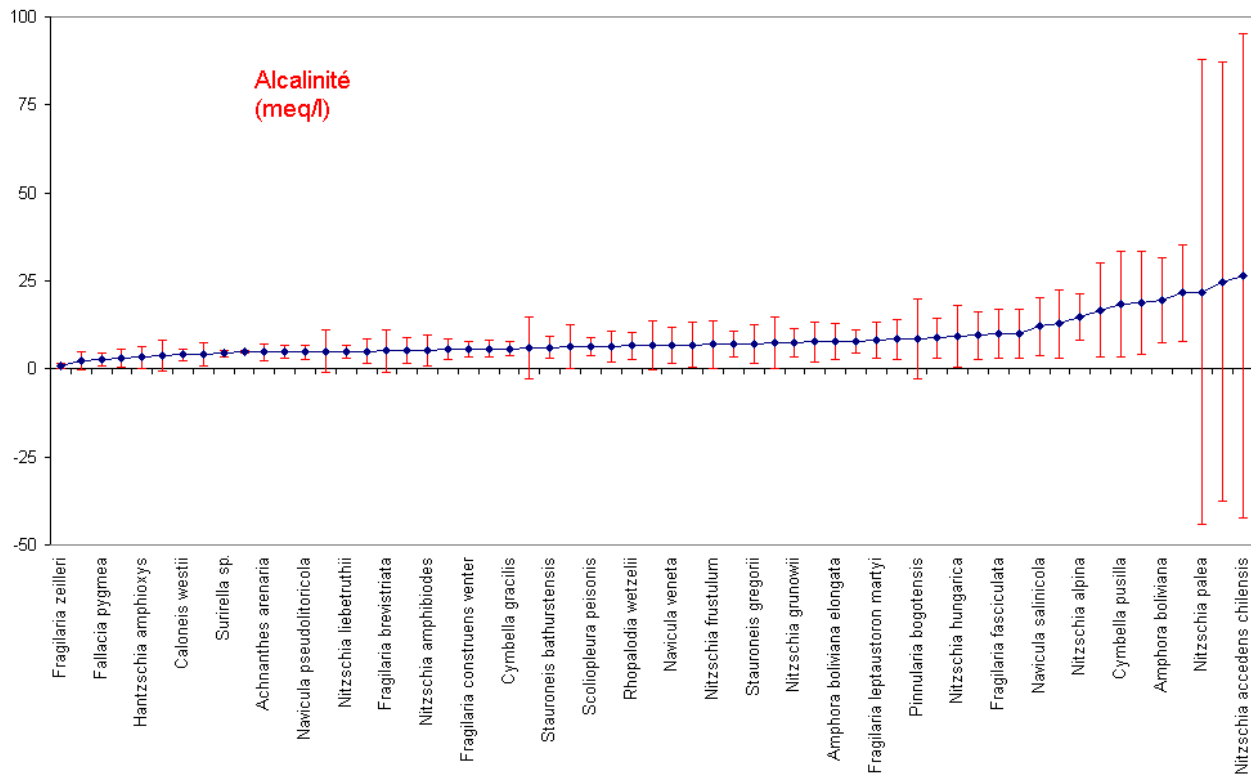




**Figure 5A :** Méthode WA : Optima et tolérances des espèces vis à vis de la salinité (avec abondance >3 et présence de l'espèce dans plus de trois échantillons).



**Figure 5B :** Méthode WA : Optima et tolérances des espèces vis à vis de l'alkalinité (avec abondance >3 et présence de l'espèce dans plus de trois échantillons).



**Figure 5C :** Méthode WA : Optima et tolérances des espèces vis à vis de l'alcalinité (avec abondance >3 et présence de l'espèce dans plus de trois échantillons). Dans la Figure 5C, les très fortes valeurs d'alcalinité ont été supprimées afin d'illustrer plus clairement les optima et tolérances des espèces aux faibles valeurs.

### C. La flore de diatomées

Treize de ces lacs ont fait l'objet d'une étude des diatomées (SERVANT-VILDARY, 1984 ; SERVANT-VILDARY & ROUX, 1990) contenues à l'interface eau/sédiment (Tableau 2, Figure 2). Les échantillons d'eau et de sédiments ont été prélevés par F. RISACHER sur les mêmes stations et aux mêmes dates durant l'été 1978. A Pastos Grandes, les échantillons ont été prélevés de la bordure vers le centre du lac, ce qui permet d'étudier les variations des assemblages de diatomées en fonction d'un gradient de salinité (Figure 3).

Une diagenèse des frustules de diatomées existe dans ces lacs (BADAUT, RISACHER *et alii*, 1979 ; BADAUT & RISACHER, 1983). Mais une comparaison entre la composition floristique des diatomées dans l'eau et dans l'interface eau/sédiment a montré que la diagenèse est faible (ILTIS, RISACHER & SERVANT-VILDARY, 1984).

La flore de diatomées est diversifiée. La base de données images est en cours d'élaboration : 107 espèces sont présentées ici ; la liste en est donnée dans le Tableau 3. Il regroupe les espèces abondantes (utilisées dans la fonction de transfert) et quelques espèces rares. Dans les colonnes 5 à 7 sont notées les images publiées dans des articles antérieurs (SERVANT-VILDARY, 1984 ; SERVANT-VILDARY & BLANCO, 1984 ; SERVANT-VILDARY & ROUX, 1990).

Les déterminations spécifiques ont été faites à partir de nombreux ouvrages de taxonomie qu'il n'est pas possible de citer ici. Par contre, nous attirerons l'attention sur des ouvrages

moins connus mais qui sont à la base de ce travail car ils concernent des régions proches du Sud de la Bolivie (FRENGUELLI, 1934, 1936, 1942).

### D. L'écologie des diatomées

L'optimum et la tolérance des espèces sont obtenus par la méthode des moyennes pondérées [WA] et PLS régression [WA-PLS] (TER BRAAK & JUGGINS, 1993 ; TER BRAAK, JUGGINS *et alii*, 1993), programmée par M. ROUX et introduite dans « Biomeco » pour cette étude. Aucun site n'a été éliminé ; les données environnementales non transformées et les espèces retenues (61 sur 104) sont celles qui sont présentes dans au moins 3 échantillons. Les valeurs de R, R<sup>2</sup> et SEP du WA sont présentées dans le Tableau 4.

Le nombre de composants retenus pour le WA-PLS est déduit des valeurs de « r » (coefficient de corrélation) entre variable observée et variable prédite par la méthode « leave-one-out ». Les valeurs de R et R<sup>2</sup> déduites du WA-PLS sont également présentées dans le Tableau 4. Les optima et tolérances des espèces vis à vis de la composition chimique des eaux (anions et cations), de l'alcalinité et de la salinité par la méthode des moyennes pondérées (WA) sont indiqués dans le Tableau 4. L'alcalinité et la silice sont les paramètres les mieux estimés par la flore de diatomées (R = 0,94, R<sup>2</sup> = 0,88), des coefficients de corrélation multiple supérieurs à 0,80 sont obtenus pour le sodium, le sulfate, le chlore, la

Fig. 6A

**Estimation de la salinité dans 13 lacs par la méthode WA-PLS**

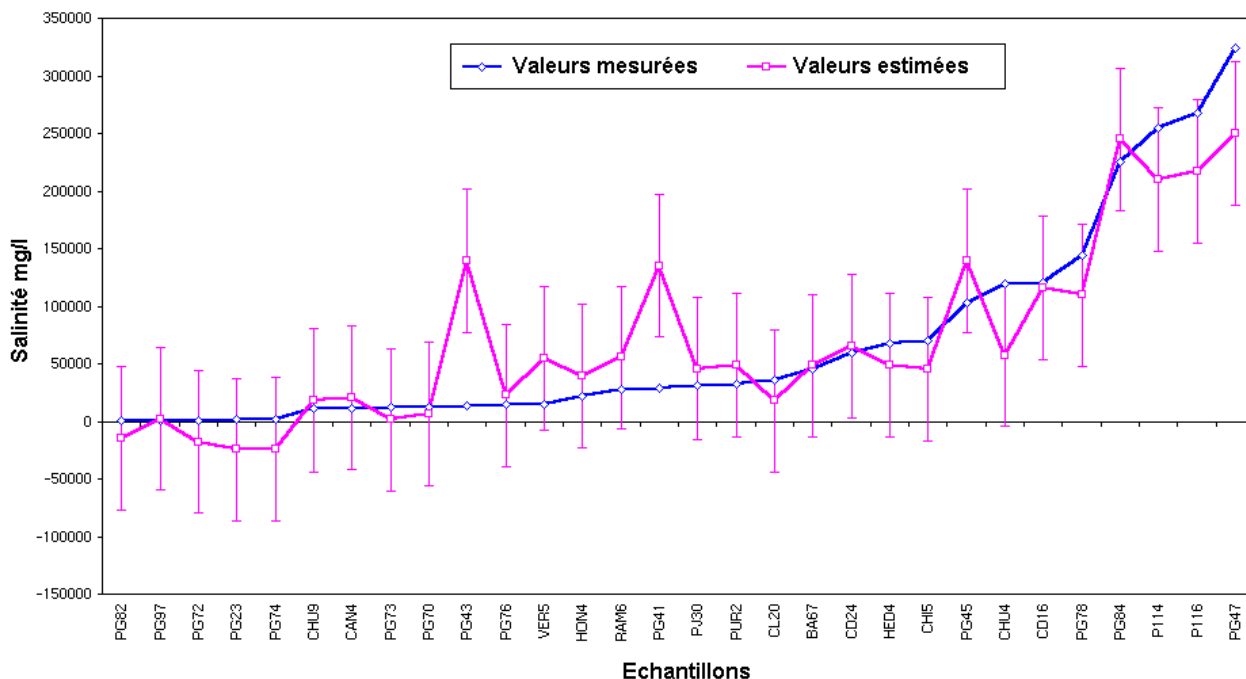
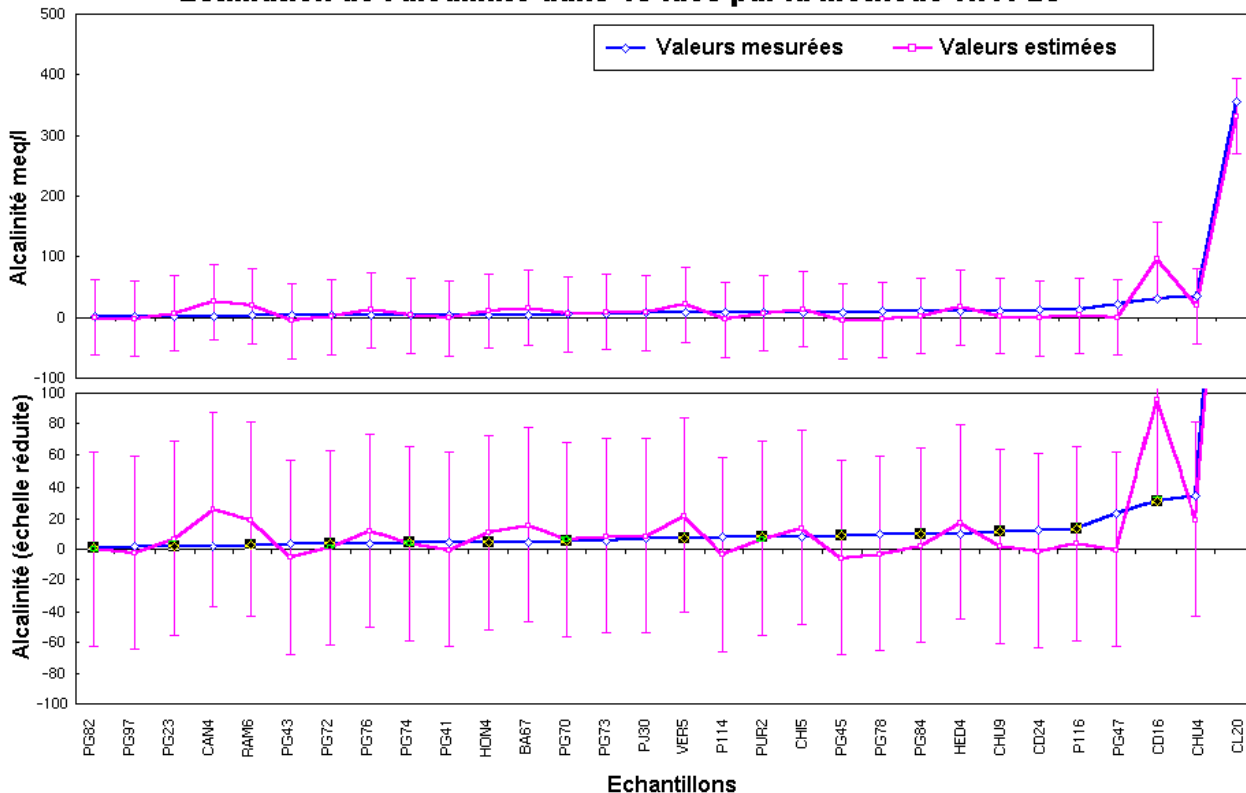


Fig. 6B

**Estimation de l'alcalinité dans 13 lacs par la méthode WA-PLS**



Figures 6A et 6B : Méthode WA-PLS : Reconstruction de la salinité et de l'alcalinité des lacs à partir de la flore de diatomées (calibration).



**Figure 7** : Un exemple de paysage du Lipez : Au premier plan, glacis quaternaire avec couverture caillouteuse. Noter l'absence de végétation. Au fond, volcan du Cénozoïque supérieur.



**Figure 9** : Laguna Ballivián : Salar de type playa, caractérisé par un très petit bassin versant.



**Figure 8** : Laguna Chiar Kkota au premier plan et Laguna Hedionda au deuxième plan. Efflorescences de sel sur les bordures des lacs.

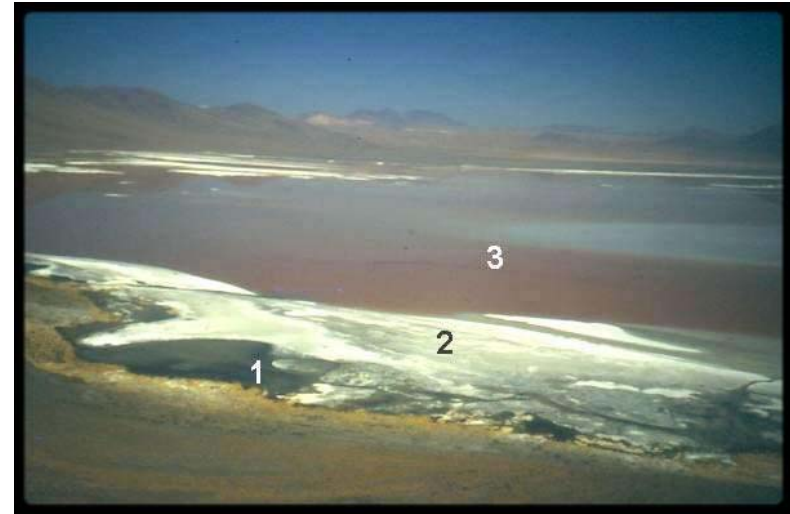


**Figure 10** : Laguna Ramaditas : Au fond, séparé par un seuil la Laguna Ballivián. Ces deux lacs étaient en communication pendant la phase de haut niveau lacustre, présumée d'âge Minchin.





**Figure 11** : Laguna Honda. 1 : Anciennes lignes de rivage avec biohermes, la plus haute est datée de l'Holocène ancien (~ 11.800 cal ans BP) par la méthode U/Th, 2 : Dépôts lacustres littoraux non datés, 3 : Diatomites incluant les trois principales phases lacustres (Minchin, Tauca et Coipasa).



**Figure 13** : Laguna Colorada : 1 : Sources au pied du versant, 2 : Diatomites quaternaires, 3 : Surface d'eau libre salée.



**Figure 12** : Salar de Cachi Laguna : Une nappe sub-affleurante.



**Figure 14** : Salar de Pastos Grandes : Croûte calcaire fossile non datée.



**Figure 15** : Salar de Pastos Grandes : Pisolithes calcaires dans des flaques d'eau éphémères alimentées par des eaux chaudes. Les diatomées sont abondantes dans les couches externes.



**Figure 16** : Laguna Ballivián : 1 : Diatomites et biohermes du plus haut niveau lacustre (probablement d'âge Minchin, Glaciaire moyen), 2 : Diatomites d'âge présumé Tauca, les formations 1 et 2 sont séparées par une phase d'érosion, 3 : Colluvions récentes, 4 : Efflorescences de halite.



**Figure 17** : Laguna Ramaditas : Bordure nord. 1 : Diatomites quaternaires érodées par le vent durant une phase sèche holocène, 2 : Efflorescences actuelles de halite.

#### Annexes

**Tableau 1** : Localisation des lacs et données chimiques des eaux.

**Tableau 2** : Liste des espèces et abondance dans les 30 échantillons.

**Tableau 3** : Liste des images de diatomées.

#### Tableau 4 :

Méthode WA : Optima et tolérances des espèces (par ordre alphabétique) vis à vis du  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^-$ , Si,  $\text{Li}^+$ , salinité, pH,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ , B et alcalinité. Estimation des variables environnementales pour chaque échantillon. Les écarts types des résidus (ou SEP standard error of deviation) sont indiqués à la fin de la liste des estimations des échantillons. Les optima et tolérances des espèces à la salinité et à l'alcalinité sont illustrées dans les Figures 5A, 5B et 5C.

Méthode WA-PLS : Les valeurs de  $r$ ,  $R$ ,  $R^2$  et SEP indiquées dans le tableau montrent que cette méthode améliore les résultats pour tous les paramètres environnementaux. La calibration de la salinité et de l'alcalinité est illustrée dans les Figures 6A et 6B.



salinité, le pH et la densité. Le bore et le lithium ont respectivement un coefficient de corrélation de 0,75 et 0,77. La Figure 5A montre les préférences écologiques de 61 espèces vis à vis de la salinité (g/l) et les Figures 5B et 5C montrent les préférences de ces espèces à l'alcalinité (meq/l) par la méthode WA. Les barres d'erreur représentent les valeurs listées dans la colonne « tolérance » du Tableau 4 au dessus et au dessous de l'optimum. Les Figures 6A et 6B montrent que la salinité et l'alcalinité des 13 lacs est bien estimée à partir des assemblages de diatomées. On remarque que l'estimation de la salinité est excellente pour les lacs dont la salinité est comprise entre 0,6 et 144 g/l, sauf pour PG43 et PG41 qui ont des salinités moyennes de 28 et 13 g/l. L'alcalinité est bien estimée dans la plupart des sites sauf pour Canapa et Laguna Colorada.

Nous citerons pour exemple l'écologie de quelques espèces qui peut être déduite de ces analyses :

- L'optimum vis à vis de la **salinité** de *Nitzschia liebetruthii* (**NILI**) est  $28,4 \pm 12$  g/l ; cette espèce est très abondante à Ramaditas où la salinité mesurée est de 27 g/l et la salinité estimée de 30,8 g/l. Cette espèce semble donc être un bon indicateur des salinités moyennes mesurées dans l'éventail des salinités représenté ici.
- L'optimum vis à vis du **lithium** de *Navicula salinicola* (**NASA**) est  $0,6 \pm 0,5$  g/l ; cette espèce est très abondante dans l'échantillon Pastos Grandes 47 (valeur mesurée du lithium de 1,64 g/l) et l'estimation du lithium étant de 0,5 g/l. Cette espèce est un bon indicateur de fortes concentrations en lithium.
- En ce qui concerne les **sulfates**, l'espèce *Surirella wetzeli* (**SUWE**) dont l'optimum est estimé à  $13,6 \pm 11$  g/l est très abondante dans l'échantillon Chulluncani 4 où valeur mesurée du sodium est de 26,6 g/l et la valeur estimée d'après les diatomées de 11,5 g/l. Cette espèce est un bon indicateur de fortes concentrations en sulfate. L'espèce *Mastoglia atacamae* (**MATA**) pourrait être citée comme bon indicateur de très faibles concentrations.
- Pour l'**alcalinité**, nous citerons comme indicateur d'alcalinité élevée l'espèce *Stauroneis wislouchii* (**STAW**) dont l'optimum est de  $190 \pm 167$  meq/l ; la valeur mesurée de l'alcalinité dans l'échantillon Cachi Laguna 20, où elle est très abondante, est de 355 meq/l et la valeur estimée de 211 meq/l. *Amphora atacamana minor* (**AMPM**) est un bon indicateur de faible alcalinité, son optimum est  $8,7 \pm 5,7$  meq/l et la valeur mesurée dans l'échantillon Pastos Grandes 78 où elle est fréquente est de 9,4 meq/l et l'alcalinité estimée de 8,6 meq/l.
- Pour la **silice**, nous citerons l'espèce *Fragilaria zeilleri* (**FZ**) ; son optimum est de  $0,020 \pm 0,008$  g/l, la valeur mesurée de la silice dans l'échantillon Pastos Grandes 82 est 0.015 g/l et la valeur estimée à partir des diatomées de 0,02 g/l. Pour les fortes valeurs (1,6 g/l), *Stauroneis* sp. (**SSP**) pourrait être un indicateur car son optimum est de  $1,57 \pm 0,02$  g/l, la valeur mesurée de la silice dans l'échantillon Cachi Laguna 20 étant de 1,6 g/l et la valeur réestimée de 1,08 g/l.
- Pour le **potassium**, l'optimum de *Nitzschia pusilla* (**NIPS**) est  $7,7 \pm 4,3$  g/l, l'échantillon Pastos Grandes 116 où elle est abondante a une concentration mesurée de 7,3 g/l et une concentration estimée par la flore de diatomées de 4,6 g/l.
- Pour le **chlore**, l'optimum de *Nitzschia accedens chilensis* (**NCHI**) est de  $86,4 \pm 70$  g/l, la valeur mesurée du chlore dans l'échantillon Pastos Grandes 78 est de 85,9 g/l et la valeur réestimée de 57,3 g/l.
- Pour le **sodium**, nous pouvons citer *Fallacia pygmaea* (**NPYG**) qui bien que peu fréquente dans l'échantillon Pastos Grandes 43 (concentration mesurée 4,5 g/l, concentration estimée 3,7 g/l) a un optimum de 3,3 g/l.

## Remerciements

Les auteurs remercient vivement Roberto BAO, Donald F. CHARLES et Alexander P. WOLFE qui ont procédé à un examen détaillé d'une version préliminaire de cette publication électronique. Sa version finale a conséquemment bénéficié des remarques constructives issues de ces relectures. La réalisation matérielle de ce mémoire « en ligne » a bénéficié du support technique de Jean LANDRÉ qui a produit une version préliminaire des pages HTML ainsi que de celui de Nestor J. SANDER qui a contribué à améliorer la version anglaise du texte ; les auteurs tenaient à leur exprimer leur reconnaissance.

## Bibliographie

- BADAUT D., RISACHER F., PAQUET H., EBERHART J.P. & WEBER F. (1979).- Néofomation de minéraux argileux à partir de frustules de diatomées : le cas des lacs de l'Altiplano bolivien.- *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, v. 289D, p. 1191-1193.
- BADAUT D. & RISACHER F. (1983).- Authigenic smectite on diatom frustules in Bolivian saline lakes.- *Geochimica Cosmochimica Acta*, Amsterdam, v. 47, p. 363-375.
- BALLIVIÁN O. & RISACHER F. (1981).- Los salares del Altiplano Boliviano. Métodos de estudio y estimación económica.- Universidad Mayor de San Andrés, La Paz ; ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer), Paris, 241 p.
- FERNANDEZ G. (1980).- Evolución cuaternaria de las cuencas lacustres del sud oeste boliviano en la region de Mina Corina (Sud Lipez).- Universidad Mayor de San Andrés, Thesis de Doctorado, La Paz, 102 p.
- FRENGUELLI J. (1934).- Diatomeas del Plioceno superior de las Guayquerias de San Carlos.-

- Revista del Museo de La Plata*, La Plata, n° 34, p. 339-371.
- FRENGUELLI J. (1936).- Diatomeas de la caliza de la cuenca de Calama en el desierto de Atacama (Chile).- *Revista del Museo de La Plata*, La Plata, Paleontologia, n° 1, 141 p.
- FRENGUELLI J. (1942).- Diatomeas del Neuquen (Patagonia).- *Revista del Museo de La Plata*, La Plata, Botanica, n° 20, p. 73-219.
- GEYH M.A., GROSJEAN M., NUNES L. & SCHOTTERER U. (1999).- Radiocarbon reservoir effect and the timing of the Late-Glacial/Early Holocene humid phase in the Atacama desert (Northern Chile).- *Quaternary Research*, San Diego, v. 52, p. 143-153.
- ILTIS A., RISACHER F. & SERVANT-VILDARY S. (1984).- Contribution à l'étude hydrobiologique des lacs salés du Sud de l'Altiplano bolivien.- *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, Paris, v. 17, n° 3, p. 259-273.
- JONES B. & RENAULT R.W. (1994).- Crystal fabrics and microbiota in large pisoliths from Laguna Pastos Grandes, Bolivia.- *Sedimentology*, Oxford, v. 41, p. 1171-1202.
- RISACHER F. (1992a).- Géochimie des bassins à évaporites de l'Altiplano bolivien.- Thèse Université Louis Pasteur, Strasbourg, 233 p.
- RISACHER F. (1992b).- Géochimie des lacs salés et croûtes de sel de l'Altiplano bolivien.- *Sciences géologiques, Bulletin*, Strasbourg, v. 45, n° 3-4, 219 p.
- RISACHER F. & EUGSTER H.P. (1979).- Holocene pisoliths and encrustations associated with spring-fed surface pools, Pastos Grandes, Bolivia.- *Sedimentology*, Oxford, v. 26, p. 253-270.
- RISACHER F. & FRITZ B. (1991a).- Geochemistry of Bolivian salars, Lipez, southern Altiplano: origin of solutes and brine evolution.- *Geochimica Cosmochimica Acta*, Amsterdam, v. 55, p. 687-705.
- RISACHER F. & FRITZ B. (1991b).- Quaternary geochemical evolution of the salars of Uyuni and Coipasa, Central Altiplano, Bolivia.- *Chemical Geology*, Amsterdam, v. 90, p. 211-231.
- RISACHER F. & FRITZ B. (1992).- Mise en évidence d'une phase climatique holocène extrêmement aride dans l'Altiplano central, par la présence de la polyhalite dans le salar de Uyuni (Bolivie).- *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, v. 314, n° II, p. 1371-1377.
- RISACHER F. & FRITZ B. (1995).- La genèse des lacs salés.- *La Recherche*, Paris, p. 516-522.
- ROUX M., SERVANT-VILDARY S. & SERVANT M. (1991).- Inferred ionic composition and salinity of a Bolivian quaternary lake, as estimated from fossil diatom flora in the sediments.- *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 210, p. 3-18.
- SERVANT M. & FONTES J.C. (1978).- Les lacs quaternaires des hauts plateaux des Andes Boliviennes. Premières interprétations paléoclimatiques.- *Cahiers ORSTOM*, Paris, Géologie, v. 10, n° 1, p. 9-23.
- SERVANT M., FOURNIER M., ARGOLLO J., SERVANT-VILDARY S., SYLVESTRE F., WIRRMANN D. & YBERT J.P. (1995).- La dernière transition glaciaire/interglaciaire des Andes tropicales sud (Bolivie) d'après l'étude des variations des niveaux lacustres et des fluctuations glaciaires.- *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, v. 320, n° IIa, p. 729-736.
- SERVANT-VILDARY S. (1984).- Les diatomées des lacs sursalés boliviens. Sous-classe des Pennatophycidées. I- Famille des Nitzschiacées.- *Cahiers ORSTOM*, Paris, v. 14, n° 1, p. 35-53.
- SERVANT-VILDARY S. & BLANCO M. (1984).- Les diatomées fluvio-lacustres plio-pleistocènes de la Formation Charana (Cordillère occidentale des Andes de Bolivie).- *Cahiers ORSTOM*, Paris, v. 14, n° 1, p. 55-102.
- SERVANT-VILDARY S. & MELLO E SOUZA S.H. (1993).- Palaeohydrology of the Quaternary saline Lake Ballivian (southern Bolivian Altiplano) based on diatom studies.- *International Journal for Salt Lake Research*, Dordrecht, v. 2, n° 1, p. 69-85.
- SERVANT-VILDARY S. & ROUX M. (1990).- Multivariate analysis of diatoms and water chemistry in Bolivian saline lakes.- *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 197, p. 267-290.
- SYLVESTRE F. (1997).- La dernière transition glaciaire-interglaciaire (18 000-8 000 <sup>14</sup>C ans BP) des Andes tropicales sud (Bolivie) d'après l'étude des diatomées.- Thèse Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 243 p.
- SYLVESTRE F., SERVANT-VILDARY S., SERVANT M., CAUSSE C., FOURNIER M. & YBERT J.P. (1999).- Lake-level chronology on the Southern Bolivian Altiplano (18-23° S) during Late Glacial time and the Early Holocene.- *Quaternary Research*, San Diego, v. 51, p. 54-66.
- SYLVESTRE F., SERVANT-VILDARY S. & ROUX M. (2001).- Diatom-based ionic concentration and salinity models from the south Bolivian Altiplano (15-23° S).- *Journal of Paleolimnology*, Dordrecht, v. 25, p. 279-295.
- TER BRAAK C.J.F. & JUGGINS S. (1993).- Weighted averaging partial least square regression (WA-PLS): an improved method for reconstructing environmental variables from species assemblages.- *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 269/270, p. 485-502.
- TER BRAAK C.J.F., JUGGINS S., BIRKS H.J.B. & VAN DER VOET H. (1993).- Weighted averaging partial least squares (WA-PLS): definition and comparison with other methods for species-environmental calibration. In : PATIL G.P. & RAO C.R. (eds.), *Multivariate Environmental Statistics*.- Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 525-560.



**TABLEAU 1 : Localisation  
des lacs et données  
chimiques des eaux**

**TABLE 1: Lake locations and  
water chemistry data**

Lacs	Lakes		Ballivian	Ramaditas	Laguna Verde	Hedionda	Pujio	Puripica	Honda	Chiar Kkota	Canapa
N° Ech.	N° Ech.		BA67	RAM6	VER5	HED4	PJ30	PUR2	HON4	CHI5	CAN4
Altitude	Altitude	(m)	4130	4120	4310	4121	4110	4393	4110	4110	4140
Longitude	Longitude		68°05'	68°05'	67°48'	68°04'	68°04'	67°30'	68°04'	68°04'	68°01'
Latitude	Latitude		21°38'	31°38'	22°48'	21°34'	21°37'	22°31'	21°37'	21°35'	21°
Na	Na	(mg/l)	13600	7590	4510	20400	10000	9550	6740	20700	3590
K	K	(mg/l)	1700	1030	308	2100	1020	1720	989	2500	212
Mg	Mg	(mg/l)	605	326	262	649	210	275	140	1140	34.0
Ca	Ca	(mg/l)	1200	1370	218	521	400	465	200	1340	65.0
SO4	SO4	(mg/l)	5700	3070	2300	17900	4320	4660	2600	4080	5070
Cl	Cl	(mg/l)	22000	13900	6460	24600	14500	15300	10300	38700	2250
Si	Si	(mg/l)	25.2	41.4	28.6	27.5	26.1	20.6	31.6	34.4	31.4
B	B	(mg/l)	150	77.0	125	235	145	238	57.0	250	13.0
Li	Li	(mg/l)	25.5	11.8	36.5	122	37.0	109	47.0	176	19.5
Alcalinité	Alkalinity	(mg/l)	4.88	2.93	7.25	10	7.22	7.8	4.4	8.05	2.15
Salinité	Salinity	(mg/l)	45335	27658	14716	67099	31139	32785	21392	69439	11440
Ions majeurs	Principal ions		NaCl	Na (Ca) Cl	NaCl (SO4)	NaCl (SO4)	NaCl (SO4)	NaCl (SO4)	NaCl	NaCl	NaCl (SO4)
pH	pH		8.18	8.15	8.72	8.5	8.85	8.52	9.05	8.28	9.18
Profondeur	Depth	(cm)	30	30	100	20	100	100	20	20	15
Température	Temperature	(°C)	5	1	2	8	1	4	6	8	6
Densité	Density		1.032	1.02	1.01	1.05	1.022	1.024	1.015	1.051	1.009

<b>Cachi Laguna</b>	<b>Chulluncani</b>		<b>Laguna Colorada</b>		<b>Pastos Grandes</b>										
	<b>CHU4</b>	<b>CHU9</b>	<b>CD24</b>	<b>CD16</b>	<b>PG70</b>	<b>PG23</b>	<b>PG41</b>	<b>PG43</b>	<b>PG45</b>	<b>PG47</b>	<b>PG72</b>	<b>PG73</b>	<b>PG76</b>	<b>PG74</b>	<b>PG78</b>
4495	4430	4430	4278	4278	4400	4400	4400	4400	4400	4400	4400	4400	4400	4400	4400
67°57'	67°53'	67°53'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'
21°43'	21°32'	21°32'	22°11'	22°11'	21°39'	21°39'	21°39'	21°39'	21°39'	21°39'	21°39'	21°39'	21°39'	21°39'	21°39'
10600	30100	2320	19900	40700	4000	451	9270	4510	34000	103000	80.0	3910	4510	350	46000
2850	12800	1800	2110	4260	532	43.0	1020	500	3950	14200	16.5	399	579	48.1	5000
0.146	1900	53.0	382	914	89.9	11.0	265	132	110	3470	20.2	138	132	55.4	1200
2.49	730	200	103	260	200	24.5	360	200	1100	3100	50.9	190	200	32.7	1500
3710	26600	4360	5980	6440	265	72.0	465	250	1270	2460	105	302	305	130	2920
4540	44000	1970	29500	65000	7240	699	16700	8060	61400	194000	90.2	6750	8310	600	85900
161	21.9	18.7	32.5	45.6	36.4	38.4	31.6	17.3	20.5	31.4	37.2	58.8	32.2	30.2	34.2
143	959	147	263	612	29.9	3.49	60.0	28.4	290	944	0.995	25.5	32.0	2.92	320
54.1	22.5	2.75	86.8	196	42.5	4.80	117	52.5	500	1640	0.507	42.5	57.5	3.89	600
355	35	11.4	12.9	31.5	5.09	1.51	4.25	3.21	9.08	22.9	3.3	5.13	3.85	4.2	9.42
36285	119261	11377	59166	120357	12787	1475	28564	13961	103267	324141	644	12189	14421	1542	144099
NaCO3 (Cl)	NaCl (SO4)	NaCl (SO4)	NaCl	NaCl	NaCl	NaCl	NaCl	NaCl	NaCl	NaCl	Na (Ca) CO3 (Cl)	NaCl	NaCl	Na (Ca) Cl (CO3)	NaCl
10.38	8.8	10.2	8.52	8.4	8.42	9.35	8.52	8.05	7.4	7.2	6.95	8.15	8.35	7.85	7.91
50	15	15	20	20	20	100	20	100	100	100	20	20	20	20	20
21	5	8	10	6	5	1	4	6	5	5	10	1	10	1	10
1.029	1.087	1.008	1.04	1.081	1.009	1.001	1.02	1.01	1.073	1.211	1	1.009	1.01	1.001	1.098

**Pastos Grandes**

<b>PG82</b>	<b>PG84</b>	<b>PG97</b>	<b>P114</b>	<b>P116</b>
4400	4400	4400	4400	4400
67°47'	67°47'	67°47'	67°47'	67°47'
21°39'	21°39'	21°39'	21°39'	21°39'
41.9	77100	85.1	81000	92000
4.42	6450	12.6	9810	7390
3.21	1250	7.41	2550	2080
6.10	1650	12.5	2380	2500
14.0	3370	4.99	3240	3180
63.2	134000	150	154000	158000
15.9	33.0	22.4	16.8	31.4
0.703	404	1.08	545	520
0.347	675	1.18	1160	861
0.523	9.7	1.36	7.68	13.1
195	225344	402	255230	267366
Na (Ca) Cl (CO3)	NaCl	Na (Ca) Cl (CO3)	NaCl	NaCl
9.62	7.46	8.92	6.95	7.5
20	100	20	100	100
10	15	10	10	7
1	1.147	1	1.167	1.171

**TABLEAU 2 : Liste des espèces et abondance dans 30 échantillons**

**TABLE 2: List of species and their abundance in 30 samples**

Codes	Genres Genera	Espèces Species	Ballivian	Ramaditas	Laguna Verde	Hedionda	Pujio	Puripica	Honda	Chiar kkota	Chulluncani		Canapa
			BA67	RAM6	VER5	HED4	PJ30	PUR2	HON4	CHI5	CHU4	CHU9	CAN4
ACAR	<i>Achnanthes</i>	<i>arenaria</i>	2.29	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	12.52	0.00	0.00	0.00	0.00
AD	<i>Achnanthes</i>	<i>delicatula</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ASPE	<i>Achnanthes</i>	<i>speciosa</i>	3.99	0.10	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AMPA	<i>Amphora</i>	<i>atacamana</i>	0.00	0.00	0.00	0.73	3.41	1.89	0.99	0.00	0.00	0.00	1.71
AMPM	<i>Amphora</i>	<i>atacamana minor</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00
ABOL	<i>Amphora</i>	<i>boliviana</i>	1.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.98	0.00
ABEL	<i>Amphora</i>	<i>boliviana elongata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.88	0.00
AMCJ	<i>Amphora</i>	<i>carvajalana</i>	2.29	0.00	0.00	77.24	54.32	63.01	70.07	83.50	9.60	0.00	0.00
ANSA	<i>Anomooneis</i>	<i>sphaerophora angusta</i>	0.00	0.00	0.00	0.18	0.20	0.00	0.00	0.00	0.70	0.98	0.00
CSP	<i>Caloneis</i>	<i>silicula minuta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.98	0.00
CAW	<i>Caloneis</i>	<i>westii</i>	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CP	<i>Cocconeis</i>	<i>placentula</i>	0.00	0.99	3.70	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00
CYL	<i>Cymbella</i>	<i>gracilis</i>	4.39	0.50	0.00	0.00	11.85	0.00	2.49	1.30	0.00	0.00	0.00
CYMP	<i>Cymbella</i>	<i>pusilla</i>	0.30	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.90	0.00	0.00
DETH	<i>Denticula</i>	<i>thermalis</i>	0.60	0.60	0.10	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.98	0.00
DE	<i>Denticula</i>	<i>elegans</i>	4.69	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
DEV	<i>Denticula</i>	<i>valida</i>	0.00	0.70	14.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FB	<i>Fragilaria</i>	<i>brevistriata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	4.01
FRCV	<i>Fragilaria</i>	<i>construens venter</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FE	<i>Fragilaria</i>	<i>fasciculata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	<i>Fragilaria</i>	<i>leptaustoron martyi</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FP	<i>Fragilaria</i>	<i>pinnata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	1.71
FZ	<i>Fragilaria</i>	<i>zeileri</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HA	<i>Hantzschia</i>	<i>amphioxys</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HN	<i>Hantzschia</i>	<i>novsp</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00
MATA	<i>Mastoglia</i>	<i>atacamae</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NCA	<i>Navicula</i>	<i>cariocincta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	1.60	0.00	0.00	9.23
NCI	<i>Navicula</i>	<i>cincta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
NC	<i>Navicula</i>	<i>veneta</i>	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	0.60	0.00	0.00	0.70	14.71	0.00
NHN	<i>Navicula</i>	<i>nivalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
NPB	<i>Navicula</i>	<i>paramutica binodis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.30	2.50	0.00
NAO	<i>Navicula</i>	<i>cryptotenelloides</i>	1.60	0.50	0.20	0.36	1.20	8.87	1.19	0.10	0.00	0.00	6.32
NLA	<i>Navicula</i>	<i>pseudolanceolata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	49.40	9.75	26.08
NLI	<i>Navicula</i>	<i>pseudolitoricola</i>	0.30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
NPYG	<i>Fallacia</i>	<i>pygmaea</i>	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
NDC	<i>Navicula</i>	<i>erifuga</i>	0.60	0.30	0.40	0.00	3.82	7.88	3.78	0.00	0.00	0.00	0.00
NASA	<i>Navicula</i>	<i>salinicola</i>	0.30	0.50	0.00	0.00	5.92	1.60	1.49	0.00	0.00	0.00	0.00
NS	<i>Navicula</i>	<i>sp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NILI	<i>Nitzschia</i>	<i>liebetruthii</i>	62.70	80.40	70.10	0.00	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NCHI	<i>Nitzschia</i>	<i>accedens chilensis</i>	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.20	2.60	0.00	0.00	0.00
NIAL	<i>Nitzschia</i>	<i>alpina</i>	1.40	1.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ND	<i>Nitzschia</i>	<i>amphibiodes</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	2.31
NICC	<i>Nitzschia</i>	<i>compressa compressa</i>	0.00	0.50	0.20	0.00	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NIEP	<i>Nitzschia</i>	<i>epithemioides epithemioides</i>	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71
NF	<i>Nitzschia</i>	<i>frustulum</i>	1.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.80	3.92	0.00
NGRU	<i>Nitzschia</i>	<i>grunowii</i>	0.60	0.60	0.20	0.00	2.41	0.00	0.00	0.10	0.00	0.80	0.00
NIH	<i>Nitzschia</i>	<i>hantzschiana</i>	1.30	1.39	0.00	0.00	1.91	6.58	0.70	0.00	1.50	0.00	0.00
NIHU	<i>Nitzschia</i>	<i>hungarica</i>	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	2.89	0.00	0.00	4.70	25.49	15.05
NPA	<i>Nitzschia</i>	<i>palea</i>	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
NIPS	<i>Nitzschia</i>	<i>pusilla</i>	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	0.00
NIVA	<i>Nitzschia</i>	<i>valdecostata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	8.02
PB	<i>Pinnularia</i>	<i>bogotensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00
PIMI	<i>Pinnularia</i>	<i>microstauron</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00
RHWE	<i>Rhopalodia</i>	<i>wetzelii</i>	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00
SCPE	<i>Scoliopleura</i>	<i>peisonis</i>	0.00	0.99	0.00	1.72	2.01	0.60	1.29	2.60	0.00	0.00	0.00
SG	<i>Stauroneis</i>	<i>gregorii</i>	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
SB	<i>Stauroneis</i>	<i>bathurstensis</i>	0.00	0.00	0.00	3.00	1.61	1.30	1.19	0.30	0.00	0.00	3.41
SSP	<i>Stauroneis</i>	<i>species (obtusa?)</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
STAW	<i>Stauroneis</i>	<i>wislouchii</i>	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	0.00	12.34
SO	<i>Surirella</i>	<i>oregonica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUSE	<i>Surirella</i>	<i>sella</i>	5.98	2.98	1.90	0.00	4.82	0.00	1.89	1.00	0.10	0.00	0.00
SUSP	<i>Surirella</i>	<i>sp.</i>	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUWE	<i>Surirella</i>	<i>wetzelii</i>	0.00	0.00	0.00	13.78	0.40	1.99	0.10	0.10	22.10	3.92	4.81



**TABLEAU 2 : Liste des espèces et abondance dans 30 échantillons**  
**TABLE 2: List of species and their abundance in 30 samples**

Codes Codes	Genres Genera	Espèces Species	Cachi Laguna		Laguna Colorada		Pastos Grandes						
			CL20	CD24	CD16	PG70	PG23	PG41	PG43	PG45	PG47	PG72	
ACAR	<i>Achnanthes</i>	<i>arenaria</i>	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AD	<i>Achnanthes</i>	<i>delicatula</i>	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.89	1.48	4.50	1.37	0.00	0.00
ASPE	<i>Achnanthes</i>	<i>speciosa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AMPA	<i>Amphora</i>	<i>atacamana</i>	0.00	0.00	2.94	0.72	0.00	5.43	6.70	8.40	4.94	0.00	0.00
AMPM	<i>Amphora</i>	<i>atacamana minor</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.55	4.50	0.00	2.22	0.00	0.00
ABOL	<i>Amphora</i>	<i>boliviana</i>	0.00	0.00	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ABEL	<i>Amphora</i>	<i>boliviana elongata</i>	0.00	0.00	0.00	2.80	0.80	0.00	0.00	0.68	1.31	0.00	0.00
AMCJ	<i>Amphora</i>	<i>carvajalliana</i>	0.00	1.00	6.08	0.00	0.00	2.50	3.90	2.73	0.40	0.50	0.00
ANSA	<i>Anomooneis</i>	<i>sphaerophora angusta</i>	0.00	2.00	0.09	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CSP	<i>Caloneis</i>	<i>silicula minuta</i>	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
CAW	<i>Caloneis</i>	<i>westii</i>	0.00	0.00	0.00	2.38	2.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CP	<i>Cocconeis</i>	<i>placentula</i>	0.00	1.30	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CYL	<i>Cymbella</i>	<i>gracilis</i>	0.00	0.00	0.09	1.04	0.20	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00
CYMP	<i>Cymbella</i>	<i>pusilla</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DETH	<i>Denticula</i>	<i>thermalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DE	<i>Denticula</i>	<i>elegans</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DEV	<i>Denticula</i>	<i>valida</i>	0.00	0.00	0.00	1.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FB	<i>Fragilaria</i>	<i>brevistriata</i>	0.00	0.00	0.00	35.82	73.06	10.23	7.30	10.00	9.49	0.00	0.00
FRCV	<i>Fragilaria</i>	<i>construens venter</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	0.00	3.65	0.00	0.00	0.00
FE	<i>Fragilaria</i>	<i>fasciculata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	0.00	0.00	5.85	0.00	0.00
OM	<i>Fragilaria</i>	<i>leptaustoron martyi</i>	0.00	3.00	0.00	0.00	1.89	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00
FP	<i>Fragilaria</i>	<i>pinnata</i>	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	1.85	0.00	2.73	1.31	0.00	0.00
FZ	<i>Fragilaria</i>	<i>zeileri</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	9.94	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
HA	<i>Hantzschia</i>	<i>amphioxys</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HN	<i>Hantzschia</i>	<i>novsp</i>	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.06
MATA	<i>Mastoglia</i>	<i>atacamae</i>	0.00	0.00	0.00	1.97	0.50	0.00	0.00	1.37	0.00	0.00	0.00
NCA	<i>Navicula</i>	<i>cariocincta</i>	0.00	0.00	0.09	0.00	0.10	0.74	0.60	0.00	0.40	50.25	0.00
NCI	<i>Navicula</i>	<i>cincta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NC	<i>Navicula</i>	<i>veneta</i>	0.00	21.00	0.95	2.38	0.10	0.00	0.60	0.00	0.91	0.00	0.00
NHN	<i>Navicula</i>	<i>nivalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	0.00
NPB	<i>Navicula</i>	<i>paramutica binodis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.56	0.00
NAO	<i>Navicula</i>	<i>cryptotenelloides</i>	0.00	1.00	4.84	1.55	0.80	10.97	7.30	5.40	8.58	0.00	0.00
NLA	<i>Navicula</i>	<i>pseudolanceolata</i>	0.00	12.00	0.00	7.25	0.00	12.70	12.90	0.00	0.00	0.00	0.00
NLI	<i>Navicula</i>	<i>pseudolitoricola</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NPYG	<i>Fallacia</i>	<i>pygmaea</i>	0.00	0.00	0.00	0.31	1.19	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
NDC	<i>Navicula</i>	<i>erifuga</i>	0.00	0.00	5.22	0.00	0.00	0.00	0.00	17.70	2.72	1.51	0.00
NASA	<i>Navicula</i>	<i>salinicola</i>	0.00	7.00	21.65	2.07	0.00	14.92	21.40	19.20	25.73	0.00	0.00
NS	<i>Navicula</i>	<i>sp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	0.37	1.60	0.00	0.40	0.00	0.00
NILI	<i>Nitzschia</i>	<i>liebetruthii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NCHI	<i>Nitzschia</i>	<i>accedens chilensis</i>	2.30	0.00	5.89	0.31	0.10	5.70	8.50	1.37	7.37	0.00	0.00
NIAL	<i>Nitzschia</i>	<i>alpina</i>	0.00	35.00	4.56	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	2.22	0.00	0.00
ND	<i>Nitzschia</i>	<i>amphibiodes</i>	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NICC	<i>Nitzschia</i>	<i>compressa compressa</i>	0.00	0.00	0.00	1.04	0.10	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NIEP	<i>Nitzschia</i>	<i>epithemioides epithemioides</i>	0.00	0.00	1.61	0.00	0.00	3.45	10.10	6.60	5.45	0.00	0.00
NF	<i>Nitzschia</i>	<i>frustulum</i>	0.00	0.00	0.00	3.62	0.00	1.85	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00
NGRU	<i>Nitzschia</i>	<i>grunowii</i>	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NIH	<i>Nitzschia</i>	<i>hantzschiana</i>	0.00	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.59	0.00
NIHU	<i>Nitzschia</i>	<i>hungarica</i>	0.00	2.00	1.23	0.00	0.50	0.00	1.10	1.37	0.40	0.00	0.00
NPA	<i>Nitzschia</i>	<i>palea</i>	0.30	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NIPS	<i>Nitzschia</i>	<i>pusilla</i>	2.30	3.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.10	2.73	14.63	0.00	0.00
NIVA	<i>Nitzschia</i>	<i>valdecostata</i>	0.00	1.00	0.00	2.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.02	0.00
PB	<i>Pinnularia</i>	<i>bogotensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PIMI	<i>Pinnularia</i>	<i>microstauron</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RHWE	<i>Rhopalodia</i>	<i>wetzelii</i>	0.00	0.00	0.00	1.55	0.00	0.74	2.20	4.10	0.40	0.00	0.00
SCPE	<i>Scolioleura</i>	<i>peisonis</i>	0.00	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00	1.10	1.37	0.00	0.00	0.00
SG	<i>Stauroneis</i>	<i>gregorii</i>	0.00	0.00	0.00	2.07	0.00	2.71	0.00	1.37	1.82	0.00	0.00
SB	<i>Stauroneis</i>	<i>bathurstensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SSP	<i>Stauroneis</i>	<i>species (obtusa?)</i>	19.60	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
STAW	<i>Stauroneis</i>	<i>wislouchii</i>	75.80	5.00	40.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO	<i>Surirella</i>	<i>oregonica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00
SUSE	<i>Surirella</i>	<i>sella</i>	0.00	2.00	0.09	9.32	0.10	0.00	0.10	0.91	0.10	0.00	0.00
SUSP	<i>Surirella</i>	<i>sp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUWE	<i>Surirella</i>	<i>wetzelii</i>	0.00	0.00	0.00	3.62	0.10	0.37	0.60	4.10	0.20	0.00	0.00

**TABLEAU 2 : Liste des espèces et abondance dans 30 échantillons**

**TABLE 2: List of species and their abundance in 30 samples**

Codes Codes	Genres Genera	Espèces Species	Pastos Grandes										
			PG73	PG76	PG74	PG78	PG82	PG84	PG97	P114	P116		
ACAR	<i>Achnanthes</i>	<i>arenaria</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
AD	<i>Achnanthes</i>	<i>delicatula</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00
ASPE	<i>Achnanthes</i>	<i>speciosa</i>	1.46	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AMPA	<i>Amphora</i>	<i>atacamana</i>	0.00	2.90	0.00	10.59	0.68	7.75	0.00	3.70	1.79	0.00	0.00
AMPM	<i>Amphora</i>	<i>atacamana minor</i>	0.00	0.00	0.00	5.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.79
ABOL	<i>Amphora</i>	<i>boliviana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ABEL	<i>Amphora</i>	<i>boliviana elongata</i>	3.11	1.90	3.67	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AMCJ	<i>Amphora</i>	<i>carvajalana</i>	0.00	0.00	0.00	1.31	1.07	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ANSA	<i>Anomooneis</i>	<i>sphaerophora angusta</i>	0.29	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00
CSP	<i>Caloneis</i>	<i>silicula minuta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CAW	<i>Caloneis</i>	<i>westii</i>	3.02	0.00	3.10	0.00	0.19	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CP	<i>Cocconeis</i>	<i>placentula</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CYL	<i>Cymbella</i>	<i>gracilis</i>	9.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CYMP	<i>Cymbella</i>	<i>pusilla</i>	0.00	3.53	7.53	2.62	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DETH	<i>Denticula</i>	<i>thermalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DE	<i>Denticula</i>	<i>elegans</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DEV	<i>Denticula</i>	<i>valida</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FB	<i>Fragilaria</i>	<i>brevistriata</i>	6.42	0.00	5.27	1.31	0.00	0.00	0.00	11.26	5.18	0.00	0.00
FRCV	<i>Fragilaria</i>	<i>construens venter</i>	0.00	0.00	1.32	1.71	0.00	1.51	0.00	1.95	0.00	0.00	0.00
FE	<i>Fragilaria</i>	<i>fasciculata</i>	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	<i>Fragilaria</i>	<i>leptaustoron martyi</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	0.74	0.32	0.30	0.00	0.00
FP	<i>Fragilaria</i>	<i>pinnata</i>	0.00	0.00	0.00	1.70	11.99	0.00	0.00	0.00	8.97	0.00	0.00
FZ	<i>Fragilaria</i>	<i>zelleri</i>	0.00	0.00	1.69	0.00	41.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HA	<i>Hantzschia</i>	<i>amphioxys</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.56	0.43	0.00	0.00	0.00
HN	<i>Hantzschia</i>	<i>novsp</i>	0.00	0.00	0.56	0.00	0.19	0.00	13.30	0.43	0.00	0.00	0.00
MATA	<i>Mastoglia</i>	<i>atacamae</i>	15.18	7.40	16.65	1.30	0.19	0.71	1.12	0.00	0.60	0.00	0.00
NCA	<i>Navicula</i>	<i>cariocincta</i>	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20	5.79	4.80	3.40	2.20	0.00	0.00
NCI	<i>Navicula</i>	<i>cincta</i>	2.00	0.00	0.00	0.00	4.30	1.06	0.00	6.90	0.00	0.00	0.00
NC	<i>Navicula</i>	<i>veneta</i>	7.50	5.90	17.78	0.81	19.10	1.07	3.72	3.68	2.19	0.00	0.00
NHN	<i>Navicula</i>	<i>nivalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	5.03	0.00	0.30	0.00	0.00
NPB	<i>Navicula</i>	<i>paramutica binodis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.53	10.90	0.43	0.60	0.00	0.00
NAO	<i>Navicula</i>	<i>cryptotenelloides</i>	0.00	4.40	1.13	11.40	3.10	2.40	28.80	8.30	6.70	0.00	0.00
NLA	<i>Navicula</i>	<i>pseudolanceolata</i>	15.66	24.30	5.27	31.37	0.20	0.00	0.00	0.00	10.97	0.00	0.00
NLI	<i>Navicula</i>	<i>pseudolitoricola</i>	0.00	1.94	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NPYG	<i>Fallacia</i>	<i>pygmae</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NDC	<i>Navicula</i>	<i>erifuga</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.59	6.49	0.00	0.00	0.00
NASA	<i>Navicula</i>	<i>salinicola</i>	0.00	2.90	0.00	12.30	1.85	35.65	0.00	30.40	22.90	0.00	0.00
NS	<i>Navicula</i>	<i>sp.</i>	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NILI	<i>Nitzschia</i>	<i>liebethuthii</i>	1.95	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NCHI	<i>Nitzschia</i>	<i>accedens chilensis</i>	0.00	0.42	0.00	2.22	0.88	6.32	0.00	1.95	8.18	0.00	0.00
NIAL	<i>Nitzschia</i>	<i>alpina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ND	<i>Nitzschia</i>	<i>amphibiodes</i>	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NICC	<i>Nitzschia</i>	<i>compressa compressa</i>	5.84	2.40	0.38	0.40	0.19	0.89	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00
NIEP	<i>Nitzschia</i>	<i>epithemioides epithemioides</i>	0.00	0.00	0.00	1.70	0.68	8.01	0.00	4.44	7.28	0.00	0.00
NF	<i>Nitzschia</i>	<i>frustulum</i>	5.00	10.90	0.38	1.31	1.56	1.25	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00
NGRU	<i>Nitzschia</i>	<i>grunowii</i>	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NIH	<i>Nitzschia</i>	<i>hantzschiana</i>	4.96	0.00	0.40	1.30	1.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NIHU	<i>Nitzschia</i>	<i>hungarica</i>	2.24	3.90	0.56	1.31	3.31	0.53	4.66	0.43	0.60	0.00	0.00
NPA	<i>Nitzschia</i>	<i>palea</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.23	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00
NIPS	<i>Nitzschia</i>	<i>pusilla</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.70	0.00	11.47	13.86	0.00	0.00
NIVA	<i>Nitzschia</i>	<i>valdecostata</i>	0.00	0.00	0.40	0.00	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PB	<i>Pinnularia</i>	<i>bogotensis</i>	1.07	0.00	1.69	0.00	0.39	0.18	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00
PIMI	<i>Pinnularia</i>	<i>microstauron</i>	0.00	0.00	1.89	0.00	0.40	0.00	0.60	0.00	0.30	0.00	0.00
RHWE	<i>Rhopalodia</i>	<i>wetzeli</i>	0.00	3.20	0.00	0.40	0.19	0.98	0.56	0.43	0.30	0.00	0.00
SCPE	<i>Scoliopleura</i>	<i>peisonis</i>	1.75	2.90	0.00	1.71	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SG	<i>Stauroneis</i>	<i>gregorii</i>	0.00	0.00	0.40	0.00	0.88	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SB	<i>Stauroneis</i>	<i>bathurstensis</i>	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SSP	<i>Stauroneis</i>	<i>species (obtusa?)</i>	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
STAW	<i>Stauroneis</i>	<i>wislouchii</i>	0.00	4.90	0.00	0.00	0.00	3.74	0.56	0.87	1.50	0.00	0.00
SO	<i>Surirella</i>	<i>oregonica</i>	0.70	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUSE	<i>Surirella</i>	<i>sella</i>	0.00	1.46	9.78	0.40	0.10	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00
SUSP	<i>Surirella</i>	<i>sp.</i>	1.90	1.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUWE	<i>Surirella</i>	<i>wetzeli</i>	3.79	1.56	3.29	0.10	0.10	0.18	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00

TABLEAU 3 : Liste des images de diatomées

TABLE 3: List of diatom pictures

Genres <i>Genera</i>	Espèces <i>Species</i>		Images <i>Pictures</i>	SERVANT-VILDARY & ROUX (1990)	SERVANT-VILDARY & BLANCO (1984)	SERVANT-VILDARY (1984)
<i>Achnanthes</i>	<i>arenaria</i>	Amossé	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_001	d2-80		
<i>Achnanthes</i>	<i>brevipes intermedia</i>	Kützing	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_002	d1-73		
<i>Achnanthes</i>	<i>chilensis</i>	Hustedt			Fig. 31-32	
<i>Achnanthes</i>	<i>delicatula</i>	(Kütz) Grunow			Fig. 33	
<i>Achnanthes</i>	<i>speciosa</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_003	d2-101		PI. IV, fig. 1-2
<i>Amphora</i>	<i>atacamana</i>	Frenguelli	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_004	d1-09a		PI. I, fig. 19; PI. VIII, fig. 4
<i>Amphora</i>	<i>atacamana minor</i>		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_005	d2-29	Fig. 12b & c	
<i>Amphora</i>	<i>boliviana</i>	Patrick	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_006, CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_007	d2-53, d2-17	Fig. 10	
<i>Amphora</i>	<i>boliviana elongata</i>		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_008	d2-12	Fig. 13	
<i>Amphora</i>	<i>carvajaliana</i>	Patrick	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_009	d1-71	Fig. 9, 14	
<i>Amphora</i>	<i>coffaeiformis</i>	Agardh	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_010	d2-99		PI. IV, fig. 9
<i>Amphora</i>	<i>lineolata</i>	Ehrenberg	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_011	d2-52a	Fig. 47-48	
<i>Amphora</i>	<i>lybica</i>	Ehrenberg	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_012	d1-06	Fig. 44	
<i>Amphora</i>	<i>platensis</i>	Frenguelli	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_013	d2-65		PI. II, fig. 25
<i>Anomooneis</i>	<i>sphaerophora angusta</i>	Frenguelli	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_014	d2-11		PI. II, fig. 16-17
<i>Anomooneis</i>	<i>sphaerophora navicularis</i>	(Ehr.) O. Muller	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_015	d4-05		PI. II, fig. 12-13
<i>Anomooneis</i>	<i>sphaerophora platensis</i>	Frenguelli	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_016	d2-09	Fig. 49	
<i>Brachysira</i>	<i>aponina</i>	Kützing	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_017	d2-23	Fig. 25	
<i>Caloneis</i>	<i>silicula minuta</i>	(Grun) Mills	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_018	d1-57		
<i>Caloneis</i>	<i>westii</i>	(W. Smith) Hendey	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_019	d1-02	Fig. 50	PI. I, fig. 7
<i>Cocconeis</i>	<i>placentula euglypta</i>	(Ehr) Cleve	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_020	d1-37		
<i>Cymbella</i>	<i>cymbiformis</i>	(Agardh Kütz) Van Heurck	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_021	d2-83		
<i>Cymbella</i>	<i>pusilla</i>	Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_022	d1-81	Fig. 14	
<i>Denticula</i>	<i>elegans</i>	Kützing	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_023	d2-24	Fig. 51	
<i>Denticula</i>	<i>eximia</i>	Krammer & Lange-Bertalot	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_024	d2-57		
<i>Denticula</i>	<i>kuetzingii</i>	Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_025	d2-43		
<i>Denticula</i>	<i>subtilis</i>	Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_026	d1-18		
<i>Denticula</i>	<i>tenuis</i> var.?	Kützing	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_027	d2-22	Fig. 36	
<i>Denticula</i>	<i>thermalis</i>	Kützing	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_028	d3-60		
<i>Denticula</i>	<i>valida</i>	(Pedicino) Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_029	d2-60	Fig. 35	
<i>Entomoneis</i>	<i>paludosa</i>	(W. Smith) Reimer	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_030	d3-75		
<i>Fallacia</i>	<i>pygmaea</i>	Kützing	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_031	d2-100	Fig. 38	PI. IV, fig. 10
<i>Fragilaria</i>	<i>brevistriata</i>		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_032	d2-98 (PAG 70)		PI. II, fig. 23
<i>Fragilaria</i>	<i>brevistriata</i>		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_033	d2-07a (PAG 73)	Fig. 27	
<i>Fragilaria</i>	<i>brevistriata</i>		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_034	d1-41 (PAG 23)		
<i>Fragilaria</i>	<i>brevistriata</i>		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_035	d1-45 (PAG 41)		
<i>Fragilaria</i>	<i>brevistriata elliptica</i>	Héribaud	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_036	d2-86		
<i>Fragilaria</i>	<i>construens binodis</i>	(Ehrenberg) Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_037	d1-43		
<i>Fragilaria</i>	<i>construens</i> f. <i>subsalina</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_038	d1-44		
<i>Fragilaria</i>	<i>fasciculata</i>	(Agardh) Lange-Bertalot				
<i>Fragilaria</i>	<i>pinnata</i>	Ehrenberg			PI. III, fig. 2	

TABLEAU 3 : Liste des images de diatomées

TABLE 3: List of diatom pictures

Genres <i>Genera</i>	Espèces <i>Species</i>		Images <i>Pictures</i>	SERVANT-VILDARY & ROUX (1990)	SERVANT-VILDARY & BLANCO (1984)	SERVANT-VILDARY (1984)
<i>Fragilaria</i>	<i>zellleri</i>	Héribaud	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_039	d4-08	Fig. 29	
<i>Hantzschia</i>	<i>amphioxys</i>	(Ehrenberg) Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_040	d1-10		Pl. V, fig. 12-13
<i>Hantzschia</i>	<i>amphioxys</i> var. <i>maior</i>	Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_041	d2-93		Pl. V, fig. 1-11
<i>Hantzschia</i>	sp.		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_042	d2-89		
<i>Hippodonta</i>	<i>hungarica</i>	(Grun) Lange-Bertalot	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_043	d2-06		
<i>Mastoglia</i>	<i>atacamae</i>	Frenguelli	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_044	d2-25, d2-47	Fig. 53	
<i>Mastoglia</i>	<i>smithii lacustris</i>	Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_045			
			CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_046	d2-14		
<i>Navicula</i>	<i>arctotenelloides</i>	Lange-Bertalot & Metzeltin	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_047	d2-95 (Pag 72)		
<i>Navicula</i>	<i>carlocincta</i>	Lange-Bertalot	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_048	d2-103		
<i>Navicula</i>	cf. <i>multicopsis</i>	Van Heurck	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_049	d2-103		
<i>Navicula</i>	cf. <i>paramutica binodis</i>	Bock	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_050	d2-04 (ag 116 )	Fig. 39	Pl. II, fig. 20
<i>Navicula</i>	<i>cincta</i>	Ehrenberg	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_051	d2-37		
<i>Navicula</i>	<i>cryptotenelloides</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_052	d1-09c		
<i>Navicula</i>	<i>digitoradiata minor</i>	Krasske	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_053	d1-36, d1-27	Fig. 54	
<i>Navicula</i>	<i>eriluga</i>	Lange-Bertalot	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_054		Fig. 34	
			CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_055	d2-05 (Pag 73)		
<i>Navicula</i>	<i>incertata</i>	Lange-Bertalot	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_056	d4-11		
<i>Navicula</i>	<i>nivalis</i>	Ehrenberg	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_057	d1-35		Pl. II, fig. 21
<i>Navicula</i>	<i>novadeciplus</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_058	d2-18 (Can 4)		
<i>Navicula</i>	<i>phyllepta</i>	Kützing	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_059	d1-31		
<i>Navicula</i>	<i>podzorskii</i>	Lange-Bertalot	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_060	d2-55 (Bal 67)		
<i>Navicula</i>	<i>pseudolitoricola</i>	Håkansson	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_061	d2-15 (Pag 84)		
<i>Navicula</i>	<i>salnicola</i>		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_062	d2-32	Fig. 22, 23	
<i>Navicula</i>	sp.		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_063	d1-98		
<i>Navicula</i>	<i>tripunctata</i>	(O.F. Muller) Bory	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_064	d2-07b (Pag 73)		
<i>Navicula</i>	<i>veneta</i>	Kützing	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_065	d2-85	Fig. 45	
<i>Neldium</i>	<i>bisulcatum subampliatum</i>	Krammer	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_066	d2-84		
<i>Neldium</i>	<i>koslowii</i>	Mereschkowski	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_067	d3-72		
<i>Nitzschia</i>	<i>accedens chilensis</i>	Patrick	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_068	d1-08		Pl. I, Fig. 1-5
<i>Nitzschia</i>	aff. <i>valdecostata</i>		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_069	d2-59 (Cl20)		Pl. IV, Fig. 4-11
<i>Nitzschia</i>	<i>amphibia</i>	Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_070	d2-21 (Can 4)		
<i>Nitzschia</i>	cf. <i>amphibioides</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_071	d3-62		
<i>Nitzschia</i>	<i>compressa compressa</i>	Lange-Bertalot	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_072	d2-13, d1-89		Pl. I, Fig. 26
<i>Nitzschia</i>	<i>epithemioides epithemioides</i>	Lange-Bertalot	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_073			Pl. I, Fig. 12-15
			CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_074	d1-86 (Pag 84)		
<i>Nitzschia</i>	<i>frustulum (modesta)</i>	(Kützing) Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_075	d2-46 (Bal)		Pl. I, Fig. 16-17
<i>Nitzschia</i>	<i>grunowii</i>	(Cleve) Hasle	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_076	d2-94 (Pag 72)		Pl. II, Fig. 13-16
<i>Nitzschia</i>	<i>hantzschiana (modesta)</i>	Rabenhorst				



TABLEAU 3 : Liste des images de diatomées

TABLE 3: List of diatom pictures

Genres <i>Genera</i>	Espèces <i>Species</i>		Images <i>Pictures</i>	SERVANT-VILDARY & ROUX (1990)	SERVANT-VILDARY & BLANCO (1984)	SERVANT-VILDARY (1984)
<i>Nitzschia</i>	<i>hungarica</i>	Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_077	d1-49		
<i>Nitzschia</i>	<i>liebethuthii</i>	Lange-Bertalot	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_078, CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_079	d2-20, d2-58		Pl. II, Fig. 1-9 Pl. IV, Fig. 19-25
<i>Nitzschia</i>	<i>alpina</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_080	d1-40 (CLD 16)		
<i>Nitzschia</i>	<i>palea</i>	(Kützing) W. Smith	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_081	d2-36 (Can)		Pl. I, Fig. 6-9
<i>Nitzschia</i>	<i>palea</i>	(Kützing) W. Smith	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_082	d1-48 (Pag 23)		Pl. III, Fig. 6-7
<i>Nitzschia</i>	<i>pusilla</i>	Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_083	d4-16		
<i>Nitzschia</i>	<i>valdecostata</i>	Lange-Bertalot & Simonsen	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_084	d1-54		
<i>Nitzschia</i>	<i>valdestrata</i>	Aleem & Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_085	d2-38		Pl. IV, Fig. 1-3
<i>Pinnularia</i>	<i>borealis f. ovalis</i>	Boye Petersen	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_086	d2-92		
<i>Pinnularia</i>	<i>microstauron</i>	Ehrenberg Cleve	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_087	d2-90		
<i>Placoneis</i>	aff. <i>elginensis</i>	(Greg) Cox var <i>elginensis</i>	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_088	d2-48 (Pur 2)		
<i>Rhopalodia</i>	<i>sculpta</i>	Krammer	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_089	d4-10		
<i>Rhopalodia</i>	<i>wetzlii</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_090	d2-34	Fig. 15-17	
<i>Scolioleptura</i>	<i>peisonis</i>	Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_091	d3-64	Fig. 52	
<i>Stauroneis</i>	<i>anceps</i>	Ehrenberg	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_092	d2-16		
<i>Stauroneis</i>	<i>bathurstensis</i>	Giffen	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_093	d2-50	Fig. 34	
<i>Stauroneis</i>	<i>elata</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_094	d2-68,		
<i>Stauroneis</i>	<i>gregorii</i>	Ralfs	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_095	d1-46	Fig. 55	
<i>Stauroneis</i>	<i>gregorii densestriata</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_096	d3-76		
<i>Stauroneis</i>	<i>gregorii var linearis</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_097	d2-19		
<i>Stauroneis</i>	<i>legleri</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_098	d1-26	Fig. 40	
<i>Stauroneis</i>	sp. ( <i>obtusa?</i> )		CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_099	d2-40	Fig. 37	
<i>Stauroneis</i>	<i>wislouchii</i>	Poretzky & Anisimova	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_100, CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_101	d4-02, d2-49	Fig. 41	
<i>Suriella</i>	<i>chilensis</i>	Janish	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_102	d1-05	Fig. 56	
<i>Suriella</i>	<i>dubia</i>	Frenguelli	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_103	d1-12		
<i>Suriella</i>	<i>oregonica</i>	Ehrenberg	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_104	d1-70		Pl. I, fig. 17; Pl. VIII, fig. 1-2
<i>Suriella</i>	<i>ovata utahensis</i>	Grunow	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_105	d2-27	Fig. 26	Pl. VIII, fig. 8-9; Pl. II, fig. 6
<i>Suriella</i>	<i>peisonis</i>	Hustedt				Pl. II, fig. 5 & 10
<i>Suriella</i>	<i>sella</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_106	d1-13	Fig. 19	Pl. II, fig. 7; Pl. VII, fig. 3-7
<i>Suriella</i>	<i>wetzlii</i>	Hustedt	CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_107	d1-73a	Fig. 20	
Chiar Kkota			CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_108	d1-44		
Pastos Grandes 23			CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_063,	d1-98, d1-09		
Pastos Grandes 84			CG2001_M01_SSV-FR-MR_Photo_108			

TABLEAU 4 : Optima et tolérances estimées des espèces

TABLE 4: Optima and tolerances of the species

Weighted Averaging (WA) method. Results: R, R<sup>2</sup>, Standard error of prediction (SEP).Weighted Averaging Plus Least Squares regression (WA-PLS). Results: number of components, r, R, R<sup>2</sup> and S

Genres	Espèces	Codes	Na+ (mg/l)			
			codes	OPTIMUM	TOLERANCE	FREQUENCE
Genera	Species	Samples				
<i>Achnanthes</i>	<i>arenaria</i>	ACAR	9440.02	11850.67	6	
<i>Achnanthes</i>	<i>delicatula</i>	AD	13217.75	17837.34	7	
<i>Achnanthes</i>	<i>speciosa</i>	ASPE	9437.31	4670.60	6	
<i>Amphora</i>	<i>atacamana</i>	AMPA	40443.13	32684.07	17	
<i>Amphora</i>	<i>atacamana minor</i>	AMPM	40196.09	36663.85	7	
<i>Amphora</i>	<i>boliviana</i>	ABOL	23994.03	17053.50	5	
<i>Amphora</i>	<i>boliviana elongata</i>	ABEL	10787.01	25830.84	9	
<i>Amphora</i>	<i>carvajaliana</i>	AMCJ	15297.68	11510.65	21	
<i>Anomoeoneis</i>	<i>sphaerophora angusta</i>	ANSA	13427.04	10983.83	9	
<i>Caloneis</i>	<i>silicula minuta</i>	CSP	16067.21	14089.92	4	
<i>Caloneis</i>	<i>westii</i>	CAW	3332.06	9349.22	8	
<i>Cocconeis</i>	<i>placentula</i>	CP	7358.88	6013.96	7	
<i>Cymbella</i>	<i>gracilis</i>	CYL	9520.02	10816.22	13	
<i>Cymbella</i>	<i>pusilla</i>	CYMP	21344.87	15054.82	7	
<i>Denticula</i>	<i>thermalis</i>	DETH	6761.96	4415.52	5	
<i>Fragilaria</i>	<i>brevistriata</i>	FB	17235.64	33302.23	11	
<i>Fragilaria</i>	<i>construens venter</i>	FRCV	26823.29	29188.60	5	
<i>Fragilaria</i>	<i>fasciculata</i>	FE	37721.56	34753.68	5	
<i>Fragilaria</i>	<i>leptaustoron martyi</i>	OM	27283.28	29857.10	7	
<i>Fragilaria</i>	<i>pinnata</i>	FP	37365.34	41497.84	9	
<i>Fragilaria</i>	<i>zeilleri</i>	FZ	177.13	488.35	4	
<i>Hantzschia</i>	<i>amphioxys</i>	HA	27347.08	38222.20	4	
<i>Hantzschia</i>	nov. sp.	HN	2085.29	10485.98	7	
<i>Mastoglia</i>	<i>atacamae</i>	MATA	6873.58	15864.44	11	
<i>Navicula</i>	<i>cariocincta</i>	NCA	22097.43	34459.92	14	
<i>Navicula</i>	<i>cincta</i>	NCI	50355.07	38808.34	4	
<i>Navicula</i>	<i>veneta</i>	NC	9779.83	20579.58	20	
<i>Navicula</i>	<i>nivalis</i>	NHN	4366.02	18936.03	5	
<i>Navicula</i>	<i>paramutica binodis</i>	NPB	6935.49	19702.86	9	
<i>Navicula</i>	<i>cryptotenelloides</i>	NAO	28421.04	34981.70	25	
<i>Navicula</i>	<i>pseudolanceolata</i>	NLA	16821.11	12651.41	7	
<i>Navicula</i>	<i>pseudolitoricola</i>	NLI	12031.41	14350.63	5	
<i>Fallacia</i>	<i>pygmaea</i>	NPYG	3339.75	4620.82	7	
<i>Navicula</i>	<i>erifuga</i>	NDC	28247.65	28971.50	19	
<i>Navicula</i>	<i>salinicola</i>	NASA	55122.24	34786.00	18	
<i>Navicula</i>	sp.	NS	13124.38	30099.34	5	
<i>Nitzschia</i>	<i>liebetruthii</i>	NILI	8307.35	3635.29	6	
<i>Nitzschia</i>	<i>accedens chilensis</i>	NCHI	48925.66	38497.14	17	
<i>Nitzschia</i>	<i>alpina</i>	NIAL	25431.24	19047.58	7	
<i>Nitzschia</i>	<i>amphibiodes</i>	ND	8500.04	7345.89	4	
<i>Nitzschia</i>	<i>compressa compressa</i>	NICC	14086.18	24500.73	13	
<i>Nitzschia</i>	<i>epithemioides epithemioides</i>	NIEP	52051.10	37543.32	12	
<i>Nitzschia</i>	<i>frustulum</i>	NF	13205.34	20836.79	16	
<i>Nitzschia</i>	<i>grunowii</i>	NGRU	9150.83	5819.79	8	
<i>Nitzschia</i>	<i>hantzschiana</i>	NIH	6869.44	10104.02	12	
<i>Nitzschia</i>	<i>hungarica</i>	NIHU	9519.94	17046.45	20	
<i>Nitzschia</i>	<i>palea</i>	NPA	64909.73	28127.99	6	
<i>Nitzschia</i>	<i>pusilla</i>	NIPS	69579.49	35585.78	11	
<i>Nitzschia</i>	<i>valdecostata</i>	NIVA	5422.61	4662.80	7	
<i>Pinnularia</i>	<i>bogotensis</i>	PB	8636.53	17258.04	6	
<i>Pinnularia</i>	<i>microstauron</i>	PIMI	6689.21	22072.75	5	
<i>Rhopalodia</i>	<i>wetzelii</i>	RHWE	24527.57	27391.25	14	
<i>Scoliopleura</i>	<i>peisonis</i>	SCPE	14800.99	13101.88	13	
<i>Stauroneis</i>	<i>gregorii</i>	SG	26378.85	30284.68	13	
<i>Stauroneis</i>	<i>bathurstensis</i>	SB	10397.72	6982.38	7	
<i>Stauroneis</i>	<i>species (obtus?)</i>	SSP	10391.23	1275.46	4	
<i>Stauroneis</i>	<i>wislouchii</i>	STAW	21298.95	18691.32	13	
<i>Surirella</i>	<i>oregonica</i>	SO	18356.95	35103.41	4	
<i>Surirella</i>	<i>sella</i>	SUSE	7995.52	9242.72	19	
<i>Surirella</i>	sp.	SUSP	4010.54	1994.34	6	
<i>Surirella</i>	<i>wetzelii</i>	SUWE	19125.02	14219.46	21	

<b>Samples</b>	<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>Residus</b>
BA67	13600.000	9850.410	3749.590
RAM6	7590.000	9189.363	-1599.363
VER5	4510.000	10314.528	-5804.528
HED4	20400.000	15766.853	4633.147
PJ30	10000.000	17438.639	-7438.639
PUR2	9550.000	17764.068	-8214.068
HON4	6740.000	15732.725	-8992.725
CHI5	20700.000	16570.824	4129.176
CAN4	3590.000	17847.662	-14257.662
CHU4	30100.000	16336.339	13763.661
CHU9	2320.000	15377.588	-13057.588
CL20	10600.000	21038.520	-10438.520
CD24	19900.000	22094.158	-2194.158
CD16	40700.000	31594.473	9105.527
PG70	4000.000	17107.711	-13107.711
PG23	451.000	15642.589	-15191.589
PG41	9270.000	33827.559	-24557.559
PG43	4510.000	37911.148	-33401.148
PG45	34000.000	36413.168	-2413.168
PG47	103000.000	43389.824	59610.176
PG72	80.000	8339.988	-8259.988
PG73	3910.000	12262.317	-8352.317
PG76	4510.000	19992.775	-15482.775
PG74	350.000	11090.177	-10740.177
PG78	46000.000	31939.594	14060.406
PG82	41.900	15822.397	-15780.497
PG84	77100.000	47132.605	29967.395
PG97	85.100	16681.498	-16596.398
P114	81000.000	41826.746	39173.254
P116	92000.000	43336.016	48663.984
	<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.8117</b>
			<b>R<sup>2</sup> = 0.66</b>
	<b>Variance de la variable Na à expliquer</b>		<b>8.31E+08</b>
	<b>Variance des résidus</b>		<b>4.25E+08</b>
	<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>20614.64</b>
	<b>WA-PLS : 2 composants, SEP = 19442</b>		<b>R = 0.89</b>
			<b>R<sup>2</sup> = 0.80</b>
			<b>r = 0.7428</b>

<b>K+ (mg/l)</b>				<b>Salinity (mg/l)</b>			
<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>	<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>
	1207.12	925.77	6		29884.19	34429.63	6
	1511.25	2143.75	7		40795.95	55567.99	7
	1166.47	600.42	6		31176.80	15906.11	6
	4426.33	3845.48	17		123735.41	99822.04	17
	4257.09	4103.14	7		122779.11	110397.41	7
	2860.24	1447.47	5		72972.30	48567.10	5
	1825.20	3406.29	9		34962.11	80398.52	9
	2077.72	2147.55	21		50363.23	37055.72	21
	2897.28	3823.70	9		44776.31	38354.55	9
	6951.01	5887.35	4		64038.06	55436.06	4
	350.89	795.83	8		10419.22	27379.88	8
	923.81	743.64	7		23819.22	17230.23	7
	1071.23	1196.17	13		30254.42	33905.07	13
	4631.94	4764.32	7		71689.87	48995.69	7
	1464.69	419.25	5		24453.56	13426.39	5
	2142.83	4228.09	11		53828.97	103370.23	11
	2866.36	3155.15	5		82480.13	89476.72	5
	4810.78	4884.37	5		116897.13	109656.84	5
	2635.38	2740.90	7		81122.17	88503.35	7
	3477.70	3933.59	9		110897.58	122287.35	9
	18.46	53.66	4		627.79	1512.63	4
	3312.03	4629.13	4		86242.18	120386.45	4
	288.91	1278.51	7		6799.33	32799.58	7
	705.25	1446.05	11		21127.10	46977.82	11
	2131.09	3435.69	14		66718.63	103268.48	14
	5849.73	4612.14	4		157232.81	121336.81	4
	1264.47	2378.74	20		30542.75	62613.84	20
	369.78	1523.23	5		12920.90	54997.88	5
	1541.78	3682.57	9		23503.87	61560.73	9
	3238.18	4138.50	25		87662.23	107368.46	25
	6070.26	5953.59	7		63646.28	50895.54	7
	1407.68	1534.89	5		38474.49	44953.49	5
	400.11	569.66	7		10917.80	15497.66	7
	3065.24	3031.91	19		86752.94	87606.20	19
	5914.08	4163.34	18		167355.16	106348.25	18
	1732.16	4169.37	5		41231.30	94724.01	5
	983.03	547.96	6		28432.38	12116.65	6
	5219.24	4429.53	17		148070.84	116343.82	17
	2867.35	2681.80	7		76748.71	59978.92	7
	856.53	866.66	4		26391.02	22403.08	4
	1313.88	2022.91	13		42439.33	71431.60	13
	5416.01	4283.07	12		157145.11	113644.09	12
	2049.83	3191.30	16		42566.63	64692.72	16
	1249.43	614.71	8		29977.37	17128.71	8
	1199.49	2455.08	12		23025.32	33768.41	12
	2176.01	3286.98	20		32533.97	53575.68	20
	5508.15	2199.18	6		190057.30	81420.38	6
	7761.39	4335.74	11		212075.11	108571.73	11
	586.82	652.96	7		17276.65	14251.57	7
	2315.01	4612.97	6		30407.47	57011.78	6
	1085.02	1823.82	5		21220.58	63804.37	5
	2710.03	3007.51	14		74965.75	82850.99	14
	1708.77	1435.23	13		47373.04	40977.83	13
	3107.44	3915.96	13		82300.65	94715.86	13
	1148.16	801.92	7		33961.54	23164.52	7
	2769.21	435.99	4		35521.27	4497.50	4
	3094.82	1616.26	13		65771.20	53788.02	13
	2472.09	4863.69	4		57857.84	110435.44	4
	972.41	1242.84	19		25807.73	28999.84	19
	461.16	249.10	6		12834.27	6515.62	6
	5394.96	5449.09	21		69143.63	51302.73	21

<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>RESIDUS</b>	<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>RESIDUS</b>
1700.000	1190.587	509.413	45335.000	32671.533	12663.467
1030.000	1100.207	-70.207	27658.000	30878.086	-3220.086
308.000	1204.500	-896.500	14716.000	34239.449	-19523.449
2100.000	2508.819	-408.819	67099.000	52600.191	14498.809
1020.000	2161.026	-1141.026	31139.000	55710.945	-24571.945
1720.000	2335.447	-615.447	32785.000	57165.410	-24380.410
989.000	2062.277	-1073.277	21392.000	50968.250	-29576.250
2500.000	2163.798	336.202	69439.000	53829.586	15609.414
212.000	3499.940	-3287.940	11440.000	59072.313	-47632.313
12800.000	4922.541	7877.459	119261.000	59508.641	59752.359
1800.000	2976.847	-1176.847	11377.000	50853.691	-39476.691
2850.000	3194.134	-344.134	36285.000	65473.848	-29188.848
2110.000	3085.000	-975.000	59166.000	68947.984	-9781.984
4260.000	3810.768	449.232	120357.000	96830.477	23526.523
532.000	2218.201	-1686.201	12787.000	54032.887	-41245.887
43.000	1913.913	-1870.913	1475.000	48721.523	-47246.523
1020.000	3764.239	-2744.239	28564.000	103717.336	-75153.336
500.000	4202.771	-3702.771	13961.000	115942.891	-101981.891
3950.000	4206.625	-256.625	103267.000	111875.195	-8608.195
14200.000	4819.732	9380.268	324141.000	132470.984	191670.016
16.500	1244.068	-1227.568	644.000	26697.957	-26053.957
399.000	2304.313	-1905.313	12189.000	40753.777	-28564.777
579.000	2433.364	-1854.364	14421.000	62155.457	-47734.457
48.100	1482.448	-1434.349	1542.000	35173.887	-33631.887
5000.000	3514.777	1485.223	144099.000	97949.422	46149.578
4.420	1703.133	-1698.713	195.000	48293.891	-48098.891
6450.000	5043.687	1406.313	225344.000	142971.688	82372.313
12.600	2056.703	-2044.103	402.000	51884.598	-51482.598
9810.000	4639.320	5170.680	255230.000	127894.984	127335.016
7390.000	4677.638	2712.362	267366.000	131722.109	135643.891
<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.7559</b>	<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.8022</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.57</b>			<b>R<sup>2</sup> = 0.57</b>
<b>Variance de la variable K à expliquer</b>		<b>1.37E+07</b>	<b>Variance de la variable Salinité à expliquer</b>		<b>7.69E+09</b>
<b>Variance des résidus</b>		<b>8377185</b>	<b>Variance des résidus</b>		<b>4.07E+09</b>
<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>2894.337</b>	<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>63814.21</b>
<b>WA-PLS : 1 component</b>			<b>WA-PLS : 2 components, SEP = 62130</b>		<b>R = 0.8849</b>
					<b>R<sup>2</sup> = 0.78</b>
					<b>r = 0.71</b>

<b>Alkalinity meq/l</b>				<b>Mg++ (mg/l)</b>			
<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>	<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>
	4.83	2.42	6		255.58	302.83	6
	4.96	3.53	7		259.71	498.06	7
	4.81	0.48	6		393.67	236.63	6
	9.55	6.85	17		934.53	1001.13	17
	8.77	5.79	7		1114.11	1031.01	7
	19.57	12.10	5		609.18	351.06	5
	7.83	5.10	9		310.19	837.84	9
	8.45	5.60	21		559.31	507.79	21
	12.83	9.73	9		436.95	583.08	9
	21.54	13.74	4		976.78	925.04	4
	4.00	1.65	8		96.89	159.22	8
	7.93	3.34	7		251.37	105.36	7
	5.76	2.04	13		279.62	315.07	13
	18.34	14.90	7		811.12	681.13	7
	7.05	3.65	5		267.74	218.89	5
	5.14	6.02	11		526.02	1045.61	11
	5.67	2.19	5		699.55	774.64	5
	9.92	6.88	5		787.64	1328.67	5
	8.16	5.01	7		515.12	666.24	7
	6.86	6.51	9		848.94	1063.83	9
	0.85	0.76	4		7.73	16.18	4
	3.37	3.08	4		863.02	1201.80	4
	3.02	2.67	7		67.10	316.65	7
	4.85	1.77	11		170.92	316.38	11
	3.82	4.47	14		519.20	852.05	14
	5.22	3.57	4		1485.00	1200.18	4
	6.80	5.04	20		261.44	571.33	20
	2.24	2.49	5		105.26	426.55	5
	6.04	8.87	9		260.79	643.18	9
	7.45	7.39	25		759.29	1050.31	25
	18.84	14.61	7		901.39	884.16	7
	4.86	2.03	5		375.59	403.90	5
	2.69	1.74	7		126.12	239.36	7
	7.77	5.70	19		662.75	805.69	19
	12.08	8.31	18		1351.85	1118.83	18
	4.95	6.07	5		434.87	1015.02	5
	4.95	1.81	6		382.49	145.35	6
	26.48	68.77	17		1251.83	1133.28	17
	14.67	6.52	7		592.65	676.83	7
	5.26	4.32	4		203.84	283.87	4
	5.70	2.34	13		325.96	480.09	13
	9.98	7.00	12		1212.33	1150.28	12
	6.96	6.71	16		376.29	624.60	16
	7.45	4.09	8		274.68	214.97	8
	6.25	6.17	12		235.63	394.34	12
	9.22	8.70	20		287.81	596.76	20
	21.86	66.12	6		1081.25	490.77	6
	24.73	62.45	11		1840.32	1214.60	11
	4.14	3.21	7		101.32	112.42	7
	8.67	11.32	6		392.05	680.48	6
	6.50	4.37	5		171.03	493.83	5
	6.55	3.88	14		451.37	747.87	14
	6.41	2.45	13		427.65	422.44	13
	7.24	5.49	13		703.45	958.14	13
	6.11	3.14	7		293.92	281.30	7
	343.05	63.68	4		4.85	30.72	4
	190.15	167.55	13		353.31	500.26	13
	6.71	6.78	4		609.79	1186.10	4
	5.62	3.01	19		253.96	304.65	19
	4.34	0.92	6		137.36	63.04	6
	16.68	13.32	21		854.15	817.65	21



<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>RESIDUS</b>	<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>RESIDUS</b>
4.880	5.629	-0.749	605.000	386.463	218.537
2.930	5.367	-2.437	326.000	385.820	-59.820
7.250	5.943	1.307	262.000	416.459	-154.459
10.000	9.825	0.175	649.000	585.043	63.957
7.220	7.909	-0.689	210.000	542.507	-332.507
7.800	8.281	-0.481	275.000	568.564	-293.564
4.400	7.968	-3.568	140.000	525.182	-385.182
8.050	9.280	-1.230	1140.000	570.364	569.636
2.150	33.674	-31.524	34.000	577.680	-543.680
35.000	17.005	17.995	1900.000	772.366	1127.634
11.400	11.218	0.182	53.000	506.815	-453.815
355.000	211.978	143.022	0.146	342.099	-341.953
12.900	21.075	-8.175	382.000	593.984	-211.984
31.500	85.025	-53.525	914.000	721.933	192.067
5.090	6.856	-1.766	89.900	506.458	-416.558
1.510	5.726	-4.216	11.000	459.126	-448.126
4.250	15.215	-10.965	265.000	856.742	-591.742
3.210	10.760	-7.550	132.000	933.127	-801.127
9.080	10.065	-0.985	110.000	883.374	-773.374
22.900	12.948	9.952	3470.000	1097.798	2372.202
3.300	6.202	-2.902	20.200	246.155	-225.955
5.130	9.467	-4.337	138.000	427.681	-289.681
3.850	17.223	-13.373	132.000	497.498	-365.498
4.200	6.356	-2.156	55.400	320.698	-265.298
9.420	8.664	0.756	1200.000	793.382	406.618
0.523	4.055	-3.532	3.210	398.847	-395.637
9.700	20.107	-10.407	1250.000	1129.245	120.755
1.360	7.315	-5.955	7.410	446.102	-438.692
7.680	12.414	-4.734	2550.000	1071.368	1478.632
13.100	15.249	-2.149	2080.000	1080.861	999.139
<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.9460</b>	<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.7260</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.89</b>			<b>R<sup>2</sup> = 0.53</b>
<b>Variance de la variable Alcalinité à expliquer</b>		<b>3929.396</b>	<b>Variance de la variable Mg à expliquer</b>		<b>724201.7</b>
<b>Variance des résidus</b>		<b>847.3527</b>	<b>Variance des résidus</b>		<b>478831.7</b>
<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>29.10932</b>	<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>691.9767</b>
<b>WA-PLS : 2 components, SEP = 62.26</b>		<b>R = 0.9661</b>	<b>WA-PLS : 2 components, SEP = 857</b>		<b>R = 0.8437</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.93</b>			<b>R<sup>2</sup> = 0.71</b>
		<b>r = 0.29</b>			<b>r = 0.43</b>

<b>Ca++ (mg/l)</b>				<b>pH</b>			
<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>	<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>
	420.70	482.06	6		8.86	0.38	6
	450.58	515.59	7		8.20	0.59	7
	768.25	499.24	6		8.22	0.10	6
	1137.33	899.67	17		7.93	0.60	17
	1267.27	1008.59	7		7.98	0.42	7
	425.29	380.82	5		8.75	0.73	5
	391.49	746.98	9		8.70	1.04	9
	618.80	470.62	21		8.57	0.34	21
	224.58	217.28	9		8.92	0.63	9
	444.63	289.77	4		8.89	1.01	4
	149.26	253.17	8		8.42	0.59	8
	347.14	401.19	7		8.84	0.58	7
	452.72	458.50	13		8.34	0.42	13
	559.39	447.41	7		8.67	0.41	7
	724.62	544.64	5		9.07	0.95	5
	533.64	965.21	11		8.63	0.81	11
	803.03	755.73	5		8.13	0.55	5
	1193.96	1020.58	5		7.62	0.40	5
	533.20	800.76	7		8.44	0.74	7
	1065.66	1146.64	9		8.50	1.00	9
	12.50	21.53	4		9.50	0.35	4
	809.48	1118.84	4		8.40	1.06	4
	73.82	289.37	7		8.06	1.02	7
	243.75	422.97	11		8.08	0.32	11
	591.31	906.16	14		8.80	0.93	14
	1428.50	1117.31	4		7.98	1.25	4
	244.79	552.35	20		7.94	1.02	20
	134.18	511.41	5		8.59	0.76	5
	211.87	503.34	9		8.12	1.12	9
	840.19	1005.36	25		8.27	0.70	25
	388.21	304.07	7		8.89	0.51	7
	570.76	548.83	5		8.26	0.16	5
	231.90	395.92	7		8.83	0.61	7
	871.76	823.57	19		8.05	0.51	19
	1445.32	1030.71	18		7.73	0.58	18
	434.01	895.48	5		8.33	0.69	5
	927.70	514.60	6		8.35	0.27	6
	1300.92	1111.42	17		7.97	0.74	17
	341.29	691.18	7		8.42	0.30	7
	185.37	311.36	4		8.80	0.39	4
	474.54	610.27	13		8.24	0.39	13
	1419.81	1033.84	12		7.71	0.56	12
	464.34	570.43	16		8.34	0.84	16
	573.43	428.60	8		8.84	0.66	8
	296.95	389.41	12		7.81	0.82	12
	292.24	448.64	20		9.25	0.84	20
	1428.95	617.70	6		7.80	0.79	6
	1917.29	1060.52	11		7.75	1.00	11
	147.19	147.26	7		8.93	0.41	7
	233.75	375.63	6		8.33	0.58	6
	238.36	590.28	5		8.89	1.08	5
	788.48	737.93	14		7.96	0.53	14
	648.31	518.15	13		8.32	0.41	13
	858.91	897.79	13		8.20	0.63	13
	329.35	257.23	7		8.79	0.35	7
	8.93	41.58	4		10.32	0.34	4
	181.14	400.04	13		9.44	1.01	13
	603.60	1036.06	4		8.24	0.55	4
	459.95	507.47	19		8.31	0.39	19
	235.36	266.56	6		8.26	0.29	6
	523.62	367.16	21		8.61	0.60	21

<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>RESIDUS</b>	<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>RESIDUS</b>
1200.000	809.649	390.351	8.180	8.358	-0.178
1370.000	870.791	499.209	8.150	8.352	-0.202
218.000	903.878	-685.878	8.720	8.359	0.361
521.000	591.004	-70.004	8.500	8.563	-0.063
400.000	655.317	-255.317	8.850	8.416	0.434
465.000	636.018	-171.018	8.520	8.450	0.070
200.000	609.795	-409.795	9.050	8.548	0.502
1340.000	639.713	700.287	8.280	8.536	-0.256
65.000	430.164	-365.164	9.180	8.889	0.291
730.000	433.077	296.923	8.800	8.755	0.045
200.000	440.114	-240.114	10.200	8.663	1.537
2.490	216.707	-214.217	10.380	9.532	0.848
103.000	447.579	-344.579	8.520	8.380	0.140
260.000	684.664	-424.664	8.400	8.632	-0.232
200.000	569.280	-369.280	8.420	8.452	-0.032
24.500	479.207	-454.707	9.350	8.683	0.667
360.000	971.286	-611.286	8.520	8.138	0.382
200.000	1084.233	-884.233	8.050	7.988	0.062
1100.000	1053.445	46.555	7.400	7.983	-0.583
3100.000	1202.642	1897.358	7.200	7.991	-0.791
50.900	247.577	-196.677	6.950	7.984	-1.034
190.000	411.541	-221.541	8.150	8.374	-0.224
200.000	610.692	-410.692	8.350	8.269	0.081
32.700	383.106	-350.406	7.850	8.273	-0.423
1500.000	944.818	555.182	7.910	8.078	-0.168
6.100	451.328	-445.228	9.620	8.939	0.681
1650.000	1237.152	412.848	7.460	7.972	-0.512
12.500	489.792	-477.292	8.920	8.305	0.615
2380.000	1147.982	1232.018	6.950	8.025	-1.075
2500.000	1192.603	1307.397	7.500	8.033	-0.533
<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.7652</b>	<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.8598</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.58</b>			<b>R<sup>2</sup> = 0.74</b>
<b>Variance de la variable Ca à expliquer</b>		<b>679352.3</b>	<b>Variance de la variable pH à expliquer</b>		<b>0.6853808</b>
<b>Variance des résidus</b>		<b>395522.8</b>	<b>Variance des résidus</b>		<b>0.3132309</b>
<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>628.906</b>	<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>0.5596703</b>
<b>WA-PLS : 2 composants, SEP = 723</b>		<b>R = 0.8873</b>	<b>WA-PLS : 5 composants, SEP = 0.5</b>		<b>R = 0.9910</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.78</b>			<b>R<sup>2</sup> = 0.98</b>
		<b>r = 0.60</b>			<b>r = 0.71</b>

<b>Water Depth (cm)</b>				<b>SO4-- (mg/l)</b>			
<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCY</i>	<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCY</i>
	25.67	17.34	6		3076.92	1110.96	6
	87.37	29.17	7		1086.05	1485.76	7
	26.11	7.40	6		3344.37	2655.90	6
	67.16	39.49	17		2597.65	2315.38	17
	57.59	39.93	7		1891.93	1392.47	7
	27.21	21.68	5		5429.08	1346.65	5
	30.23	28.93	9		1630.14	1850.29	9
	45.72	37.44	21		6809.94	6514.59	21
	21.36	15.29	9		7057.99	8108.55	9
	16.13	2.09	4		14551.30	12160.47	4
	40.15	34.56	8		305.49	687.34	8
	64.47	39.29	7		3305.58	1521.19	7
	43.53	35.40	13		2286.84	2091.15	13
	23.03	13.65	7		9398.68	9766.64	7
	26.08	16.73	5		4148.31	1100.49	5
	69.60	39.02	11		1008.27	2799.18	11
	36.56	32.41	5		1276.23	1276.24	5
	92.14	23.81	5		1168.87	773.41	5
	61.50	39.97	7		3118.10	2558.73	7
	53.22	39.73	9		1688.03	2099.76	9
	35.69	31.76	4		31.01	37.12	4
	53.12	39.40	4		1100.61	1524.19	4
	21.08	9.86	7		433.10	1332.44	7
	25.40	20.08	11		413.01	682.88	11
	39.88	35.71	14		1972.44	2097.02	14
	69.70	39.02	4		2235.71	1622.06	4
	24.70	20.03	20		2131.15	3533.38	20
	23.56	16.49	5		238.03	770.94	5
	23.35	18.01	9		2616.59	7012.43	9
	51.25	39.16	25		2074.23	2163.68	25
	16.24	2.16	7		13831.40	11352.57	7
	21.40	3.47	5		1473.46	1854.03	5
	75.99	35.93	7		616.91	1375.98	7
	51.35	39.00	19		1853.26	1681.74	19
	77.21	36.07	18		2854.64	1770.38	18
	81.46	33.76	5		425.92	687.68	5
	53.12	33.05	6		3561.97	1428.39	6
	71.78	37.41	17		2617.36	1841.58	17
	25.12	18.42	7		5723.60	986.38	7
	17.46	2.50	4		4223.57	2051.06	4
	39.06	33.72	13		1241.51	1528.46	13
	85.37	31.13	12		2249.66	1569.41	12
	28.60	25.54	16		2425.68	5523.68	16
	62.55	38.67	8		4066.46	1230.23	8
	36.40	31.84	12		2703.45	5066.40	12
	25.50	25.97	20		5042.76	6079.36	20
	96.22	14.93	6		3008.68	1053.60	6
	85.99	30.13	11		3096.90	1026.16	11
	31.44	31.72	7		3878.28	2092.21	7
	22.34	15.71	6		4307.58	9477.35	6
	23.34	19.95	5		1708.62	2017.53	5
	62.35	39.77	14		1219.75	1320.91	14
	41.56	34.99	13		3528.86	4783.96	13
	45.42	37.20	13		1283.33	1244.81	13
	39.24	36.04	7		7900.61	6144.05	7
	49.76	6.80	4		3593.35	622.02	4
	38.05	19.86	13		4569.58	2230.61	13
	40.39	34.87	4		594.93	776.31	4
	36.60	30.16	19		2281.74	2523.52	19
	24.39	17.26	6		417.85	605.88	6
	27.40	27.15	21		13693.55	11044.40	21

<i>Observed values</i>	<i>Estimated values</i>	<i>RESIDUS</i>	<i>Observed values</i>	<i>Estimated values</i>	<i>RESIDUS</i>
30.000	48.048	-18.048	5700.000	3467.345	2232.655
30.000	51.388	-21.388	3070.000	3516.977	-446.977
100.000	53.718	46.282	2300.000	3491.296	-1191.296
20.000	42.499	-22.499	17900.000	7575.381	10324.619
100.000	48.317	51.683	4320.000	5001.739	-681.739
100.000	45.509	54.491	4660.000	5550.414	-890.414
20.000	43.393	-23.393	2600.000	5734.399	-3134.399
20.000	46.190	-26.190	4080.000	6263.509	-2183.509
15.000	32.839	-17.839	5070.000	6937.772	-1867.772
15.000	23.971	-8.971	26600.000	11548.886	15051.114
15.000	29.545	-14.545	4360.000	5405.575	-1045.575
50.000	42.387	7.613	3710.000	4295.603	-585.603
20.000	32.489	-12.489	5980.000	5253.148	726.852
20.000	50.686	-30.686	6440.000	3957.202	2482.798
20.000	51.707	-31.707	265.000	2787.123	-2522.123
100.000	63.598	36.402	72.000	1061.000	-989.000
20.000	58.745	-38.745	465.000	2484.437	-2019.437
100.000	67.860	32.140	250.000	2533.728	-2283.728
100.000	64.911	35.089	1270.000	2736.314	-1466.314
100.000	70.009	29.991	2460.000	2559.531	-99.531
20.000	26.840	-6.840	105.000	2165.341	-2060.341
20.000	33.344	-13.344	302.000	4186.065	-3884.065
20.000	41.007	-21.007	305.000	2404.631	-2099.631
20.000	34.938	-14.938	130.000	2193.485	-2063.485
20.000	55.110	-35.110	2920.000	2207.240	712.760
20.000	41.971	-21.971	14.000	1402.441	-1388.441
100.000	70.063	29.937	3370.000	2777.558	592.442
20.000	36.766	-16.766	4.990	1957.775	-1952.785
100.000	66.741	33.259	3240.000	2404.016	835.984
100.000	66.259	33.741	3180.000	2383.299	796.701
<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.7413</b>	<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.8500</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.55</b>			<b>R<sup>2</sup> = 0.72</b>
<b>Variance de la variable Tranche d'eau à expliquer</b>		<b>1397.806</b>	<b>Variance de la variable SO4 à expliquer</b>		<b>2.94E+07</b>
<b>Variance des résidus</b>		<b>836.4213</b>	<b>Variance des résidus</b>		<b>1.41E+07</b>
<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>28.92095</b>	<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>3750.238</b>
<b>WA-PLS : 2 components, SEP = 41</b>		<b>R = 0.8648</b>	<b>WA-PLS : 5 components, SEP = 3537</b>		<b>R = 0.9917</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.74</b>			<b>R<sup>2</sup> = 0.98</b>
		<b>r = 0.41</b>			<b>r = 0.76</b>



<b>Cl- (mg/l)</b>				<b>Lithium (mg/l)</b>			
<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>	<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>
14993.11	20451.81		6	58.45	111.05		6
23639.56	33514.01		7	166.63	262.07		7
15569.22	7225.07		6	34.52	11.72		6
72787.46	60379.97		17	490.04	456.92		17
72700.10	65890.75		7	489.38	481.26		7
37967.34	27712.32		5	107.90	88.53		5
19267.58	48614.77		9	147.96	406.09		9
24130.00	20875.09		21	117.22	153.79		21
19628.20	16419.76		9	48.22	42.67		9
23215.80	20889.64		4	15.76	12.78		4
5807.30	16248.26		8	31.95	81.62		8
10938.92	9193.09		7	36.21	26.45		7
16042.57	20076.66		13	77.18	144.18		13
33282.25	23423.09		7	70.51	76.11		7
10540.70	8016.47		5	15.35	13.76		5
31637.72	61943.40		11	231.40	479.69		11
49128.13	53852.89		5	329.55	366.88		5
69660.26	65760.14		5	574.26	562.33		5
46050.76	53391.00		7	238.19	328.66		7
65349.60	72704.67		9	403.86	455.04		9
286.94	864.62		4	1.86	5.67		4
51973.35	72683.44		4	391.45	547.51		4
3568.51	19498.65		7	21.70	142.62		7
12221.71	27972.67		11	78.36	169.18		11
38783.57	62138.53		14	234.57	392.79		14
94506.10	73370.53		4	684.15	545.30		4
16210.28	37029.64		20	87.80	254.26		20
7456.06	32517.56		5	40.63	177.12		5
11373.54	34209.47		9	48.48	199.27		9
51249.82	64592.64		25	354.27	488.55		25
23962.93	19259.33		7	29.68	21.89		7
22025.46	26822.35		5	133.68	191.39		5
5919.56	8371.95		7	27.65	36.36		7
50956.84	52497.13		19	343.67	366.05		19
98857.86	64366.08		18	643.94	510.25		18
24428.40	56771.34		5	197.62	482.28		5
13756.07	6121.92		6	24.21	10.55		6
86499.48	70530.56		17	549.66	537.87		17
40356.13	36909.32		7	170.07	337.54		7
11904.31	12867.56		4	52.48	42.71		4
24349.91	42594.55		13	131.35	230.65		13
93201.18	68176.38		12	613.43	500.96		12
23300.64	38014.12		16	139.97	261.14		16
13999.22	9801.08		8	33.29	33.36		8
11111.16	17226.60		12	50.05	105.49		12
14437.85	30423.25		20	70.78	201.00		20
112249.90	49845.83		6	568.25	252.74		6
125270.74	67082.82		11	860.92	551.53		11
6736.76	7800.39		7	37.07	33.10		7
13728.14	28535.13		6	41.14	128.41		6
10814.46	38052.54		5	56.56	207.94		5
44325.84	49602.85		14	309.45	356.24		14
25510.28	24406.43		13	152.19	183.42		13
48898.94	56756.38		13	362.75	457.35		13
13299.95	9791.01		7	66.50	48.26		7
4654.01	1288.13		4	54.07	8.05		4
27943.74	35632.36		13	122.35	156.06		13
34312.12	66225.71		4	279.98	563.92		4
13291.57	16382.25		19	52.33	118.69		19
7145.56	3654.46		6	43.42	24.42		6
28007.31	24131.16		21	92.79	173.32		21

<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>RESIDUS</b>	<b>Observed values</b>	<b>ESTIMATIONS</b>	<b>and RESIDUS</b>
22000.000	16382.306	5617.694	25.500	49.242	-23.742
13900.000	15258.410	-1358.410	11.800	37.755	-25.955
6460.000	17306.295	-10846.295	36.500	52.718	-16.218
24600.000	24605.609	-5.609	122.000	115.566	6.434
14500.000	29036.055	-14536.055	37.000	158.964	-121.964
15300.000	29399.520	-14099.520	109.000	164.771	-55.771
10300.000	25460.934	-15160.934	47.000	129.877	-82.877
38700.000	26699.959	12000.041	176.000	137.293	38.707
2250.000	27770.922	-25520.922	19.500	130.516	-111.016
44000.000	24015.320	19984.680	22.500	61.906	-39.406
1970.000	25116.932	-23146.932	2.750	130.094	-127.344
4540.000	27219.348	-22679.348	54.100	137.076	-82.976
29500.000	35892.352	-6392.352	86.800	175.138	-88.338
65000.000	51764.414	13235.586	196.000	301.824	-105.824
7240.000	30018.563	-22778.563	42.500	192.471	-149.971
699.000	28448.877	-27749.877	4.800	202.218	-197.418
16700.000	60321.617	-43621.617	117.000	399.189	-282.189
8060.000	67867.867	-59807.867	52.500	453.979	-401.479
61400.000	65206.918	-3806.918	500.000	442.065	57.935
194000.000	77789.156	116210.844	1640.000	522.698	1117.302
90.200	13854.553	-13764.353	0.507	72.611	-72.104
6750.000	20275.330	-13525.330	42.500	101.736	-59.236
8310.000	34917.531	-26607.531	57.500	221.704	-164.204
600.000	19036.701	-18436.701	3.890	111.431	-107.541
85900.000	57354.555	28545.445	600.000	381.853	218.147
63.200	27945.895	-27882.695	0.347	176.855	-176.508
134000.000	83734.867	50265.133	675.000	536.504	138.496
150.000	29453.436	-29303.436	1.180	190.823	-189.643
154000.000	75271.078	78728.922	1160.000	503.956	656.044
158000.000	77381.148	80618.852	861.000	509.584	351.416
<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.8132</b>	<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.77</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.66</b>			<b>R<sup>2</sup> = 0.59</b>
<b>Variance de la variable CI à expliquer</b>		<b>2.80E+09</b>	<b>Variance de la variable Li à expliquer</b>		<b>149337.2</b>
<b>Variance des résidus</b>		<b>1.42E+09</b>	<b>Variance des résidus</b>		<b>79096.27</b>
<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>37698.6</b>	<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>281.2406</b>
<b>WA-PLS : 2 components, SEP = 35726</b>		<b>R = 0.8823</b>	<b>WA-PLS : 2 components, SEP = 266</b>		<b>R = 0.8739</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.79</b>			<b>R<sup>2</sup> = 0.76</b>
					<b>r = 0.68</b>

<b>Boron (mg/l)</b>				<b>Si (mg/l)</b>			
<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>	<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>
	84.66	79.84	6		30.98	3.13	6
	108.74	139.96	7		23.06	7.45	7
	96.98	59.88	6		34.23	13.01	6
	309.41	252.11	17		28.32	7.54	17
	288.37	276.56	7		29.37	6.22	7
	374.34	237.75	5		34.65	11.35	5
	128.41	227.70	9		32.39	13.05	9
	208.90	166.22	21		28.86	5.78	21
	265.04	285.04	9		27.54	7.02	9
	523.20	439.22	4		24.42	6.88	4
	22.06	50.54	8		40.50	11.41	8
	141.29	62.67	7		29.33	6.44	7
	96.48	92.71	13		35.18	12.38	13
	422.29	375.90	7		33.12	10.08	7
	122.73	35.56	5		27.18	8.94	5
	135.42	272.93	11		35.71	7.47	11
	169.76	182.32	5		30.16	4.95	5
	330.69	324.31	5		23.93	8.64	5
	217.52	171.69	7		31.63	6.02	7
	241.04	271.12	9		24.72	7.73	9
	1.60	3.06	4		20.53	8.87	4
	184.32	256.95	4		20.77	5.84	4
	22.74	84.07	7		28.97	7.48	7
	45.66	97.59	11		39.74	13.48	11
	136.34	213.21	14		23.63	7.74	14
	328.98	256.78	4		18.42	5.28	4
	107.12	171.49	20		33.42	9.42	20
	25.78	107.02	5		25.09	5.73	5
	111.57	268.04	9		28.51	7.73	9
	231.93	275.46	25		26.87	7.25	25
	465.68	440.31	7		30.04	12.48	7
	94.53	105.20	5		32.15	2.98	5
	30.12	53.74	7		31.05	9.75	7
	218.55	207.91	19		28.89	7.11	19
	416.32	267.21	18		28.74	8.61	18
	112.65	277.83	5		27.55	8.81	5
	113.56	31.92	6		32.60	7.49	6
	382.55	300.96	17		35.51	27.28	17
	321.62	183.27	7		33.82	4.47	7
	87.60	109.44	4		32.01	0.79	4
	94.87	135.43	13		42.62	13.73	13
	363.02	282.07	12		26.53	7.73	12
	139.56	222.38	16		32.68	11.94	16
	141.03	75.15	8		29.13	9.85	8
	114.33	193.31	12		34.67	11.24	12
	174.68	247.15	20		25.35	8.96	20
	347.25	140.06	6		38.52	24.37	6
	509.18	272.62	11		31.86	25.16	11
	65.00	92.58	7		29.33	5.77	7
	169.14	343.71	6		33.55	14.67	6
	83.02	131.40	5		24.26	5.81	5
	183.99	198.35	14		26.58	7.08	14
	144.36	111.20	13		32.49	10.28	13
	203.25	259.98	13		35.19	11.17	13
	128.32	100.06	7		28.40	3.60	7
	139.13	21.03	4		157.05	21.14	4
	275.44	228.50	13		100.98	61.14	13
	160.96	324.66	4		39.52	11.43	4
	90.54	104.74	19		31.12	5.17	19
	28.32	16.29	6		45.05	13.00	6
	421.25	397.04	21		27.18	9.22	21

<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>RESIDUS</b>	<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>RESIDUS</b>
150.000	123.807	26.193	25.200	32.419	-7.219
77.000	120.656	-43.656	41.400	32.550	8.850
125.000	128.298	-3.298	28.600	32.431	-3.831
235.000	233.375	1.625	27.500	28.893	-1.393
145.000	194.662	-49.662	26.100	30.078	-3.978
238.000	209.196	28.804	20.600	28.957	-8.357
57.000	192.644	-135.644	31.600	29.424	2.176
250.000	208.042	41.958	34.400	29.419	4.981
13.000	271.104	-258.104	31.400	37.281	-5.881
959.000	384.899	574.101	21.900	29.686	-7.786
147.000	228.941	-81.941	18.700	29.181	-10.481
143.000	256.833	-113.833	161.000	108.663	52.337
263.000	274.761	-11.761	32.500	35.529	-3.029
612.000	307.855	304.145	45.600	58.906	-13.306
29.900	164.081	-134.181	36.400	32.689	3.711
3.490	123.997	-120.507	38.400	34.046	4.354
60.000	265.911	-205.911	31.600	31.744	-0.144
28.400	298.557	-270.157	17.300	28.375	-11.075
290.000	297.368	-7.368	20.500	28.086	-7.586
944.000	336.567	607.433	31.400	30.057	1.343
0.995	103.283	-102.288	37.200	32.256	4.944
25.500	175.538	-150.038	58.800	34.981	23.819
32.000	179.071	-147.071	32.200	35.390	-3.190
2.920	114.049	-111.129	30.200	33.632	-3.432
320.000	248.693	71.307	34.200	29.630	4.570
0.703	115.891	-115.188	15.900	23.444	-7.544
404.000	349.545	54.455	33.000	32.587	0.413
1.080	149.260	-148.180	22.400	28.209	-5.809
545.000	314.913	230.087	16.800	29.672	-12.872
520.000	324.056	195.944	31.400	30.689	0.711
<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.7577</b>	<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.9411</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.57</b>			<b>R<sup>2</sup> = 0.88</b>
<b>Variance de la variable B à expliquer</b>		<b>66730.07</b>	<b>Variance de la variable Si à expliquer</b>		<b>633.5131</b>
<b>Variance des résidus</b>		<b>41769.64</b>	<b>Variance des résidus</b>		<b>149.972</b>
<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>204.3762</b>	<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>12.24631</b>
<b>WA-PLS : 1 component</b>			<b>WA-PLS : 3 components, SEP = 16.95</b>		<b>R = 0.9812</b>
					<b>R<sup>2</sup> = 0.96</b>
					<b>r = 0.75</b>

### Density

<i>codes</i>	<i>OPTIMUM</i>	<i>TOLERANCE</i>	<i>FREQUENCE</i>
	1.02	0.02	6
	1.03	0.04	7
	1.02	0.01	6
	1.08	0.06	17
	1.08	0.07	7
	1.05	0.03	5
	1.02	0.05	9
	1.04	0.03	21
	1.03	0.03	9
	1.05	0.04	4
	1.01	0.02	8
	1.02	0.01	7
	1.02	0.02	13
	1.05	0.03	7
	1.02	0.01	5
	1.04	0.07	11
	1.06	0.06	5
	1.08	0.07	5
	1.05	0.06	7
	1.07	0.08	9
	1.00	0.00	4
	1.06	0.08	4
	1.00	0.02	7
	1.01	0.03	11
	1.04	0.07	14
	1.10	0.08	4
	1.02	0.04	20
	1.01	0.04	5
	1.02	0.04	9
	1.06	0.07	25
	1.05	0.04	7
	1.03	0.03	5
	1.01	0.01	7
	1.06	0.06	19
	1.11	0.07	18
	1.03	0.06	5
	1.02	0.01	6
	1.10	0.07	17
	1.05	0.04	7
	1.02	0.02	4
	1.03	0.05	13
	1.10	0.07	12
	1.03	0.04	16
	1.02	0.01	8
	1.02	0.02	12
	1.02	0.04	20
	1.12	0.05	6
	1.14	0.07	11
	1.01	0.01	7
	1.02	0.04	6
	1.01	0.04	5
	1.05	0.05	14
	1.03	0.03	13
	1.06	0.06	13
	1.03	0.02	7
	1.03	0.00	4
	1.05	0.03	13
	1.04	0.07	4
	1.02	0.02	19
	1.01	0.00	6
	1.05	0.04	21



<b>Observed values</b>	<b>Estimated values</b>	<b>RESIDUS</b>
1.032	1.023	0.009
1.020	1.022	-0.002
1.010	1.024	-0.014
1.050	1.038	0.012
1.022	1.039	-0.017
1.024	1.040	-0.016
1.015	1.036	-0.021
1.051	1.038	0.013
1.009	1.041	-0.032
1.087	1.043	0.044
1.008	1.035	-0.027
1.029	1.046	-0.017
1.040	1.047	-0.007
1.081	1.065	0.016
1.009	1.037	-0.028
1.001	1.032	-0.031
1.020	1.069	-0.049
1.010	1.077	-0.067
1.073	1.075	-0.002
1.211	1.087	0.124
1.000	1.018	-0.018
1.009	1.028	-0.019
1.010	1.042	-0.032
1.001	1.024	-0.023
1.098	1.065	0.033
1.000	1.032	-0.032
1.147	1.094	0.053
1.000	1.035	-0.035
1.167	1.084	0.083
1.171	1.087	0.084
<b>WA: Coefficient de corrélation multiple</b>		<b>R = 0.8003</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.64</b>
<b>Variance de la variable Densité à expliquer</b>		<b>3.25E+00</b>
<b>Variance des résidus</b>		<b>1.7</b>
<b>Ecart-type des résidus = SEP Standard error of prediction</b>		<b>4.1</b>
<b>WA-PLS : 2 components, SEP = 0.04</b>		<b>R = 0.8827</b>
		<b>R<sup>2</sup> = 0.78</b>
		<b>r = 0.70</b>