

**Premières données sur le phytoplancton
et les caractéristiques physico-chimiques du
rio Reconquista (Buenos Aires, Argentine)**
Une rivière urbaine polluée

Carolina R. LOEZ (1, 2, 3) et Alfredo SALIBIÁN (1, 2)

RÉSUMÉ

La rivière Reconquista (Provincia de Buenos Aires) est située dans une région industrialisée (produits chimiques, papeteries) et reçoit d'importantes quantités d'eaux usées d'origine urbaine et industrielle.

Des corrélations entre le phytoplancton de surface et quelques variables physico-chimiques (température, pH, conductivité, oxygène dissous et solides dissous) ont été réalisées. Les 16 séries de prélèvements (XI/85-II/87) ont montré que presque toutes les variables mesurées sont sujettes à de fortes fluctuations. Tel est le cas de l'oxygène dissous dont la concentration s'est abaissée d'amont en aval pour devenir presque nulle après la confluence avec le cours d'eau Moron. L'anoxie a été fréquemment relevée, surtout dans la station d'échantillonnage aval.

Des valeurs de pH de 6,4 à 10 ont été observées. La température de l'eau a varié suivant le cycle climatologique annuel, sans différences entre les stations. La conductivité a varié suivant un même mode dans tous les points échantillonnés. Les valeurs supérieures ($1,8-2,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) ont été enregistrées tout près de l'embouchure (E4); les valeurs inférieures ($0,08 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) ont coïncidé avec des échantillonnages succédant à de fortes pluies suivies de crues. Le profil des solides dissous s'est répété le long de la rivière et a été lié à celui de la conductivité.

En ce qui concerne les métaux lourds étudiés, le Zn a atteint les valeurs les plus élevées ($1-4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), surtout en période estivale. Les valeurs de Cr et de Cd ont été pratiquement indétectables.

La chlorophylle a accusé des valeurs moyennes proches de $4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ et ses maximums ($35 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) ont coïncidé avec des fleurs d'eau de l'algue *Aulacosira granulata* var. *angustissima*.

En ce qui concerne le phytoplancton, nous avons trouvé 160 espèces réparties entre 65 genres. Les groupes les mieux représentés ont été ceux des Chlorophycées et des Diatomophycées. Ces dernières sont également dominantes en densité, suivies par les algues vertes. Vers l'embouchure, zone très polluée, les Cyanophycées et les Euglénophycées sont devenues plus importantes en nombre.

Les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de la rivière Reconquista montrent une détérioration du milieu de l'amont vers l'aval.

MOTS-CLÉS : Phytoplancton — Pollution — Métaux lourds — Eaux douces — Amérique du Sud — Rivière Reconquista — Argentine.

(1) Laboratorio de Ecofisiología, Contribution N° 1/89, Sector Ecología, División Biología, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján (UNLu), c.c 221, (6700) Luján (B), Buenos Aires, Argentina (*).

(2) Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Provincia de Buenos Aires.

(3) Laboratorio de Limnología y Ficología, Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA).

(*) Où adresser la correspondance.

SUMMARY

PRELIMINARY DATA ON THE PHYTOPLANKTON AND THE PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE RECONQUISTA RIVER (BUENOS AIRES, ARGENTINA). AN URBAN POLLUTED RIVER

The evolution of several biotic and abiotic parameters during the period XI/85-II/87 along the urban highly polluted Reconquista River was investigated. Sampling was done monthly in four stations. Correlations between the density of the surface phytoplankton communities and several physical and chemical properties of water (temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen and dissolved solids) were made; the most relevant factor was the dissolved oxygen (OD).

During the studied period important fluctuations of both biotic and abiotic measured parameters were recorded. The main features were the decrease of OD down to values close to zero and the considerably high concentrations of Zn (1000-4000 $\mu\text{g.l}^{-1}$) in the water of the stations located downstream.

The pH varied between 6.4 and 10.0; the water temperature followed the pattern of a regular climatic cycle without important spatial modifications; while the conductivity followed a profile similar to that of dissolved solids.

The mean chlorophyll a concentrations were relatively low (4 $\mu\text{g.l}^{-1}$); much higher values (35 $\mu\text{g.l}^{-1}$) were found only when water blooms occurred. The analysis of phytoplankton showed the presence of 160 taxa. The biomass of the Bacillariophyceae was always dominant followed by the Chlorophyceae. In the more polluted points there was observed important increase of the Cyanophyceae and the Euglenophyceae.

KEY WORDS : Phytoplankton — Pollution — Dissolved heavy metals — Freshwaters — South America — Reconquista River — Argentina.

RESUMEN

PRIMEROS DATOS SOBRE EL FITOPLANCTON Y LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL RÍO RECONQUISTA (BUENOS AIRES, ARGENTINA) : UN RÍO URBANO CONTAMINADO

Durante el periodo XI/85-II/87, se investigó la evolución de algunos parámetros bióticos y abióticos del río Reconquista que atraviesa un área urbana muy contaminada. Los muestreos se llevaron a cabo mensualmente en cuatro estaciones.

Se correlacionó la densidad del fitoplancton superficial con algunas propiedades físicas y químicas del agua (temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y sólidos en solución); el factor más relevante fue el oxígeno disuelto (OD).

Durante el periodo estudiado se registraron importantes fluctuaciones de los parámetros bióticos y abióticos, siendo muy característicos la disminución del OD hasta valores próximos a 0 y la elevada concentración de Zn (1000-4000 $\mu\text{g.l}^{-1}$) cerca de la desembocadura.

El pH varió entre 6.4 y 10.0; la temperatura del agua siguió un patrón regular acompañando el ciclo climático, mientras que la conductividad siguió un perfil similar al observado en los sólidos disueltos.

Las concentraciones medias de clorofila a fueron relativamente bajas (4 $\mu\text{g.l}^{-1}$); valores más altos (35 $\mu\text{g.l}^{-1}$) se encontraron solamente durante floraciones algales. El análisis del fitoplancton mostró la presencia de 160 taxones. La biomasa fue dominada por las Bacillariophyceae, seguida en importancia por las Chlorophyceae. Hacia la desembocadura, en la zona más contaminada, se observaron importantes aumentos de las Cyanophyceae y de las Euglenophyceae.

PALABRAS CLAVES : Fitoplancton — Contaminación — Metales pesados disueltos — Aguas dulces — América del Sur — Río Reconquista — Argentina.

1. INTRODUCTION

La rivière Reconquista est souvent citée en Argentine comme un exemple caractéristique de l'influence polluante de l'activité humaine sur l'environnement. Située dans la province de Buenos Aires

(fig. 1), elle draine un bassin de 1670 km² et reçoit les apports de 82 petits cours d'eau. Elle résulte de la confluence des ruisseaux La Choza et Durazno (34°41' S-59°24' O) et s'étend du SO au NE sur environ 85 km. Son débit varie de 69.10³ à 17.10⁵ m³. jour⁻¹ selon les précipitations auxquelles elle est

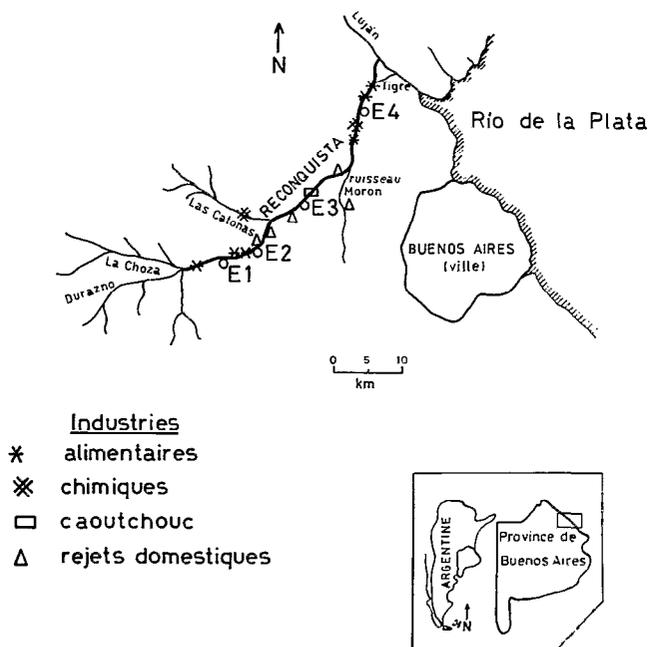


FIG. 1. — La rivière Reconquista et les stations de prélèvement (E1, E2, E3 et E4).
Geographic localization of the Reconquista River showing the position of sampling stations (E1, E2, E3 and E4).

sujette. Durant cette étude nous avons enregistré les crues de novembre 1985 et de septembre 1986.

Un système de vannes manuelles à Cascallares (E1) permet de régler le débit afin d'éviter les inondations en périodes de pluies. Avant son embouchure dans l'estuaire du río de la Plata au nord de la province, vient s'adjoindre le flux des polluants du ruisseau Morón, véritable égout à ciel ouvert qui draine les effluents de nombreuses usines situées sur le bassin.

Les eaux de la rivière Reconquista sont essentiellement affectées par les rejets domestiques des agglomérations de la banlieue de Buenos Aires qui représentent 10 % de la population du pays (3 millions d'habitants) (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INDEC, 1980) et par divers effluents industriels (sucreries, teintureriers, abattoirs, conserveries, produits chimiques, etc.).

L'estuaire du río de la Plata est important du point de vue des apports polluants puisqu'il est le réceptacle non seulement du plus grand réseau de drainage du pays, mais aussi de ceux des pays limitrophes (BERON, 1984).

Les premières descriptions et études de la rivière Reconquista remontent à PICANDET (1964), puis GOMEZ CRESPO et IBERTIS ACUÑA (1971). Les études

de FENNINGER (1974) et de BONETTO (1976) ont été les premières à citer sa dégradation sur la base de données physico-chimiques. Plus tard, en 1979, le Thames Water Consultancy Service (TWCS) confirma l'état pollué et conduisit à proposer plusieurs mesures de restauration sur la base d'une modélisation.

On peut aussi se reporter aux observations non systématiques de KUCZYNSKI (1981, 1983 et 1984) sur le zooplancton, et de POLICHENCO *et al.* (1986), pour obtenir quelques données physico-chimiques et microbiologiques ponctuelles.

Des rapports préliminaires sur cette étude en particulier ont déjà été présentés (LOEZ *et al.*, 1986 et 1987).

Ce travail a pour but d'analyser la structure et la dynamique du phytoplancton de la rivière pendant seize mois (XI/85-II/87), de signaler quelques données physico-chimiques auxquelles elles sont reliées et de considérer les espèces tolérantes à la pollution. Il constitue la première étude suivie de certaines caractéristiques abiotiques et biotiques de la rivière Reconquista.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Prélèvements d'échantillons et mesures physico-chimiques *in situ*

A partir des observations effectuées par le TWCS (1979), et principalement d'après les données de teneur en oxygène dissous et de DBO, trois grandes zones ont été délimitées le long de la rivière :

— zone essentiellement agricole et peu polluée, de la source jusqu'à Cascallares (10 km) ;

— zone agricole et urbaine avec une pollution surtout organique provenant de déchets domestiques, de Cascallares à Bancalari (70 km) ;

— zone urbaine avec une pollution mixte de type organique et industrielle, en aval de Bancalari, influencée par les marées de l'estuaire du río de la Plata (85 km).

Tenant compte de cette classification spatiale, le travail de terrain, organisé en échantillonnages mensuels (XI/85-II/87), a été effectué dans 4 stations qui étaient localisées à : Cascallares (E1 = 10 km), Paso del Rey (E2 = 20 km), Gorriti (E3 = 40 km) et Bancalari (E4 = 70 km) (fig. 1).

Sur le terrain nous avons prélevé des échantillons d'eau de surface sur lesquels nous avons effectué :

— des mesures immédiates de la température (°C) (thermomètre numérique Luftman Modèle P 300), du pH (pHmètre Luftman et comparateur Merck) et de la conductivité ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) (conductimètre Luftman

Modèle C 400 avec correction automatique de température);

— la fixation de l'oxygène dissous pour son dosage au laboratoire ainsi que des mesures immédiates (Luftman);

— une répartition d'eau brute en flacons de polyéthylène pour les analyses ultérieures au laboratoire de solides dissous et de chlorophylle *a*;

— pour le dosage des métaux lourds, les échantillons ont été pris mensuellement à E1 et à E4 pendant la période VIII/86-II/87. Les flacons collecteurs ont été rincés au préalable avec de l'acide nitrique 1:1 et avec de l'eau bidistillée. Puis ont été ajoutés 5 ml d'acide nitrique concentré par litre d'eau brute pour obtenir un pH environ de 2. Les échantillons ont été transportés au laboratoire et les analyses entreprises dès l'arrivée;

— prélèvement d'environ 40 litres d'eau de surface et filtration sur un filet à plancton de 25 μm de vide de maille. Les échantillons ont été divisés : la partie destinée à l'étude quantitative a été fixée immédiatement au formol à 4 % et celle destinée à l'étude qualitative a été transportée *in vivo* au laboratoire.

Analyses physico-chimiques

— oxygène dissous (mg.l^{-1}) : méthode de Winkler (APHA, 1975);

— solides dissous (mg.l^{-1}) : filtration sur fibre de verre Whatman GF/C, puis séchage à 103-105 °C jusqu'à poids constant;

— métaux lourds dissous (Zn, Cr et Cd) ($\mu\text{g.l}^{-1}$) : ils ont été analysés selon la technique de l'Analytical Methods Manual (Environment Canada, 1979) : filtration sur fibre de verre Whatman GF/C, puis dosage au spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme air-acétylène sur Varian Techtron Mod. 70 (limite de détection : 50 $\mu\text{g.l}^{-1}$).

Les résultats obtenus suivant cette technique correspondent aux éléments en solution au pH des échantillons sans considérer les métaux qui se trouvaient dans le sédiment. D'autre part, il est possible que les valeurs représentent aussi une partie des métaux initialement associés aux particules minérales et organiques.

Mesure des paramètres biologiques

— Détermination et dénombrement des espèces du phytoplancton : les déterminations ont été réalisées principalement à l'aide des ouvrages suivants : BOURRELLY (1966, 68 et 70), DESIKACHARY (1959), HUBBER-PESTALOZZI (1961), KOMAREK et FORT (1983), MAIDANA (1985), TELL (1985), TELL et

CONFORTI (1986), VANLANDINGHAM (1967, 1968, 1969, 1971, 1975, 1978 et 1979) et UHERKOVICH (1966). La plupart des algues ont été déterminées au niveau spécifique et infraspécifique.

Les organismes ont été comptés au microscope optique, à l'aide d'une chambre de Neubauer à double réticule (YACUBSON, 1965). Les données obtenues ont été exprimées en nombre d'individus.litre⁻¹. Pour les spécimens coloniaux et filamenteux, une taille qui correspondait à l'unité a été établie par convention. Le nombre de réticules dénombrés a été déterminé pour chaque groupe d'algues en fonction de la densité dans l'échantillon (SOURNIA, 1978). Pour les groupes plus abondants, l'erreur a été inférieure à 15 %.

— Chlorophylle *a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) : les échantillons d'eau brute ont été transportés au laboratoire dans l'obscurité et au froid (HERVE et HEINONEN, 1984). Un à 1,5 litres d'eau ont été filtrés sur fibre de verre Whatman GF/C (HOLM-HANSEN, 1978) entre 6 et 8 heures après l'échantillonnage.

Les fitres broyés dans du méthanol ont été conservés à -18 °C pendant 24 heures dans l'obscurité (JONES, 1977). Une fois dégivré, l'extrait a été filtré à nouveau sur des filtres du même genre.

Les concentrations en chlorophylle *a* ont été calculées selon les formules de Ros (1979) à partir des densités optiques à 750 et 665 nm.

— Analyse des résultats : nous avons comparé la similitude des stations d'échantillonnage par la présence et l'absence des espèces phytoplanctoniques au moyen du « Simple Matching Coefficient » (CRISCI et LOPEZ ARMENGOL, 1983).

A l'aide d'une régression pas à pas, nous avons analysé la corrélation entre la densité des principales classes d'algues et les paramètres abiotiques suivants : pH, température, conductivité, solides dissous et oxygène dissous.

Avec les données de densité des différents groupes d'algues, nous avons estimé le degré d'eutrophisation à l'aide de l'indice de Nygaard (BROOK, 1965) :

(Cyanobactéries + Chlorococcales + Centrales + Euglénophycées)

(Desmidiacées)

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Caractéristiques physico-chimiques

Au long des 16 mois étudiés, la température de l'eau a varié selon les cycles climatologiques annuels et il n'existe pas de variations notables le long du cours d'eau. Nous présentons dans la figure 2 le profil de la station d'échantillonnage E1. Les minimums

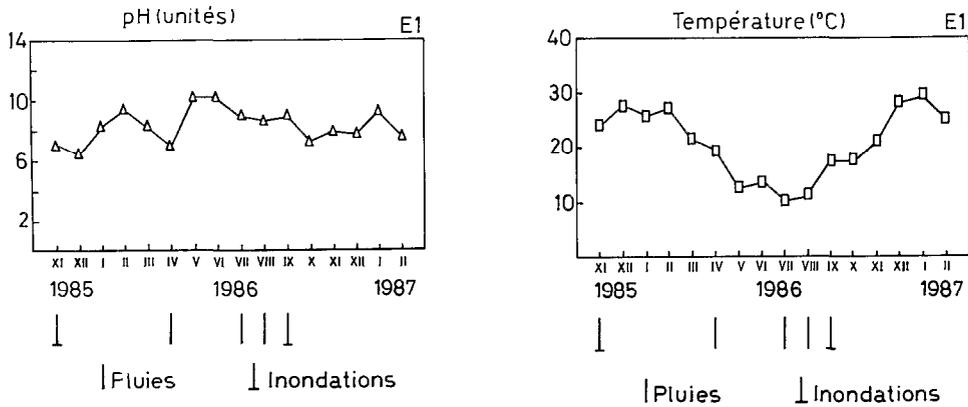


FIG. 2. — Mesures de pH et de température de l'eau de la station de prélèvement E1 de la rivière Reconquista pendant la période étudiée.

Variations of pH and water temperature in the sampling station E1 of the Reconquista River during the period covered by this study.

(10-12 °C) ont été enregistrés en hiver (juillet) 1986, les valeurs maximales (27-29 °C) ont été atteintes en été 1986-87 (décembre à février).

Les hautes températures estivales ont conduit à une diminution sensible des concentrations en oxygène dissous, ce qui est d'autant plus critique qu'il s'agit d'un milieu sûrement très chargé en matière organique.

En ce qui concerne le pH, il a fluctué d'une façon similaire tout le long de la rivière; nous présentons dans la figure 2 les fluctuations dans la station de prélèvement E1. Il a oscillé entre des valeurs voisines de la neutralité et des maximums (9-10) en mai et juin 1986, valeurs qui coïncident aussi avec des augmentations de la conductivité (fig. 3). Les minimums de pH (6,4-6,8) ont été enregistrés en novembre et en décembre 1985.

Pour ce qui est de la conductivité, elle a varié de la même façon dans toutes les stations. Dans la figure 3 nous présentons les fluctuations temporelles à E1 et à E4. Les valeurs minimales (0,08-0,47 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) ont été trouvées en avril et en octobre 1986; elles ont coïncidé aussi avec des échantillonnages effectués après de fortes pluies suivies d'inondations. Ces valeurs reflètent l'important pouvoir de dilution des précipitations. Les valeurs plus élevées (1,8-2,00 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) ont été enregistrées en été 1986-87 et ce paramètre a augmenté notablement d'amont en aval.

En ce qui concerne les métaux lourds (Zn, Cr et Cd), les valeurs sont présentées dans le tableau I. Le zinc a montré les valeurs les plus hautes aussi bien dans la station supposée la moins polluée (E1) que dans la plus polluée (E4). Les maximums (1200-4000 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) ont correspondu à la saison chaude, époque à laquelle on a trouvé des valeurs élevées en

conductivité, pH, température et solides dissous. Ces hautes valeurs de Zn sont par exemple vingt fois plus élevées que celles citées par la USEPA (VYMAZAL, 1986) pour les fleuves non pollués des États-Unis.

Pour le chrome, nous avons trouvé des concentra-

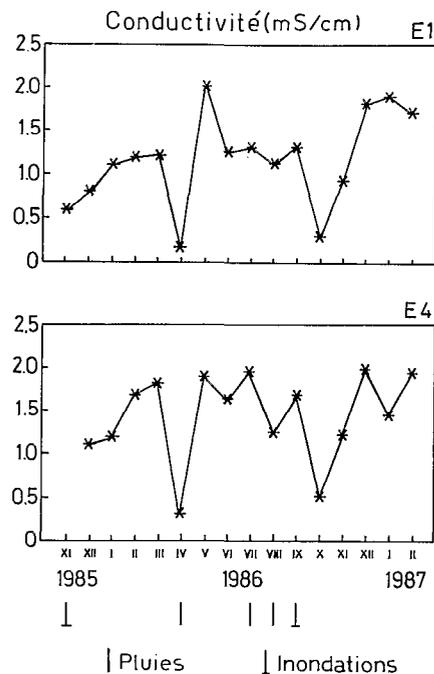


FIG. 3. — Mesures de la conductivité des stations E1 et E4 de la rivière Reconquista pendant la période étudiée.

Variations of the conductivity in the sampling stations E1 and E4 of the Reconquista River during the period covered by this study.

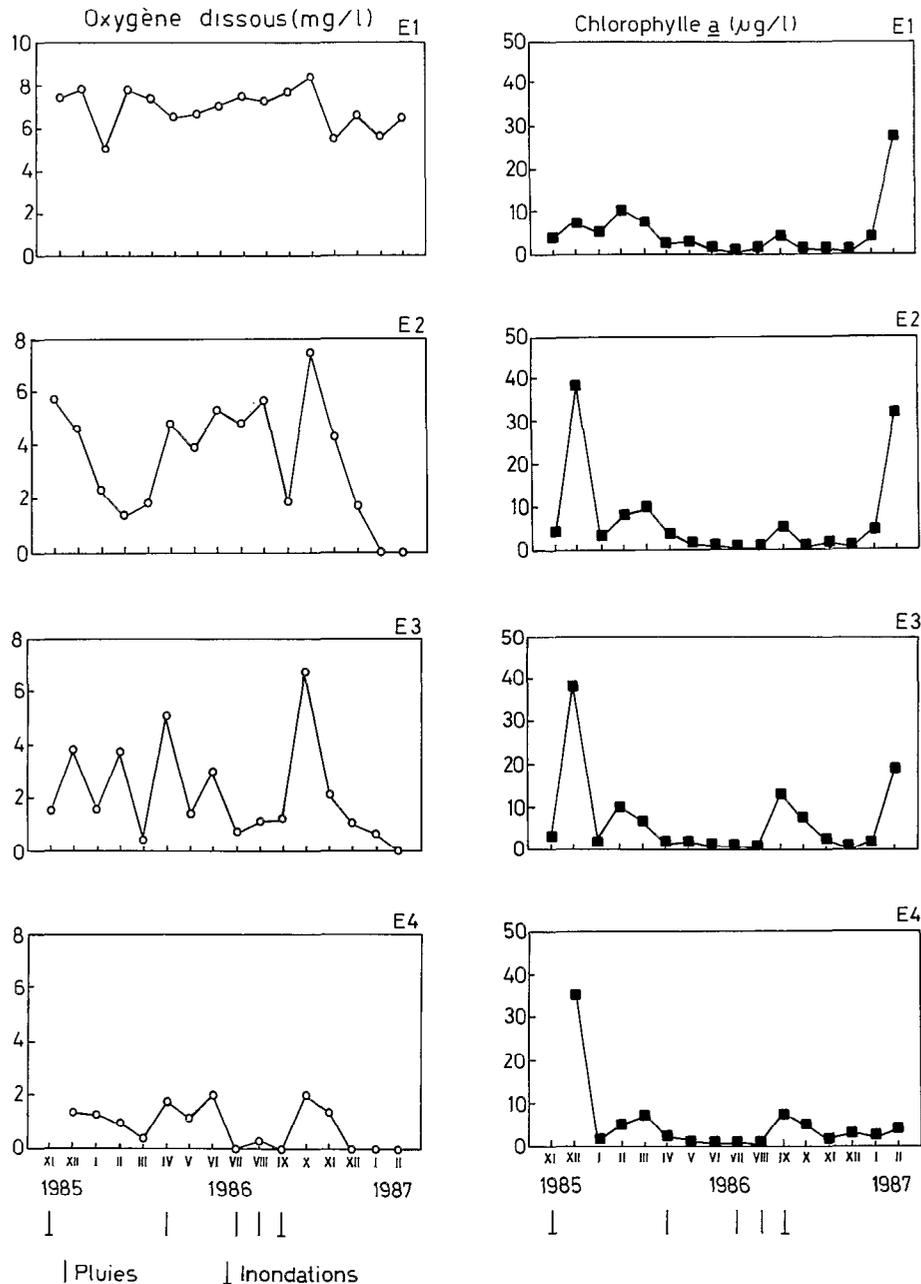


FIG. 4. — Mesures d'oxygène dissous et de chlorophylle *a* des quatre stations de prélèvement de la rivière Reconquista pendant la période étudiée.

Variations of the dissolved oxygen and chlorophyll a in the four sampling stations of the Reconquista River during the period covered by this study.

tions basses : 100-400 $\mu\text{g.l}^{-1}$ à Bancalari (E4) et il a été indétectable à Cascallares (E1).

Les valeurs en cadmium ont été pratiquement indétectables dans tous les échantillons analysés.

Les solides dissous ont augmenté vers l'embouchure de la rivière et leur profil a été irrégulier dans toutes les stations de prélèvement. Les valeurs les plus faibles (240-350 mg.l^{-1}) enregistrées en avril et

en octobre 1986 ont coïncidé, ainsi que celles de conductivité, avec des pluies et des inondations. Nous voyons encore l'effet de dilution des eaux.

Les valeurs les plus élevées : 900-1 130 $\mu\text{g.l}^{-1}$ ont été trouvées en été 1986-87 surtout à E4.

La concentration en oxygène dissous (OD) à la station E1 (5,0-8,3 mg.l^{-1}) a été supérieure et plus stable que celle des autres stations (fig. 4). Ceci est probablement dû au courant important provoqué par le réglage des vannes manuelles en amont de E1. Peut-être, aussi, ces valeurs maximales qui correspondent à 50-90 % de saturation, reflètent-elles peu d'influence polluante en amont de Cascallares (E1).

Pourtant, de temps en temps, nous avons observé à E1 des écumes flottantes provenant de détergents déversés par les maisons voisines et par un abattoir proche, ainsi que de la matière fécale.

D'autre part, les plus hautes valeurs d'oxygène sont en relation avec l'abaissement des solides dissous, peut-être s'agit-il d'un phénomène lié à l'abaissement de matière organique oxydable ou à la saison.

Cette relative stabilité de la concentration d'oxygène dissous à E1 disparaît dans les autres stations; les valeurs ont diminué notablement en aval, et particulièrement vers l'embouchure; après la confluence avec le ruisseau Morón (ce segment de la rivière étant utilisé pratiquement comme un collecteur de résidus), le milieu est presque anoxique (0-2,0 mg.l^{-1} ; 0-20 % de saturation) (fig. 4). Ces basses teneurs en oxygène coïncident aussi avec les hautes températures de l'été (fig. 2).

Caractéristiques biologiques

La chlorophylle *a* a présenté des teneurs moyennes inférieures à 4 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (fig. 4) et des maximums (35 $\mu\text{g.l}^{-1}$) ont été enregistrés en été 1986-87. Ces hautes valeurs ont coïncidé en décembre 1985 avec

des fleurs d'eau estivales de la diatomée *Aulacosira granulata* var. *angustissima* qui représentait plus de 90 % de la densité algale totale. Cette dominance paraît être une caractéristique des corps d'eau lotiques (RAI, 1974; VILA *et al.*, 1987).

Si nous tenons compte des valeurs moyennes de densité algale (10^4 à 10^5 individus.litre⁻¹) et de chlorophylle *a* (4 $\mu\text{g.l}^{-1}$), nous pouvons classer cette rivière polluée comme étant peu productive (MARGALEF, 1983). En revanche, l'indice d'eutrophisation, calculé selon NYGAARD, a été de 11,33, ce qui indique qu'il s'agirait d'un environnement eutrophe avec une pollution de type organique (BROOK, 1965).

Les peuplements phytoplanctoniques de la rivière Reconquista ont été répartis en quatre groupes d'algues : les Chromophycées (représentées presque totalement par des Diatomophycées), les Chlorophycées, les Cyanophycées et les Euglenophycées (fig. 5 a et b). Lors des 16 mois analysés et dans toutes les stations de prélèvements, nous avons observé que la majeure partie de la biomasse algale a été dominée par les Diatomophycées (40-98 %) et les Chlorophycées (10-45 %), et l'on constate que leurs proportions relatives sont apparemment inverses.

Durant les trois derniers mois de la période étudiée (été 1987), les Chlorophycées ont augmenté notablement (fig. 5 b). C'est justement à la même époque que nous avons trouvé les plus hautes concentrations de Zn dans l'eau superficielle (tabl. I).

La densité et le pourcentage des Cyanophycées (2-7 %) ont été plus grands à E2 tandis que les Euglenophycées (4-24 %) ont augmenté vers E4; à E2 la pollution est plutôt organique et à E4 elle est mixte, organique et industrielle.

Selon MARGALEF (1983) les Cyanophycées supportent une abondante matière organique et de basses teneurs en oxygène dissous. Dans cette étude, elles semblent nettement favorisées à E2 par les conditions du milieu ambiant mais elles sont remplacées par les Euglenophycées qui apparemment s'adaptent

TABLEAU I
Métaux lourds en solution ($\mu\text{g.l}^{-1}$) Dissolved heavy metals ($\mu\text{g.l}^{-1}$)

Mois/Année	Zn		Cr		Cd	
	E1	E4	E1	E4	E1	E4
VIII/86	-	200	-	0	-	0
IX/86	400	100	0	100	200	100
X/86*	0	1200	0	0	0	0
XI/86#	0	200	0	0	0	0
XII/86	1200	4000	0	0	0	0
I/87	200	1300	0	500	0	0
II/87	600	900	0	200	0	0

* crues et inondations

pluies abondantes

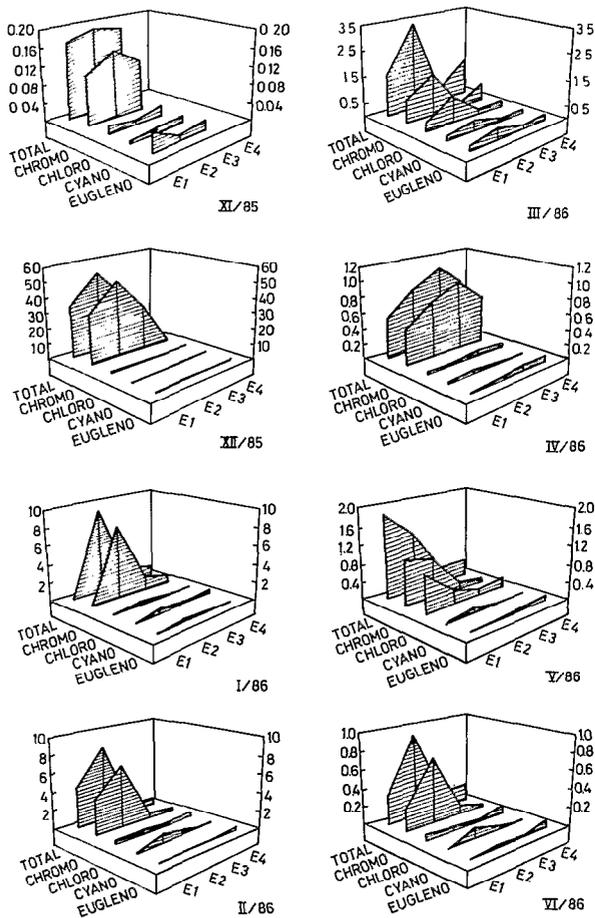


FIG. 5a. — Représentation des fluctuations de la densité des classes d'algues trouvées dans les quatre stations de prélèvement de la rivière Reconquista pendant la période XI/85-VI/86. (Les valeurs indiquées correspondent au nombre d'individus.litre⁻¹.10⁵.)

Variations in the algal density in the four sampling stations of the Reconquista River during the period XI/85-VI/86 (Data in number of organisms.liter⁻¹.10⁵).

mieux aux pollutions de E4. D'autre part il peut aussi y avoir d'autres facteurs qui interviennent (transparence, profondeur, éléments nutritifs) dans cette distribution spatiale.

Notons qu'après la confluence avec le ruisseau Morón, quelques algues sont en mauvais état physiologique. La plupart des cellules voient leurs plastes fortement altérés et les espèces coenobiales comme les *Pediastrum* présentent des coenobes malformés ou plus petits. Le milieu est devenu impropre au développement, voire à la survie de la majorité des espèces rencontrées en amont.

Par l'analyse de régression pas à pas, nous avons

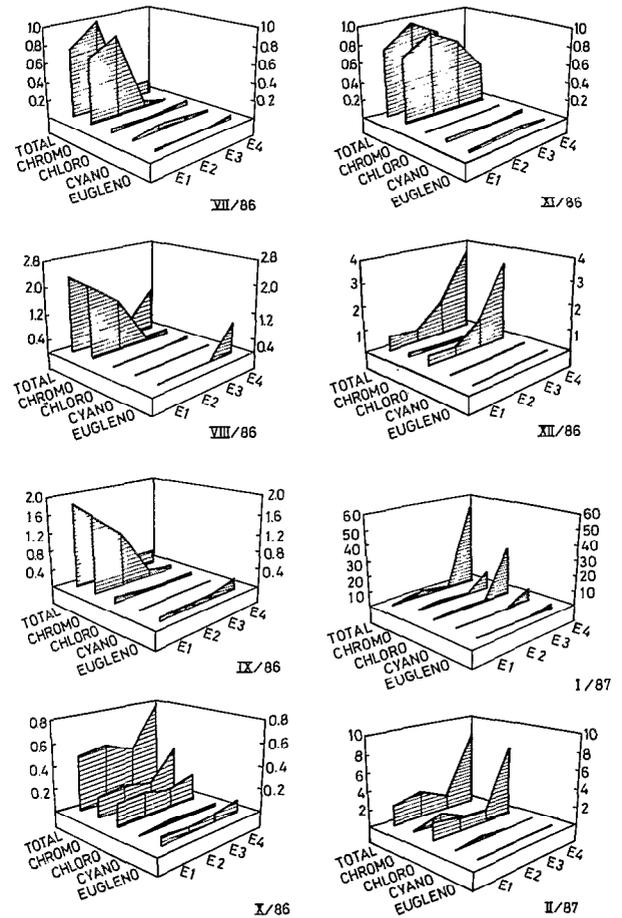


FIG. 5b. — Représentation des fluctuations de la densité des classes d'algues trouvées dans les quatre stations de prélèvement de la rivière Reconquista pendant la période VII/86-II/87. (Les valeurs indiquées correspondent au nombre d'individus.litre⁻¹.10⁵.)

Variations in the algal density in the four sampling stations of the Reconquista River during the period VII/86-II/87. (Data in number of organisms.liter⁻¹.10⁵.)

trouvé que la densité de toutes les classes d'algues tout au long de la période étudiée a été liée significativement à la concentration d'oxygène dissous (OD) de la manière suivante :

- Diatomophycées de E2 ($p = 0,0032$; $r^2 = 0,5620$).
- Chlorophycées de E1 ($p = 0,0229$; $r^2 = 0,6422$), de E2 ($p = 0,0205$; $r^2 = 0,3276$) ; de E3 ($p = 0,0476$; $r^2 = 0,3762$).
- Cyanophycées de E2 ($p = 0,0408$; $r^2 = 0,4333$) ; de E4 ($p = 0,0382$; $r^2 = 0,6089$).
- Euglénophycées de E1 ($p = 0,0015$; $r^2 = 0,6980$) ; de E2 ($p = 0,0043$; $r^2 = 0,7764$).

TABLEAU II

Espèces d'algues phytoplanctoniques des quatre stations d'échantillonnage selon les saisons de l'année
Phytoplanktonic algal species characteristic of the four sampling stations along the seasons

	E1 eahp	E2 eahp	E3 eahp	E4 eahp
CHROMOPHYCEAE				
Achnantes lanceolata (Bréb.) Grun.			x	
Amphiprora alata (Ehr.) Kütz.	x xx	x		
Anomooneis sphaerophora var. sculpta Ehr.			x	x
Aulacosira distans (Ehr.) Simon.		x		
A. granulata (Ehr.) Simon. var. granulata	x x	x x	x xx	x x
A. granulata var. angustissima (O. Müller) Simon.	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Caloneis sp.				x
Cocconeis placentula var. euglypta (Ehr.) Grun.		x		
Cyclotella meneghiniana Kütz.	x x	xx x	xx	xx x
C. striata (Kütz.) Grun.		x		
Cymbella affinis Kütz.		x		
C. cistula Hemprich			x	
Denticula elegans Kütz.		x		
Epithemia sorex Kütz.	x		xx	x
Gomphonema constrictum Ehr.				
G. constrictum var. capitatum (Ehr.) Grun		x		x
G. lanceolatum Ehr.			x	
G. montanum var. subclavatum Grun.			x	
G. parvulum (Kütz.) Kütz.			x	
Goniochloris parvulus Pascher		x		
Isthmochloron lobulatum (Näg.) Skuja	xx	x		x x
Melosira varians Ag.	xxxx	xxxx	xxx	x xx
Navicula capitata var. hungarica (Grun.) Ross		x	x	
N. cryptocephala Kütz.		x		
N. cuspidata var. ambigua (Ehr.) Cleve			x	
N. exigua (Greg.) Grun				x
N. gracilis var. neglecta (Thw.) Grun	x			
N. grimmii var. rostellata Hust.	x			
N. lanceolata (Ag.) Kütz.			x	
N. mutica var. goeppertiana (Bleish) Grun.			x	
N. peregrina (Ehr.) Kütz.	x		x	
N. perofettii (Grun.) Cleve		x		
N. radiosa var. tenella (Breb.) Cleve			x	
Neidium sp.			x	
Nitzschia amphibia Grun.	x			
N. brevissima Grun			x	
N. frustulum (Kütz.) Grun.	x		x	
N. gandersheimiensis Krasske	x			
N. gracilis Hantz.	x			
N. longissima (Bréb.) Grun		x x	x	
N. longissima var. reversa Grun.		x		
N. palea (Kütz.) Smith	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
N. parvula Smith		x	x	
N. sigma (Kütz.) Smith	xxxx	xxxx	xxx	xxxx
N. stagnorum (Rabh.) Grun.			x	
N. thermalis (Ehr.) Auerswald			x	x x
Pinnularia gibba var. neglecta Mayer	x	x	x	x
P. nobilis (Ehr.) Ehr.			x	
P. viridis (Nitzsch.) Ehr.			x	x
Pleurosigma delicatulum Smith			x	
Pseudostaurastrum limneticum (Borge) Chod.	x			
Rhopalodia gibba (Ehr.) O. Müller	x			
Stauroneis acuta Smith				x
Stephanodiscus hantzchii Grun.		x	x	x
Stephanodiscus sp.			x	
Surirella striatula Turp.	x x			
S. tenera Greg.	x x		xx	xx
S. ovalis Bréb.	x x		x	x
Synedra acus Kütz.		x	x	
S. ulna var. amphirrhynchus (Ehr.) Grun	xxxx	xxxx	xxxx	xx x
CHLOROPHYCEAE				
Actinastrum hantzchii Lagerh.	x	x	x x	x x
Ankistrodesmus gracilis (Reinsch) Korsch.	x	x	x	x
Botryococcus braunii Kütz.	x	x		
Chlamydomonas sp.	x	x		
Closteriopsis sp.			x	
Closterium aciculare West	x	x	x	x x
C. acutum (Lyngb.) Bréb.	x x	x	x x	
C. cornu Ehr.			x	
C. gracile Bréb.		x		
C. huetzingii Bréb.		x		
C. intermedium Ralfs*	x			
C. limneticum Lemm.	x x	x	x	x
C. moniliferum (Bory) Ehr.	x xx	x x	x x	xx
Coelastrum microporum Näg.	x x	x xx	x xx	
Cosmarium botrytis (Bory) Menegh.	x x	xx	x	
Crucigenia crucifera (Wolle) Coll.	x	x		
Dictyosphaerium ehrenbergianum Näg.	x x	x x	x x	x
D. pulchellum Wood	x	x	x	x
Didymocystis sp.				
Eudorina elegans Ehr.	xxxx	xx	x xx	x x
E. indica Iyengar*			x x	x
Golenkinia radiata (Chodat) Wille	x	x		xx
Kirchneriella obesa (West) Schmidle				x
Micractinium pusillum Fres.	x	x	x x	x xx
Monoraphidium arcuatum (Kors.) Hind.*	x	x	x	x
M. contortum (Thur. in Bréb.) Kom.-Legn.			x	

e = été; a = automne; h = hiver; p = printemps.

e = summer; a = autumn; h = winter and p = spring (XI/85-11/87).

M. griffithii (Berk.) Kom.-Legn.				X	
M. komorkovae Nygg.	X				X
M. minutum (Nag.) Kom.-Legn.			X		
M. obtusum (Kors) Kom.-Legn*					XX
Oocystis borgei Snow	X				
O. lacustris Chod.	X	XX			
Pandorina minodi Chod.			XXXX	XX	
P. morum Bory	XX X	XXXX	X XX	X X	
P. morum var. major Jyeng.				X	
Pediastrum boryanum (Turp.) Menegh.	XXXX	X X	XXXX	X	
P. duplex Meyen	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	
P. simplex (Meyen) Lemm.	X	X			
Pyrobotrys gracilis Korsch.	X XX	X XX	XX	XX X	
Scenedesmus acuminatus var. acuminatus (Lag.) Chod.	XX X	XX X	X X	XX X	
S. acuminatus forma tortuosus (Skuja) Uherk.			X		
S. acutus Meyen				X	X
S. bicaudatus Dedus		X			X
S. caribeanus Kom.			X		
S. disciformis (Chod.) Fott&Kom.		X X			
S. intermedius Chod.	X X	XX	X	XX	
S. oahuensis (Lemm.) Smith	XX	X	X	X X	
S. obtusus Meyen	X				
S. opoliensis Richter	X X	X X	X X	XX X	
S. peccensis Uherk.		X	X	X	
S. quadricauda (Turp.) Bréb.	XXXX	XXX	X XX	XXXX	
S. quadricauda var. longispina (Chod.) Smith	X	X	X	X	
S. smithii Teil.	X	X			
Schroederia setigera (Schr.) Lemm.	XX	X	X X		XX
Staurostrum spongiosum Bréb.					X
Tetraedron minimum (Braun) Hansg.		X			
Tetrastrum komarekii Hind.	X	X			X
Volulina steinii Playf.*			X		
Westella botryoides (West) Wild.	X				

EUGLENOPHYCEAE

Cyclidiopsis acus Korsch.#		XX			
Euglena acus Ehr.	XXXX	XXXX	XXXX	X XX	
E. comunis Gojdics		X		X X	
E. ehrenbergii var. baculifera (Thompson) Gojdics	X				
E. elastica Prescott	X		X		
E. intermedia var. brevis Fritsch et Rich.		X			
E. limnophila var. minor Drez.	X X				
E. oxyuris Schmarida var. oxyuris Schmarida	XXXX	X XX	XX X	X X	
E. spirogyra var. elegans Playf.		X			
Lepocinclis salina fa. salina Fritsch.	XX X	XXXX	XX X	X XX	
L. salina var. papulosa Conr.	X	X	X	X	
L. texta var. richiana (Com) Hüb-Pest.	X				
L. ovum var. globula (Perty) Lemm.		X	X		
Phacus circumflexus Pochm.	X				
P. curvicauda Swir.		X		X	
P. ephippion Pochm.					X
P. longicauda var. longicauda (Ehr.) Duj.	X	X	X X	X XX	
P. longicauda var. insecta Hüb-Pest.	X X	X	X X	XXXX	
P. megalopsis Pochm.	X X	X	X	X	
P. orbicularis Hübn.	X X	X X	X X	X	
P. tortus (Lemm.) Skv.	XXXX	XXX	XXXX	XXXX	
P. triqueter (Ehr.) Duj.		X	X	X	
P. undulatus (Skv.) Pochm.	XXXX	X X	XXXX	X X	
Strombomonas ensifera var. javanica Hüb-Pest					X
S. verrucosa (Daday) Defl.	XXXX	XXXX	XXXX		X
Trachelomonas basillifera var. minima Playf.	X				
T. planctonica Swir.		X			

CYANOPHYCEAE

Anabaena spiroides Klebahn	XXX	X	XXX	X	
Anabaeniopsis arnoldii Aptek.	X	X	X		
Aphanizomenon gracile Lemm.	X	X			
Aphanocapsa delicatissima West et West		X			
A. elachista var. planctonica Smith		X			
Lyngbia contorta Lemm.	X	X			
Merismopedia minima Beck.	X				
M. punctata Meyen	XX	XX		X	
M. tenuissima Lemm.	X		X	X	
Microcystis aeruginosa Kütz.	X	X	X	X	
Myxosarcina burmensis Skuja*	X	X X	X	X	
Oscillatoria boryana Bory		X		X X	
O. chlorina Kütz.	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	
O. splendida Grev. ex Gomont		X		X	
O. tenuis Ag.	XX	X XX	X X	X	
Pseudonabaena constricta (Szafer) Lant.		X	X	X	
P. schmidlei Jaag*	X			X	
Raphidiopsis mediterranea Skuja	X		X	X	
Spirulina jenneri (Stizb.) Geitler	X	X	X	X	
S. major Kütz.	X	X	X X		

Premières mentions pour :

* Argentine

Amérique

Les taxons trouvés sont présentés dans le tableau II où nous indiquons leur présence par station d'échantillonnage. Entre espèces et entités infraspécifiques, nous avons trouvé 160 taxons répartis en 65 genres. Sept espèces phytoplanctoniques n'avaient pas été citées en Argentine (TELL, 1985), et dans le cas particulier de *Cyclidiopsis acus*, il s'agirait de la première observation en Amérique (ALBERGHINA et LOEZ, envoyé au *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*).

Quant à la richesse spécifique de chaque groupe d'algues pour les quatre stations prises dans leur ensemble, les Chlorophycées et les Chromophycées ont présenté le plus grand nombre de taxons (56 et 57 respectivement) et sont suivies par les Euglenophycées (27 espèces). La richesse spécifique de ces trois groupes d'algues a augmenté en été et au printemps, tandis qu'en automne et en hiver elle a diminué considérablement. Les Cyanophycées (20 espèces) ont présenté leur plus grand nombre d'espèces en été comme il a été déjà décrit par de nombreux auteurs (DESCY, 1987; IZAGUIRRE *et al.*, 1986; MARGALEF, 1983; MOUSTAKA-GOURMI, 1988).

La richesse spécifique de tous les groupes d'algues a diminué vers l'aval, et même le nombre d'espèces particulières à chaque station de prélèvement a aussi diminué vers l'embouchure : à E1 = 22; à E2 = 13; à E3 = 19 et à E4 = 4.

Quant à la fréquence d'apparition des différents taxons, quelques espèces ont été toujours présentes au long de l'étude et dans les quatre stations d'échantillonnage (tabl. II) : *Aulacosira granulata* var. *angustissima*, *Nitzschia palea*, *N. sigma*, *Synedra ulna* var. *amphyrrhynchus*, *Pandorina morum*, *Pediastrum boryanum*, *P. duplex*, *Scenedesmus quadricauda*, *Euglena acus*, *Lepocinclis salina* var. *salina* et *Oscillatoria chlorina*.

L'utilisation de l'indice « Simple Matching Coefficient » (SMC) montre que l'on peut considérer chaque point de la rivière comme étant pratiquement différent des autres (tabl. III). Les stations les plus apparentées seraient les plus polluées : E2 et E4 (SMC = 0.72) et E3 et E4 (SMC = 0.67). Entre E2 et E3 peut-être existe-t-il un léger processus d'auto-épuration étant donné que la station E3 est assez agricole. En ce qui concerne E1, elle semble bien se différencier du reste. Nous constatons que la similitude entre ce point de prélèvement considéré comme un « contrôle » et les autres stations diminue vers l'aval (SMC E1-E2 = 0.60; SMC E1-E3 = 0.52; SMC E1-E4 = 0.18). Ceci est en relation avec la charge polluante déversée dans la rivière Reconquista : E1 est évidemment la station la moins polluée à partir de laquelle les déversements industriels continus ne permettent plus le processus d'auto-épuration.

Dans le tableau IV nous indiquons un nombre

TABLEAU III
« Simple Matching Coefficient (SMC) » entre stations de prélèvement
Simple Matching Coefficient between the sampling stations

	E1	E2	E3	E4
E1	-			
E2	0.60	-		
E3	0.52	0.62	-	
E4	0.18	0.72	0.67	-

d'algues trouvées par divers auteurs dans des milieux caractérisés par la concentration élevée de certains polluants. Nous avons appliqué ces données à nos observations. Ces espèces suggèrent la présence de deux polluants principaux dans la rivière Reconquista : la matière organique et la cellulose, puis, en moindre importance, les phénols et les métaux lourds.

La plupart des algues appartiennent au groupe des Diatomophycées, algues numériquement abondantes dans la rivière Reconquista et associées à la présence de phénols. Les Chlorophycées, groupe sous-dominant dans nos échantillons, ont été associées à la pollution organique. De même, ces espèces d'algues vertes paraissent être mieux représentées au printemps et en été qu'aux saisons plus froides (tabl. II). Cette observation indique peut-être que la structure et la dynamique du phytoplancton est déterminée principalement par la saison, même dans un environnement aussi pollué (DEL GIORGIO *et al.*, envoyé à *Hydrobiologia*).

CONCLUSIONS

Compte tenu de nos données physico-chimiques et biologiques, E1 est apparemment affectée par l'activité agricole de la région et ne paraît pas être aussi polluée que le reste de la rivière (teneurs en OD généralement élevées, haute richesse spécifique). Jusqu'en E2, les eaux sont essentiellement polluées par les rejets domestiques des agglomérations urbaines locales (fluctuations et abaissement des teneurs en OD, Cyanophycées plus nombreuses).

Entre E2 et E3 peut-être existe-t-il un léger processus d'auto-épuration, mais en aval, la rivière Reconquista est sujette à une pollution plus complexe par l'apport des eaux très polluées du ruisseau Morón qui draine les effluents de nombreuses usines de la région. C'est-à-dire qu'à une intense pollution que nous avons observée sur presque tout le cours d'eau, vient s'ajouter l'action de divers toxiques.

En aval de E4 jusqu'à l'embouchure dans l'estuaire du rio de la Plata, la pollution est très

TABLEAU IV

Algues de la rivière Reconquista associées à divers polluants (selon les critères de *according to*, BALVAY *et al.*, 1984; BROOK, 1965; CAIRNS *et al.*, 1972; FOGG, 1975; LECLERCQ, 1988; MAKAREWCZ, 1987; MARGALEF, 1969; RAI, 1974; RAWSON, 1956; SABATER *et SABATER*, 1988; TUROBOYSKI, 1973; WASYLIK, 1983/84 *et* WHITTON, 1984)

Algae of the Reconquista River associated to different pollutants

BACILLARIOPHYCEAE :

Aulacosira granulata = e, m.o.
A. granulata var. angustissima = e
Cyclotella meneghiniana = e, mi, mix
Melosira varians = c, Cu, e, mo, po, suc, t
Navicula cryptocephala = ac, c, mes, mix, ph
Navicula sp. = ph
Nitzschia palea = ac, c, Cr, Cu, e, mes, mix, m.o., pe, ph, t
Pinnularia viridis = ac, mes, mix, ph
Surirella ovata = c, e, mi, ph, t
Surirella sp. = m.o.
Synedra acus = Cu, mes-e, pe
S. ulna = ac, c, mes-e, mix, m.o., pé, po, ph, suc, t
Synedra sp. = m.o.

CHLOROPHYCEAE :

Actinastrum hantzschii = anox, m.o., p.t.
Ankistrodesmus sp. = Cu, m.o.,
Chlamydomonas sp. = m.o.
Closterium aciculare = m.o.
C. acutum = e
C. moniliferum = mes
Closterium sp. = m.o.
Coelastrum microporum = anox, Cu, het, m.o.
Coelastrum sp. = Cu
Crucigenia sp. = m.o.
Dictyosphaerium pulchellum = c, m.o.
Eudorina elegans = c, mes, m.o.
E. indica = c, mes, m.o.
Eudorina sp. = c
Microactinium sp. = m.o.
Pandorina morum = c, m.o.
Pediastrum boryanum = Cu, e, mes, m.o.
P. duplex = Cu, e, m.o., p.t.
P. simplex = m.o.
Pediastrum sp. = c
Pyrobotrys gracilis = alc
S. quadricauda = c, mix, m.o., po, t
Scenedesmus sp. = c, Cu, mi

CYANOPHYCEAE :

Anabaena spiroides = m.o.
Anabaena sp. = e, m.o.
Aphanizomenon sp. = e
Lyngbia sp. = m.o.
Merismopedia punctata = m.o.
Microcystis aeruginosa = e, mes, m.o.
O. chlorina = p
O. tenuis = ac, c, mix, ph
Oscillatoria sp. = c, Ch4, mi, m.o., po
Spirulina jenerri = m.o.
S. major = m.o.

EUGLENOPHYCEAE :

Euglena acus = anox, Cr, het, mes, m.o.
E. oxyuris = Cr, m.o.
E. spirogyra = mes, m.o.
Euglena sp. = c, Cd, mi, m.o., po, Zn
Lepocinlis sp. = anox, het, m.o.
Phacus longicauda = m.o.
P. tortus = m.o.
Phacus sp. = c
Trachelomonas sp. = Fe, Mn, m.o.

ac = acier
alc = alcool
anox = anoxie
c = cellulose
Cd = cadmium
CH4 = méthane
cond = haute conductivité
Cr = chrome
Cu = cuivre
e = eutrophie
Fe = fer
het = hétérotrophie
Zn = zinc

mes = méso-saprobie
mes-e = méso-eutrophie
mi = mines
mix = pollution mixte
Mn = manganèse
m.o. = matière organique
pé = pétrole
ph = phénols
po = polysaprobie
p.t. = petite taille
suc = suceries
t = tanins

marquée (concentrations très élevées de Zn dissous, conductivité et solides dissous élevés, anoxie fréquente, abondance d'Euglenophycées et de Cyanophycées). Les effluents polluants déversés par les différentes industries sont si nombreux que l'auto-épuration ne suffit pas à compenser leur apport. Seule l'entrée d'eau douce du rio de la Plata «nettoie» les eaux de la rivière Reconquista (TWCS, 1979).

Les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de la rivière Reconquista évaluées pendant cette période montrent une détérioration particulièrement dans les dernières stations d'échantillonnage (OD, composition et densité algale, solides dissous, conductivité).

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec l'appui financier de la CIC, (Subventions 7500 et 7587/86) et du Departamento de Ciencias Básicas (UNLu).

Nous remercions vivement le Prof. Dr. G. TELL (UBA), qui a lu critiqueusement le manuscrit, a assuré les identifications des algues et a dirigé une grande partie de ce travail dans son laboratoire.

Nous remercions également les Docteurs V. CONFORTI et N. MAIDANA, (UBA), qui nous ont aidés dans quelques déterminations taxonomiques, et M^{me} M. TOPALIÁN (UNLu), qui a participé aux échantillonnages et a réalisé diverses analyses physico-chimiques.

Nous tenons aussi à remercier Messieurs J. MARAZZO et F. BORDIGNON (UNLu), et R. LOMBARDO (UBA), pour leur aide dans les analyses statistiques, L. MALACALZA (UNLu) et L. J. LOEZ pour la lecture du manuscrit.

Manuscrit accepté par le Comité de rédaction le 3 octobre 1990.

RÉFÉRENCES

- ALBERGHINA (J.) et LOEZ (C. R.). — Sobre algunas algas nuevas para Argentina y América presentes en ríos contaminados de la Provincia de Buenos Aires (soumis au *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*).
- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), 1975. — Standard methods for the examination of water and wastewaters, 1193 pp.
- BALVAY (G.), DRUART (J. C.), PELLETIER (J.), PONGRATZ (E.) et REVACHER (R.), 1984. — Plancton in Le Léman. Synthèse des travaux de la Commission Internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution (1957-1982). CIPEL, Lausanne, Suisse : 261-303.
- BERON (L.), 1984. — Evaluación de la calidad de las aguas de los ríos de la Plata y Matanza-Riachuelo mediante la utilización de índices de calidad de agua. Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental. Ministerio de Salud y Acción Social, Argentina, 51 pp.
- BONETTO (A.), 1976. — Calidad de las aguas del río Paraná. Introducción a su estudio ecológico. Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Hídricas, Oficina de Cooperación Técnica de la ONU, PNUD, Argentina. 202 pp.
- BOURRELLY (P.), 1966, 1968, 1970. — Les algues d'eau douce ; 1. Les algues vertes ; 2. Les algues jaunes et brunes ; 3. Les algues bleues et rouges. N. Boubée et Cie, Paris, 511 pp. ; 438 pp. ; 512 pp.
- BROOK (A. J.), 1965. — Planktonic algae as indicators of lake types, with special reference to the Desmidiaceae. *Limnol. Oceanogr.*, 10 : 403-411.
- CAIRNS (J. Jr.), LANZA (G. R.) et PARKER (B. C.), 1972. — Pollution related structural and functional changes in aquatic communities with emphasis on freshwater algae and protozoa. *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.*, 124 : 79-127.
- CRISCI (J. V.) et LOPEZ ARMENGOL (M. F.), 1983. — Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Serie de Biología, Monografía 26, OEA. 132 pp.
- DEL GIORGIO (P. A.), VINOCUR (A. L.), LOMBARDO (R. J.) et TELL (G.). — Progressive changes in the structure and dynamics of the phytoplankton community along a pollution gradient in a lowland river. A multivariate approach (soumis à *Hydrobiologia*).
- DESCY (J. P.), 1987. — Phytoplankton composition and dynamics in the river Meuse (Belgium). *Arch. Hydrobiol.*, 78 : 225-245.
- DESIKACHARY (T.), 1959. — Cyanophyta. Ind. Coun. Agric. New Delhi. 104 pp.
- Environment Canada, 1979. — Analytical Methods Manual, Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada.
- FENNINGER (O.), 1974. — La contaminación de la cuenca fluvial del Río Reconquista. in IV Congreso de Saneamiento, Tucumán, Argentina : 401-407.
- FOGG (G. E.), 1975. — Algal cultures and phytoplankton ecology. University of Wisconsin Press, 175 pp.
- GOMEZ CRESPO (D.) et IBERTIS ACUÑA (M.), 1971. — Estudio de la contaminación de las aguas en el área metropolitana. *Saneamiento*, 34 : 473-496.
- HERVE (S.) et HEINONEN (P.), 1984. — Factors affecting the chlorophyll *a* assay of phytoplankton samples during transport and analysis. *Ann. Bot.*, 21 : 17-20.
- HOLM-HANSEN (O.), 1978. — Chlorophyll *a* determination : improvements in methodology. *Oikos*, 30 : 438-447.
- HUBBER-PESTALOZZI (G.), 1961. — Das Phytoplankton des Susswassers. Systematik und Biologie. Chlorophyceae, Volvocales. in A. Thienemann, Die Binnengewässer, 16. Schweizerbartsche verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 744 pp.
- Instituto Nacional De Estadísticas y Censos (INDEC), 1980. — Censo Nacional de Población y Vivienda. Serie B. Características Generales. Buenos Aires, Argentina, 219 pp.
- IZAGUIRRE (I.), BÓVEDA (M.) et TELL (G.), 1986. — Dinámica del fitoplancton y características limnológicas en dos estanques de la Ciudad de Buenos Aires. *Physis (Buenos Aires)*, Secc. B, 44 : 25-38.
- JONES (R.), 1977. — A comparison of acetone and methanol as solvents for estimating the chlorophyll *a* and phaeophytin *a* concentrations in phytoplankton. *Ann. Bot.*, 14 : 65-69.
- KOMAREK (J.) et FOTT (B.), 1983. — Das Phytoplankton des Susswassers. Systematik und Biologie. Chlorophyceae, Chlorococcales. in Hubber-Pestalozzi, Die Binnengewässer, 16. Scheizerbartsche verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 104 pp.
- KUCZYNSKI (D.), 1981. — Ecología general del oeste del Gran Buenos Aires. Introducción a su estudio. *Rev. Univ. Morón*, 6 : 7-31.

- KUCZYNSKI (D.), 1983. — Variación de la fauna planctónica en el curso superior del río Reconquista, Provincia de Buenos Aires. Estudio preliminar y relación con la contaminación de la zona. *Rev. Univ. Morón*, 9 : 35-45.
- KUCZYNSKI (D.), 1984. — Zooplankton (especialmente rotíferos) del río Reconquista (Provincia de Buenos Aires). *Physis (Buenos Aires)*, Secc. B, 42 : 1-7.
- LECLERCQ (L.), 1988. — Utilisation de trois indices, chimique, diatomique et biocénótico, pour l'évaluation de la qualité de l'eau de la Joncquière, rivière calcaire polluée par le village de Doische (Belgique, Prov. Namur). *Mém. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 10 : 26-34.
- LOEZ (C. R.), TELL (G.) et SALIBIÁN (A.), 1986. — Fitoplancton del Río Reconquista (Provincia de Buenos Aires, Argentina) : resultados preliminares. *Arch. Biol. Med. Exp.*, 19 : R-222.
- LOEZ (C. R.), TELL (G.) et SALIBIÁN (A.), 1987. — Estudio limnológico en el Río Reconquista (Buenos Aires). in XIII Reunión Argentina de Ecología, 112.
- MAIDANA (N.), 1985. — Contribución al estudio taxonómico de las diatomeas (Bacillariophyceae) de la Provincia de Misiones, República Argentina. Thèse doctorale, Universidad de Buenos Aires. 276 pp.
- MAKAREWICZ (J. G.), 1987. — Phytoplankton composition, abundance, and distribution : Nearshore lake Ontario and Oswego River and Harbor. *J. Great Lakes Res.*, 13 : 56-64.
- MARGALEF (R.), 1969. — El concepto de polución en limnología y sus indicadores biológicos. *Agua*, Barcelona, 7 : 103-133.
- MARGALEF (R.), 1983. — Limnología, Omega, Barcelona. 1010 pp.
- MOUSTAKA-GOUMI (M. T.), 1988. — The structure and dynamics of the phytoplankton assemblages in Lake Volvi, Greece. I. Phytoplankton composition and abundance during the period March 1984-March 1985. *Arch. Hydrobiol.*, 112 : 261-264.
- PICANDET (P.), 1964. — Estudio hidrológico del río Reconquista. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Hidráulica, Provincia de Buenos Aires, Argentina, 99 pp.
- POLICHENCO (M.), KUCZYNSKI (D.), GUERRERO (J.), VALERGA (M.) et DISNAN (E.), 1986. — Calidad del agua del río Reconquista en la zona de Tigre. Análisis preliminar. *Rev. Univ. Morón*, 19 : 15-22.
- RAI (H.), 1974. — Limnological studies on the River Yamuna at Delhi, India. Part II : The dynamics of potamoplankton populations in the River Yamuna. *Arch. Hydrobiol.*, 73 : 492-517.
- RAWSON (D. S.), 1956. — Algal indicators of trophic lake types. *Limnol. Oceanogr.*, 1 : 18-25.
- ROS (J.), 1979. — Prácticas de Ecología. Omega, Barcelona. 181 pp.
- SABATER (S.) et SABATER (F.), 1988. — Diatom assemblages in the River Ter. *Arch. Hydrobiol.*, 111 : 397-408.
- SOURNIA (A.), 1978. — Phytoplankton Manual. Monographs on oceanographic methodology, UNESCO Press, 337 pp.
- TELL (G.), 1985. — Catálogo de las algas de agua dulce de la República Argentina. Bibliotheca Phycologica. Cramer, Vaduz. 283 pp.
- TELL (G.) et CONFORTI (V.), 1986. — Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 301 pp.
- Thames Water Consultancy Service (TWCS), 1979. — Investigación sobre la contaminación del río Reconquista. Buenos Aires, Argentina.
- TUROBOYSKI (L.), 1973. — The indicator organisms and their ecological variability. *Acta Hydrobiol.*, 15 : 259-274.
- UHERKOVICH (G.), 1966. — Die Scenedesmus-arter Ungarns. Akadémiai Kiadó, Budapest, 173 pp.
- VANLANDINGHAM (S. L.), 1967, 1968, 1969, 1971, 1975, 1978, 1979. — Catalogue of the fossil and recent genera and species of diatoms and their synonyms. Parts I, II, III, IV, V, VI, VII and VIII. Verlag Von J. Cramer, Vaduz, 4654 pp.
- VILA (I.), BARENS (I.) et MONTECINO (V.), 1987. — Abundancia y distribución temporal del fitoplancton en el Embalse Rapel, Chile Central. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 60 : 37-55.
- VYMAZAL (J.), 1986. — Occurrence and chemistry of Zinc in freshwater, its toxicity and bioaccumulation with respect to algae : a review. Part 2 : Toxicity and Bioaccumulation with respect to algae. *Acta Hydrochem. Hydrobiol.*, 14 : 83-102.
- WASYLIK (K.), 1983/84. — Diatom communities in pure and polluted waters in the Biala Przemza river basin (Southern Poland). *Acta Hydrobiol.*, 25/26 : 287-315.
- WHITTON (B. A.), 1984. — Algae as monitors of heavy metals in Algae as ecological indicators. L. Elliot Schubert, Academic Press, London : 257-280.
- YACUBSON (S.), 1965. — El fitoplancton de la laguna de Chascomús (Provincia de Buenos Aires), con algunas consideraciones ecológicas. *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. Bernardino Rivadavia*, 1 : 197-267.