

Estudi de les poblacions d'algues del riu Ter

Sergi Sabater i Cortès

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

ESTUDI DE LES POBLACIONS
D'ALGUES DEL RIU TER.

Sergi SABATER i CORTÈS

Barcelona, octubre de 1987.

7. LES POBLACIONS DE DIATOMEES A L'EIX DEL RIU: DINAMICA I RELACIONS AMB LES CARACTERÍSTIQUES FÍSICO-QUÍMIQUES DE LES AIGÜES.

7.1. INTRODUCCIÓ.

L'autoecologia de les espècies es troba a la base de la composició i la distribució de les poblacions de diatomees. Des dels treballs de Fjerdingstad (FJERDINGSTAD 1960, 1964), s'ha anat bandejant el paper de les espècies indicadores com a manera de caracteritzar el riu, mentre que s'ha anat valorant més les necessitats de la comunitat. L'estudi d'aquesta pot proporcionar una idea del funcionament de l'ecosistema com a unitat (PATRICK 1973).

En aquest apartat es parteix d'un estudi anual realitzat en nou punts de l'eix del riu per a avaluar la dinàmica de les poblacions de diatomees i les seves relacions amb les característiques de les aigües. Tota la varietat d'influències i destorbs que rep el riu en aquest tram -el més humanitzat de tota la conca- té un fort ressò sobre les poblacions, que es tracta d'analitzar utilitzant com a eina principal les característiques autoecològiques de les espècies.

7.2. MATERIAL I MÈTODES.

Nou punts situats a l'eix del riu (FIGURA 7.1) van ser estudiats mensualment durant un any, de maig del 1983 a abril del 1984. A cada punt van ser mesurats els principals paràmetres físico-químics (pH, oxigen, conductivitat, alcalinitat, nitrats, nitrits, amonis, fosfats, sulfats, clorurs i silicats). Les diatomees es recollien de les pedres i còdols utilitzant el mètode descrit per STOCKNER & ARMSTRONG (1971) (FIGURA 7.2.) per a les diatomees epipèliques o en zones de corrent moderat, mentre que les epilítiques en corrent fort o bé les epífites es recollien amb un ganivet. El mètode de STOCKNER & ARMSTRONG (1971) permet una presa de mostres semiquantitativa més precisa que el clàssic de recollir-les amb un ganivet, però es poc adequat quan el corrent és més intens.

Al laboratori, una part de cada mostra es va tractar d'acord amb el mètode de HUSTEDT (1930), i els frústuls nets es van muntar amb Naphrax (i.r.: 1.74). Es va efectuar inventaris de les espècies

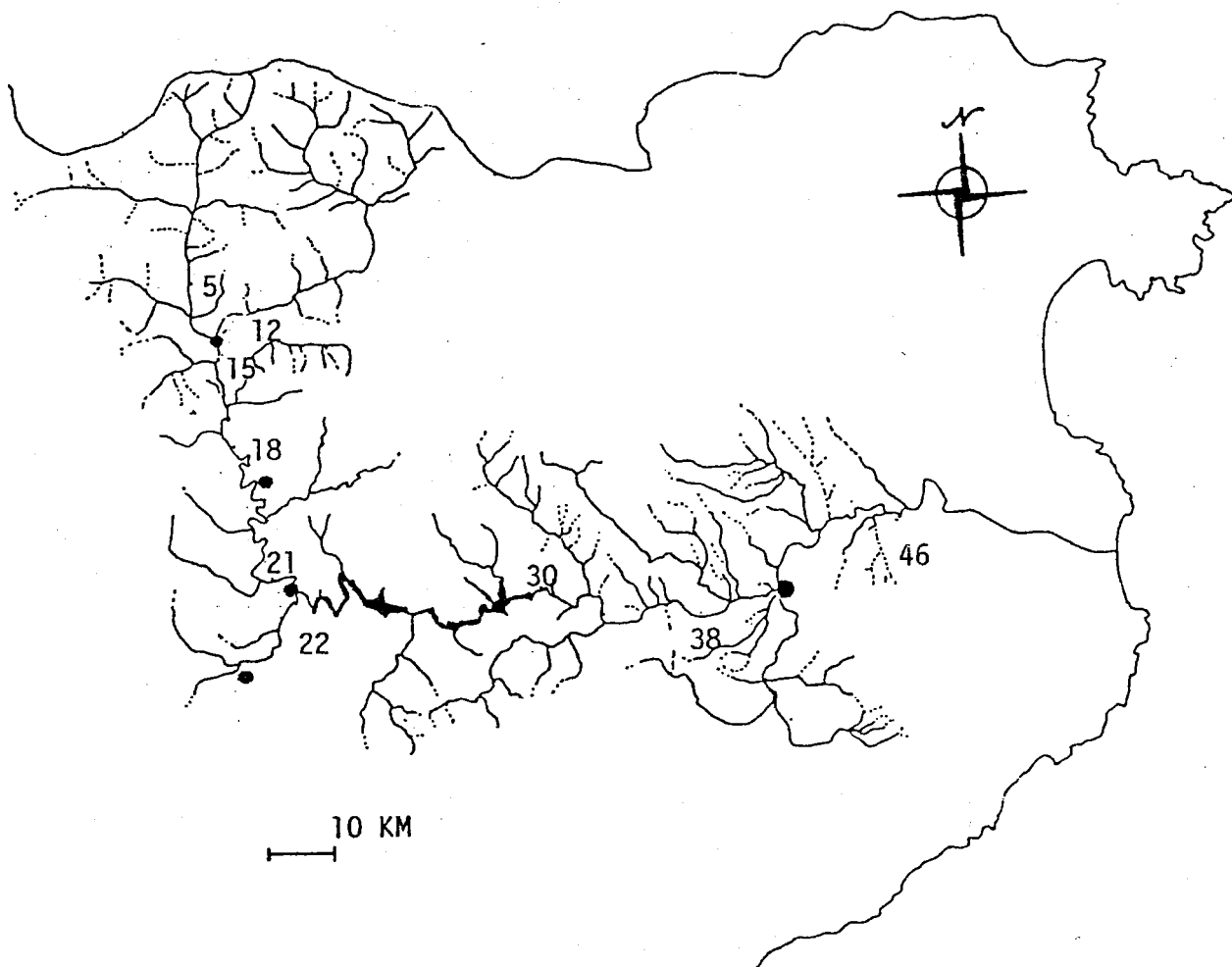


FIGURA 7.1. Mapa de la conca del riu Ter. Hi apareixen els nou punts de l'eix en que es va estudiar les poblacions de diatomees durant un any.

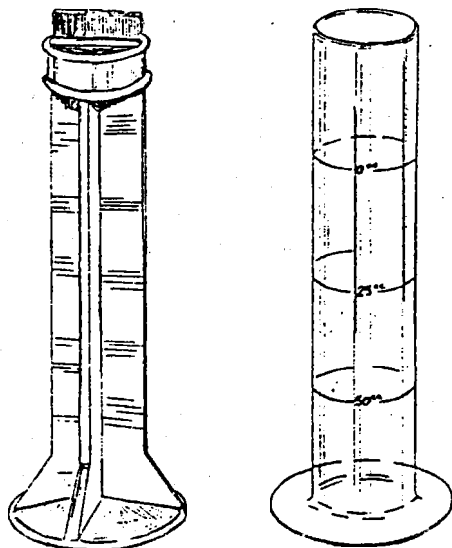


FIGURA 7.2. Estri utilitzat per a obtenir les mostres de diatomees de l'eix del riu (de STOCKNER & ARMSTRONG 1971)

presentes, va comptar una mitjana de 300 frústuls en cada preparació. Els nombres es van referir a percentatges per a tenir una idea de l'abundància relativa de cada espècie a la mostra.

Les dades van ser transformades logarítmicament i van ser utilitzades per a realitzar diverses anàlisis multivariants (una anàlisi de components principals, anàlisi de correspondències i, conjuntament amb les dades físico-químiques -excepte conductivitat i temperatura-, una anàlisi de correlacions canòniques). Per a participar en aquestes anàlisis es va escollir les 42 espècies més abundants o significatives al llarg del cicle. Així mateix va ser calculada per a cada mostra la diversitat, segons l'índex de Shannon-Weaver en base e.

Les dades físico-químiques dels punts en aquests moments es troben a la TAULA 7.1. Els trams superior (T5 i T12) i mitjà del riu (T15, T18, T21) no van experimentar canvis gaire importants al llarg de l'any; les concentracions de nutrients eren moderades als punts T5 i T12, i s'incrementaven aigües avall. La mineralització també augmentava cap a la desembocadura, però els valors van restar moderats fins al punt T22, en que el riu experimentava una caiguda important en la qualitat de les aigües (elevades concentracions de clorurs, fosfats i amonis; la concentració d'oxigen va arribar a zero en algunes ocasions). Sota els embassaments, s'observà una important millora: la mineralització era encara elevada, fins i tot l'alcalinitat i la conductivitat augmentaven gradualment, però les concentracions de fosfats i nitrogen total van descendir.

7.3. FLORA DE L'EIX PRINCIPAL DEL RIU.

Un total de 128 tàxons de diatomees van ser determinats a l'eix durant aquest període d'estudi (TAULA 7.2), la major part d'elles formes bentòniques; sols unes poques espècies planctòniques es desenvolupaven a les rodalies de la desembocadura (T46). La composició de la flora no té diferències importants respecte a les observades en altres rius de característiques semblants (BESCH *et al.* 1972; DESCY 1976; HOLMES & WHITTON 1981; TOMAS & SABATER 1985; WASYLIK 1965).

7.4. LES POBLACIONS DE DIATOMERS DE L'EIX DEL RIU I LA SEVA DINÀMICA.

Les poblacions dels punts situats a l'eix ja ha estat discutida (apartat 6.3.2). La seva dinàmica es pot resumir a partir dels seus valors de diversitat.

	CONDUCT.	pH	OXYGEN	ALKALINITY	NITRATE	NITRITE	AMMONIA	PHOSPHATE	CHLORIDE	SULPHATE	SILICATE
STATION 5											
Mean	320,1	8,16	9,40	2,51	14,5	0,35	29,8	1,6	3,1	0,81	139,3
Low water season	335,6	8,22	8,28	2,55	4,68	0,43	2,85	1,08	4,04	0,72	137,5
Flash flooding	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Winter	350,0	8,0	11,1	2,75	23,5	0,17	4,5	1,47	1,8	1,01	123,3
Spring Time	236,5	8,27	10,5	2,03	25,8	0,42	135,1	3,37	2,70	0,72	167,7
STATION 12											
Mean	220,6	7,83	10,5	1,79	28,5	2,8	17,7	3,4	8,88	0,34	134,8
Low water season	240,0	7,92	9,62	1,86	23,1	4,25	26,6	4,23	12,66	0,29	126,6
Flash flooding	105,0	7,73	-	1,52	56,4	1,8	-	3,05	2,0	0,2	140,3
Winter	223,7	7,3	11,55	1,74	31,3	1,5	7,3	2,85	7,0	0,3	163,7
Spring time	216,0	8,4	12,2	1,84	26,9	0,4	6,6	2,26	3,8	0,66	113,5
STATION 15											
Mean	344,1	8,14	10,7	2,1	12,3	0,91	39,8	5,8	8,01	0,67	110,5
Low water season	406,3	8,16	10,14	2,12	10,6	0,63	68,6	6,9	10,86	0,5	104,4
Flash flooding	150,0	8,18	-	1,89	3,3	2,25	-	6,42	2,8	0,42	130,2
Winter	352,0	8,01	10,7	2,14	13,8	0,8	4,9	4,88	6,26	1,04	112,2
Spring time	242,5	8,24	12,6	2,09	19,7	1,27	5,7	3,55	4,7	0,76	116,6
STATION 18											
Mean	311,5	7,98	10,2	2,37	17,5	0,67	20,1	3,8	7,7	0,6	115,3
Low water season	325,2	7,83	9,64	2,34	9,3	0,65	16,9	4,3	9,5	0,49	108,1
Flash flooding	195,0	8,4	-	2,21	44,18	0,57	-	2,78	4,0	0,33	212,4
Winter	331,0	7,95	11,1	2,35	16,6	0,73	31,9	3,7	6,7	0,7	119,0
Spring time	300,0	8,27	11,25	2,58	30,4	0,72	11,9	3,07	5,06	0,9	82,7
STATION 21											
Mean	354,9	7,95	10,3	2,32	13,5	4,28	9,7	4,1	7,2	0,61	113,5
Low water season	334,6	7,66	9,02	2,15	5,08	7,01	15,6	4,73	8,0	0,45	100,7
Flash flooding	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Winter	325,3	8,36	11,6	2,33	18,2	1,00	2,9	3,67	6,8	0,66	119,4
Spring time	450,0	8,05	12,2	2,76	27,8	2,41	5,2	3,22	5,7	0,93	136,4
STATION 22											
Mean	591,9	8,08	7,4	3,12	46,6	15,95	155,6	21,9	63,9	0,91	104,1
Low water season	669,0	7,83	5,76	3,05	14,4	16,2	241,1	21,15	81,0	0,68	107,5
Flash flooding	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Winter	534,4	8,28	9,4	3,15	75,9	18,92	68,6	29,83	48,86	1,24	115,8
Spring time	485,0	8,38	9,65	3,22	83,1	10,74	72,3	11,99	38,6	0,98	78,3
STATION 30											
Mean	570,1	8,07	12,5	3,75	69,3	3,86	4,6	3,7	21,05	1,22	116,8
Low water season	594,16	7,98	11,64	3,46	42,6	6,72	7,5	2,69	29,1	0,62	99,5
Flash flooding	460,0	7,9	-	3,65	227,9	1,46	3,5	4,6	5,6	1,93	193,3
Winter	561,8	8,1	14,7	4,25	93,9	1,02	0,1	5,35	13,9	1,74	134,9
Spring time	565,0	8,37	13,15	4,05	32,9	0,73	3,2	3,93	15,1	1,93	103,6
STATION 38											
Mean	489,7	7,79	10,41	3,27	66,6	8,75	4,6	2,7	26,7	0,79	92,5
Low water season	491,6	7,82	9,64	3,18	31,1	7,52	5,8	2,75	32,8	0,6	66,8
Flash flooding	425,0	7,6	-	2,09	216,7	1,65	-	4,1	11,0	0,56	176,5
Winter	454,0	7,69	11,05	3,56	98,9	18,59	1,2	2,72	20,1	0,67	112,4
Spring time	570,0	7,99	12,10	3,67	52,6	1,26	5,8	2,35	26,3	1,67	97,8
STATION 46											
Mean	747,4	7,57	6,6	3,49	35,8	8,01	68,7	13,4	45,9	2,17	129,5
Low water season	802,5	7,59	6,12	3,43	7,6	6,81	76,8	12,2	59,7	1,61	108,5
Flash flooding	390,0	7,03	-	2,17	121,4	4,4	-	6,8	16,4	1,03	187,5
Winter	721,5	7,6	7,65	3,82	61,2	11,31	54,6	15,4	27,2	2,28	135,2
Spring time	800,0	7,74	7,3	3,85	39,7	8,49	65,3	17,4	47,4	4,27	154,7
TOTAL MEANS											
Low water season	483,4	7,88	8,8	2,71	16,9	5,8	52,72	6,53	29,4	0,72	106,5
Flash flooding	287,5	7,8	-	2,25	110,8	2,02	3,57	4,63	6,9	0,74	173,3
Winter	428,3	7,92	10,9	2,9	48,1	6,0	19,58	7,76	15,4	1,07	126,2
Spring time	429,4	8,18	11,2	2,9	37,7	2,93	34,6	5,68	16,6	1,42	116,8

TAULA 7.1, Dades físico-químiques de les aigües en els nou punts de l'eix del riu estudiats des del març de 1983 a l'abril de 1984 (conduct., en $\mu\text{S}/\text{cm}$; oxigen i clorurs en mg/l ; alcalinitat en meq/l ; la resta en $\mu\text{gr-at}/\text{l}$). Els valors que s'indiquen són les mitjanes globals i les corresponents a les quatre èpoques significativament diferents detectades en aqueu període en el règim del riu: estiatge, avinguda, hivern i primavera.

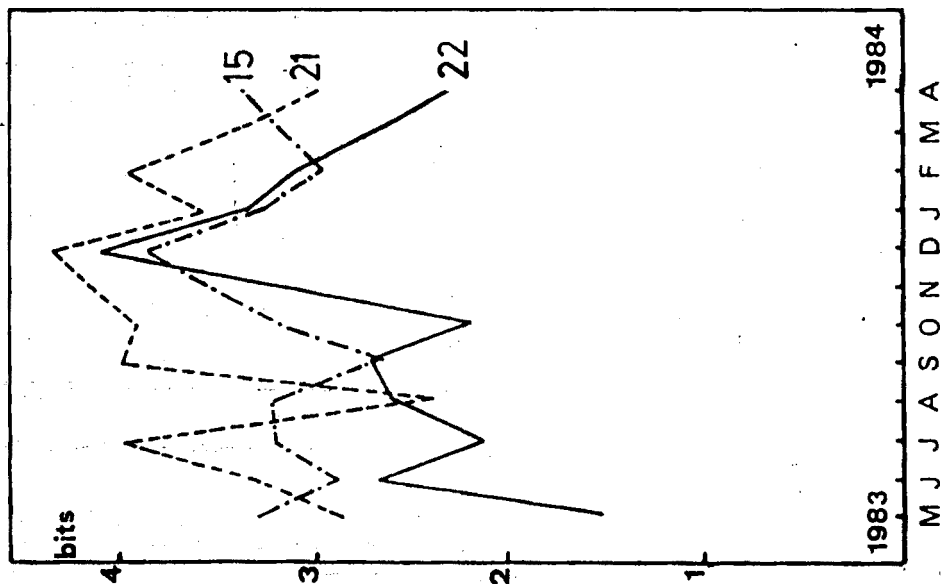
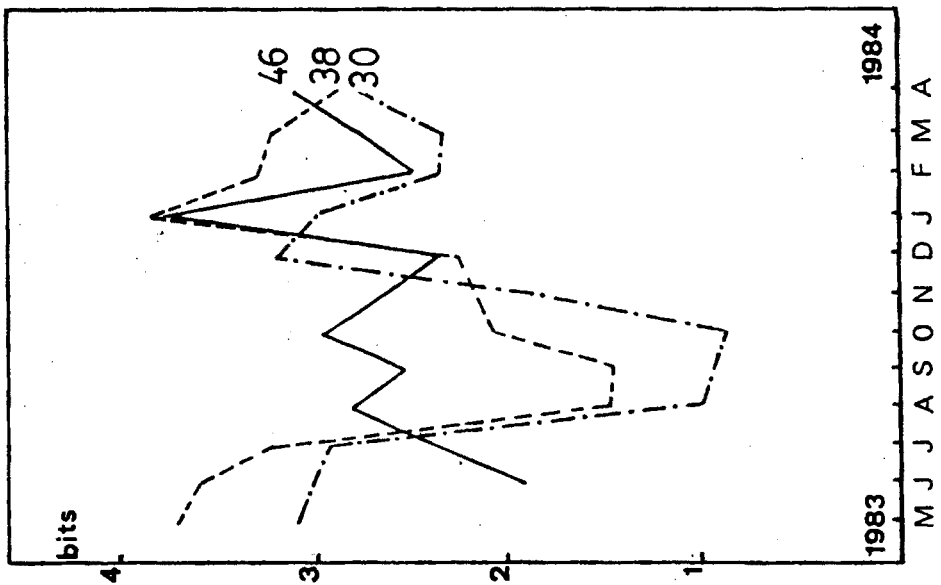
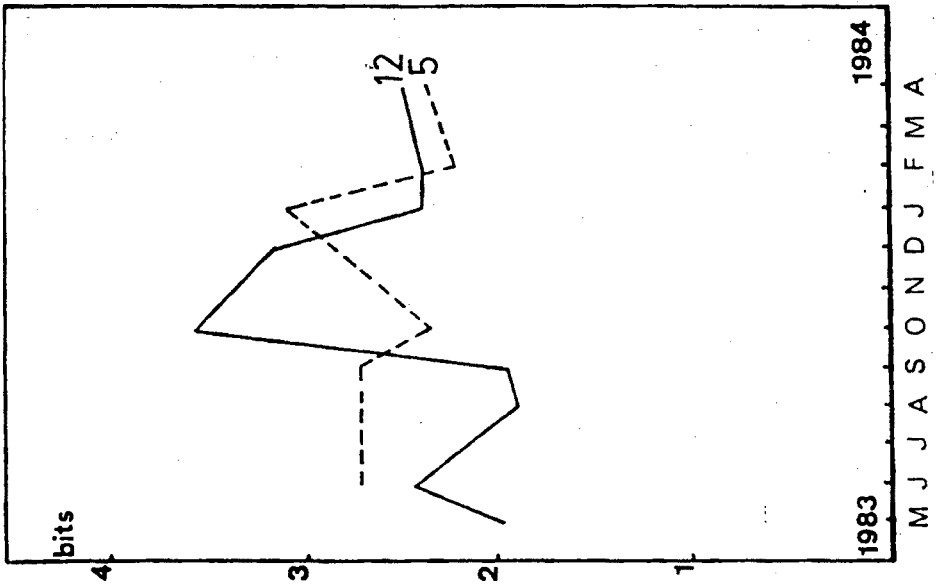
Achnanthes clevei Grun,
Achnanthes conspicua Mayer
Achnanthes lanceolata Breb.
Achnanthes minutissima Kützing
Achnanthes rostrata Ostrup
Amphora normannii Rabh.
Amphora ovalis Kützing
Amphora pediculus Kützing
Caloneis amphisbaena (Bory) Clever
Caloneis bacillum (Grun,) Meresch,
Caloneis silicula (Ehr) Clever
Ceratoneis arcus Kützing
 v. *amphioxys* Rabh.
Cocconeis placentula Ehr.
Cocconeis pediculus Ehr.
Cymatopleura solea (Breb.) W. Smith
Cymbella affinis Kützing
Cymbella aspera (Ehr,) Cleve
Cymbella cesatii (Rabh,) Grun.
Cymbella cistula (Hemprich) Grun.
Cymbella lacustris (Agardh) Cleve
Cymbella microcephala Grun.
Cymbella obtusiuscula (Kützing) Grun.
Cymbella prostrata (Berk,) Cleve
Cymbella sinuata Greg.
Cymbella ventricosa Kütz.
Cyclotella atomus Hust.
Cyclotella meneghiniana Kützing
Cyclotella ocellata Pantocksek
Denticula tenuis v. *crassula* Naeg.
Diatoma elongatum (Lyngb) Agardh
Diatoma hiemale (Lyngb) Heiberg
 v. *mesodon* (Ehr,) Grun.
Diatoma vulgare Bory
Diploneis elliptica (Kütz,) Cl.
Diploneis oblongella (Naeg,) Cl.
Epithemia turgida (Ehr,) Kützing
Fragilaria brevistriata Grun.
Fragilaria capucina Desmazières
Fragilaria construens (Ehr,) Grun.
 v. *venter* (Ehr) Grun
Fragilaria vaucheriae (Kütz,) Pet.
Fragilaria pinnata Ehr.
Frustulia vulgaris Thwaites
Gomphonema angustatum v. *producta* Grun.
Gomphonema constrictum Ehr.
 v. *capitata* (Ehr) Cleve
Gomphonema intricatum v. *pumila* Grun
Gomphonema minutum (C, Ag.) C. Ag.
Gomphonema olivaceum Lyngb.
Gomphonema parvulum (Kützing) Grun.
Gomphonema tergestinum (Grun) Fricke
Gyrosigma scalproides (Rabh) Cleve
Gyrosigma spencerii v. *nodifera* Grun.
Hantzschia amphioxys (Ehr) Grun.
Melosira granulata v. *angustissima* Müller
Melosira varians C.A. Agardh
Meridion circulare Agardh
Navicula accomoda Hust.
Navicula buderi Hust, cf.
Navicula capitoradiata Germain
Navicula cari Ehr.
Navicula cincta (Ehr) Kütz.
Navicula cryptocephala Kütz.
 v. *exilis* Kütz.
 v. *veneta* Kütz.
Navicula cuspidata v. *ambigua* (Ehr) Cleve
Navicula decussis Ostrup
Navicula gibbula Cl.
Navicula goppertiana (Bleisch) Grun.
Navicula gregaria Donkin
Navicula grimmei Krasske
Navicula hungarica v. *capitata* (Ehr) Cl.
Navicula lanceolata (Agardh) Cleve
Navicula menisculus Schumann
Navicula menisculus v. *upsaliensis* Grun, in Cl. & Grun.
Navicula minuscula Grun.
Navicula pelliculosa Hilse
Navicula permitis Hust.
Navicula phyllepta Kütz.
Navicula pupula Kütz.
Navicula radiosa Kütz.
 v. *tenella* (de Bréb,) Grun.
Navicula seminulum Grun.
 v. *radiosa* Hust.
Navicula subminuscula Manguin
Navicula tantula Hust.
Navicula trivialis Lange-Bertalot
Navicula viridula Kütz.
 v. *rostellata* (Kütz,) Cl.
Nitzschia acuta Hantzsch.
Nitzschia amphibia Grun.
Nitzschia apiculata (Gregory) Grun
Nitzschia dissipata (Kütz) Grun.
Nitzschia hantzschiana Rabh.
Nitzschia inconspicua Grun.
Nitzschia gandersheimiensis Krasske
Nitzschia gracilis Hantzsch.
Nitzschia hungarica Grun.
Nitzschia linearis W. Smith
Nitzschia palea (Kütz,) Grun.
 v. *debilis* (Kütz,) Grun.
Nitzschia pusilla Kütz.
Nitzschia romana Grun.
Nitzschia sigmoidea (Ehr,) W. Smith
Nitzschia sinuata v. *delognei* Lange-B.
Nitzschia umbonata (Ehr,) Lange-B.
Pinnularia brebissonii (Kütz,) Rabh.
Pinnularia viridis (Nitzsch,) Ehr.
Rhoicosphenia curvata (Kütz,) Grun.
Stephanodiscus astraea v. *minutula* (Kütz,) Grun.
Stephanodiscus hantzschii Grun.
Surirella linearis W. Smith
Surirella ovata Kütz.
 v. *pinnata* W. Smith
Synedra ulna (Nitzsch,) Ehr.
Synedra acus Kütz.
Thalassiosira weissflogii Grun.

La diversitat de les poblacions va ser baixa a les estacions del tram superior (T5, T12) i més elevada al mitjà (T15, T18, T21, T30, T38), mentre que decreixia a les rodalies de la desembocadura (T46) i en indrets pol·luïts (T22) (FIGURA 7.3). En general, la diversitat va decreïxer durant la tardor, a causa de l'avinguda que es va esdevenir al mes de novembre. Els punts situats aigües avall dels embassaments, que no van ser tan afectats per l'avinguda, van registrar un descens en la diversitat des dels començaments de l'estiu.

L'evolució que experimenten les poblacions és força diferent en un i altre punt del riu. Mentre que els punts del tram superior i el tram mitjà situats abans dels embassaments (FIGURES 7.4 i 7.5) es van mantenir molt estables en el temps, en altres els canvis van ser molt importants.

Als punts situats aigües avall dels embassaments (T30 i T38), durant tot l'estiu *Fragilaria construens* v. *venter* és molt abundant, i pot arribar fins al 85% de la població (FIGURA 7.6). Altres espècies del gènere *Fragilaria* (*pinnata*, *brevistriata*) acompanyen *F. construens*. *Amphora pediculus* mai no és gaire abundant, i les seves oscil·lacions són poc significatives. *Nitzschia palea*, en canvi, assoleix un gran creixement durant la primavera, moment en què l'embassament deixà anar gran quantitat d'aigua, amb abundància de nitrats i fosfats.

Els T22 i T46 són semblants pel que fa a la composició de les seves poblacions. Tanmateix, els canvis que experimentaren al llarg del temps són diferents. A T22, des de finals de primavera a finals de tardor, *Nitzschia gandersheimiensis* i *Nitzschia palea* representaven entre un 70 i un 90 % de la població, mentre que la resta es repartia entre *Navicula accomoda*, *N. pelliculosa*, *Nitzschia pusilla* i *N. umbonata*, totes elles en petites quantitats. L'avinguda que es va registrar al riu a causa de les pluges tardorals va comportar una dilució de les càrregues contaminants durant l'hivern. Això es va correspondre amb un descens en abundància de les dues espècies de *Nitzschia*, mentre que la diversitat augmentà (FIGURA 7.3), i *Navicula accomoda*, *N. goppertiana* i *N. pelliculosa* es van fer més abundants. Més tard (abril del 1984), es va reinstaurar l'anterior situació i *Nitzschia gandersheimiensis* i *Nitzschia palea* van augmentar de nou en nombre. A T46, durant l'estiu, *Cyclotella meneghiniana* va ser molt abundant, i va arribar fins a un 80 % (FIGURA 7.7). A la tardor, en canvi, *Gomphonema parvulum*, *Fragilaria construens* i *Nitzschia palea* van ser molt abundants. Progressivament *Nitzschia gandersheimiensis* i *Nitzschia palea* van anar desplaçant *Gomphonema parvulum*, en el que es pot considerar un empitjorament de les condicions en el riu.



TAULA 7.3. Canvis de diversitat en el temps en diversos punts de l'eix del riu en el període comprès entre el març de 1983 i l'abril de 1984.

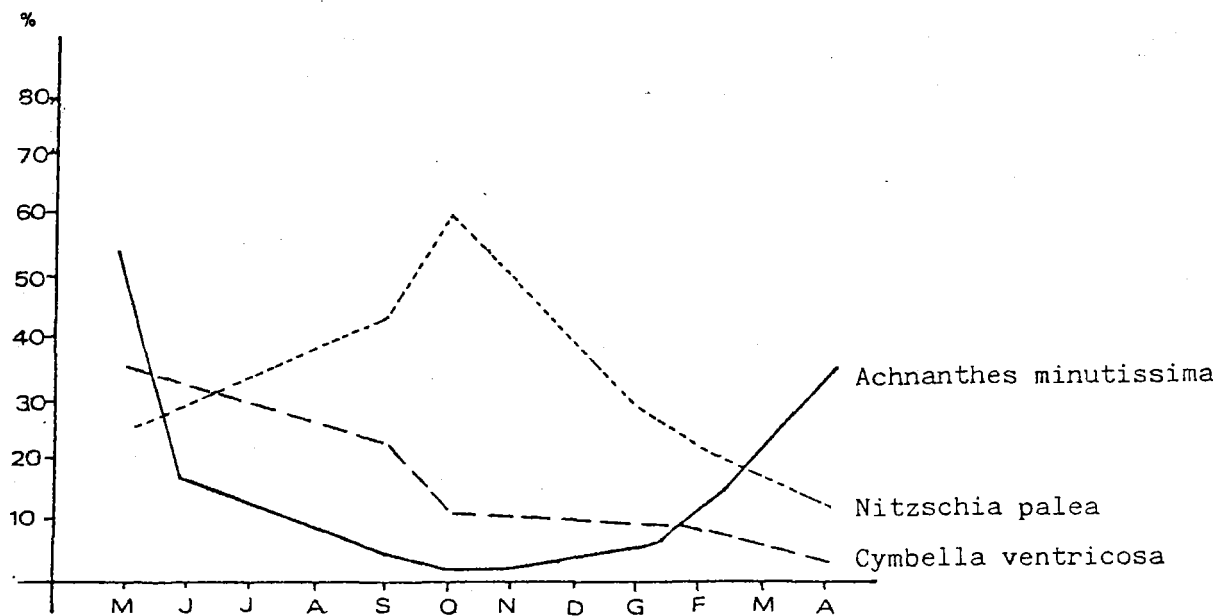


FIGURA 7.4. Evolució de les abundàncies de les espècies més freqüents en el punt 5.

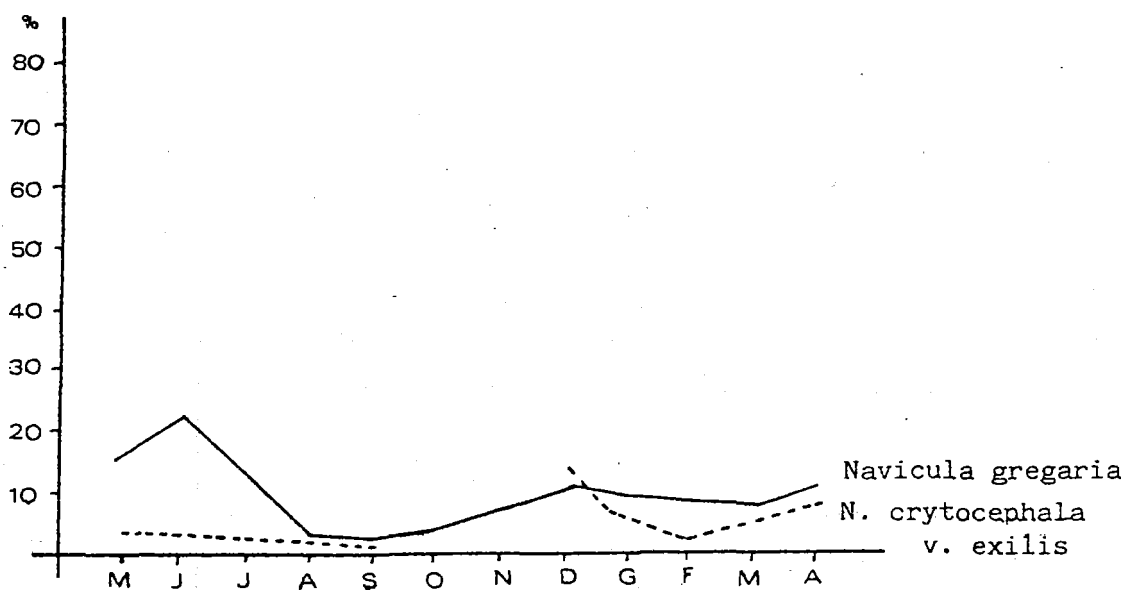


FIGURA 7.5. Evolució de les abundàncies de les espècies més freqüents a l'estació 18.

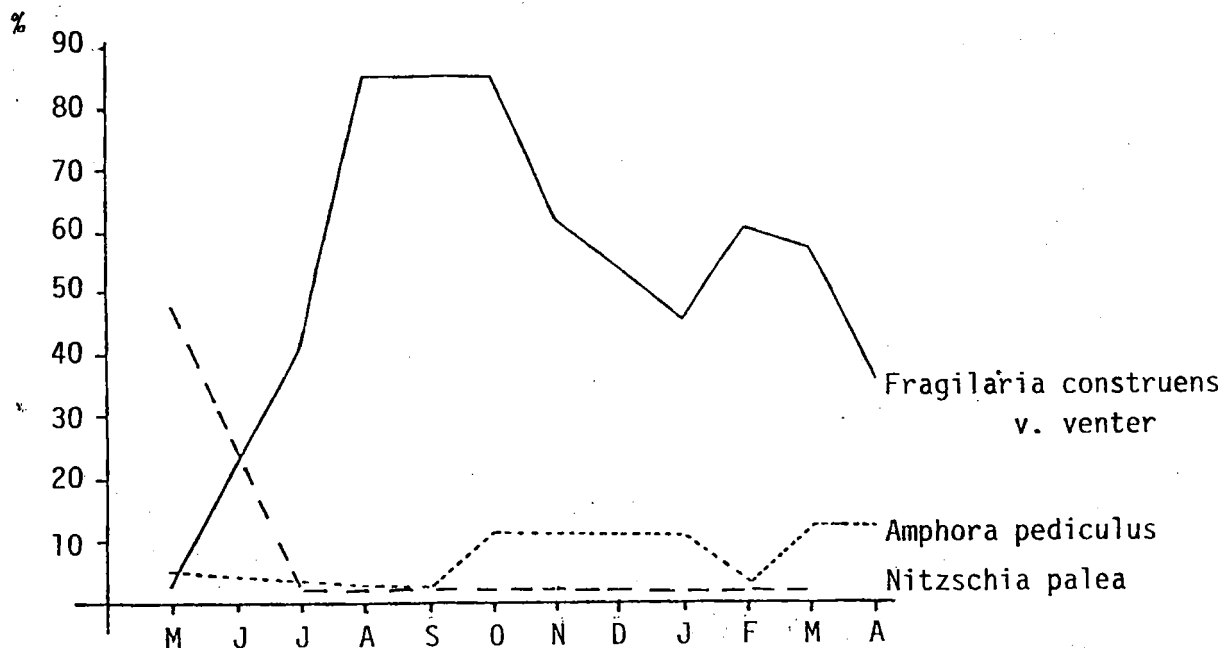


FIGURA 7.6. Evolució de les abundàncies de les espècies més freqüents al punt 30.

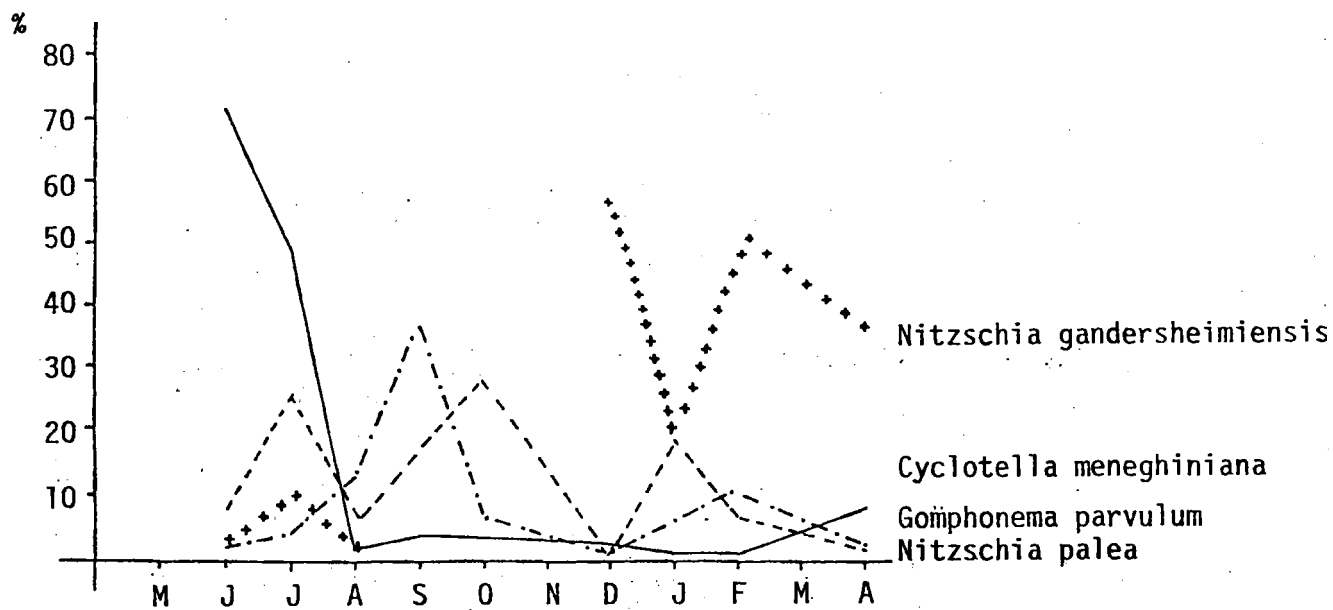


FIGURA 7.7. Evolució de les abundàncies de les espècies més freqüents al punt 46.

Per a visualitzar aquests canvis es va recórrer a una anàlisi de correspondències, que tendeix a maximitzar les relacions de les espècies amb els diferents casos. En aquesta anàlisi sols van participar les espècies més abundants (entre el 60 i el 90% de la població) en una i altra estació (TAULA 7.3). Els dos primers eixos de l'anàlisi resumeixen un 55.6 % de la variància explicada: 38.9 % el primer eix, 16.7 % el segon.

Cyclotella meneghiniana	CYCM
Fragilaria construens v. venter	FRCD
Gomphonema parvulum	GOMP
Navicula accomoda	NAVA
Navicula goppertiana	NAVGD
Navicula pelliculosa	NAVPE
Nitzschia palea	NIPA
Nitzschia gandersheimiensis	NIGA
Stephanodiscus astrea	STA

TAULA 7.3. Espècies participants en l'anàlisi de correspondències, i les corresponents abreviatures, efectuada amb les mostres de T22 i T46.

En l'espai definit pels dos primers eixos queden ben separades les mostres del punt 46 de les del punt 22 (FIGURA 7.8). Les espècies molt característiques de cada punt s'agrupen amb les seves mostres respectives (grup V, T22; grups I i II, T46), però d'altres es troben tant en una com en l'altra estació, depenent del quimisme de l'aigua (grups III i IV). Aquest és el cas de *Nitzschia gandersheimiensis* i *Nitzschia palea*, que estan properes a mostres que tenen en comú importants càrregues contaminants.

7.5. ORDENACIÓ DE LES POBLACIONS DE DIATOMES.

Es pot efectuar l'ordenació de les poblacions utilitzant una anàlisi multivariant. Una anàlisi de components principals efectuada amb les 42 espècies escollides de l'eix ens dona dues direccions significatives d'ordenació (FIGURA 7.9).

El primer eix representa un 21 % de la variància. Un nombrós grup d'espècies (*Fragilaria construens*, *F. construens v. venter*, *F. pinnata*, *F. brevistriata*, *Amphora pediculus* i *Achnanthes lanceolata*) està col·locat en un extrem de l'eix. Es tracta de les espècies que dominen la població dels punts 30 i 38, aigües avall dels embassaments. Totes les altres espècies estan quasi formant un núvol, però la seva disposició en l'eix (TAULA 7.4) es correspon amb la seva distribució espacial en el riu, de la part superior a la desembocadura. De fet,

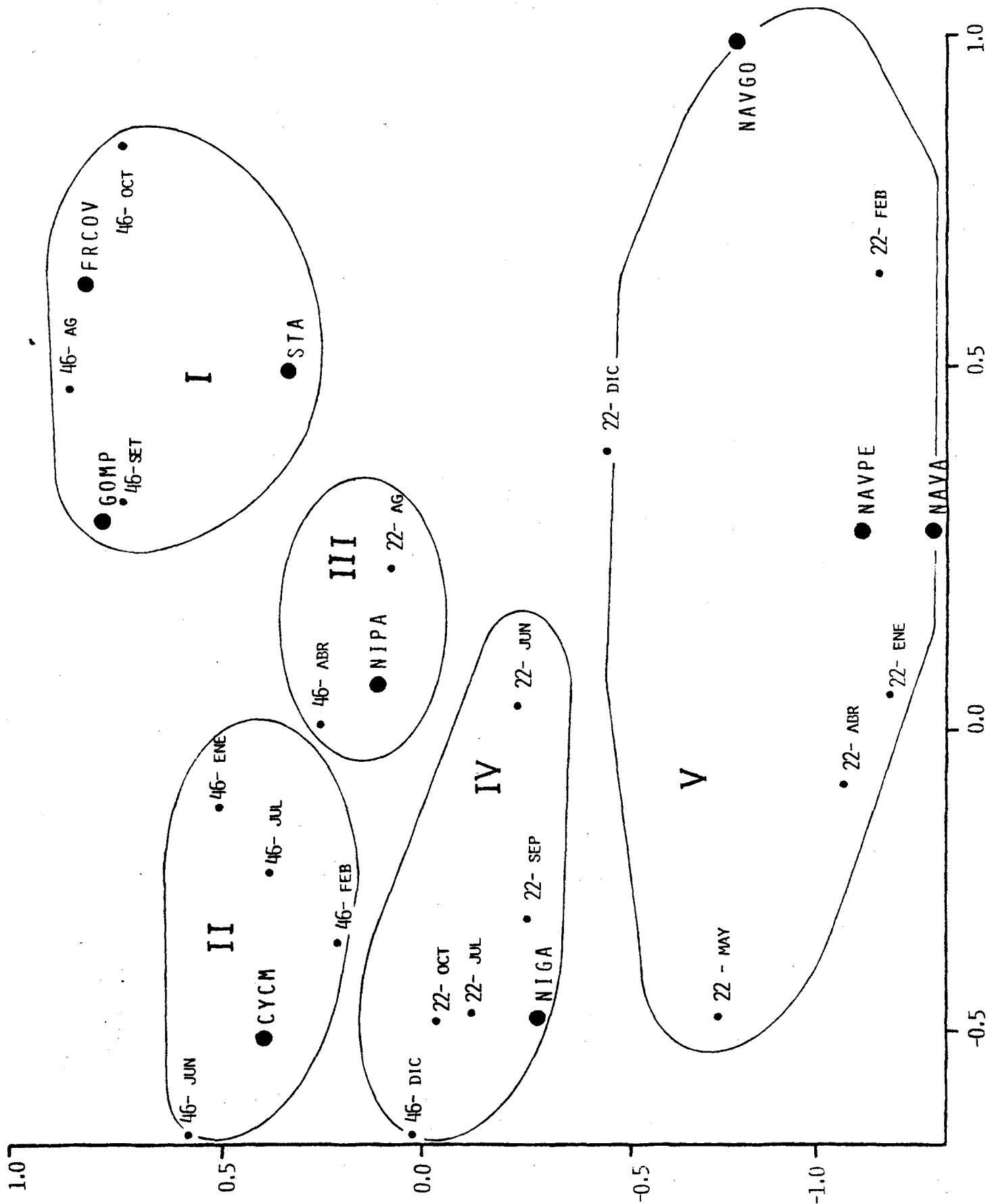


FIGURA 7.8. Representació de l'espai format pels dos primers eixos de l'anàlisi de correspondències realitzat amb les espècies més abundants dels punts 22 i 46 durant el període comprès entre el març de 1983 i l'abril de 1984. Es poden diferenciar cinc grups d'espècies i localitats (veure text).

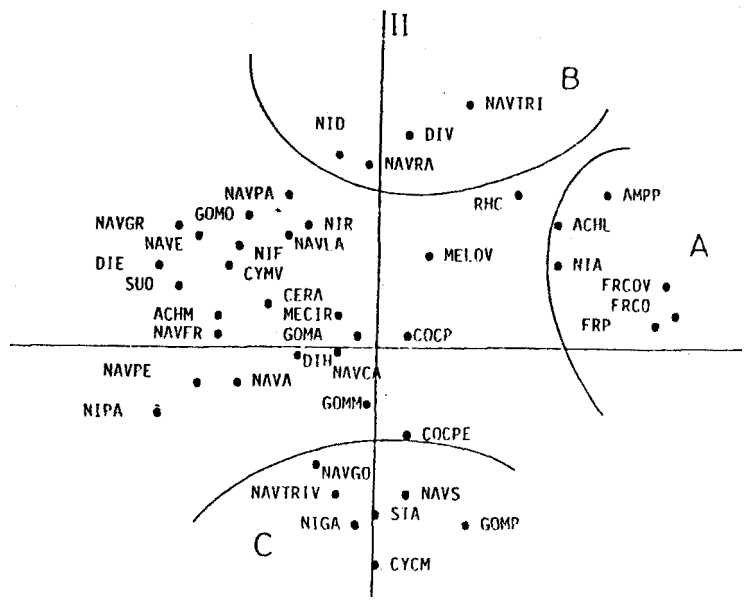


FIGURA 7.9. Anàlisi de components principals efectuat amb les 42 espècies més freqüents de l'eix del riu. Es separen tres grups d'espècies: A, les característiques dels embassaments; B, les distribuïdes en aigües mineralitzades netes; C, les distribuïdes en aigües pol·luides.

		FACTOR 1	FACTOR 2
FRCOV	Fragilaria construens v. venler	0,870	0,000
FRP	Fragilaria pinnata	0,825	0,000
FRCO	Fragilaria construens	0,793	0,000
DIE	Diatoma elongatum	-0,606	0,227
SUD	Surirella ovata	-0,544	0,090
ACHM	Achnanthes minutissima	-0,460	0,000
NIA	Nitzschia amphibia	0,477	0,210
NAVPE	Navicula pelliculosa	-0,509	0,000
NIPA	Nitzschia palea	-0,602	0,000
AMPP	Amphora pediculus	0,648	0,411
NAVGR	Navicula gregaria	-0,570	0,363
NAVFR	Navicula subminuscula	-0,431	0,000
NAVTR	Navicula tripunctata	0,274	0,631
NIGA	Nitzschia gandersheimensis	0,000	-0,496
NAVGO	Navicula gopperfiana	0,000	-0,306
STA	Stephanodiscus astraea	0,000	-0,480
DTV	Diatoma vulgare	0,000	0,559
NAVS	Navicula seminulum	0,000	-0,429
NAVTRIV	Navicula trivialis	0,000	-0,422
GOMM	Gomphonema minutum	0,000	-0,203
GOMA	Gomphonema angustatum v. producta	0,000	0,000
COCPE	Cocconeis pediculus	0,000	-0,213
GOMD	Gomphonema olivaceum	-0,374	0,300
CYCM	Cyclotella meneghiniana	0,000	-0,545
NAVRA	Navicula radiosa v. tenella	0,000	0,511
CYV	Cymbella ventricosa	-0,442	0,236
NIF	Nitzschia inconspicua	-0,226	0,360
MELV	Melosira varians	0,000	0,282
NAVLA	Navicula lanceolata	-0,343	0,317
NAVCA	Navicula capitoradiata	0,000	0,000
NAVPA	Navicula phyllepta	-0,271	0,457
NAVE	Navicula cryptocephala	-0,493	0,303
ACHL	Achnanthes lanceolata	0,488	0,323
GOMP	Gomphonema parvulum	0,248	-0,464
NTD	Nitzschia dissipata	0,000	0,536
CERA	Cerastoneis arcus	-0,305	0,000
NIR	Nitzschia romana	-0,201	0,352
DTH	Diatoma hienale	-0,217	0,000
NAVA	Navicula acconoda	-0,407	0,000
COCPL	Cocconeis placentula	0,000	0,000
RHC	Rhoicosphenia curvata	0,385	0,438
NER	Meridion circulare	0,000	0,000

TAULA 7.4. Espècies de diatomees de l'eix principal del riu participants en l'anàlisi de components principals. S'assenyalen les abreviatures amb les quals apareixen a la figura 7.9, així com els pesos de cada una d'elles en els dos primers factors de l'anàlisi. Els pesos més petits de 0,200 s'han assimilat a zero.

aquest eix mostra l'organització longitudinal de les poblacions de diatomees en el riu, d'acord amb les seves preferències per condicions de mineralització progressiva. Aquesta linearitat és alterada pels embassaments, que actuen modificant les condicions de l'aigua.

El segon eix (15 % de la variància) separa *Navicula tripunctata*, *Diatoma vulgare* i *Navicula radiosa* v. *tenella* de *Cyclotella meneghiniana*, *Nitzschia gandersheimiensis* i *Stephanodiscus astraea* (FIGURA 7.9). Per tant, aquest eix disposa les espècies d'acord amb la seva tolerància a les diverses situacions de pol.lució que es donen al riu.

A partir d'aquesta anterior ordenació mitjançant l'ACP, és possible realitzar una segona ordenació amb criteris autoecològics, espècie per espècie, d'acord amb les respectives preferències per la mineralització de les aigües i la tolerància a la pol.lució. A la FIGURA 7.10 s'han situat les espècies o grups d'espècies més freqüents al Ter d'acord amb la seva disposició en el riu (tram superior, mitjà o inferior) i amb la seva afinitat o tolerància per la pol.lució. Cada quadrat es refereix a una espècie o grup d'espècies, amb les respectives abundàncies (expressades en percentatges) en mitjana al llarg de l'any en cada estació o grup d'estacions del riu. Les espècies estan ordenades del tram superior a la desembocadura (de dalt a baix a la gràfica) i segons el grau de pol.lució creixent (d'esquerra a dreta). D'aquesta manera, es poden fer dos grans grups en la figura 7.10, segons que les poblacions es desenvolupin en aigües poc o relativament mineralitzades, sense pol.lució, o bé en indrets amb elevada pol.lució (TAULA 7.5).

TAULA 7.5, Ordenació de les poblacions de diatomees de l'eix del Ter, a partir dels criteris proporcionats per l'ACP.

A. Aigües poc o relativament mineralitzades, amb moderat contingut de nutrients i sense pol.lució.

-Espècies de capçalera, habitants d'aigües ràpides i fredes, amb pobresa de nutrients. *Meridion circulare*, *Ceratoneis arcus*, *Achnanthes minutissima*.

-Comunitat del tram mitjà, formada per nombroses espècies dels gèneres *Navicula*, *Nitzschia* i *Gomphonema*, d'aigües mineralitzades i riques en nutrients.

-Comunitat d'aigües avall dels embassaments, fredes, oxigenades i eutròfiques. *Fragilaria* sp. pl., *Amphora pediculus*, *Achnanthes lanceolata* i *Melosira varians*.

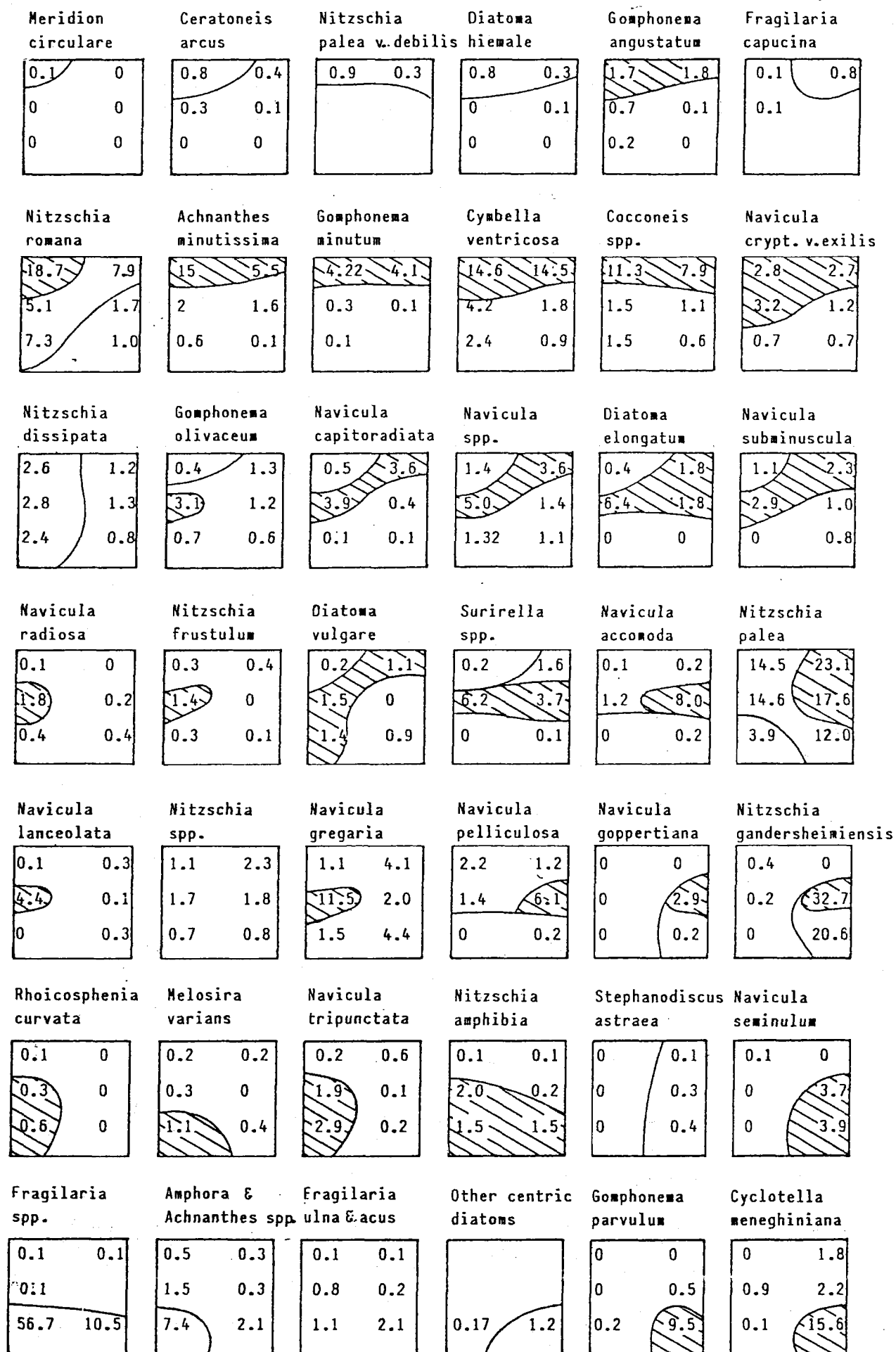


FIGURA 7.10. Distribució de les espècies de diatomees de l'eix segons una component horitzontal (aigües netes- aigües pol·luïdes) i una altra vertical (aigües avall). Les espècies o grups d'espècies s'han ordenat atenent a la seva abundància (en percentatges) en sis grups de localitats; T5 i T12; T15; T18 i T21; T22; T30 i T38; T46. Els criteris per a confeccionar aquests grups els ha proporcionat l'ACP (veure Taula 7.5).

B. Aigües relativament o molt mineralitzades i pol·luïdes, les espècies havent de suportar freqüents situacions de "stress".

-Espècies abundants en situacions puntuals de pol·lució. *Nitzschia palea*, *Navicula subminuscula*, *Navicula* sp.pl. i *Cymbella ventricosa*.

-Espècies tolerants a situacions d'elevada pol·lució. Comunitat formada per *Nitzschia palea*, *N. gandersheimi*, *Navicula accomoda* i *N. goppertiana*.

-Espècies habitants d'aigües pol·luïdes i lentes a les rodalies de la desembocadura. *Nitzschia gandersheimi*, *Gomphonema parvulum* i *Cyclotella meneghiniana*.

7.6. RELACIONS ENTRE LES POBLACIONS DE DIATOMES I ELS PARAMETRES FÍSICO-QUÍMICS.

A fi de trobar les relacions existents entre les variables físico-químiques i les poblacions de diatomes de manera força més concreta que la que s'explicitava a l'apartat anterior, es va utilitzar dos tipus d'anàlisi multivariant. El primer consisteix, en definitiva, en les correlacions entre les dades d'abundància de les diatomes i els "scores" d'una ACP de les variables físico-químiques. El segon és una anàlisi de correlacions canòniques. Ambdós tenen aspectes complementaris que s'ha volgut explotar per a oferir una visió biològica vàlida d'aquestes relacions.

7.6.1. Caracterització de les variables físico-químiques.

Amb l'objecte d'ordenar les estacions de presa de mostres en funció de les seves variables ambientals es va realitzar una ACP. Es va interpretar els dos primers components que explicaven un 49% de la variància. La FIGURA 7.11 mostra la distribució de les variables en l'espai format pels dos primers eixos. El primer eix (32% de la variància) es pot caracteritzar pels paràmetres que determinen la mineralització total de l'aigua (conductivitat, alcalinitat, clorurs, sulfats, amoni, nitrats, nitrits, fosfats i silicats). En aquest eix hi ha un fort component espacial -posat de manifest en la representació dels "scores"- on el contingut de sals en dissolució augmenta en sentit longitudinal aigües avall (FIGURA 7.12).

El segon eix (17% de la variància) separa oxigen, pH i nitrats (les estacions força oxigenades) de l'amoni (les estacions amb un elevat

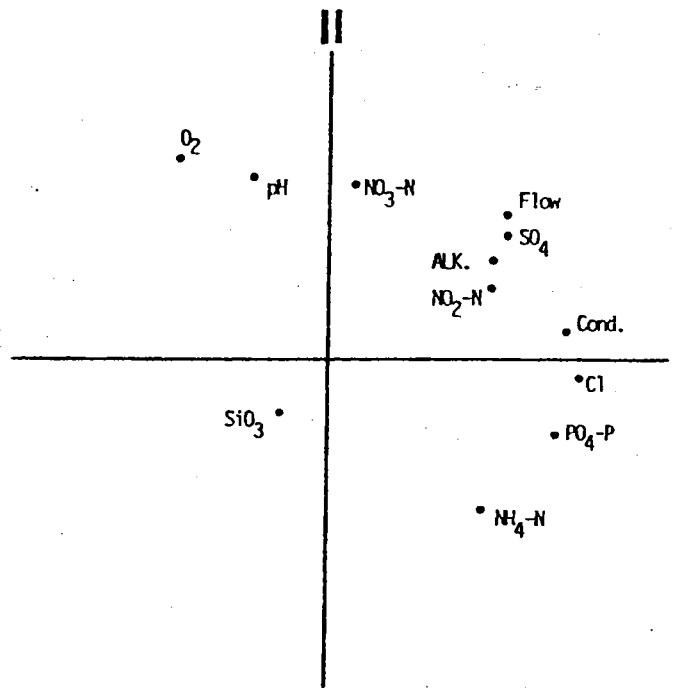


FIGURA 7.11. Representació dels dos primers eixos de l'anàlisi de components principals realitzat amb les variables físico-químiques de les estacions de l'eix del riu,

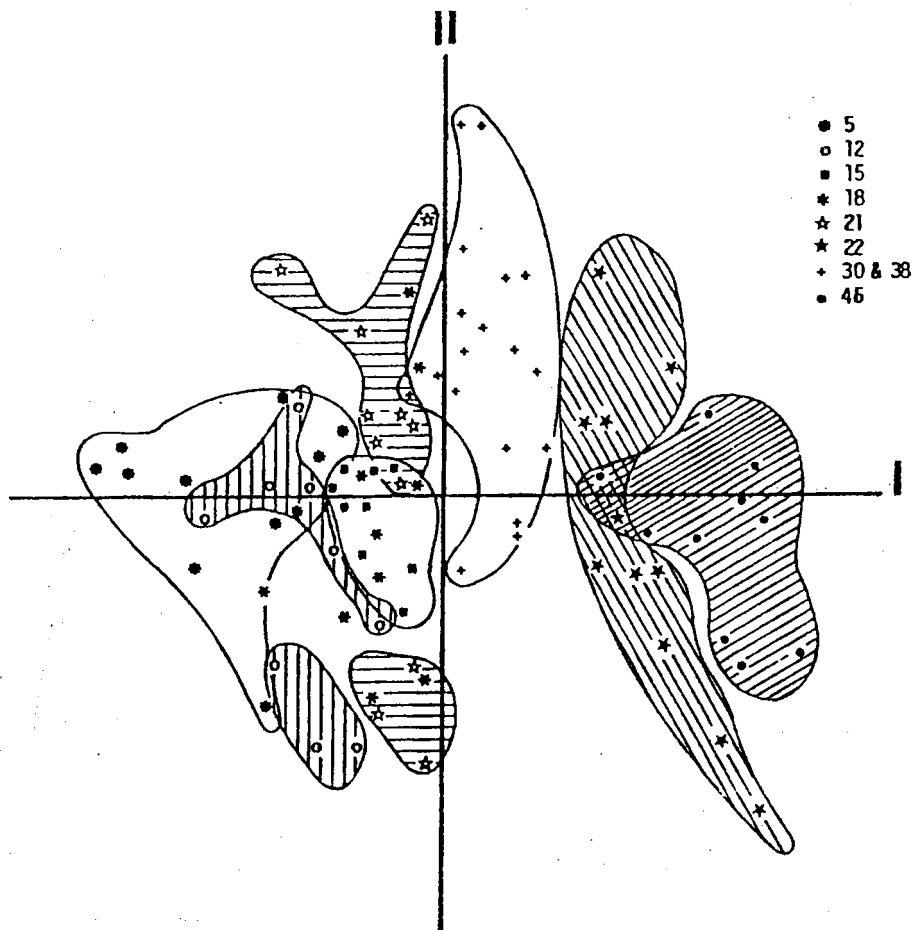


FIGURA 7.12. Representació dels "scores" corresponents als dos primers eixos de l'anàlisi de components principals de les variables físico-químiques,

nivell de pol·lució). La representació dels "scores" (FIGURA 7.12) permet identificar aquestes darreres estacions com la T22 i T46 de l'eix. Encara més, els punts situats abans (T21, T22) i després (T30, T38) dels embassaments tenen un comportament diferent, la qual cosa suggereix l'efecte regulador que aquests tenen en l'aigua (PUIG et al. 1986).

7.6.2. Anàlisi de correlacions "scores" de les variables físico-químiques i abundància de les diatomees.

Un cop establerta la significació dels dos primers eixos de l'anàlisi, es calculà la correlació dels 'scores' de cada un d'ells amb les dades de les abundàncies de les diatomees expressades en percentatges. Per a una primera inspecció de les dades s'utilitzà el coeficient de rang de Spearman. Tanmateix, el coeficient producte-moment es revelà més potent per a posar de manifest les relacions entre les espècies i els factors. Les dades d'abundància de les diatomees van ser transformades logarítmicament ($\log n+1$) a fi d'aproximar una normalització. Les espècies més significatives ($r > 0.3$ amb $P < 0.01$) apareixen a la TAULA 7.6.

F1 (Mineralització)		F2 (Pol·lució)	
NAVTRIV	0,731	NIGA	0,500
NAVCA	0,728	GOMP	0,450
STA	0,387	STA	0,376
NAVRA	0,331	NAVS	0,354
		CYCM	0,300
		NAVE	- 0,336
CERA	- 0,351	NIR	- 0,382
		CIV	- 0,395
		ACHM	- 0,415

TAULA 7.6, Valors de les correlacions més significatives ($r > 0.30$, $P < 0.01$) de les espècies de diatomees amb els factors de la química,

Les espècies correlacionades positivament amb l'F1 representen les que es desenvolupen òptimament en condicions de mineralització elevada. Es tracta d'un grup reduït de diatomees, d'entre les que destaquen *Navicula trivialis* i *Navicula capitoradiata*. Aquestes dues espècies formen part de la comunitat de *Navicula*, *Nitzschia* i *Gomphonema* que es desenvolupa al tram mitjà del riu. De totes elles, aquelles dues són les que tenen una distribució més estricta en les condicions descrites per l'F1 (es presenten en nombre abundant únicament als punts T18 i T21).

Les espècies correlacionades amb l'F2 representen un grup més gran, el de les relacionades amb la pol.lució al riu. *Nitzschia gandersheimi* i *Gomphonema parvulum* apareixen com les espècies més afavorides per la pol.lució orgànica. *Achnanthes minutissima* i *Cymbella ventricosa* són, en canvi, les més sensibles. *Stephanodiscus astra* apareix correlacionada amb igual intensitat amb l'F1 i l'F2, és a dir, igualment afavorida per la mineralització i la pol.lució orgànica, la qual cosa explica la seva distribució ubiqua en el riu.

7.6.3. Anàlisi de correlacions canòniques.

Les proporcions de variació de cada una de les 42 espècies que poden ésser associades amb les 10 variables ambientals per regressió múltiple (R^2) van de 0.033 per a *Navicula radiosa* fins a 0.655 per a *Fragilaria construens* v. *venter* (TAULA 7.7). Les espècies més fortament associades amb les variables físico-químiques, amb valors de R^2 superiors a 0.4, són: *Fragilaria construens* v. *venter*, *Nitzschia gandersheimi*, *Fragilaria pinnata*, *Fragilaria construens*, *Gomphonema parvulum*, *Cyclotella meneghiniana*, *Nitzschia romana* i *Achnanthes minutissima*.

Dues variables de l'anàlisi poden ser interpretades biològicament. Aquestes dues variables representaven un 14,3% de la redundància. Aquest baix valor és sens dubte un efecte de l'elevat nombre de variables que s'ha fet intervenir en l'anàlisi. Els coeficients corresponents de la correlació canònica per a la primera (CV^1) i la segona variable canònica (CV^2) són de 0.966 i 0.938 respectivament, amb un nivell de significació molt elevat ($P < 0.001$).

CV^1 presenta una elevada correlació positiva amb els clorurs (0,774) i els fosfats (0,669) i negativa amb l'oxigen (-0,705). Aquesta variable representa l'ordenació de les espècies de diatomees respecte al gradient de pol.lució existent en el riu. Les espècies amb elevada correlació positiva amb aquesta variable canònica (*Nitzschia gandersheimi*, *Gomphonema parvulum*, *Cyclotella meneghiniana*) són les més tolerants a les condicions de pol.lució orgànica d'alguns punts del riu. Les espècies correlacionades negativament (*Achnanthes minutissima*, *Nitzschia romana* i *Ceratoneis arcus*) són les que necessiten les aigües més netes per a viure.

La correlació negativa de CV^2 amb els silicats (-0,526) té un important component espacial. Atesa la naturalesa silícia de les capçaleres, allí es troben els valors més alts de tot l'eix (150-200 $\mu\text{gr-at Si/l}$). *Ceratoneis arcus*, que està positivament correlacionada amb aquest paràmetre, és una típica representant d'aquest tram. Els si-

TAULA 7.7. Resultats ordenats de l'anàlisi de correlacions canòniques per a la primera (CV₁) i la segona variable canònica (CV₂). Els valors d'R² corresponen a les proporcions de variació de les 42 espècies participants en l'anàlisi.

VARIABLES	CV1	CV2	R2
NIGA	0,705	-0,317	0,577
GOMP	0,689	-0,118	0,560
CYCM	0,599	-0,057	0,524
STA	0,474	0,027	0,295
NAVS	0,443	-0,150	0,323
NAVGD	0,325	-0,202	0,268
NAVTRIV	0,271	-0,036	0,149
FRU	0,267	-0,075	0,247
FRCOV	0,214	0,601	0,656
FRP	0,174	0,655	0,576
FRCO	0,127	0,655	0,568
NIA	0,127	0,219	0,123
ACHL	0,126	0,306	0,251
NAVA	0,098	-0,379	0,285
FRI	0,011	0,361	0,186
AMPP	-0,019	0,381	0,399
MELV	-0,019	0,160	0,174
NAVPE	-0,020	-0,341	0,208
NIPA	-0,057	-0,374	0,378
SUD	-0,062	-0,378	0,211
DIH	0,087	-0,119	0,086
NAVRA	-0,090	0,003	0,033
NAVCA	-0,092	0,019	0,288
NAVGR	-0,096	-0,305	0,174
NAVFR	-0,100	-0,133	0,237
NID	-0,108	-0,075	0,132
GOMD	-0,119	-0,333	0,218
COCPE	-0,131	-0,033	0,111
GOMM	-0,147	-0,069	0,128
NAVLA	-0,144	-0,040	0,132
NAVTRI	-0,211	0,060	0,229
GOMA	-0,229	0,017	0,171
COCP	-0,239	-0,045	0,118
DIV	-0,239	-0,071	0,338
DIT	-0,231	-0,309	0,322
NIF	-0,319	0,086	0,264
NAVPA	-0,323	-0,041	0,164
NAVE	-0,326	-0,302	0,374
CERA	-0,413	-0,398	0,376
ACHM	-0,418	-0,229	0,419
NIR	-0,458	0,203	0,431
CI ⁻	0,774	0,282	
PO4 ⁼	0,669	-0,460	

SO4	0,651	-0,084
NH4	0,593	0,111
NO2	0,357	-0,262
ALK	0,351	0,232
NO3	0,036	-0,127
SiO4	-0,083	-0,526
PH	-0,300	-0,075
O2	-0,705	0,284

REDUND.

0.078

0.065

licats són també importants aigües avall per efecte de la mineralització. *Surirella ovata*, *Navicula accomoda* i *Nitzschia palea* hi tenen correlacions elevades en funció d'aquesta observació. Tanmateix, hi ha un grup d'espècies que està negativament correlacionat amb les condicions d'elevades concentracions de silicats i fosfats. *Fragilaria* sp. pl. (*pinnata*, *construens*, *construens* v. *venter*, *intermedia*) i *Amphora perpusilla* tenen correlacions que van de 0.655 a 0.381. Aquestes espècies són abundants en la zona immediatament inferior als embassaments (punts 30 i 38), on els valors de silicats són de 50-90 µgr-at/l, els més baixos de l'eix.

La representació espacial dels 'scores' corresponents a CV¹ i CV² (FIGURA 7.13) posa de manifest l'existència de tres grups de localitats en el riu pel que respecta a les variables canòniques. Els punts 22 i 46 i els punts 30 i 38 constitueixen dos punts ben diferenciats l'un de l'altre. Sens dubte els embassaments i la pol.lució tenen un paper molt destacat en la distribució de les diatomees en el Ter.

7.6.4. Discussió.

El règim mediterrani i la forta influència humana es combinen en el Ter -i sobretot a l'eix del riu- amb uns altres factors (llum, velocitat del corrent, disponibilitat de nutrients), creant un gradient en la distribució de les poblacions de diatomees i una dinàmica pròpia. En conseqüència, aquestes es disposen esglaonadament, suposadament a conseqüència de les diferències físico-químiques dels diferents trams.

En aquesta recerca, hem combinat dues anàlisis, l'ACP i les correlacions canòniques, llargament utilitzades per a ordenar les espècies respecte a les variables ambientals. Entre els que han utilitzat la primera, podem destacar els treballs d'ALLEN (1971), LEVANDOWSKY (1972), ALLEN & KOONCE (1973), DESCY (1976) i VAN DAM *et al.* (1981). Les correlacions canòniques han donat, més recentment, una

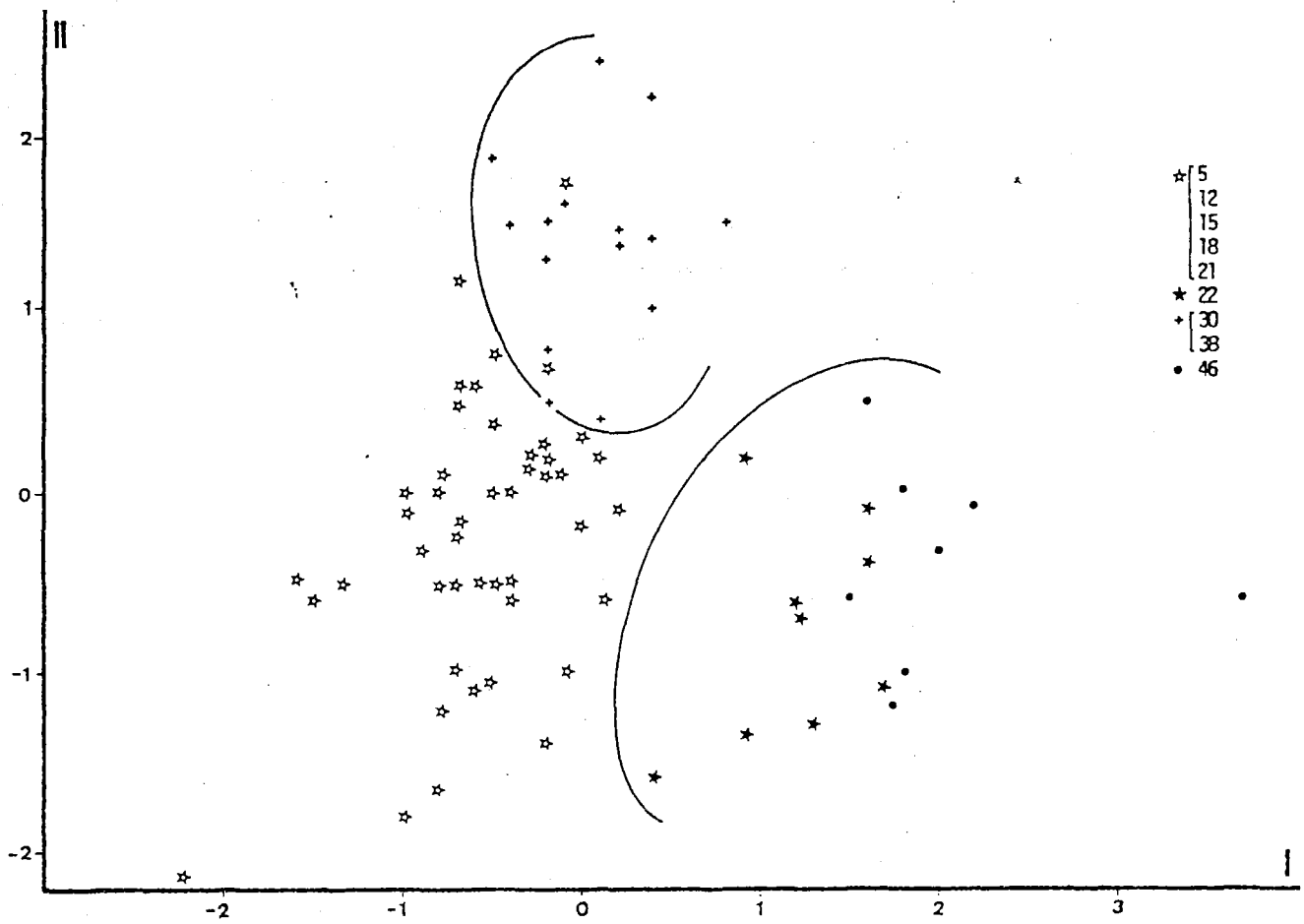


FIGURA 7.13. Representació dels "scores" de les dues primeres variables canòniques. Es poden observar tres grups de localitats; els pol·lucionats (22, 46), els indrets sota els embassaments (30, 38), i la resta.

aproximació semblant des d'una base teòrica diferent (Mc INTIRE 1978; AMSPOKER & Mc INTIRE 1978; KARENTZ & Mc INTIRE 1977; SULLIVAN 1982). Els resultats identifiquen en el riu Ter la mineralització (orientada linealment aigües avall) i la pol.lució (que no té perquè dependre de l'anterior) com els dos conjunts de factors més determinants en la distribució de les diatomees.

La mineralització és un conjunt de paràmetres que es fan progressivament importants riu avall, però que assoleix en el tram mitjà una certa "maduresa", lliure de càrregues pol.lucionants. En aquest indret es desenvolupa una comunitat diversa i estable. Espècies com *Navicula trivialis* i *N. capitoradiata*, pertanyents a aquesta comunitat, són afavorides per la mineralització ($r = 0.731$ i 0.728 amb F1 respectivament). LANGE-BERTALOT (1980) i PATRICK & REIMER (1966) observen normalment aquestes espècies en aigües d'elevat contingut mineral.

La pol.lució en el Ter és puntualment important, a causa dels abocaments urbans i industrials. Les dues anàlisis remarquen la pol.lució com a factor determinant de la distribució de les diatomees. *Nitzschia gandersheimiensis* i *Gomphonema parvulum* tenen els valors més significatius i semblen les més afavorides. Les dues espècies han estat descrites en situacions de pol.lució extrema (CHOLNOKY 1968, SCHOEMAN 1973, LANGE-BERTALOT 1978, LANGE-BERTALOT & SIMONSEN 1978, COSTE & RICARD 1980). També altres espècies com *Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus astraea* i *Navicula seminulum* (totes elles amb elevats valors) han estat trobades en llocs pol.luits (COSTE 1976, SCHOEMAN 1972, MOSS 1980).

Els embassaments actuen com atenuadors tant de la mineralització com de la pol.lució. Aquest fet, que és detectat per la segona variable canònica, ve donat per la seva estratègica situació en el tram mitjà del riu. Actuen com a protectors de les poblacions fitobentòniques davant les inestabilitats del flux i afavoreixen l'eliminació i oxidació de bona part dels nutrients (PUIG *et al.* 1986). En resulta una producció molt elevada (de 300 a 400 mg de Cl a. m²; apartat 3.2.3.1) i uns baixos nivells de silici (APÈNDIX II), resultat d'una molt elevada quantitat de diatomees. Les espècies que s'hi desenvolupen (*Fragilaria* sp. pl., *Amphora pediculus*, *Achnanthes lanceolata*) han estat descrites nombroses vegades en situacions d'elevada producció i alts nivells d'oxigen (CHOLNOKY 1968, SCHOEMAN 1976, JOHANSSON 1982).

8. COMPOSICIÓ I VARIACIÓ ESTACIONAL DE LA FLORA BENTÒNICA EN UN INDRET CALCARI D'EXTRAORDINÀRIA DIVERSITAT : EL GURRI .

8.1. INTRODUCCIÓ.

En el riu Gurri conflueixen circumstàncies especials que no es troben en cap altre punt estudiat de la conca del Ter . La naturalesa guixenca del substrat, la reduïda àrea de la conca que drena i la minsa intervenció humana s'afegeixen a d'altres factors, com la lentitud del corrent i una elevada heterotròfia, per a configurar un indret d'especial interès naturalístic. No és, tanmateix, un indret aïllat, ja que podria representar tots els petits riuets que drenen bona part de la Plana de Vic.

El punt 24 es troba situat al tram mitjà del Gurri. Recull les aigües menys mineralitzades de riu amunt i les afegeix a les pròpies que drenen margues, calcàries i guixos. Aquest plegat d'influències justifica que hi sovintegin espècies d'interès per la seva baixa ocurrència en els medis fluvials juntament amb altres de cosmopolites .

Aquest interès ha fet que seguíssim el cicle anual d'aquest punt (octubre 1982 a setembre 1983), efectuant inventaris semiquantitatius de la flora . En aquest capítol es discuteix la composició de les poblacions bentòniques, així com les variacions del cicle anual de les espècies. A la vegada es relacionen els canvis temporals en la seva abundància amb les corresponents dels paràmetres físico- químics.

8.2. CARACTERÍSTIQUES FÍSICO - QUÍMIQUES DE LES AIGÜES.

Si haguéssim de caracteritzar les aigües del punt 24, diríem que són alcalines , oxigenades i moderadament eutròfiques (TAULA 8.1). Els valors de conductivitat són, en mitjana, de gairebé 2000 μ S, dels més elevats que apareixen a la conca del Ter en condicions d'absència de pol.lució orgànica (veure apèndix 1). Així mateix, els valors mitjans de sulfats (5.04 mg/l), clorurs (433.28 mg/l) i carbonats (170.16 mg/l) són molt elevats, segurament deguts al substrat geològic margós que drena el Gurri. No obstant, la quantitat de clorurs sembla prou elevada com per a suggerir la presència de contaminació, però aquesta explicació no té gaire

	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY.	JUN.	JUL.	AUG.	SET.	MITJ.
Temp. (°C)	--	7,5	4,5	2,5	8,8	7,4	16,1	23,9	23,0	28,0	16,4	15,1	13,7
COND (µS/cm)	1350	400	1000	1100	950	1725	1900	3040	2750	3600	2775	3150	1978,3
ALK. (meq/l)	4,82	3,79	4,82	4,97	5,17	4,81	4,10	3,49	3,95	3,52	3,71	3,5	4,2
pH	8,37	8,24	8,26	8,12	8,25	8,03	8,04	8,09	7,88	7,56	7,88	7,88	8,05
O ₂ (mg/l)	12,27	12,17	13,65	11,40	11,80	11,30	8,74	12,73	8,53	9,80	7,84	7,60	10,6
NO ₃ (µgr-at/l)	--	127,30	253,80	184,50	122,10	125,10	115,5	46,06	--	0,33	26,30	16,50	93,4
NO ₂ (µgr-at/l)	--	11,8	1,2	0,8	0,13	0,05	4,64	4,19	5,66	0,10	4,96	0,47	3,1
NH ₄ (µgr-at/l)	12,27	3,52	52,09	45,0	3,88	5,54	6,92	72,11	4,64	14,63	3,92	10,70	15,3
PO ₄ (µgr-at/l)	1,32	17,93	1,75	0,001	4,59	ind.	0,79	1,33	2,74	0,61	2,25	1,69	2,9
SiO ₂ (µM)	163,54	165,57	150,39	173,98	142,75	114,66	83,53	105,51	55,61	59,69	90,15	119,73	119,7
SO ₄ (µM)	6,70	3,00	5,50	7,60	4,60	4,24	5,08	6,29	5,70	6,03	0,78	5,05	5,04
Cl ⁻ (mg/l)	321,50	56,00	145,75	152,00	145,00	174,80	368,40	688,00	501,00	812,00	703,00	1132,00	433,3
Ca ²⁺ (mg/l)	61,11	229,27	98,90	159,75	140,02	221,68	205,74	262,72	165,88	191,90	121,89	183,20	170,2
Mg ²⁺ (mg/l)	12,56	44,35	34,88	52,63	25,23	64,21	72,60	60,46	34,08	49,92	43,44	50,06	45,4
Na ⁺ (mg/l)	56,52	34,65	60,53	103,71	104,48	140,74	231,84	368,80	205,30	215,56	324,50	422,20	182,4
K ⁺ (mg/l)	2,36	5,50	2,32	3,57	2,50	4,48	5,31	5,93	4,30	3,53	3,89	4,64	4,02

TAULA 8.1, Dades físico-químiques del punt 24 en el període comprès entre l'octubre de 1982 i el setembre de 1983.

sentit (F. SABATER, en preparació) i podria tractar-se d'una conseqüència del rentat d'un aflorament salí.

Les variacions d'aquests paràmetres al llarg de l'any són considerables. La conductivitat oscil·la entre els 400 (novembre) i els 3600 μS (juliol) a causa del descens de cabal. En general, la mineralització de l'aigua és més intensa a l'estiatge. Els valors de nitrogen total són particularment elevats a l'hivern, mentre que els de silicats es redueixen en arribar la primavera (aproximadament a la meitat de la mitjana en els mesos de juny i juliol).

El punt 24 enregistra un cabal moderat (mitjana anual de 0.162 m^3/s), i l'aigua es desplaça suaument. El llit del riu està format principalment per llims, amb còdols dispersos. La quantitat de llum que incideix sobre l'aigua és moderada, a causa de la coberta vegetal (principalment alzinar i bosc de ribera) que el voreja i la situació excavada del llit del riu.

8.3. LES POBLACIONS FITOBENTÒNIQUES.

Al mateix punt 24 no es desenvolupa cap comunitat incrustant, mentre que la filamentosa (constituïda principalment per *Cladophora* i zignemals) es barreja amb una comunitat diatòmica molt rica. En canvi, a uns 500 metres aigües avall del punt 24, en un indret encara més obac que aquest, és possible trobar una comunitat incrustant que ocupa tot el riu (formada per la clorofícia *Gongrosira incrustans* i la cianofícia *Homeothrix crustacea*), sobre la qual es desenvolupen *Cladophora fracta*, nòduls de *Chantransia* i manyocs de *Oscillatoria splendida*. Aquestes consideracions poden il·lustrar la gran variabilitat que es pot donar en un tram reduït d'un riu en variar determinades condicions ambientals.

L'espectre taxonòmic de T24 estava format en més d'un 80 % per les diatomees (un total de 106 espècies de 125), la major part de les quals eren epipèliques i algunes altres epifítiques. La llista total de les algues determinades al punt, amb les seves abundàncies relatives, es pot trobar a la TAULA 8.2. *Cladophora fracta* sostenia la major part de la població epífita (no sols diatomees, sinó també altres clorofícies, com *Uronema confervicolum*, o cianofícies com *Chamaesiphon incrustans*), i havia de suportar gran quantitat de llims que la cobrien, situació que arribava al seu màxim a finals d'estiu. Les zignemals es disposaven preferentment al litoral, on podien formar grans masses, sobretot a l'estiu.

	D.	N.	D.	G.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.
<i>BACILLARIOPHYCEAE</i>												
<i>Achnanthes minutissima</i>	2,1	3,0	5,2	2,8	2,1	12,9	59,8	30,3	35,6	29,5	3,6	3,30
<i>Achnanthes rostrata</i>	0,7	+						+				
<i>Achnanthes lanceolata</i>					0,4	0,3						
<i>Amphipleura pellucida</i>										0,5	0,4	+
<i>Amphora pediculus</i>	4,1	6,7	0,3	0,8	3,4	0,7	0,6	1,6	2,1	1,8	3,6	1,5
<i>Amphora ovalis</i>										0,5		
<i>Amphora montana</i>			+									
<i>Caloneis bacillum</i>			+									+
<i>Caloneis amphisbaena</i>											0,4	
<i>Cocconeis pediculus</i>	3,4	0,6	0,3	0,2	6,3	0,7	17,8	34,6	15,3	0,5	0,8	+
<i>Cocconeis placentula</i>	19,3	2,4	+		1,7	0,4		0,3	0,3	0,5	+	0,4
<i>Cymatopleura solea</i>		+					+					
<i>Cymatopleura elliptica</i>												
<i>Cymbella helvetica</i>	1,4											
<i>Cymbella obtusiuscula</i>					+							
<i>Cymbella caespitosa</i>		0,6										
<i>Cymbella affinis</i>	+					+						+
<i>Cymbella cesatii</i>												
<i>Cymbella sinuata</i>						0,4				0,5	0,4	
<i>Cymbella prostrata</i>			+									
<i>Cymbella microcephala</i>		0,6									1,9	0,8
<i>Cymbella cistula</i>												
<i>Cymbella ventricosa</i>			+									
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+		+				0,3	1,3	14,6	0,5	+	+
<i>Cyclotella kutzingiana</i>							0,3	0,3				
<i>Denticula sundayensis</i>		+										
<i>Diatoma elongatum</i>	0,7	+	0,6	1,5	3,8	1,8	0,6					
<i>D. elongatum (formes llargues)</i>								2,7		1,4	3,3	5,9
<i>Diatoma vulgare</i>		+								0,7	0,5	0,8
<i>Diploneis oblongella</i>												
<i>Epithemia sorex</i>												
<i>Frustulia vulgaris</i>	+					0,4						
<i>F. construens v. subsalina</i>												+
<i>Fragilaria vaucheriae</i>											0,9	
<i>Fragilaria capucina</i>								0,33				
<i>Gomphonema olivaceum</i>	0,7		0,3	10,9	0,8	1,8		0,7				
<i>G. tenuis v. crassula</i>			+									
<i>Gomphonema minutum</i>	0,7								1,4			
<i>G. angustatum v. producta</i>	0,7	0,6										
<i>Gomphonema parvulum</i>											1,4	

TAULA 22. Flora de les algues observades al riu Gurri (T24) durant el període comprès entre l'octubre de 1982 i el setembre de 1983. Les abundàncies relatives de les diatomees estan expressades en percentatges, mentre que les de les altres algues ho estan en una escala qualitativa d'1 a 5. El símbol + indica la presència d'una espècie en la mostra.

Les poblacions tenien una elevada productivitat. Els valors de clorofil·la a són en mitjana de 158 mg / m² (50 - 70 mg / m² a l'hivern, 110 - 180 mg / m² a la primavera) , mentre que els valors del pes sec es mouen pels 350 g / m² a la primavera i l'estiu (dades del març i juliol del 1986). La diversitat de les mostres (solament considerant les diatomees) és sempre elevada, principalment els mesos de novembre del 1982 i juliol del 1983, amb valors de 3.5; el més baix es troba al mes d'abril (1.6).

8.3.1. Variacions estacionals de les espècies.

Al costat d'unes espècies que apareixen de manera constant, com *Surirella ovata*, *Nitzschia dissipata*, *Navicula cryptocephala* v. *exilis* o *Amphora pediculus*, altres tenen una periodicitat marcada. Existeix una successió temporal -traduïble com substitució d'unes espècies per unes altres- en el punt, visible a partir de la FIGURA 8.1. Així, a la tardor i a l'hivern *Cocconeis pediculus*, *Nitzschia sociabilis*, *Nitzschia inconspicua*, *Navicula gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Gomphonema olivaceum*, *Diatoma elongatum* i *Merismopedia elegans* tenen creixements importants, de la mateixa manera que succeeix amb *Achnanthes minutissima*, *Palmella miniata* v. *aequalis* i *Cladophora fracta* (i els seus epífits associats) a la primavera, i amb *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella microcephala*, *Nitzschia thermaloides*, *Nitzschia palea* v. *debilis*, *Navicula schroeterii* i *Melosira varians*, a l'estiu. A aquestes, d'abundància significativa, cal afegir-ne altres que apareixen en molt poca quantitat, però de presència també significativa. Aquest és el cas de *Amphipleura pellucida*, *Neidium dubium*, *Denticula sundayensis*, *Fragilaria construens* v. *subsalina*, *Navicula monoculata*, *N. pygmaea*, *Nitzschia tryblionella* v. *debilis*, *N. alexandrina*, *N. commutata* i *N. sigma*, sense citar-les totes. Apareixen, principalment, a l'estiu, de juliol a setembre.

8.3.2. Relacions entre els canvis estacionals de les espècies i els corresponents dels paràmetres físico-químics.

Les variacions dels paràmetres físico-químics més importants (FIGURA 8.2) tenen un paral·lel amb els canvis de les espècies. L'augment continuat de la conductivitat, ben possiblement a causa de l'increment dels clorurs (un pic al mes de setembre del 1983) assoleix el màxim a l'estiu. Aquest increment va acompanyat d'un descens en la concentració de fosfats i de silicats, possiblement causat pel fort creixement de les algues. Sembla evident, a partir de l'autoecologia de les espècies presents en cada mostra que, de l'hivern a l'estiu, s'incorporen al riu espècies més i més tolerants a la salinitat. En efecte, espècies com *Navicula lanceolata* o *Gomphonema olivaceum* a l'hivern són substituïdes per d'altres com *Synedra tabulata* i *Navicula schroeterii* a l'estiu. Aquest factor concorre amb el progressiu escalfament i estancament de les aigües, que determina l'augment de formes filamentoses (*Melosira varians*, zignemals com *Spirogyra corrugata*) o ticoplanctòniques (*Thalassiosira weissflogii*, *Cyclotella meneghiniana*).

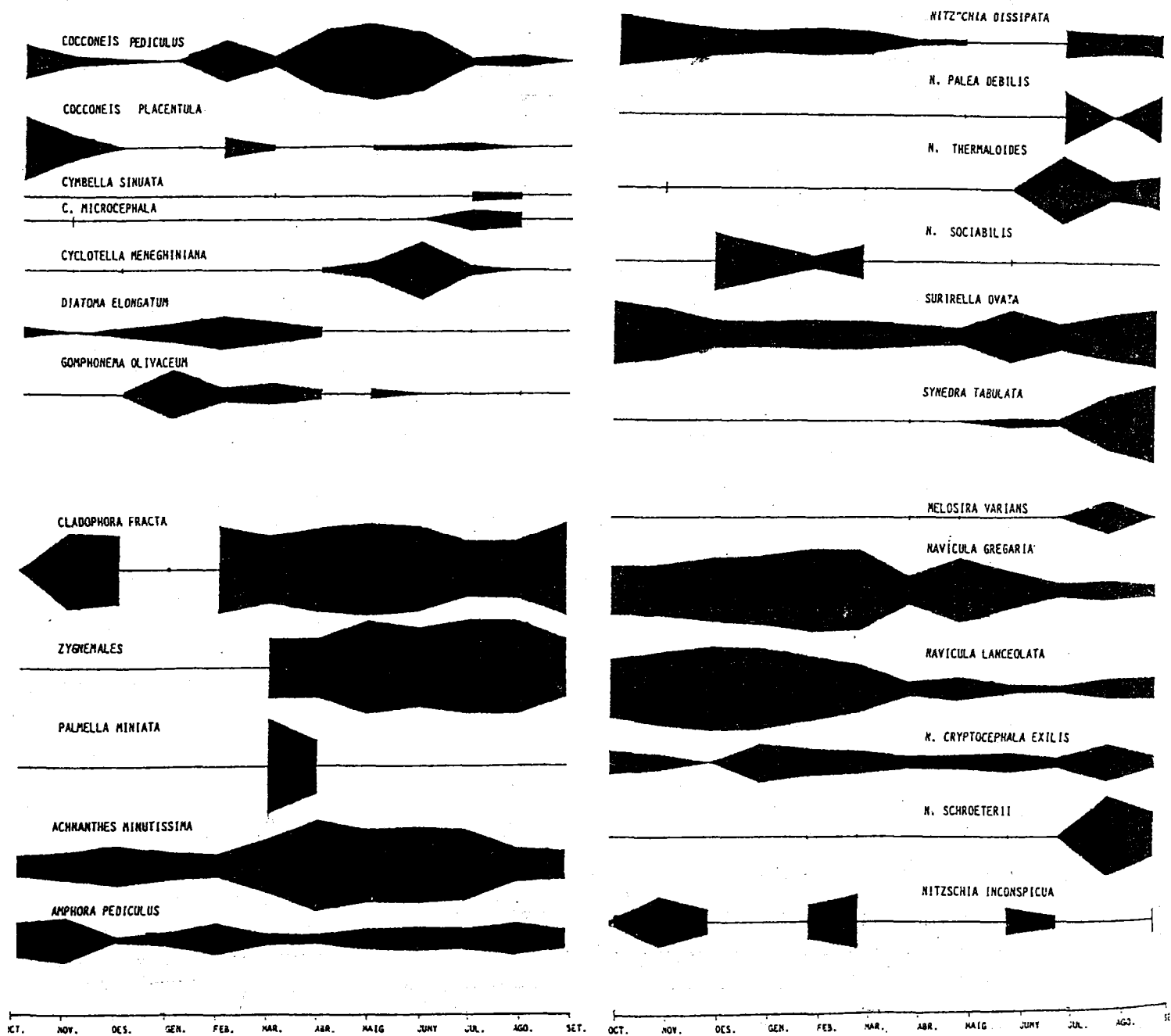


FIGURA 8.1. Successió temporal en els valors d'abundància de les espècies més freqüents al punt 24.

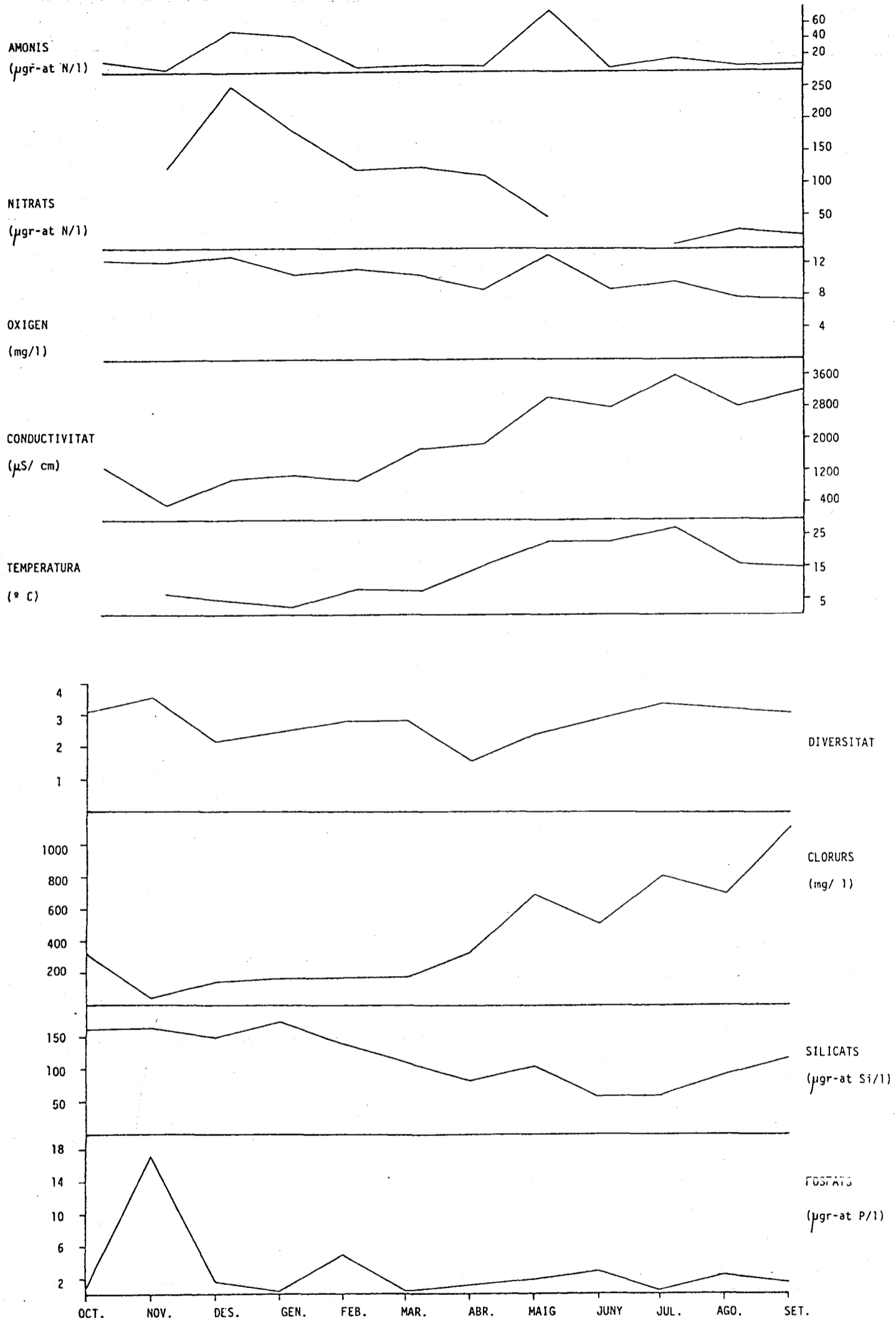


FIGURA 8.2. Variacions temporals d'alguns paràmetres físico-químics i biològics al punt 24.

Mentrestant, a l'hivern es dona una situació quasi inversa. Els clorurs són poc importants i els fosfats i els nitrats són, en canvi, abundants. *Navicula lanceolata*, *Nitzschia incosnpicua*, *Diatoma elongatum*, *Navicula gregaria*, *Nitzschia sociabilis* i *Cocconeis placentula* semblen preferir aquesta situació.

8.4. DISCUSSIÓ.

Per les seves característiques físico-químiques generals, el Gurri és molt semblant als "chalk streams", descrits al sud d'Anglaterra (WESTLAKE et al 1970), que són rius de petit cabal i poca velocitat que travessen àrees riques en roques carbonatades cretàiques, d'origen orgànic, amb pH de 7.5-8.5 i conductivitat de 350-588 $\mu\text{S/cm}$, ocupats per macròfits en bona part del seu llit. Les aigües del Gurri, molt mineralitzades i d'alcalinitat elevada, serien semblants a aquesta situació, i s'hi diferenciarien principalment per la seva conductivitat més elevada, sobretot a causa dels clorurs.

En aquests rius anglesos, les diatomees són també dominants en la flora bentònica (MARKER 1976a, 1976b; WESTLAKE et al 1972), i experimenten un destacat creixement a la primavera i l'estiu, semblantment al que succeeix al Gurri. La composició de la flora és també globalment alcalòfila i oligo o mesosapròbia, pròpia d'aigües mineralitzades (MARKER & CASEY 1982; ROUND 1957). La semblança florística és també remarcable amb altres indrets calcaris, com el de Funen a Dinamarca (FOGED 1947) o la regió alcalina dels Balcans (HUSTEDT 1945 in ROUND 1957). Les espècies que, en el Gurri, són més remarcablement alcalòfiles són *Navicula lanceolata*, *Navicula gregaria* o *Amphipleura pellucida* (CHOLNOKY 1968; PATRICK & RBIMER 1966).

La influència dels factors físico-químics dels rius sobre les poblacions bentòniques que suporten ha estat llargament estudiada en els "chalk streams" anglesos (MARKER 1976a, 1976b; MARKER & CASEY 1982). Llum, temperatura, composició de nutrients i variacions de cabal en són els principals. Pel que fa a aquest últim factor, les variacions de cabal, expliquen que la pluja reorganitza, any rera any, el fons del riu, obligant a iniciar de nou el cicle. En el cas del Gurri, l'avinguda que es va esdevenir a la conca del Ter el novembre del 1982, que va afectar en gran mesura l'eix principal, no va netejar completament el llit del riu, com s'ha observat en altres ocasions en rius de dimensions semblants (SABATER 1982). Algunes qüestions de la dinàmica de nutrients, com és la baixa de silici a causa del creixement de diatomees a la primavera (EDWARDS 1974, CASEY et al 1981, MARKER & CASEY 1982), semblen reproduir-se també al Gurri (FIGURA 8.2)

La biomassa (entenent com a representació d'aquesta la concentració de clorofil·la a per unitat de superfície) és elevada en el punt 24, anàlogament també al que s'ha trobat en els "chalk stream", però la diversitat de la flora és molt més elevada, la qual cosa fa pensar en alguna diferència essencial en les condicions físico-químiques respecte a aquells. A vista de la dinàmica dels nutrients i de les espècies, sembla que, si hi ha algun element que pugui determinar canvis en el punt 24, aquest és la salinitat (concentració de clorurs); les variacions de nutrients poden no ser més que un efecte de l'augment de producció. En efecte, les espècies que sovintegen a l'estiu, com *Synedra tabulata*, *Navicula schroeteri*, *Denticula sundayensis*, *Fragilaria construens* v. *subsalina*, *N. pygmaea*, *Nitzschia tryblionella* v. *debilis*, *N. alexandrina*, *N. commutata* i *N. sigma*, han estat trobades en situacions molt semblants d'elevada salinitat (ARCHIBALD 1982; COSTE & RICARD 1982; CHOLNOKY 1968; EHRLICH & ORTAL 1978; HUSTEDT 1957).

9. QUALITAT DE L'AIGUA I POBLACIONS DE DIATOMEES EN DOS RIUS CATALANS: TER I LLOBREGAT.

9.1. INTRODUCCIÓ.

Les diatomees són molt abundants en la flora bentònica dels rius. Això, afegit al fet que estan fixades al substrat i que la seva taxa de reproducció és elevada, les fa unes excel·lents integradores del sistema en què viuen (PATRICK 1973) i unes bones indicadores de la qualitat de les aigües (ARCHIBALD 1972).

L'ús de les diatomees com a indicadores qualitatives de la qualitat de l'aigua s'ha estès durant les dues o tres últimes dècades (CHOLNOKY 1968; SCHOEMAN 1972; DESCY 1973, 1976; COSTE 1976; LANGEBERTALOT 1979). Al nostre país, les primeres recerques sobre l'autoecologia de les diatomees van ser fetes per MARGALEF (1944, 1951). Posteriorment s'ha realitzat alguna recerca sobre la flora de diatomees del Llobregat (TOMAS & SABATER 1985). El Ter i el Llobregat són dos rius que tenen en comú el fet de pertanyer a la mateixa àrea geogràfica i el d'haver de suportar forts impactes urbans i industrials.

En aquest capítol es tracta d'utilitzar la informació que proporciona la distribució de les respectives comunitats de diatomees com a avaluadora de la qualitat de les aigües en els dos rius, el Llobregat i el Ter.

9.2. AREES D'ESTUDI.

Els dos rius estan situats a la part N de Catalunya (FIGURA 9.1, mapa inferior), i són comparables en grandària i en el grau d'influència humana. La conca del Llobregat és vegada i mitja més gran que la del Ter, però el cabal mitjà anual que porten els dos rius és semblant (entre 700 i 800 Hm³). El seu règim hidrogràfic està determinat per la influència nival a les capçaleres i la pluvial a la resta, la qual comporta grans variacions de cabal als trams mitjans i inferiors, amb avingudes a la tardor i un fort estiatge.

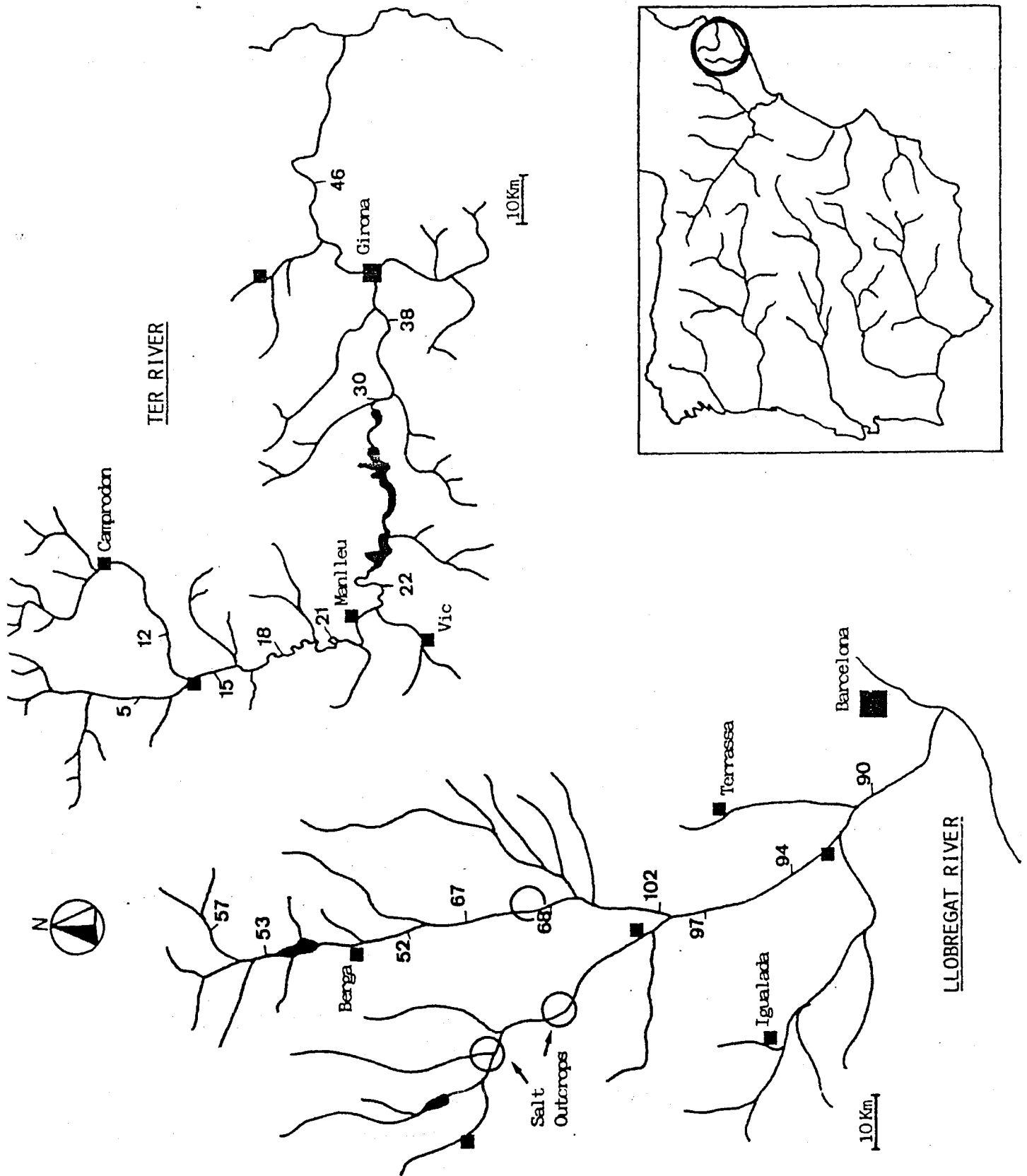


FIGURA 9.1. Situació dels rius Ter i Llobregat i mapes de les seves conques. S'indica els punts en què es va estudiar les poblacions de diatomees, així com els principals nuclis urbans de les conques dels dos rius.

La naturalesa dels substrats geològics dels dos rius és principalment calcària. Tanmateix, hi ha diferències: la capçalera del Ter està formada per granits i pissarres, mentre que la del Llobregat és exclusivament calcària. Alguns afluents del Ter travessen zones riques en guixos i en materials silícis. Un dels principals afluents del Llobregat (el Cardener) travessa zones riques en sals sòdiques i potàssiques que tenen una marcada influència en la composició química de l'aigua. Al mateix tram mig del Llobregat, existeix una zona rica en sals (punt 68, FIGURA 9.1).

Els trams superiors dels dos rius travessen zones boscoses, de baixa densitat demogràfica. Les zones agrícoles augmenten progressivament aigües avall. Apareixen centres urbans i industrials, dels quals cal destacar els que generen les ciutats de Girona (riu Ter) i Barcelona (riu Llobregat). Els dos rius subministren aigua a més de tres milions de persones.

A les seves conques un i altre riu tenen embassaments, canals i preses. A la part alta del Llobregat (i del seu afluent Cardener) hi ha dos embassaments de funció reguladora. A la part mitjana i baixa d'aquest riu abunden petites preses que creen zones embassades. En el Ter, tres embassaments a la part mitjana del seu curs, situats esglaonadament, actuen com a productors d'electricitat i subministradors d'aigua per al consum. Entre els embassaments i la vila de Ripoll, situada aigües amunt, existeixen nombrosos canals que desvien aigua per a generar electricitat o per a ser utilitzada a les indústries.

9.3. MATERIAL I MÈTODES

Les mostres seleccionades corresponen a nou localitats d'un i altre riu (FIGURA 9.1) situades en els seus trams principals. Les èpoques de recol·lecció corresponen a octubre del 1979 i gener, abril i agost del 1980 en el Llobregat; juliol i octubre del 1983 i gener i abril del 1984 en el Ter. Són comparables pel que fa als paràmetres hidrològics i climatològics, tot i que els períodes de presa de mostres siguin allunyats en el temps.

Les diatomees van ser recollides en zones de corrent, mitjançant el mètode de STOCKNER & ARMSTRONG (1971), o bé raspant les pedres amb un ganivet. Van ser fixades amb formol al 4%. Al laboratori, es va eliminar la matèria orgànica amb àcids (HUSTEDT 1930). Els frústuls nets van ser muntats en Naphrax (r.i.: 1.74), i s'observaren amb microscopi òptic a 1000 o 1250 augments. En cada mostra es va comptar una mitjana de 300 frústuls, a fi de saber l'abundància relativa de les espècies presents.

A partir dels valors d'abundància de les espècies -expressats en percentatges- es va realitzar una anàlisi de components principals. En aquesta anàlisi hi van participar les 55 espècies més abundants o significatives d'un i altre riu. Les dades han estat transformades logarítmicament segons l'equació $x = \log(x+1)$, a fi de reduir la variabilitat de les dades i aproximar-se a la normalitat (ALLEN & KOONCE 1972).

Pel que fa als paràmetres físico-químics, van ser utilitzats els mètodes que apareixen compilats a MARGALEF et al. (1976).

9.4. RESULTATS.

9.4.1. Característiques físico-químiques de les aigües.

La naturalesa dels substrats que drenen pot explicar l'elevada mineralització dels dos rius, particularment la gran concentració de l'ió calci en dissolució. Al Llobregat, la influència de les mines de sal fa que les concentracions de sodi i clorurs esdevinguin de quasi 3g/l al punt 68. En aquest mateix punt, les concentracions de potassi sobrepassen habitualment els 200 mg/l (PRAT et al. 1982). Aigües avall la mineralització de les aigües continua incrementant-se. La conductivitat assoleix valors de 2800-3000 $\mu\text{s/cm}$. A la part alta del Ter, els valors de conductivitat no sobrepassen habitualment els 150 $\mu\text{s/cm}$, però aquests valors augmenten cap avall i arriben a 1000 μs a les zones pol·luïdes, on la influència industrial és considerable. Els valors més alts de sodi i clorurs són causats per l'activitat humana. Se situen entre 400-1000 mg Cl⁻/l i 40-100 mg Na⁺/l (punts 22 i 46) (TAULA 9.1).

Respecte als nutrients, la concentració en PO₄ i NO₃ varia segons les localitats d'un i altre riu. S'ha detectat concentracions mitjanes anuals elevades als punts 22 i 46 del Ter, i també al Llobregat (102, 94 i 90): 0.5 a 0.9 mg/l de PO₄ -P i 1.4 mg/l de NO₃ - N. Els valors més baixos es troben als punts 5 del Ter i 53 i 57 del Llobregat: les concentracions de nutrients no sobrepassen els 0.15 mg/l de PO₄ - P i 0.28 de NO₃ - N. Els embassaments del Ter actuen millorant la qualitat de les aigües riu avall. Les aigües que entren a l'embassament presenten concentracions de 2.8 mg/ l de NH₃ - N. El fòsfor i el nitrogen es redueixen en un 50% (PUIG et al. 1986), tot i que el contingut en nitrogen es manté elevat, prop d' 1.4 mg/ l de NO₃ - N.

9.4.2. Les comunitats de diatomees en el Llobregat i en el Ter.

Ter -

sites	alt.	cond.	pH	Oxy.	alk.	Cl ⁻¹	SO ₄ ²⁻	SiO ₂ -Si	PO ₄ ^{3-P}	NO ₃ ^{-N}	NO ₂ ^{-N}	NH ₄ ^{+N}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
(a. s. l.)	m	µS cm ⁻¹		mg l ⁻¹	meq l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹
5	740	320.1	7.8	9.4	2.5	3.1	76.0	3.9	0.05	0.20	0.004	0.42	48.3	7.7	4.4	0.8
12	720	220.6	7.6	10.5	1.8	8.8	28.5	3.77	0.11	0.40	0.03	0.24	27.8	3.8	5.9	0.9
15	680	344.1	7.8	10.7	2.1	8.0	66.5	3.09	0.18	0.17	0.01	0.56	46.1	5.8	7.2	1.2
18	540	311.5	7.7	10.2	2.4	7.7	57.0	3.23	0.12	0.24	0.008	0.28	40.4	6.1	6.4	1.1
21	490	354.9	7.8	10.3	2.3	7.2	57.0	3.17	0.13	0.19	0.06	0.13	42.6	7.3	16.2	1.7
22	460	591.9	7.9	7.4	3.1	63.9	85.5	2.91	0.67	0.65	0.22	2.18	50.0	8.2	46.3	4.6
30	160	570.1	8.0	12.5	3.7	21.1	114.0	3.27	0.11	0.97	0.05	0.06	49.5	7.6	13.8	2.6
38	98	489.7	7.7	10.4	3.2	26.7	76.0	2.59	0.08	0.93	0.12	0.06	43.3	6.6	15.1	2.4
46	20	747.4	7.5	6.6	3.5	46.0	209.0	3.63	0.41	0.50	0.11	0.96	68.4	9.0	31.1	5.3
Llobregat -																
57	840	417.5	8.0	8.7	3.3	9.1	47.5	2.03	0.05	0.17	0.08	0.15	149.7	11.7	15.0	3.4
53	650	399.3	7.9	7.5	2.7	20.9	95.0	1.58	0.04	0.09	0.009	0.62	171.2	13.1	21.3	9.9
52	400	592.3	8.0	6.4	2.5	34.3	114.0	1.73	0.19	0.24	0.04	1.01	193.6	13.0	32.6	4.0
67	320	522.3	7.8	7.1	3.1	25.3	152.0	1.59	0.14	0.05	0.41	1.54	182.1	14.7	28.6	3.9
68	285	563.7	7.8	5.3	3.3	37.7	110.2	1.62	0.36	0.43	0.17	1.39	189.4	15.5	36.1	4.1
102	180	1965.0	8.2	4.8	3.3	452.2	161.5	0.96	0.40	0.87	0.25	1.71	212.2	39.7	233.4	97.8
97	140	2725.5	7.9	7.2	3.5	739.7	153.9	1.53	0.65	1.05	0.31	3.08	190.8	64.8	411.8	135.9
94	60	2532.7	8.2	7.6	3.7	707.8	185.2	0.81	0.66	1.31	0.14	2.47	190.6	48.5	352.8	114.1
90	20	3044.5	7.3	6.7	4.6	765.1	247.0	2.40	1.01	0.30	0.38	1.68	252.5	611.2	540.4	168.2

TAULA 9.1. Valors mitjans de les variables físico-químiques per les quatre èpoques estudiades en els rius Llobregat i Ter.

La presa de mostres en quatre ocasions als dos rius ha permès d'identificar un total de 175 espècies de diatomees. La distribució de les espècies amb una abundància per sobre de l' 1 % s'indica a les TAULES 9.2 (Llobregat) i 9.3 (Ter).

Les comunitats de les capçaleres dels dos rius tenen una composició similar. Les espècies més característiques hi són comunes: *Ceratoneis arcus*, *Diatoma hiemale* v. *mesodon*, *Meridion circulare* i *Cymbella ventricosa*. La diferència de substrat geològic en les respectives capçaleres pot ser un factor determinant en la trobada de *Diatoma elongatum*, *Denticula tenuis* v. *crassula* i *Gomphonema olivaceum* únicament en el Llobregat. La presència d'aquestes espècies en afluents calcaris del Ter indica la preferència d'aquestes espècies per aigües alcalines.

Totes les espècies habitants de les capçaleres estan adaptades a una forta velocitat de l'aigua, baixes temperatures i pobresa de nutrients. La comunitat de capçalera està més estesa aigües avall en el Ter (punts 5, 12 i 15). En el Llobregat està més limitada (punt 57 i 53), i desapareix aigües avall de l'embassament de la Baells.

La comunitat de capçalera desapareix en canviar les condicions físico-químiques. A partir del punt 18 en el Ter i del punt 52 en el Llobregat es desenvolupa una comunitat diferent, més diversa que l'anterior. Les espècies que constitueixen aquestes poblacions es poden trobar en els dos rius: *Melosira varians*, *Gomphonema angustatum*, *Navicula* sp. pl. (*lanceolata*, *gregaria*, *subminuscula*, *tripunctata*, *pelliculosa*, *radiosa* v. *tenella*, *cryptocephala* i varietats), *Nitzschia* sp. pl. (*dissipata*, *romana*, *palea*) i *Rhoicosphenia curvata*. L'estructura d'aquestes poblacions té una diversitat elevada ja que alguns fets determinen modificacions en la seva estructura: els abocaments de granges i pobles afavoreixen el creixement de *Nitzschia palea* i *Navicula pelliculosa*.

En el riu Ter aquesta comunitat solament està ben constituïda en els punts 18 i 21. Al punt 22 l'entrada d'un petit afluent (Gurri) fortament contaminat fa que se substitueixi la comunitat anterior per una altra de més pobre. Aquí *Nitzschia palea* i *N. gandersheimiensis* representen un 80 % del total de la mostra. Altres espècies (*Navicula goppertiana* i *N. accomoda*, *N. pelliculosa*, *Nitzschia pusilla*, *N. umbonata*) substitueixen les dues espècies anteriors de *Nitzschia* quan la qualitat de l'aigua millora.

En el riu Llobregat, la comunitat de *Navicula-Nitzschia-Gomphonema* es manté durant un espai més gran: punts 52, 67, 68 i 102. Més

	OCTUBRE 1979				DECEMBER 1979				APRIL 1980				AUGUST 1980				
	57	53	52	67	68	102	97	94	90	57	52	67	68	102	97	94	90
<i>Achnanthes a-mullosa</i> Kütz.	8.5	9.4	12.2	7.5	1.0	0.8			0.4	7.6	4.0	4.2	4.1	2.8			0.5
<i>A. lanceolata</i> Bréb.									0.4								0.5
<i>Achnanthes vausta</i> Kütz.									1.4								
<i>A. pediculus</i> Kütz.	1.1	7.8	5.8	1.3	1.2	1.3			1.3	0.5	1.9	1.8	0.4	0.4			
<i>Biddulphia levii</i> Ehr.																	0.7
<i>Cyclotella kuzingiana</i> Thwaites																	1.3
<i>C. senegalensis</i> Kützling									0.4								
<i>C. atomus</i> Hust.																	0.4
<i>C. ocellata</i> Pantocsek																	0.5
<i>Ceratoneis arcus</i> Kütz.	17.2		13.3							0.3	0.5	6.2	0.4	0.4			0.5
<i>Ceratoneis placensula</i> Ehr.	5.2	5.0	3.3	0.9	0.4					0.3	1.5	8.1	0.9	0.4			0.5
<i>C. pediculus</i> Ehr.																	0.4
<i>Cyathoptera soles</i> (Bréb.) V. Saitth	16.6	16.5	3.3	0.9	1.8	0.3				72.5	2.5	1.4	0.4	0.4			0.4
<i>C. venustica</i> Kütz.	0.5																
<i>C. sinuata</i> Bréb.	1.4	2.8	1.1														1.0
<i>C. affinis</i> Kützling																	0.5
<i>Diatoma lineale</i> (Lyngb.) Heiberg	1.4																0.5
<i>D. vulgare</i> Bréb.																	0.5
<i>D. elongatum</i> (Lyngb.) Agardh										1.2	0.5	0.4	0.4	0.4			0.5
<i>Denticula lanata</i> Kütz.										0.5	0.4	2.2	0.4				0.5
<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grun.	0.6																1.0
<i>Geophomaea olivacea</i> Lohb.	0.5									0.3	1.0	1.4	0.4	0.4	0.4	9.3	2.0
<i>G. angustata</i> (Kütz.) Rabh.										0.6	0.4	0.4	6.0	4.6	19.9		
<i>G. sinuata</i> (C. Ag.) C. Ag.	15.1	2.0	3.3	1.7	0.9	0.3				0.5							1.4
<i>G. parvulus</i> (Kütz.) Grun.										0.6							0.5
<i>Halosira varians</i> C.A. Agardh	0.6																1.0
<i>Halosira graciloides</i> A. Mayer										14.4	2.9	1.0	1.3	2.7			0.5
<i>Meridion circulare</i> Agardh										0.3	0.6						0.6
<i>Navicula graciloides</i> A. Mayer										0.3	0.6						0.5
<i>N. stenos</i> (Mang.) Grun.	3.9	6.7	2.5	0.4	3.0					1.5	14.8	16.8	17.1	13.8	1.9	0.9	0.8
<i>N. gregaria</i> Donkin	8.9	1.7	8.1	1.7	0.3	1.7				9.8	17.1	44.1	30.0	4.1			19.5
<i>N. capitata</i> Grun.	1.9	5.0	3.3	1.7	4.9					0.6	1.5	9.1	1.3	4.8	3.7		13.7
<i>N. cryptocapsa</i> Kütz.	9.4									7.3	11.7	0.4	3.6	0.4	2.2	0.4	0.5
<i>N. subnucula</i> Mangin	6.7	7.8	18.3	0.9	1.3	0.3				0.9	2.5	0.9	0.4	1.8	4.1	6.9	2.3
<i>N. pallidula</i> Hust.	6.7	7.8	18.3	0.9	1.3	0.3				0.3	10.7	1.9	5.0	0.9	1.8	1.8	0.5
<i>N. radiosa</i> Kütz.	37.0	2.8	3.9	4.1	8.0	9.0				0.3	2.5	1.4	0.4	0.4			2.3
<i>N. tripunctata</i> (O. F. Müller) Bréb.	1.1	1.1	25.8	0.9	1.0					4.1	16.1	0.9	14.8	7.4	7.4	8.6	0.5
<i>N. lanceolata</i> (Agardh) Cl.																	0.5
<i>N. cincta</i> (Ehr.) Kütz.																	1.4
<i>N. acronota</i> Hust.																	0.5
<i>Nitzschia palva</i> (Kütz.) Grun.	8.5	2.8	2.0							4.5	27.0	5.5	18.6	27.2	40.0	50.0	8.6
<i>N. dissipata</i> (Kütz.) Grun.	1.0									0.6	4.6	2.4	7.2	0.9			1.0
<i>N. roana</i> Grun.	2.3	1.7															1.5
<i>N. gracilis</i> Kütz.																	0.5
<i>N. linearis</i> V. Saitth																	0.5
<i>N. inconspicua</i> Grun.	4.4	3.9	0.8	9.7	35.0	69.0	11.7			1.5	0.4	0.4					0.5
<i>N. apiculata</i> (Gregory) Grun.										2.0	1.4	1.3	0.4	0.4	0.4	0.4	2.5
<i>N. pusilla</i> Kütz.	0.5									0.3	0.5						0.5
<i>N. hungarica</i> Grun.																	0.5
<i>Rhodosphecia curvata</i> (Kütz.) Grun.										0.3	1.0	10.9	0.4	0.9	0.4	0.4	
<i>Stephanodiscus</i> sp.										0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
<i>Surirella ovata</i> Kütz.										0.3	4.1	2.8	0.4	0.4	17.1	4.2	2.5
<i>Synedra ulna</i> (Mitsch.) Ehr.	3.3	1.1	3.4	4.4	2.3	1.9	2.9			0.3	0.3	4.1	2.8	0.4	0.4	0.9	1.4
<i>S. vaucheriae</i> Kütz.										0.3							1.0
<i>Thalassiosira weissflogii</i> Grun.										0.6							0.5

Other species present in these samples but not included in the numerical data:
Achnanthes ovalis Kütz., *A. montana* Kraske, *Achnanthes pallidula* Kütz., *Geophomaea angustata* v. *producta* Grun., *Halosira granulata* (Ehr.) Ballis and v. *angustissima* Müller, *Navicula carl* v. *recessa* Lange-R., *M. complata* v. *ambigua* (Ehr.) Cl., *M. synaetria* Patr., *M. pygmaea* Kütz., *M. goppariana* (Blasch.) Grun., *M. schroeteri* Meister, *M. viridula* v. *rostellata* (Kütz.) Cl., *Nitzschia amphibia* Grun., *M. sinuata* V. Saitth, *M. linearis* V. Saitth, *Surirella angustata* Kütz., *S. linearis* V. Saitth, *Synedra acuta* Kütz., *S. vaucheriae* Kütz., *S. ulna* v. *oxyrhynchus* (Kütz.) Van Heurtt, *Stephanodiscus alveata* v. *alveolata* (Kütz.) Grun.

TAULA 92. Llista d'espècies amb una abundància superior a l'1% en els quatre períodes d'estudi (octubre del 1979, desembre del 1979, abril del 1980 i agost del 1980), en el riu Llobregat.

	AGOST 1983				OCTUBRE 1983				JANUARI 1984				ABRIL 1984												
	5	12	15	18	5	12	15	18	5	12	15	18	5	12	15	18									
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützling	0.3	0.4	4.9	2.5	0.4	0.4	1.1	0.8	1.6	0.7	5.8	11.5	6.0	27.5	2.9	48.0	1.5	2.5	3.1	0.4	1.4	0.4	0.3	0.8	
<i>A. lanceolata</i> Breb.			1.0	0.8			4.9	0.9		0.5	5.8	11.5	6.0				0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	1.4	1.5	0.4	
<i>Aphora pediculus</i> Kützling			2.0	0.8	0.2	0.2	0.5	0.4	1.3	0.2	0.3	0.5	0.5	3.6	2.9	0.7	0.9	0.4	0.5	1.0	0.4	1.4	1.5	0.4	
<i>Ceratoneis arcus</i> Kützling	25.2	7.5	0.5	1.5	0.6	0.6	3.9	0.5	0.5	6.7	12.8	2.6	2.6	0.7	0.9	0.4	0.5	1.0	0.4	1.4	1.5	0.7	0.7	0.3	
<i>Cocconeis plicatula</i> Ehr.	60.7	13.3	1.5	1.0	0.4	0.2	0.2	0.3																	
<i>C. pediculus</i> Ehr.																									
<i>Cyatolopaura solae</i> (Breb.) V. Saitth																									
<i>Cyballa microcephala</i> Brum.																									
<i>C. ventricosa</i> Kütz	1.5	7.1	3.5		0.5	0.4	0.3		1.0	0.5	3.3	0.9	6.6	5.8	3.5	7.3	2.9	0.6	1.6	1.3	2.1	3.8	34.8	37.7	
<i>C. affinis</i> Kützling											1.8	0.9	1.3	0.8	0.7								1.1	0.3	
<i>C. sinuata</i> Breg	0.6	0.9			0.4				0.3	0.7	5.0	0.9		0.8	0.7								0.3	0.6	
<i>Cyclotella anaeophantina</i> Kützling			4.9	1.9	11.2	1.3			11.5	5.5															
<i>C. kutzingiana</i> Thealtes																									
<i>Diatoma hians</i> (Lingb.) Heiberg	0.1		0.5	3.5	0.4						2.9			1.4	1.5	6.9	1.2	4.2							
<i>D. elongatum</i> (Lynch.) Agardh			0.5	3.5	0.4				0.6		1.4			0.4									0.3	0.6	
<i>D. vulgare</i> Bory																							0.3	0.6	
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazzières			1.3						2.3	0.5													0.3	0.6	
<i>F. pinnata</i> Ehr.					1.2	3.1	1.3		2.1	6.8	1.0	0.4											0.3	0.6	
<i>F. construens</i> (Ehr.) Brum.					0.8	89.0	32.0		88.0	68.0	24.0												39.0	45.3	
<i>F. brevistriata</i> Brum.					0.5	2.0	0.6		0.5	9.8													1.0	1.1	
<i>F. internodia</i> Brum.					0.3																		1.0	0.2	
<i>Boeophanes minutus</i> (C. Ag.) C. Ag.	25.4	0.5	0.8	2.2					0.3	0.5	23.3	2.6	0.5	0.5	0.4								0.3	0.3	
<i>B. angustatum</i> (Kütz.) Rabh.	1.5	2.6		0.5	4.6				0.3	7.1	9.0	5.6	2.8	1.4	0.3								0.3	0.3	
<i>B. parvulum</i> (Kütz.) Brum.											1.0	0.4											0.3	0.3	
<i>Navicula seniculus</i> Brum.					0.2	14.2			0.3	0.3													0.3	0.3	
<i>N. acconoda</i> Hust.											1.0												0.3	0.3	
<i>N. capitata</i> (Ehr.) Brum.	0.3	1.3	1.0	8.6	0.4				0.3	0.3	1.8	3.3	23.0	1.0	1.1	4.0	4.7	35.4					0.7	17.3	
<i>N. cryptocapala</i> Kütz.			2.5	1.9	2.5	1.2			0.1	0.1	3.0	1.4	1.3	9.7	2.0	7.0	6.9	2.8	1.0	1.3	0.7	2.3	0.4	0.4	
<i>N. subaenariensis</i> Hust.			0.4	17.6	3.5	3.3			1.6	1.6	0.7	1.0	6.6	0.7	1.0	6.6	0.5					4.6	7.6	0.9	0.9
<i>N. gargarica</i> Brum.	0.3	0.8	2.9	6.1	0.4				0.3	0.3	2.3	0.4		3.5	4.0	9.4	17.5	1.0					0.3	0.3	
<i>N. decussis</i> Ostrop					0.2	0.4																	0.3	0.3	
<i>N. goppertiana</i> (Ehr.) Brum.					1.3				0.3	0.3													0.3	0.3	
<i>N. lanceolata</i> (Agardh) Cl.			0.8	9.2	2.5	0.4			0.9	0.9	0.9	1.3		0.7			1.0	4.7			0.7	2.3	9.8	35.0	
<i>N. pelliculosa</i> Hust.			0.9	0.5					0.5	0.5	1.9			0.5	0.7	1.5	2.0	6.2	7.9				2.8	2.5	
<i>N. pupilla</i> Kütz.	0.6		2.0						0.5	0.5	2.7	1.9	3.3	2.9	4.0	14.3	4.0	5.3	0.5	0.4	1.4	1.4	0.3	0.3	
<i>N. tantula</i> Hust.					0.4	0.2					1.9	0.4		1.0									0.3	0.3	
<i>N. radiosa</i> Kütz.					1.5	0.8			12.6	0.3	0.4			0.7			0.5	1.9					0.4	0.4	
<i>N. tripunctata</i> (O. F. Müller) Bory			0.4	0.5					20.1	0.3	0.9			0.7			0.4	0.5					0.4	0.4	
<i>N. trivialis</i> Lange-Berthlot			0.4	0.5					0.6	0.6	0.4	4.3	1.1	0.5	0.5	0.5	4.0	1.0					0.4	0.4	
<i>Mitschlia dissipata</i> (Kütz.) Brum.			0.4	0.5					0.6	0.6	0.4	1.6	14.1	0.8	4.8	3.5	4.0	4.2	2.6	14.8	2.3	2.3	0.3	0.3	
<i>N. ganderthalensis</i> Kraske			5.1		0.2	2.0			49.0		1.6	0.8		0.5	0.5	0.4		18.0				0.3	0.3		
<i>N. gracilis</i> Hustsch.			1.5											5.5	0.4								0.3	0.3	
<i>N. pusilla</i> Kütz.			0.9		0.4				0.6														0.3	0.3	
<i>N. linearis</i> V. Saitth			0.9		0.4																		0.3	0.3	
<i>N. rosana</i> Brum.	6.1	3.5	2.4	2.5							10.4	21.1	6.1	0.8	10.9	5.5	5.9	10.6	2.1	4.8	2.8	1.5	34.2	32.0	
<i>N. palas</i> (Kütz.) Brum.	1.7	12.3	49.7	28.3	35.1				0.6	0.6	1.9	15.5	4.3	23.2	10.9	38.6	11.4	12.8	1.5	3.5	3.5	3.5	2.8	7.4	
<i>N. asphibla</i> Brum.			2.0						3.7	0.5	1.4	0.8	12.7	0.5	55.7	55.7	38.6	11.4	12.8	1.5	1.7	4.2	3.8	2.8	7.4
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kütz.) Brum.					1.0						1.4												0.9	0.7	
<i>Surirella ovata</i> Kütz.					2.5				0.3		1.4												0.9	0.7	
<i>Stephanodiscus astraeus</i> (Ehr.) Brum.									0.6		1.3												0.4	1.5	
<i>Synedra ulna</i> (Kütz.) Ehr.					0.2						3.8	6.1											0.3	0.3	
<i>S. acus</i> Kütz.					0.2						0.5												0.3	0.3	

Other species present in these samples but not included in the numerical data:

- Achnanthes rostrata* Ostrop, *Aphora ovalis* Kütz., *Cajonensis bacillum* (Brum.) Meresch., *Ceratoneis arcus* Kütz., *Cyatolopaura solae* (Breb.) V. Saitth, *Cyballa prostrata* (Berkeley) Cl., *C. aspera* (Ehr.) Cl., *Cyclotella stenos* Hust., *C. kutzingiana* Thealtes, *Diploneis muella* (Schumann) Cl., *Boeophanes constrictus* Ehr., *Navicula cuspidata* V. Saitth, *N. graciloides* A. Mayer, *N. hungarica* V. Saitth, *N. sinuata* V. Saitth, *N. subaenariensis* Hust., *N. cincta* (Ehr.) Kütz., *Mitschlia unbonata* (Ehr.) Lange-B., *N. sinuata* V. Saitth, *Synedra Lange-B.*, *N. incospicua* Brum., *Surirella linearis* V. Saitth, *Stephanodiscus hantzschii* Brum., *Synedra viacheriae* Kütz., *S. acus* Kütz.

TAULA 93. Llista d'espècies amb una abundància superior a 1'1 % en els quatre períodes d'estudi (agost del 1983, octubre del 1983, gener del 1984 i abril del 1984), en el riu Ter.

tard (punts 97,94 i 90), els abocaments de diversos afluents i el rentat de les roques pel riu Cardener comporten un increment de la pol.lució i del contingut de sals (conductivitat de l'ordre dels 3000 $\mu\text{s}/\text{cm}$). La comunitat que es desenvolupa aquí és diferent a la d'aigües amunt i també a la que descrivíem en el punt 22 del Ter. Està caracteritzada per *Nitzschia frustulum*, *Surirella ovata* i *Navicula atomus* com a espècies dominants. *Amphora veneta*, *A. coffeaeformis*, *Thalassiosira weissflogii* i *Biddulphia levis*, que també hi són presents, han estat trobades en els trams baixos d'alguns rius alemanys (HUSTEDT 1957, 1959) i en torrenteres costaneres a Catalunya (TOMAS et al 1985). La presència d'aquestes espècies continua fins a la desembocadura, on formen part del potamoplàncton.

En el tram mitjà de Ter els embassaments creen unes noves condicions després del punt 22. A la sortida dels embassaments de Sau, Susqueda i el Pasteral (punts 30 i 38), la qualitat de les aigües ha millorat, i és característicament oxigenada i rica en nutrients (PUIG et al 1986). En aquests punts es desenvolupa una comunitat de *Fragilaria* sp. pl. (*construens*, *construens* v. *venter*, *pinnata*, *brevistriata*), *Achnanthes lanceolata* i *Amphora pediculus*.

Aigües avall del Ter la qualitat de les aigües es deteriora de nou, en rebre les aigües residuals urbanes i industrials de la ciutat de Girona. S'instaura una comunitat que recorda la del punt 22, és a dir, amb espècies resistents a la pol.lució, però més diversa. En el punt 46, situat a les rodalies de la desembocadura, predominen *Nitzschia palea*, *N. gandersheimiensis*, *Gomphonema parvulum* i *Cyclotella meneghiniana*. Aquesta última espècie és una de les poques planctòniques que es troben en el Ter, i es fa abundant en èpoques de poc cabal (l'estiu), sobretot quan es formen petits tolls.

Posteriorment, a fi d'ordenar les comunitats i trobar possibles direccions conjuntes de variació, s'ha realitzat una anàlisi de components principals (ACP). S'ha fet intervenir en aquesta anàlisi les 55 espècies més abundants durant l'any o en una època determinada (FIGURA 9.2) dels dos rius. Del resultat d'aquest tractament multivariant s'ha interpretat els dos primers eixos, que expliquen un 27% de la variància. El primer eix (14%) separa ben bé un grup destacat d'espècies del gènere *Fragilaria*. Com es posa de manifest per la representació dels "scores" (FIGURA 9.3) aquest grup d'espècies caracteritza la comunitat que es troba en els punts 30 i 38 del riu Ter, situats aigües avall dels embassaments. Aquest eix diferencia, doncs, aquesta comunitat de totes les altres dels dos rius. El segon eix (13%) ordena les espècies respecte a la seva tolerància a condicions de progressiva mineralització i riquesa de nutrients en les aigües. De la representació de les espècies al llarg de l'eix II s'han diferenciat tres grups d'espècies (fig. 2). Un primer grup, propi d'aigües poc mineralitzades i no pol.luïdes, està format per *Navicula tripunctata*, *Cocconeis pediculus*, *Diatoma vulgare* i *Navicula radiosa* v. *tenella*. Un segon grup està format per espècies tolerants a condicions de

Achnanthes minutissima
 Achnanthes lanceolata
 Amphora pediculus
 Amphora veneta
 Ceratoneis arcus
 Cocconeis placentula
 Cocconeis pediculus
 Cymbella ventricosa
 Cymbella affinis
 Cyclotella kutzingiana
 Cyclotella meneghiniana
 Denticula tenuis v. crassula
 Diatoma hiemale
 Diatoma elongatum
 Diatoma vulgare
 Fragilaria ulna
 Fragilaria pinnata
 Fragilaria construens
 Fragilaria construens v. venter
 Fragilaria intermedia
 Fragilaria capucina v. vaucheriae
 Gomphonema minutum
 Gomphonema angustatum et
 v. producta
 Gomphonema parvulum
 Gomphonema intricatum
 Gomphonema olivaceum
 Melosira varians
 Meridion circulare
 Navicula seminulum
 Navicula accomoda
 Navicula capitoradiata
 Navicula cryptocephala v. exilis
 Navicula subminuscule
 Navicula gregaria
 Navicula goppertiana
 Navicula lanceolata
 Navicula pelliculosa
 Navicula phyllepta
 Navicula radiosa
 Navicula tripunctata
 Navicula trivialis

ACHM
 ACHL
 AMPP
 AMPV
 CERA
 COCP
 COCPE
 CYV
 CYA
 CYCK
 CYCH
 DENT
 DIH
 DIH
 DIT
 D
 FRU
 FRP
 FRCO
 FRCOV
 FRI
 FRVA
 GOMM
 GOMA
 GOMP
 GOMI
 GOMO
 MELV
 MECIR
 NAVS
 NAVA
 NAVCA
 NAVE
 NAVFR
 NAVGR
 NAVGO
 NAVLA
 NAVPE
 NAVPA
 NAVRA
 NAVTRI
 NAVTRIV

Navicula atomus
 Navicula cincta
 Nitzschia dissipata
 Nitzschia palea
 Nitzschia gandersheimiensis
 Nitzschia romana
 Nitzschia linearis
 Nitzschia pusilla
 Nitzschia amphibia
 Nitzschia frustulum
 Rhoicosphenia curvata
 Surirella ovata
 Stephanodiscus astraea
 Thalassiosira weissflogii

NAVAT
 NACINC
 NID
 NIPA
 NIGA
 NIR
 NIL
 NIPU
 NIA
 NIF
 ROC
 SUO
 STA
 THW

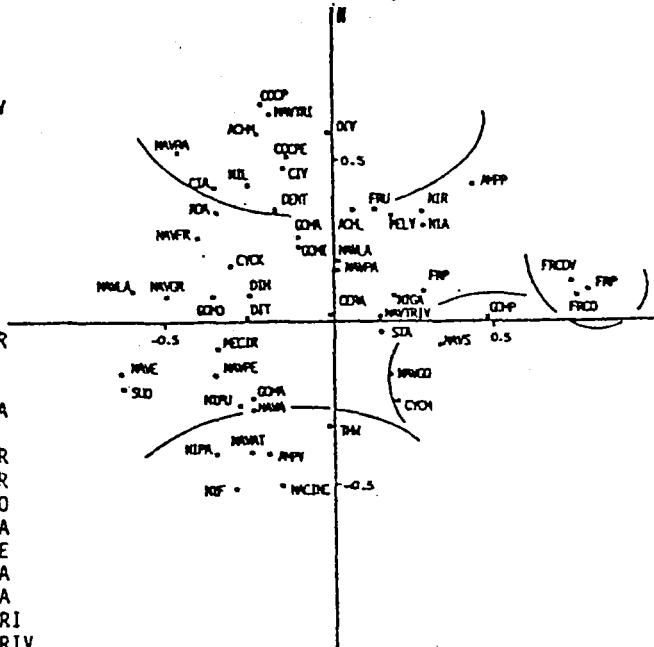
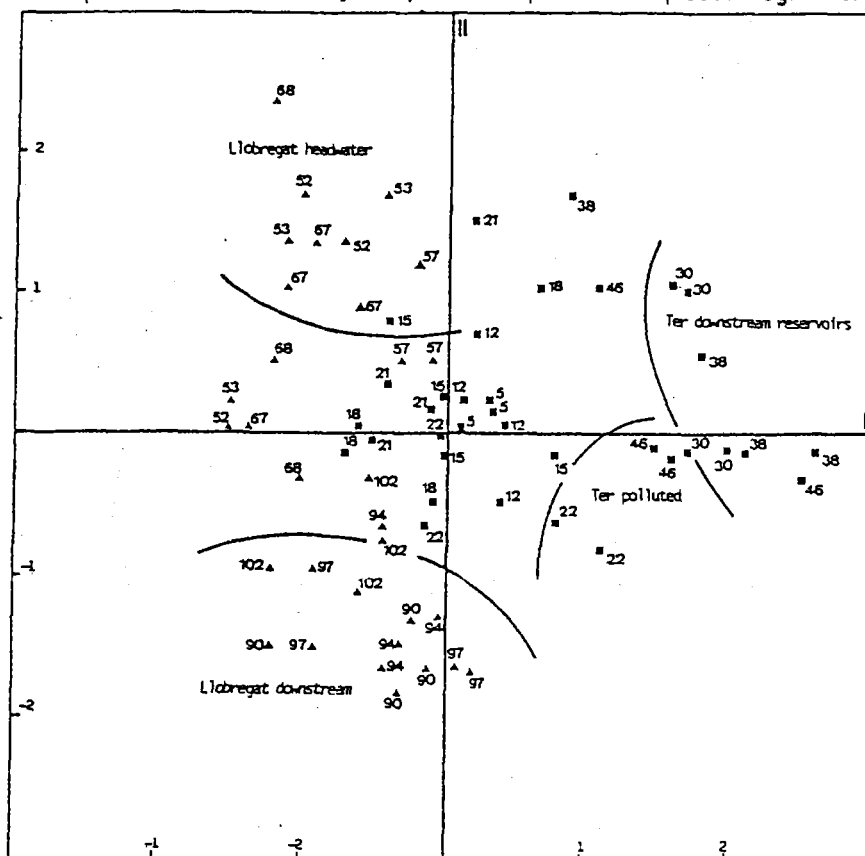


FIGURA 9.2. Representació dels dos primers eixos de l'ACP realitzat amb 55 espècies de diatomees abundants o significatives en el Llobregat i el Ter. Es poden fer quatre grups d'espècies d'acord amb les diferències en la qualitat de les aigües. Les abreviatures s'indiquen en la llista adjunta. Pot comparar-se aquesta figura amb l'ACP realitzat amb les espècies



de la conca del Ter (figures 6,2 i 6,3),

FIGURA 9.3. Representació dels "scores" corresponents als dos primers eixos de l'anàlisi de components principals anterior. S'assenyalen els grups de localitats que es poden distingir; la capçalera del Llobregat, les situades sota els embassaments en el Ter, les pol·luides del Ter i les del tram inferior del Llobregat.

mineralització moderades però pol·luïdes: *Navicula seminulum*, *Gomphonema parvulum* i *Cyclotella meneghiniana*. Un tercer grup està format per espècies tolerants a condicions de molt elevada mineralització i pol·lució: *Nitzschia frustulum*, *N. palea*, *Amphora veneta*, *Navicula atomus*, *N. cincta* i *Thalassiosira weissflogii*.

La representació dels scores (FIGURA 9.3) identifica el primer grup d'espècies com a característic del tram mitjà del Llobregat (punts 52, 67, 68) i del Ter (18,21). El segon grup està limitat als punts 22 i 46 del Ter, mentre que l'últim es desenvolupa als punts 97, 94 i 90 del Llobregat, allí on l'entrada de sals i pol·lució és més elevada. Algunes mostres del punt 22 del Ter apareixen properes a aquest grup, la qual cosa indica certes semblances amb ell.

9.5. DISCUSSIÓ

La flora de diatomees del Llobregat i del Ter són molt semblants (TOMAS & SABATER 1985; apartat 4.6). Tanmateix, es detecten importants diferències quant a la composició i la distribució de les seves comunitats. Les característiques físiques dels dos rius (substrat geològic, règim hidrològic, cabal anual...) són semblants, per la qual cosa cal buscar la causa d'aquestes diferències en la composició química de l'aigua. En efecte, les conques estan molt humanitzades, la qual cosa té una incidència molt marcada en la contaminació de determinats trams dels rius. Des d'aquest punt de vista, l'estructura de les comunitats de diatomees en els dos rius es pot considerar com una expressió dels processos químics que hi esdevenen. El seu estudi comparat permet avaluar les diferències en la qualitat de les aigües d'un i altre riu.

Les comunitats de diatomees de les capçaleres (punts 5 i 12 en el Ter; 57 i 53 en el Llobregat) estan formades per espècies cosmopolites, i per tant són semblants en els dos rius. Hom pot pensar que la velocitat del corrent i la pobresa dels nutrients actuen com a factors homogeneïtzadors i converteixen aquestes comunitats en cosmopolites (KAWECKA 1980, MARGALEF 1983).

Als trams mitjans (punts 18 i 21 del Ter i 52,67, 68 i 102 del Llobregat) prospera una comunitat semblant (*Navicula* sp. pl., *Nitzschia* sp. pl., *Gomphonema* sp. pl.), que ha estat descrita com a sensible a la pol·lució (LANGE - BERTALOT 1979) i trobada en situacions semblants en els trams mitjans dels rius (WASYLIK 1965, DESCY 1973, 1976).

Aquesta comunitat, en condicions naturals, es diferenciaria progressivament en fer-se evident la diferència en la química de les aigües. Es tractaria d'un canvi continuat, assimilable a una successió (MARGALEF 1960). Tanmateix, en el Ter i en el Llobregat els canvis en la composició química produïts per l'home apareixen prematurament i tenen gran importància. La pol·lució es pot considerar la causa principal per la qual els rius manifesten una brusca divergència en les seves comunitats. En tenir diferents formes i graus, la pol·lució origina diferents respostes per part de les comunitats de diatomees. Així, la major part de les espècies de la comunitat anterior desapareix, substituïda per unes poques espècies resistents que dominen en els punts 22 i 46 del Ter i 97, 94 i 90 del Llobregat.

Les espècies presents en els punts 22 i 46 del Ter (*Nitzschia palea*- *N. ganderheimiensis*- *Gomphonema parvulum*) han estat descrites nombroses vegades com a pròpies de situacions molt contaminades (COSTE & RICARD 1980, LANGE-BERTALOT 1979). Tanmateix, la composició d'aquesta població és força diferent a la dels punts 97, 94 i 90 del Llobregat, malgrat els comuns nivells de pol·lució. Cal suposar, doncs, una diferència entre les preferències de les dues poblacions de diatomees. La primera sembla sensible a elevats continguts de sals (CHOLNOKY 1962, 1968; MOSS 1980), pel qual motiu no prosperarien en el segment inferior del riu Llobregat. En aquest tram, la comunitat està formada per espècies (*Nitzschia frustulum* - *Amphora veneta* - *Navicula atomus*) que són a la vegada tolerants a la pol·lució (LANGE-BERTALOT 1979) i a condicions de salinitat elevades, cosa que permet qualificar - les de mesohalòbies (EHRLICH & ORTAL 1979).

Els embassaments en el riu Ter instauren unes condicions peculiars riu avall que afavoreixen una comunitat diferent, composta per *Fragilaria* sp. pl. Les condicions de riquesa de nutrients i elevada concentració d'oxigen semblen les ideals per a aquesta comunitat (SCHOEMAN 1972). Els embassaments en el riu Ter actuen com a depuradors naturals de les aigües. La seva disposició en sèrie afavoreix els processos de decantació i d'oxidació (PUIG et al. 1986). La peculiaritat de la comunitat apareix destacada per la seva disposició en l'eix I de l'ACP, completament diferent a qualsevol altra comunitat en els dos rius.

L'efecte dels embassaments en el riu Llobregat és diferent i menys important, ja que no hi ha cap alteració en l'estructura de les comunitats de diatomees situades abans i després d'ells. Això pot ser atribuït al fet d'estar situats a les capçaleres i no estratègicament respecte a determinats focus contaminants, com succeeix en el Ter.

10. LES COMUNITATS INCRUSTANTS AL RIU TER .

10.1. INTRODUCCIÓ.

Les poblacions d'algues que creixen adherides al substrat formant una pel·lícula més o menys prima i arrapada es coneixen genèricament com a comunitats incrustants (KAWECKA 1980). La composició i la diversitat d'aquestes poblacions varia segons l'ambient. Així hom no pot esperar la mateixa composició a la zona litoral d'un llac (BACKHAUS 1976, KANN 1982) que en una font o surgència càrstica (GOLUBIC 1967), o en un rierol (FRITSCH 1929; BUTCHER 1946; KANN 1978), o fins i tot en un riu de més grans dimensions (HOLMES & WHITTON 1981; KANN 1983). Els factors més determinants d'aquesta diferenciació són la llum, el nivell de l'aigua, el corrent, la duresa de l'aigua, la qualitat del substrat i la pol·lució (KANN 1978).

Aquestes comunitats estan formades principalment per cianofícies i algunes clorofícies. Per la seva tipologia, són filaments que formen gespes (cas dels *Phormidium* i dels *Schizothrix*), filaments prostrats (com les *Gongrosira*, que sovint excaven la roca) o estructures parenquimàtiques (com les *Pleurocapsa* o *Hildenbrandia*). El dinamisme d'aquestes comunitats, a part de les circumstàncies pròpies de cada particular ambient, està marcat pel seu creixement en gruixària (que es conjuga amb la deposició de materials en el cas de les algues que creixen sobre substrat calcari) i per la necessitat que tenen de la llum .

Al riu Ter existeix una marcada diversitat d'ambients (substrat calcari o silici, rius, fonts) que es manifesta en una elevada varietat de comunitats incrustants . En aquest capítol es descriuen les poblacions incrustants que han estat localitzades a la conca del Ter, com ja anunciàvem al capítol 6. Així mateix, s'intenta una classificació, i s'analitza posteriorment la possible relació amb les principals característiques ambientals.

10.2. DESCRIPCIÓ DE LES COMUNITATS INCRUSTANTS .

10.2.1. Les capçaleres dels rius Ter i Freser .

Les capçaleres dels rius Ter i Freser discorren, com ja havíem

comentat al capítol primer, sobre substrat silici de textura variable, des de grans blocs de roques fins a roques de mitjana grandària. En aquest tram (T0, T7, T1, T8, T9, T3, T10, T5, T12, T13), les aigües són ràpides i fredes, i per les seves característiques de nutrients hom pot caracteritzar-les com oligotròfiques (APÈNDIX II).

A Ulldeter (2200 m d'alçada) les comunitats incrustants tenen dos aspectes característics. Completament submergides i preferentment al pla horitzontal de les pedres, es troben unes taques rogenques. Unes altres de negres es disposen a les cantonades de les pedres submergides, on no arriba gaire llum, o en les zones esquixades properes (FIGURA 10.1.). Aquestes taques són permanents al llarg de l'any. A partir de l'observació microscòpica es pot observar que les taques rogenques estan formades, en parts iguals, per *Pleurocapsa aurantiaca*, *Chamaesiphon polonicus* i *Homeothrix janthina* (TAULA 10.1.). El color es deu a l'aspecte de *Pleurocapsa* que, en petites masses, es barreja amb les altres dues espècies. Les taques negres corresponen a masses importants de *Chamaesiphon* i *Homeothrix*, que creixen en gruixària sobre les seves pròpies cèl.lules mortes.

Al punt 7, a 1300 m d'alçada, l'aspecte varia lleugerament. Les formacions incrustants consisteixen aquí en taques marronoses o negres de forma ovalada o allargada en direcció paral·lela al corrent, que donen a les pedres del llit del riu un aspecte característic. Es tracta de formacions permanents al llarg de l'any, formades per *Chamaesiphon polonicus*, en masses globuloses generalment pluriseriades i *Homeothrix janthina*, que en forma de filaments erectes constitueix una gespa que es barreja amb l'espècie anterior (FIGURA 10.2.). *Hydrurus foetidus* creix sobre les dues espècies anteriors, limitant el seu creixement, però sense fer-les desaparèixer. Unes taques verdes difoses, que corresponen a filaments de *Phormidium retzii* i *Ph. autumnale*, es desenvolupen a les pedres en la seva part lateral.

Al punt T1, també a 1300 m d'alçada, però sobre el Freser, apareixen formacions molt semblants a les ja descrites formades per *Chamaesiphon polonicus*, *Homeothrix janthina* i *Gongrosira debaryana*. Als punts T3 (Rigart) i T51 (Segadell), aquesta comunitat s'enriqueix amb *Pleurocapsa minor* i *P. aurantiaca*, en febles quantitats, i ocasionalment amb *Cladophora glomerata*.

Als punts T3 (1100 m alçada) i T9 (1000 m alçada) es troben poques variacions respecte al que fins ara hem descrit. La comunitat incrustant és la mateixa en aquests punts. *Chamaesiphon polonicus* i *Homeothrix janthina* apareixen en poca quantitat, formant part d'unes taques marronoses on abunden ja les diatomees (apartat 6.3.1.) i altres algues com *Gongrosira fluminensis*, *Pleurocapsa minor* i *P. aurantiaca*.

	(D)	(G)	(A)	(J)	26-V-1985	26-V-1985 afluent	(J)	(O)	(O)	(O)	(G)	(O)	(O)	(G)	(A)	(J)
CYANOPHYCEAE																
Aphanocapsa sp.
Chamaesiphon polonicus	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Homeothrix janthina	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Oscillatoria limosa	+	+
Pleurocapsa aurantiara	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pleurocapsa minor	.	.	.	1	2	.	1	5	.	.	.	.	.	.	.	.
Phormidium autumnale	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Phormidium frigidum	1	.	.	.	.	.	1	1
Phormidium retzii	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CHRYSOPHYCEAE																
Hydrurus foetidus	5	5	1	.	.	.	.	.	5	4	.	.	.	.	.	.
CHLOROPHYCEAE																
Cladophora glomerata	3	.	.	.	3	.	.	.	+
Closterium acerosum	+
Cosmarium vexatum	1	.	.	.
Gongrosira debaryana
Gongrosira fluminensis
Mougeotia sp.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dedogonium sp.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Spirogyra sp.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Ulothrix zonata	1	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Ulothrix tenuissima

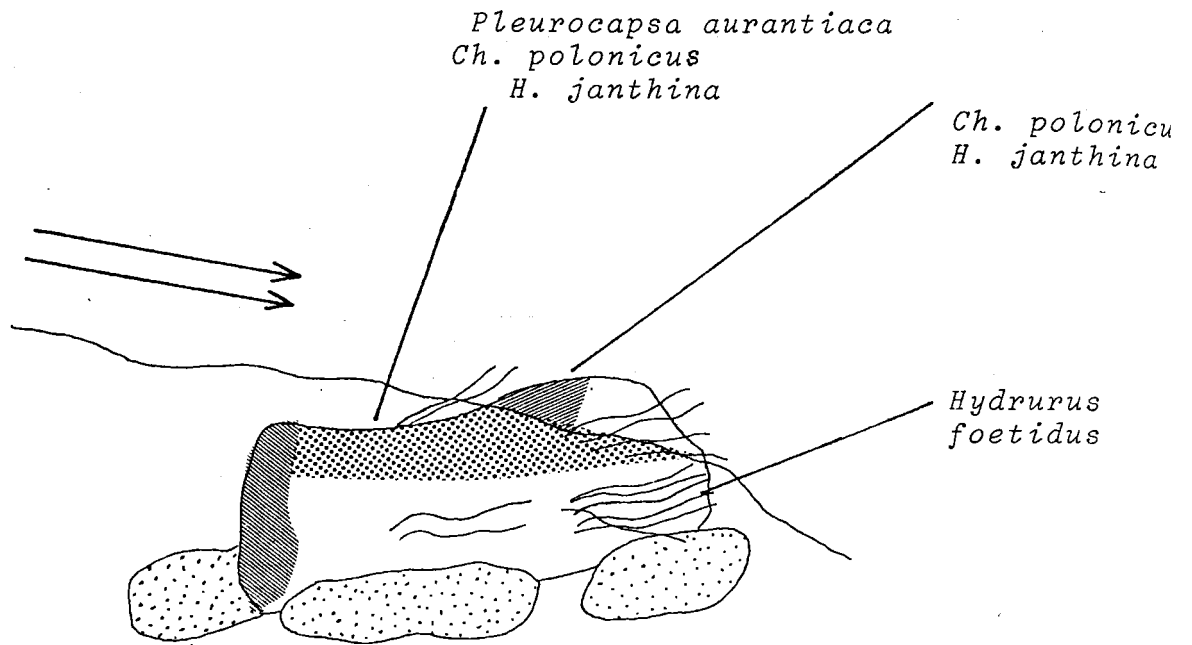


FIGURA 10.1. Disposició de les taques incrustants en una pedra d'Ull de Ter (punt 0) ,

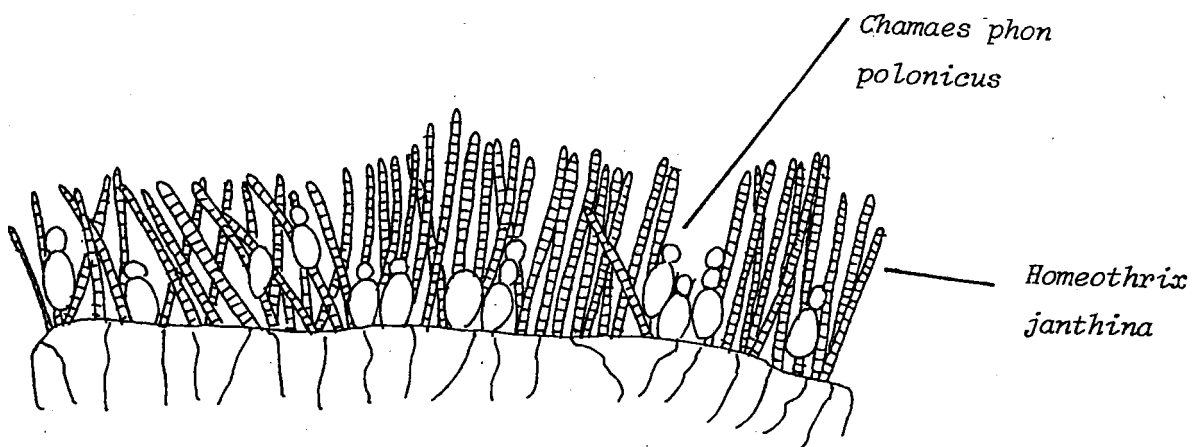


FIGURA 10.2. Aspecte microscòpic (x 1000) de la formació de *Chamaesiphon polonicus* i *Homeothrix janthina* en el punt 7 (riu Ter) ,

Gongrosira debaryana es fa present de manera unicament ocasional. Aquestes taques marronoses es desenvolupen en la part horitzontal de les pedres, mentre que a les parts laterals apareixen fines taques verdoses de *Phormidium retzii* i *Ph. autumnale* (FIGURA 10.3.), de la mateixa manera que al punt 7.

Aigües avall del Ter encara apareixen rastres d'aquesta comunitat incrustant. A mesura que el pendent s'amoroseix, augmenta la temperatura de les aigües i la concentració de substàncies dissoltes, les espècies que descrivíem anteriorment van desapareixent. Als punts T8 i T12 *Homeothrix janthina*, *Pleurocapsa minor* i *Gongrosira debaryana* apareixen de forma dispersa. *Ph. autumnale* persisteix, i se li afegeix en el pècton *Phormidium frigidum*. Al punt 10, en què, de forma local, les càrregues de nutrients augmenten de manera important, l'anterior comunitat és substituïda per *Phormidium subfuscum*; *Sporotetras pyriformis* va esdevenir important a la comunitat incrustant durant l'estiu, a la vegada que es desenvolupava un important perifiton de *Scenedesmus*.

Al Freser, a T5 (740 m), *Pleurocapsa minor* és aquí molt abundant, quasi l'única espècie de la comunitat incrustant. Quatre km més avall la situació empitjora a conseqüència de l'acció pol·luidora de la paperera de Campdevànot (punt 13). La comunitat incrustant que s'hi desenvolupa és molt pobra: *Gongrosira fluminensis* és l'única espècie abundant, però només durant el mes d'octubre. Més tard aquesta espècie també va desaparèixer, i solament es desenvolupen diatomees, juntament amb algunes altres algues que constitueixen un perifiton poc desenvolupat (TAULA 10.2.).

10.2.2. Les comunitats incrustants de fonts d'alta muntanya.

Menció especial mereixen els recobriments incrustants de les fonts d'alta muntanya. Han estat preses mostres de dues fonts, la de Setcases i la de Planoles, una sobre el Ter i l'altre sobre el Freser. La comunitat incrustant que s'hi troba (TAULA 10.3.) recorda a la que es desenvolupa als rius propers.

A la Font Bona de Setcases, *Chamaesiphon polonicus* i *Homeothrix janthina* són, barrejades amb espècies de *Chroococcus*, els components bàsics de les taques marró-negroses que es desenvolupava en la zona subaèria o poc submergida de la font. Per altra banda, a la font del poble de Planoles, *Homeothrix janthina* i *Pleurocapsa minor* estan barrejades amb *Calothrix parietina* i diferents espècies de *Chroococcus* i *Gloeocapsa*, formant, en aquest cas, taques poc conspiques (FIGURA 10.4.).

	10				13		
	(D)	(G)	(A)	(J)	(D)	(A)	(J)
CYANOPHYCEAE							
Aphanocapsa sp.	+
Merismopedia punctata	+
Oscillatoria limosa	+	1
Phormidium subfuscum	+	.	.	3	1	.	.
Pleurocapsa minor	.	.	.	+	+	.	.
CHRYSOPHYCEAE							
Hydrurus foetidus	+	2	.	.	.	.	.
CHLOROPHYCEAE							
Ankistrodesmus falcatus	1
Closterium acerosum	1
Closterium moniliferum	.	.	+
Cosmarium vexatum	.	.	.	+	.	.	.
Gongrosira fluminensis	4	.	.
Oedogonium sp.	.	+
Palmella miniata	1	.	.
Scenedesmus acutus	.	.	.	+	.	.	+
Scenedesmus vilaplani	.	.	.	2	.	.	.
Sporotetras pyriformis	.	.	.	3	.	.	.
Stigeoclonium tenue	+	.
Ulothrix zonata	.	1	.	.	.	1	.

TAULA 10.2. Composició de les comunitats incrustants en els punts 10 i 13 del riu Ter .

	FONT SETCASES	FONT PLANQUES
CYANOPHYCEAE		
Calothrix parietina	.	1
Chamaesiphon polonicus	1	.
Chroococcus helveticus	4	1
Chroococcus minutus	+	2
Gloeocapsa dermochroa	.	1
Homeothrix janthina	2	2
Pleurocapsa minor	.	1
CHLOROPHYCEAE		
Cosmarium vexatum	.	+
Gongrosira debaryana	+	.
Spirogyra sp.	+	.

TAULA 10.3. Composició de les comunitats incrustants en les fonts d'alta muntanya (Font de Setcases i Font de Planques).

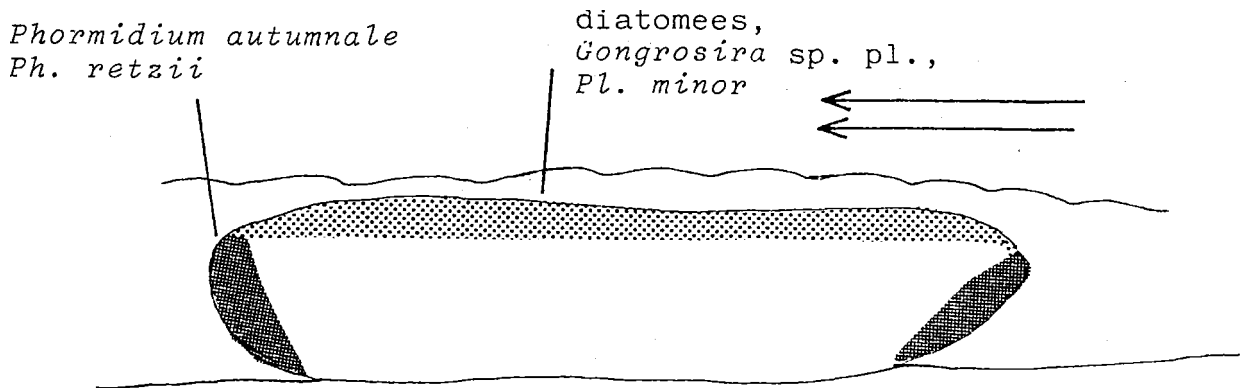


FIGURA 10.3. Disposició de les incrustacions en el punt 9 (riu Tor) .

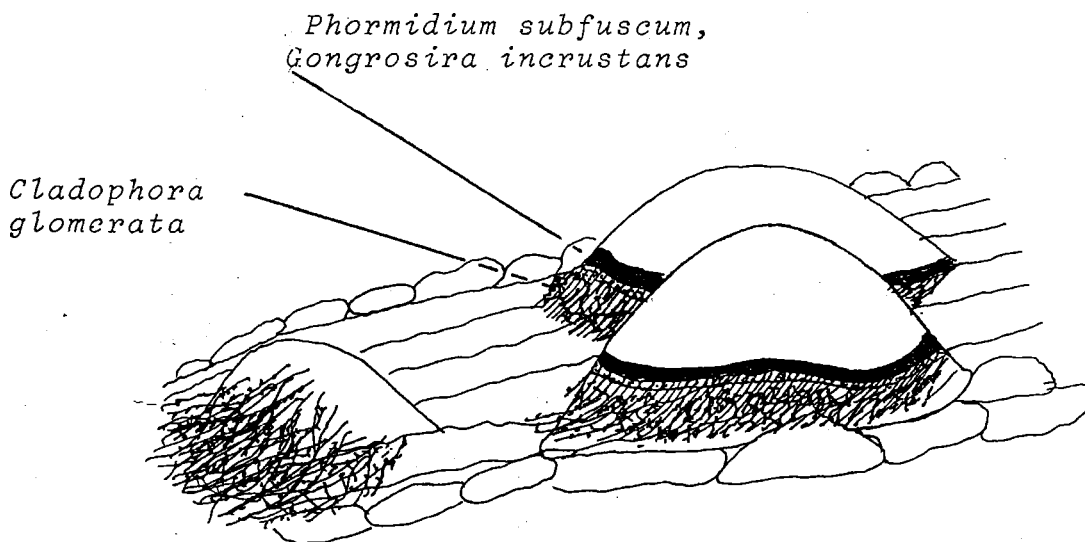


FIGURA 10.7. Disposició de la comunitat incrustant en el punt 33 (riu Brugent) .

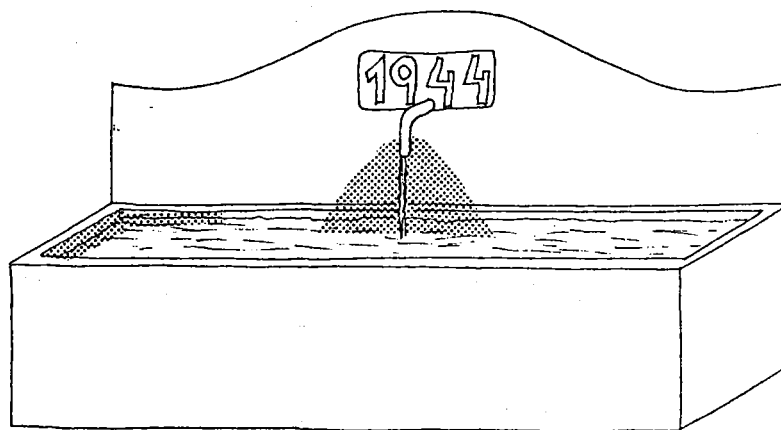


FIGURA 10.4. Disposició de les incrustacions en la font de Planoles .

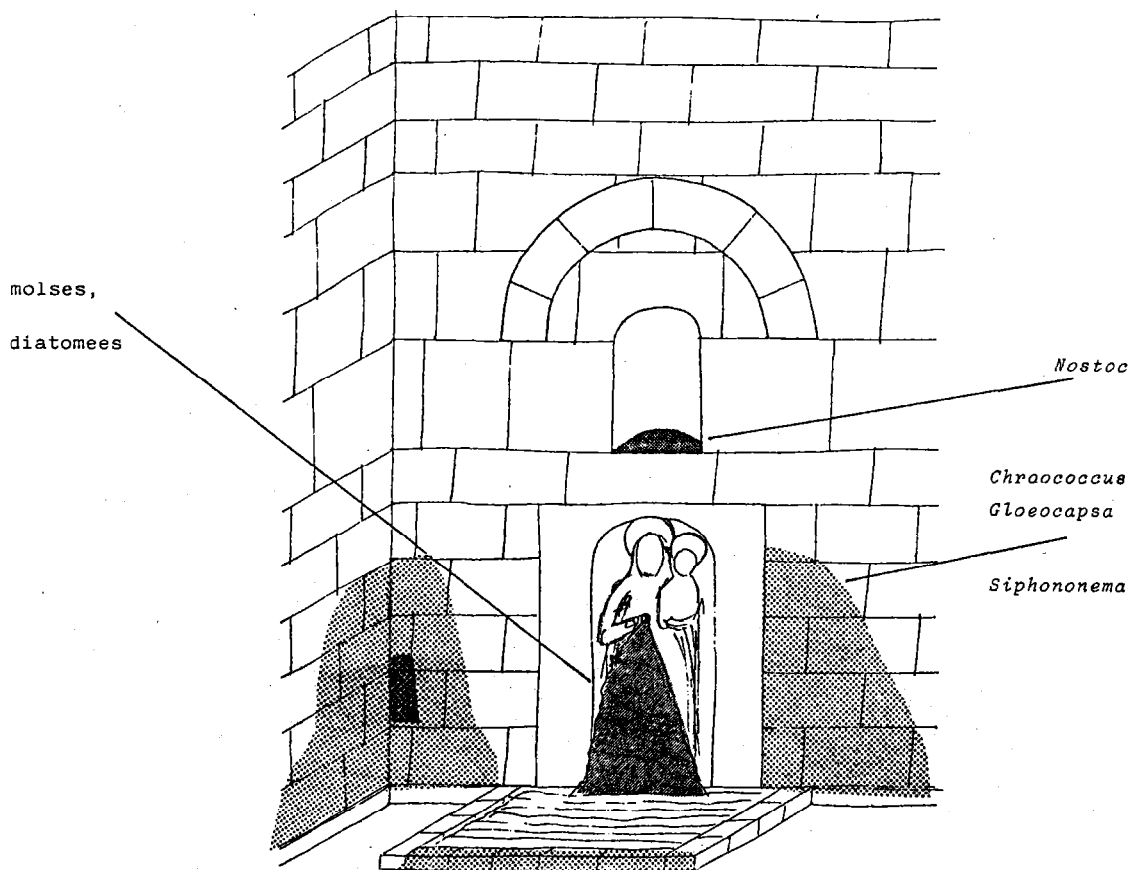


FIGURA 10.9. Disposició de les comunitats incrustants en la Font de la Verge (santuari de Montgrony) .

10.2.3. Les capçaleres dels rius Osor, Major i Llémena.

Aquests rius, afluents del Ter en la seva part mitjana, tenen en comú el fet de discórrer sobre substrat silici i el tenir alcalinitats elevades (APÈNDIX II). La comunitat incrustant que s'ha detectat als rius Osor i Llémena és molt senzilla. Sols *Gongrosira incrustans* al punt 28 (riera d'Osor) és abundant durant l'hivern (TAULA 10.4.). *G. fluminensis*, que té una presència purament ocasional, és la única espècie incrustant al punt 35 del Llémena (TAULA 10.5.). *Phormidium autumnale* (Llémena) o *Ph. subfuscum* (Osor) hi constitueixen el pècton.

A la riera Major (T27) existeix una comunitat incrustant semblant a les capçaleres del Ter i Freser. Consisteix en unes taques negres que apareixen sobre les pedres, principalment a les vores del riu, constituïda principalment per *Gongrosira debaryana* i *Pleurocapsa minor* (TAULA 10.6.). Unes taques vermelloses, que corresponien amb *Hildenbrandia rivularis*, ocupen les roques, preferentment submergides, orientades al nord o que reben poca llum.

Fora d'aquest lloc, però a les rodalies, en un petit torrent i en un regalim d'aigua que moren a l'embassament de Sau, s'observen taques de la rodofícia *Hildenbrandia rivularis*, que forma un pècton molt fi sobre les roques. Els dos indrets eren molt foscos, amb aigües netes i fredes. La rodofícia és l'únic component de la comunitat incrustant, i està recoberta - en el cas del regalim d'aigua - per una població de *Melosira arenaria* i *Plectonema tomasinianum* (TAULA 10.7.).

10.2.4. Les comunitats incrustants en el Ges, Fornès i riera de Rupit.

En aquests punts el substrat és calcari i les aigües són ràpides i netes (APÈNDIX II). Es formen crostes, més o menys gruixudes, compactades en carbonat càlcic, d'aspecte ben diferent a les que hem descrit fins ara sobre substrats silicis.

La comunitat incrustant és aquí molt desenvolupada pel que fa a l'extensió que ocupa als rius i al nombre d'espècies que la constitueixen. Als dos primers rius, damunt les lloses que formen el seu substrat, es diposita una costa gruixuda (fins a 5 mm de gruix) i molt extensa que persisteix durant tot l'any. Aquesta crosta, de gran consistència, té una estructura deguda als organismes vegetals, principalment cianofícies filamentosos, que hi habiten. Fent - ne un tall transversal mitjançant un micròtom i observant - lo al microscopi, hom pot veure com els filaments es disposen preferentment en el terç superior, mentre que a la resta es troben

28

(N) (D) (G) (A) (J)

CYANOPHYCEAE

Phormidium subfuscum . 1 + 4 .

CHLOROPHYCEAE

Cladophora glomerata	.	.	.	2	.
Gongrosira incrustans	5	.	.	.	.
Stig. subsecundum	.	.	.	1	+
Ulothrix tenuissima	.	+	.	.	.
Ulothrix zonata	.	.	.	+	.

TAULA 10.4, Composició de la comunitat incrustant de la riera d'Osor (punt 28).

35

(D) (G) (A) (J)

CYANOPHYCEAE

Uncobyrsa casabiana	+	.	.	.
Phormidium autumnale	.	.	.	+

CHLOROPHYCEAE

Cladophora glomerata	2	+	2	4
Closterium moniliferum	+	.	.	.
Cosmarium vexatum	+	.	.	.
Gongrosira fluminensis	+	.	.	.
Oedogonium sp.	+	.	.	3
Pediastrum boryanum	+	.	.	+
Scenedesmus acuminatus	.	.	+	.
Scenedesmus longus	.	.	+	.

RHODOPHYCEAE

Chantransia sp.	+	.	.	.
-----------------	---	---	---	---

TAULA 10.5, Composició de la comunitat incrustant de la riera de Llémna (punt 35).

	(O)	(D)	(G)	(A)	(J)	(7-XII-86)
CYANOPHYCEAE						
<i>Chamaesiphon incrustans</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Homoeothrix janthina</i>	.	+	.	.	.	+
<i>Phormidium autumnale</i>	+	.	.	.	.	+
<i>Pleurocapsa minor</i>	.	.	.	.	.	2
CHRYSOPHYCEAE						
<i>Hydrurus foetidus</i>	.	3	4	.	.	+
BACILLARIOPHYCEAE						
<i>Cocconeis pediculus</i>	.	+	.	.	.	1
CHLOROPHYCEAE						
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Cladophora glomerata</i>	3	.	.	4	2	2
<i>Closterium acerosum</i>	.	.	.	+	+	.
<i>Closterium moniliferum</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Gongrosira dabaryana</i>	.	.	.	.	.	4
<i>Oedogonium sp.</i>	.	.	.	+	+	.
<i>Pediastrum boryanum</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Scenedesmus acutus</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	.	.	.	+	+	.
<i>Spirogyra sp.</i>	1	.	.	+	.	.
<i>Ulothrix zonata</i>	.	1	+	.	.	.
RHODOPHYCEAE						
<i>Hildenbrandia rivularis</i>	.	.	.	.	.	2

TAULA 10,6. Composició de la comunitat incrustant en la riera Major (T27).

	TORRENT (29-IV-84)	REGALIM (7-XII-86)
CYANOPHYCEAE		
Aphanocapsa stagnina	.	+
Plactonema tomasinianum	.	!
BACILLARIOPHYCEAE		
Achnanthes minutissima	+	+
Cocconeis placentula	.	!
Cymbella affinis	.	+
Cymbella aspera	.	+
Denticula tenuis	.	+
Diplooneis ovalis	.	+
Epithemia turgida	+	+
Gomphonema intricatum pumila	.	+
Melosira arenaria	.	5
Navicula cryptocephala exilis	.	!
Surirella spiralis	.	+
Synedra ulna	.	+
CHLOROPHYCEAE		
Mougeotia sp.	.	+
RHODOPHYCEAE		
Hildenbrandia rivularis	3	4

TAULA 10,7. Composició de la comunitat incrustant en petits torrents situats en la pista forestal que uneix els embassaments de Sau i Susqueda.

motlles o beines abandonades de les mateixes espècies que és possible trobar més amunt. Una certa barreja en aquesta disposició és explicable per la microfauna (principalment quironòmids) que hi depreda (HART 1985). A la riera de Rupit, en un salt d'aigua, vàrem observar també una extensa crosta molt calcificada, semblantment a un travertí, en la que es repetia aquesta estructura. No és difícil deduir, per tant, que existeix una dinàmica de creixement marcada per la llum i la velocitat en que es produeixen les incrustacions (veure discussió). L'observació d'aquestes formacions al microscopi electrònic d'escandallatge permet comprovar la complicació de les estructures i l'íntima barreja de la part mineral amb la matèria vivent (FIGURA 10.5.).

La coloració superficial d'aquestes crostes és verd - groguenca o marronosa, i és possible identificar-hi diverses taques a ull nu. Un cop observades al microscopi, es comprova que estan constituïdes per diferents espècies (TAULA 10.8.). Així, petites taques esfèriques de coloració marró negrosa corresponen a colònies de *Rivularia biasoletiana*, mentre que taques verd oliva són manyocs d' *Schizothrix penicillata*, i altres grisenques són masses d' *Schizothrix affinis* i *S. perforans*. Barrejats amb aquestes taques es poden trobar, aquí i enllà, petits grups de *Calothrix fusca*, *Aphanocapsa montana*, *Chroococcus turgidus*, *Pediastrum boryanum* i *Cosmarium moniliforme*. De manera aïllada es troben petites masses de *Phormidium incrustatum* i *Gongrosira incrustans*. En el cas de la riera de Rupit, apareixen entre les incrustacions protonemes de molses, hifes de fongs i conidis d'hifomicets (*Fusarium*, *Alternaria*). Principalment a l'estiu i a la tardor, la part superior de la incrustació pot estar recoberta per filaments de *Spirogyra* i *Mougeotia*.

10.2.5. Les comunitats incrustants de la riera de Vallfogona i del riu Merdàs.

Al riu Merdàs i a la riera de Vallfogona l'aspecte de la comunitat és una mica diferent al que comentàvem anteriorment del Ges, el Fornés i la riera de Rupit. El llit del riu està principalment format per còdols, i les aigües tenen un contingut elevat en calci i en sulfats (APÈNDIX II), ja que ambdues travessen àrees riques en guixos.

La clorofícia *Gongrosira incrustans* és dominant en aquests indrets. Les incrustacions tenen un aspecte verdós, difícilment separable de la pedra, a causa de l'excavació que hi fa (TAULA 10.9.). Aquesta espècie, juntament amb *Phormidium incrustatum*, constitueix una matriu (FIGURA 10.6), i entremig seu es disposen altres algues com diatomees, masses petites de *Pleurocapsa aurantiaca*, filaments de *Spirogyra* sp. i d' *Homeothrix crustacea* i *Calothrix parietina*.

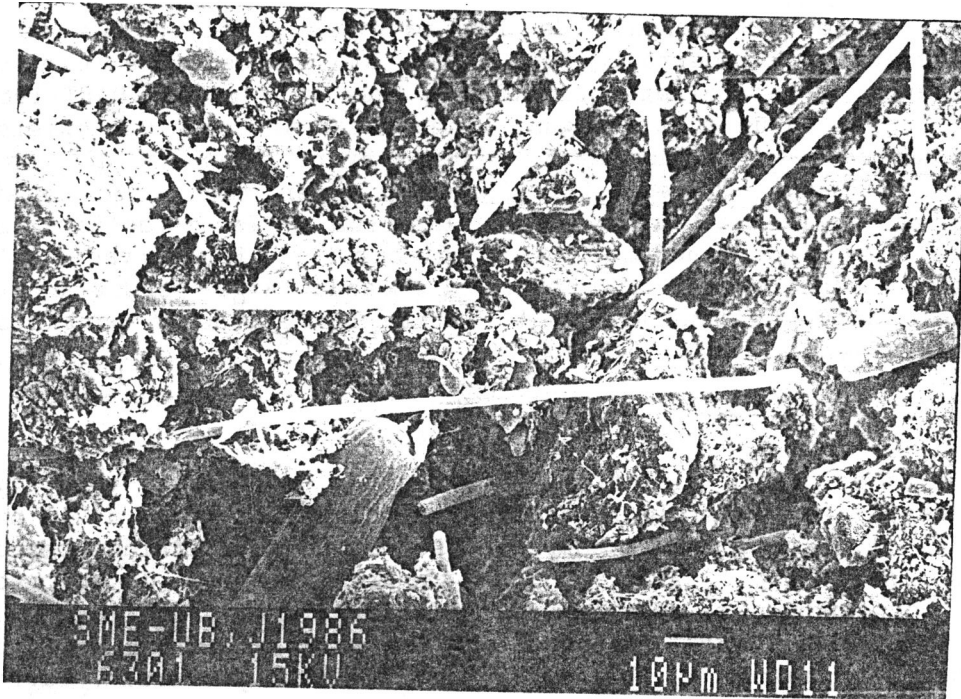


FIGURA 10,5, Aspecte de la comunitat incrustant del punt 17 mitjançant el microscopi electrònic d'escandallatge (x 750).

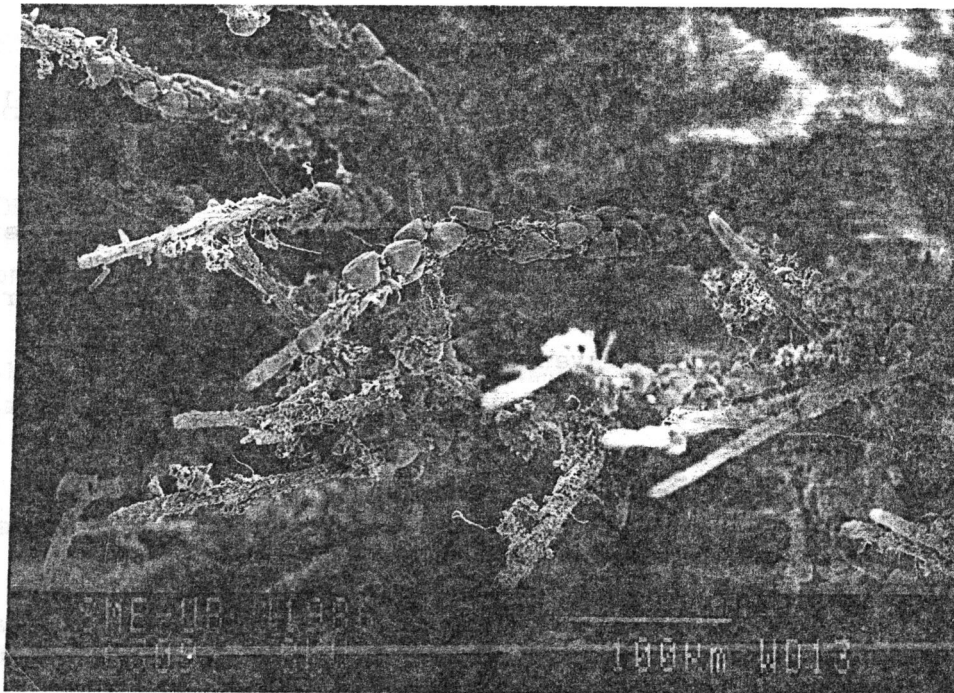


FIGURA 10,8, Aspecte de les branques de *Chantransia* carregades d'epífits (principalment *Cocconeis*) mitjançant el microscopi electrònic d'escandallatge (x 220).

	17					2-XI-1985	19			2-XI-1985	50	
	(O)	(O)	(G)	(A)	(J)		(O)	(A)	(J)		(G)	(A)
CYANOPHYCEAE												
Aphanocapsa endolithica	.	+	+	.	.	.
Aphanocapsa montana	+	.	.	.
Calothrix fusca	+	+	.	.	.	1	.	1	1	.	.	.
Chroococcus turgidus	+	.	.	.	+	.	.
Homeothrix crustacea	1	4	5	.	.	.
Homeothrix juliana	.	+	.	.	.	+
Merismopedia punctata	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Phormidium foveolarum	+
Phormidium incrustatum	.	.	1	.	.	.	4	1	1	.	.	.
Plectonema radiosum	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pleurocapsa polonicum	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rivularia biasolettiana	.	2	.	.	.	2	.	.	.	2	.	.
Schizothrix affinis	.	3	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Schizothrix penicillata	.	1	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Schizothrix perforans	+	2	.	.
CHLOROPHYCEAE												
Bulbochaete sp.	+	.	.	.	+
Cladophora glomerata	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Closterium diana	+
Closterium moniliferum	+
Cosmarium moniliforme	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.
Cosmarium vexatum	+
Gongrosira incrustans	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mougeotia sp.	.	+	.	+	.	2	.	.	.	+	.	.
Oedogonium sp.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1
Pediastrum boryanum	2	+	.	.
Spirogyra sp.	.	3	.	+	+	3	.	.	.	.	.	1
Ulothrix albicans	+	.
Zygnema sp.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
RODOPHYCEAE												
Chantransia	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	+	+

TAULA 10,8. Composició de les comunitats incrustants en els punts 17. (Gas), 19 (Fornés) i 50 (Rupit).



	6			14						
	(O)	(G)	(J)	2-XI-1985	(O)	(N)	(D)	(G)	(A)	(J)
CYANOPHYCEAE										
Anabaena variabilis	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Calothrix parietina	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Chamaesiphon incrustans elongatus	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Homeothrix crustacea	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Homeothrix juliana	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.
Phormidium incrustatum	.	+	.	2	.	3	1	1	.	1
Pleurocapsa aurantiaca	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Pleurocapsa minor	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Schizothrix affinis	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CHRYSOPHYCEAE										
Hydrurus foetidus	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.
CHLOROPHYCEAE										
Cladophora glomerata	2	.	+	1	4	+	.	.	.	.
Closterium moniliferum	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Cosmarium vexatum	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Gongrosira incrustans	2	.	.	3	.	4	+	.	.	+
Oedogonium sp.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Spirogyra sp.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Ulothrix zonata	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.
RHODOPHYCEAE										
Chantransia	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.

TAULA 10.9. Composició de les comunitats incrustants en els punts 6 (Merdàs) i 14 (riera de Vallfogona)



Cladophora glomerata és també més important en aquests dos punts, i és freqüent que les seves branques velles, mortes i calcificades a la fi de l'estiu i a la tardor, estiguin carregades d'epífits (com *Chamaesiphon incrustans* v. *elongatus*), formant un autèntic microambient.

10.2.6. La comunitat incrustant del riu Brugent .

Al riu Brugent (punt 33) , sobre algunes de les grans pedres que es troben al llit del riu , apareix una comunitat incrustant que ha de suportar elevats continguts de nutrients i aigües força mineralitzades (APÈNDIX II).

Pel que fa al seu aspecte i a la composició d'espècies, les formacions són semblants però més empobrides que les comunitats que descrivíem a l'apartat anterior. Aquí es troba una franja marró - negrosa, consistent , a la zona superficial i esquitxada de les pedres del llit del riu (FIGURA 10.7.). *Gongrosira incrustans* i *Pleurocapsa minor* en formen la base incrustant, barrejades amb una gespa de *Fhormidium subfuscum* i *Ph. frigidum* (TAULA 10.10.). *Cladophora glomerata* i *Ulothrix zonata* creixen damunt aquesta comunitat , la primera en grans quantitats . A partir del desenvolupament massiu de *Cladophora*, a la primavera, les incrustacions desapareixen.

10.2.7. La comunitat incrustant de la riera de les Llosses i del riu Gurri.

Tot i que no es tracta de llocs propers , els punts 24' (Gurri) i 52 (Les Llosses) tenen en comú que són molt ombrejats, de corrent lent i molt heteròtrofs . En el moment que van ser preses mostres d'aquests dos punts (21-XI-85) *Chantransia* i *Cladophora* estaven carregades d'incrustacions minerals i d'epífits , principalment *Cocconeis pediculus* (FIGURA 10.8.). Al punt 24' les masses filamentosos que formen aquestes dues algues es barrejaven amb filaments d' *Oscillatoria splendida*, que hi constituïen una gespa verd-olivàcia que podia assolir uns quants mm de longitud. Només en aquest punt apareixien petites masses de *Gongrosira incrustans* i *Homeothrix crustacea*, que es podien trobar tant formant taques solitàries com damunt de *Cladophora*, a manera d'epífits (TAULA 10.11.).

10.2.8. Comunitats incrustants de fonts calcàries.

Les incrustacions que es van estudiar en tres fonts calcàries (Font de la Verge, a Mogrony, Font de Cantonigròs i Font de la Riera, a la

(12) (6) (A)

CYANOPHYCEAE

<i>Calothrix parietina</i>	1	.	.
<i>Phormidium subfuscum</i>	3	2	.
<i>Phormidium frigidum</i>	2	.	.
<i>Pleurocapsa minor</i>	1	1	.

CHLOROPHYCEAE

<i>Cladophora glomerata</i>	.	4	2
<i>Gongrosira incrustans</i>	4	.	.
<i>Pediastrum boryanum</i>	.	.	+
<i>Ulothrix zonata</i>	1	.	.

TAULA 10.10. Composició de la comunitat incrustant en el punt 33 (riu Brugant) .

24' 52

(2) (2)

CYANOPHYCEAE

<i>Homeothrix crustacea</i>	1	.
<i>Oscillatoria splendida</i>	2	.
<i>Pleurocapsa minor</i>	.	+

CHLOROPHYCEAE

<i>Cladophora fracta</i>	2	1
<i>Gongrosira incrustans</i>	1	.

RHODOPHYCEAE

<i>Chantransia</i>	3	.
<i>Audouinella leiblenii</i>	.	3

TAULA 10.11. Composició de les comunitats incrustants en els punts 24' (riu Gurri) i 52 (riera de les Llosses) .

riera Fornès) tenen una composició força diferent a la que acabem de descriure en els rius calcaris.

D'acord amb les característiques de l'ambient de cada una, a la font de la Riera i a la font de la Verge, la comunitat incrustant és molt desenvolupada, mentre que a la font de Cantonigròs la crosta té una composició molt més homogènia. A les dues primeres, i sobretot a la font de la Verge, és possible detectar diversos microambients, determinats principalment per diferències en la llum i en la humitat, que són ocupats per diverses espècies o grups d'espècies (FIGURA 10.9.).

Les espècies que constitueixen aquestes comunitats coincideixen a bastament amb les que colonitzen les incrustacions en els rius, amb algunes excepcions. Així, *Gloeocapsa* i *Chroococcus* són prou freqüents en les tres fonts. També apareixen aquí gèneres que no havíem observat a les incrustacions dels rius, com *Nostoc*, *Scytonema*, *Siphononema*, i *Chroothoece* entre d'altres (TAULA 10.12.).

10.2.9. Comunitat incrustant de la desembocadura del riu Ter.

Tot i que no abunden els substrats durs en les rodalies de la desembocadura, en alguns indrets es troben petites plataformes, com és el cas del punt 48, on es desenvolupa una comunitat incrustant poc diversa i força estable en el temps. Cal assenyalar que en el seu pas per Verges (T47) o Flaçà (T46) el riu també ofereix llocs adients per al desenvolupament de comunitats incrustants (petits ports, ponts), però mai no n'hi hem trobat de cap mena. Les possibles causes d'aquesta absència es discuteixen més tard (veure discussió).

A T48, arran d'aigua, a l'espai subaeri o poc submergit dels esquitxos, apareixen unes taques negreses que cobreixen les pedres. En dies de vent l'aigua va cobrint periòdicament aquests espais. Per la seva consistència recorden el que es trobava a les fonts de substrat no calcari, ja que no estan incrustades en carbonat càlcic, tot i que tenen un cert creixement en gruixària. Unes masses filamentoses de color verd brillant creixen, en alguns indrets, damunt les incrustacions.

Les taques negreses apareixen constituïdes majoritàriament per una cianofícia pleurocapsàcia, *Myxosarcina chroococcoides*, que apareix barrejada amb cèl.lules primordials de *Klebsormidium rivulare*. El conjunt

	RIERA		CANTONIGROS	VERGE	
	(8-III-86)	(18-V-86)	(9-VI-86)	(2-XI-85)	(27-V-85)
CYANOPHYCEAE					
Aphanothece sp.	1	.	.	.	.
Aphanothece microspora	.	.	.	.	+
Calothrix parietina	1	.	.	.	.
Chroococcus pallidus	4	.	.	4	.
Gloeocapsa polydermatica	.	.	.	.	3
Gloeocapsa montana	.	.	.	.	+
Nostoc sphaericum	.	.	.	.	3
Petalonema densum	.	.	.	.	1
Pleurocapsa polonica	.	.	.	2	.
Phormidium incrustatum	+	.	.	.	.
Phormidium valderianum	.	.	.	3	.
Pseudonocobyrsa lacustris	.	+	.	.	.
Rivularia biasoletiana	1	.	.	.	.
Schizothrix perforans	3	.	.	.	.
Schizothrix penicillata	2	2	.	.	.
Scytonema crustaceum	.	.	.	.	+
Siphononema polonicum	1	.	.	.	.
Stigonema mamillosum	.	.	.	.	+
CHLOROPHYCEAE					
Cladophora glomerata	+	.	.	.	.
Chaetophora elegans	.	4	2	.	.
Cosmarium moniliforme	+	.	.	.	.
Cosmarium vexatum	+	.	.	.	.
Gongrosira incrustans	.	.	.	3	.
Monoraphidium fontinale	+	.	.	.	.
Oedogonium sp.	+	.	.	.	+
Microspora willeana	.	1	1	.	.
Mougeotia sp.	.	3	.	.	.
Pediastrum boryanum	+	1	.	.	.
Spirogyra sp.	.	.	.	.	+
XANTHOPHYCEAE					
Mischococcus sp.	.	2	.	.	.
Tribonema fonticulum	1	1	.	1	.
RHODOPHYCEAE					
Batrachospermum moniliforme	3	3	2	.	.
Chrootheca rupestris	+	.	.	.	.
Chantransia	.	.	.	.	+

TAULA 10.12. Composició de les comunitats incrustants localitzades en fonts calcàries de la conca del riu Ter.

té una aparença parenquimàtica. En petites clapes molt localitzades es troba *Aphanocapsa pulchra*. Els filaments que hi creixen al damunt corresponen amb manycos de *Klebsormidium rivulare* i, en menor proporció, de *Phormidium subfuscum*. Tot i que només han estat preses mostres de la comunitat incrustant en dues ocasions (campanya 9, al juny 1984, i 3-I-1987), la composició no variava tot i tractar-se d'èpoques diferents (TAULA 6.44.). Es interessant indicar que, el 3-I-1987, sobre els filaments de *Phormidium subfuscum* hi apareixien gran quantitat de fongs paràsits (possiblement quitridials) (FIGURA 4.1, 11).

10.3. CARACTERITZACIÓ DE LES COMUNITATS INCRUSTANTS DEL TER.

La caracterització de les comunitats incrustants ofereix certes dificultats, principalment taxonòmiques i ecològiques. Els primers intents van voler aplicar la tècnica de BRAUN-BLANQUET d'anomenar les comunitats i incloure-les en aliances (JAAG 1945; GOLUBIC 1967; MARGALEF 1952, 1953), ben discutibles per la seva poca utilitat per a ser comparades. Més tard, han aparegut alguns intents aïllats d'aplicar les tècniques multivariants a dades de presència-absència (ALLEN 1971), de molt difícil reproductibilitat. En el nostre estudi, hem optat per descriure el que anàvem trobant, i quan era possible, comparar-la amb altres de semblants.

Als punts 0, 7 i 1, és a dir, a les capçaleres del Ter i del Freser, la comunitat incrustant està formada per *Chamaesiphon polonicus* i *Homeothrix janthina*, a la que s'afegeix *Hydrurus foetidus* (TAULA 10.1.). *Fleurocapsa aurantiaca* i *Gongrosira debaryana* hi són també característiques. *Phormidium retzii* i *Ph. autumnale* formen, en ocasions, un pècton ben desenvolupat. És possible trobar-la sobre les roques en indrets de corrent fort i de baixa temperatura, dels 2200 als 1300 m d'alçada. També el recobriment incrustant de la Font de Setcases, tot i alguns elements típicament fontinals, es pot assimilar a aquesta comunitat. Es tracta d'una comunitat persistent durant tot l'any, en què les diferències estacionals estan limitades a les variacions en abundància d'*Hydrurus foetidus* que hi creix al damunt. Aquesta comunitat així definida va ser descrita per FRITSCH (1929), sobre còdols i roques als rius anglesos com "Chamaesiphon - community". Més tard, ha estat observada per BUTCHER (1932), HOLMES & WHITTON (1977) també en rius anglesos, per WASYLIK (1971), KAWECKA (1971, 1980) en diversos rius polonesos, BACKHAUS (1976) a l'Estaragne (França), KANN (1978a) en rius austríacs, i MARGALEF (1948a, 1958) al nostre país (amb el nom de "Hydrococcetum rivulare"). Aquest autor assenyala la presència en la comunitat d'*Hydrococcus rivularis* (= *Oncobyrsa rivularis*), que no es fa present al Ter.

Aigües avall, la "*Chamaesiphon-community*" sofreix algunes modificacions. *Pleurocapsa minor* i *Gongrosira fluminensis*, fins ara poc importants, són les espècies més freqüents a la comunitat incrustant d'aquests punts, on ni *Chamaesiphon polonicus* ni *Homeothrix janthina* tenen cap presència. *Phormidium autumnale* i *Ph. retzii* continuen ocupant el pècton en els costats de les pedres. De fet, en resulta una comunitat diferent a l'anterior, tant per l'aspecte de la formació com per la composició d'espècies. La comunitat que recobreix la font de Planoles té un gran paral·lelisme amb ella, més que amb l'anterior comunitat. Nosaltres l'anomenarem de "*Pleurocapsa minor - Gongrosira fluminensis*".

Més avall (T12), aquesta comunitat de "*Pleurocapsa minor - Gongrosira fluminensis*" es simplifica i queda restringida a *Pleurocapsa minor* i algunes formes primes de *Phormidium* (com *P. frigidum*). Aquesta progressiva "adulteració" de la comunitat de *Chamaesiphon - Homeothrix - Pleurocapsa* ha estat també descrita per KAWECKA (1971) i WASYLIK (1971) a mesura que descendeix l'alçada del riu. Hom pot interpretar aquesta desaparició com un resultat de la cada vegada més important mineralització de les aigües.

La comunitat incrustant de T27 (riera Major) es pot considerar intermèdia entre les dues anteriors, amb elements propis de torrent i altres de muntanya mitjana (TAULA 10.6.). *Chamaesiphon* no hi és present, i en el seu lloc *Hildenbrandia rivularis* i *Gongrosira debaryana* hi són dominants, mentre que *Homeothrix janthina*, *Pleurocapsa minor* i *Phormidium autumnale* hi tenen una presència variable. La presència de la rodofícia a la comunitat es pot considerar com un fet diferencial respecte de les incrustacions de les capçaleres del Ter i el Freser. Per altra banda, el pècton d'*Hildenbrandia rivularis* sobre roques silícies del massís de les Guillerries, molt properes a la riera Major dóna motius per a pensar que es pot tractar d'una comunitat pròpia del pècton de muntanya mitjana. MARGALEF (1950) descriu a la serralada Cantàbrica una comunitat formada per aquesta rodofícia i *Hydrococcus* amb el nom de "*Hildenbrandietum rivularis*". FRITSCH (1929) hi observa associada una feofícia, *Lithoderma fluviatile*, i dóna el nom de "*Hildenbrandia - Lithoderma*" a aquesta comunitat. En petits rius polonesos, STARMACH (1969, 1969a) observa la presència d'*Hildenbrandia* a les raconades ombrívols, acompanyada per algunes espècies de *Chamaesiphon* i de *Chantransia*.

Als punts afectats per una pol·lució més o menys important de la zona de capçaleres (10, 13), així com al punt 28 (la riera d'Osor), la comunitat incrustant és pobra i amb certes semblances amb el pècton que es desenvolupa en indrets calcaris (punt 33) o amb elevada mineralització (punt 44, en el Terri, i 45, 46, 47 i 48 en el tram final del Ter). *Phormidium subfuscum* - *Gongrosira incrustans* - *Sporotetras pyriformis* hi són les espècies més importants. BUTCHER (1932) descriu una comunitat, que podria ser anàloga a la nostra, amb el nom de "*Ulvella - Cocconeis*" que

es desenvolupa en indrets més om menys pol·luïts i en la qual *Gongrosira incrustans* i *Sporotetras pyriformis* són abundants.

Pel que fa a les poblacions que es desenvolupen sobre substrat calcari, que hem trobat als rius Brugent (punt 33), Merdàs (punt 6), Gurri (punt 24'), Ges (punt 19) i Fornès (punt 17), i a les rieres de les Llosses (52), Vallfogona (14) i Rupit (50), la diversitat de situacions és força elevada. Unes poques espècies es poden considerar com cosmopolites, ja que són a quasi tots els indrets, en major o menor quantitat: *Gongrosira incrustans*, *Phormidium incrustatum* i també *Cladophora glomerata*. Moltes altres són diferencials en cada lloc, la qual cosa fa difícil ajuntar-les en una mateixa comunitat. Així, a la riera de Vallfogona i al riu Merdàs (TAULA 10.9.) es troba una comunitat molt semblant a la que FRITSCH (1949, 1950) va descriure en els rius calcaris anglesos com "Phormidium incrustans-community", amb la diferència que aquí no hem trobat nòduls com els descrits per ell i els ja trobats per SABATER (1983) a l'Avencó (Montseny), sino solament una crosta més o menys prima i molt arrapada al substrat. De manera semblant, SYMOENS (1957) va donar el nom de "Chantransieto-Phormidietum incrustans" a una associació anàloga. Des d'aleshores, aquesta mateixa comunitat ha estat descrita amb poques variacions per KANN (1943, 1978a) en rierols calcaris dels Alps, i també per BLUM (1957) als Estats Units, el qual també hi observà filaments de *Schizothrix pulvinata* i *S. lacustris*, i per GOLUBIC (1967) en surgències calcàries dels Alps Dinàrics. Tots aquests autors coincideixen en la lentitud amb que es constitueix aquesta comunitat, que precisa un any per al seu complet desenvolupament, i que està immersa en una complexa dinàmica de precipitació-abrasió pel corrent-necessitat de la llum per a efectuar la fotosíntesi (GOLUBIC 1973).

La comunitat incrustant dels punts 24' (Gurri) i 52 (les Llosses) té una certa semblança amb els dos punts abans esmentats (TAULA 10.11.). *Phormidium incrustatum* no hi apareix i *Chantransia* ofereix habitatge a incrustacions i epífits. *Homeothrix crustacea* forma petites gesses com, en el seu cas, fa *Phormidium*. Cal remarcar que tant FRITSCH (1950) com BLUM (1957) troben correntment formes *Chantransia* amb la comunitat definida en el paràgraf anterior. Per tant, sembla que aquesta comunitat és molt semblant a l'anterior.

Als punts 17, 19 i 50 (TAULA 10.8.) la comunitat és més diversa i apareixen formes de *Schizothrix* (*perforans*, *affinis*), *Rivularia biasolettiana* i *Homeothrix crustacea*, mentre que *Phormidium incrustatum* i *Gongrosira incrustans* no són particularment abundants. Tipificar aquesta comunitat és força difícil. Tanmateix, MARGALEF (1960) identifica la comunitat descrita per FRITSCH (1949) amb una associació coneguda com "Phormidietum cebennensis" i prèviament descrita per ell (MARGALEF 1951a). Aquesta es trobaria en algües calcàries corrents formant -hi crostes, i hi tindrien cabuda moltes de les espècies citades més amunt, amb la qual cosa podríem concloure que hi concorda. L'opinió de MARGALEF (1960) de

considerar anàlogues les dues associacions no sembla gaire apropiada, ja que la descrita per ell és d'aspecte diferent i composició més diversa que la descrita per FRISTCH, i segurament amb diferents especificitats.

La comunitat incrustant que hem descrit al riu Brugent (TAULA 10.10.) i a la font de Cantonigrós (TAULA 10.13.) són semblants al "Calothricetum parietinae" descrit per MARGALEF (1944) sobre parets i pedres en ambients amb cert grau d'eutròfia. En el nostre cas això és ben clar, sobretot al riu Brugent. Es tracta d'una comunitat poc diversa en la qual *Calothrix parietina* és l'espècie dominant.

A la font de la Verge, la comunitat incrustant (TAULA 10.9.) correspon a una modificació de l'associació "Gloeocapsetum polydermaticae" (MARGALEF 1958), que aquest autor descriu en ambients fontinals, calcaris i ombrívols. La font de la Riera, finalment, sembla un cas atípic del "Chaetophoretum amphipleuretsum" (MARGALEF 1949), amb diferències respecte a ell pel que fa a la seva composició específica.

Menció apart mereix la comunitat incrustant del punt 48, a la desembocadura del Ter (TAULA 6.44.). L'associació de *Myxosarcina chroococcoides* i *Klebsormidium rivulare* sembla capaç de suportar condicions força dures pel que fa a la conductivitat i a la quantitat de nutrients dissolts en l'aigua. No hem trobat cap paral·lel a la bibliografia respecte a aquesta comunitat, però les dues espècies semblen sovintejar en aquestes condicions (BACKHAUS 1976; SHEATH & BURKHOLDER 1985).

10.4. RELACIONS DE LES COMUNITATS INCRUSTANTS AMB ELS FACTORS AMBIENTALS.

La primera qüestió que sembla d'interès és la raó mateixa de la distribució de les comunitats incrustants. Aquestes es troben, a la conca del riu Ter, a les zones de capçalera del Ter i el Freser i dels afluents que tenen un substrat dur i no tenen una mineralització elevada de les aigües.

La presència d'incrustacions carbonatades en cascades, ràpids i capçaleres pot explicar-se raonablement a partir de l'equilibri químic carbònic-carbonats (GOLUBIC 1973). L'alteració del nivell d'anhidríd carbònic per causes físiques i biològiques provoca la precipitació de

carbonats. Existeix un gradient de precipitació respecte al flux d'aigua, en incrementar-se la capa d'intercanvi. Això explicaria perquè a les parts elevades dels rius, sobretot en aquells ràpids i cascades en les quals les algues creixen millor, es poden constituir formacions travertíniques (com en el cas de l'estació de la riera de Rupit). Les algues, que assimilen carboni inorgànic, trenquen també l'equilibri i afavoreixen la deposició de materials. La contribució biològica a les precipitacions - és a dir, una certa especificitat - s'incrementa aigües avall, a mesura que s'aconsegueix l'equilibri amb el CO₂ atmosfèric.

La calcificació no sembla un fet exclusiu de determinades espècies. BUTCHER (1946) creu que la raó que unes espècies facin precipitats de carbonat i altres no està relacionada amb la capacitat purament espacial que tenen aquelles per a retenir els cristalls que es formen. GOLUBIC (1973) apunta que s'ha trobat *Rivularia hematites*, i diverses espècies d'*Schizothrix* típiques de les incrustacions, sense cap tipus de calcificació, mentre que en travertins s'han trobat espècies calcificades no descrites en aquest estat. En les moltes, que no realitzen la fixació del C a partir de bicarbonats, les incrustacions poden ser degudes exclusivament a la pèrdua d'anhidrid carbònic de l'aigua (MARGALEF 1983), realitzant-se per tant passivament.

Cal destacar, per altra banda, l'absència d'incrustacions en carbonat càlcic als trams mitjà i inferior del riu. Hi ha absència de qualsevol mena d'incrustació al tram principal del riu des de Ripoll fins a Verges. La peculiar comunitat que apareix a les rodalies de la desembocadura no està incrustada en carbonats. MARGALEF (1983) observa aquesta situació com un fet general en els trams baixos dels rius, i opina que la dissolució - o no precipitació - de carbonats és deguda bàsicament a l'increment de nutrients en aquests trams, que comporta un increment de la tensió del carbònic en l'aigua. CASANOVA & LAFONT (1985) suggereixen un efecte complexant dels ortofosfats amb els ions calci, raó per la qual actuarien com a inhibidors de la precipitació biològica en els indrets en què són importants. Secundàriament l'increment de nutrients pot induir l'aparició de *Cladophora*, que, en desenvolupar-se en masses, "ofega" la comunitat incrustant; nosaltres hem observat això mateix al punt 33 (Brugent), de manera que la comunitat incrustant només es manté uns mesos. Existeix, per tant, una estreta relació entre aquesta absència i l'existència de concentracions importants de nutrients a l'aigua.

La concentració de calci a l'aigua és un important factor de distribució i diversitat de les comunitats. Al Ter la composició i l'aspecte de les comunitats incrustants són prou diferents sobre substrat sil·lícic i sobre substrat calcari com per a fer aquesta observació. Que l'existència del calci permet o afavoreix el desenvolupament de comunitats més diverses és evident observant les nostres dades (veure la diferència entre les TAULES 10.1. i 10.7., a títol d'exemple) i repassant la bibliografia. JAAG (1945) a partir de rius de muntanya dels Jura i dels

Alps, i KANN (1978) en un estudi sobre diversos rius austríacs, arriben a la mateixa conclusió. La riquesa d'espècies és força més important sobre substrat calcari que sobre substrat sil·lícic, i també la diversitat de formacions - d'acord amb variacions en alguns paràmetres ambientals - hi és més elevada. BACKHAUS (1976), en una revisió de les comunitats litorals lacustres, conclou que als llacs calcaris hi ha una diversitat més elevada que als que no ho són. Tanmateix, prendre aquest element com a frontera per a la distribució d'unes o altres espècies no sembla gens adequat. La comunitat de *Homeothrix janthina* - *Gongrosira debaryana* ha estat descrita per BLUM (1957) als Estats Units i KANN (1978) en rius de muntanya austríacs en indrets calcaris i freds, mentre que BACKHAUS (1976) la considera més pròpia d'indrets no calcaris. Més aviat sembla que el desenvolupament d'aquesta comunitat precisa baixa temperatura, aigües relativament ràpides i carència relativa de nutrients més que cap altra cosa. En aquest sentit KAWECKA (1980) l'observa ben constituïda entre els 900 i 1800 m, tendint després a ser substituïda per diatomees.

Es desprèn, per tant, que les causes dels canvis en les comunitats poden ser força diverses. A la TAULA 10.14 hom ha resumit les comunitats que es troben al Ter amb els seus corresponents espectres ambientals. Cal considerar un conjunt de variables en relació amb la substitució d'unes comunitats per unes altres. Així, la "Chamaesiphon-community" deixa pas a la de "Pleurocapsa-Gongrosira" quan el corrent disminueix, el substrat varia i la temperatura i la mineralització de l'aigua s'incrementen suaument. També l'aparició d'*Hildenbrandia rivularis* a la riera Major, en aigües poc més mineralitzades i riques en nutrients que les de les capçaleres del Ter, pot fer pensar en l'efecte combinat d'un increment relatiu de temperatura, un suau augment de la quantitat de nutrients i unes condicions particulars de foscor. La temperatura sembla el paràmetre limitant en la distribució d'algunes espècies. KAWECKA (1980) observa que *Hydrurus foetidus* únicament persisteix durant tot l'any a la part de més baixa temperatura del riu (amb mitjanes de 1.5-8 °C a la primavera i 6.3 - 10 °C a l'estiu). KANN (1978) troba els 16 °C com a temperatura límit per a la seva distribució. Al Ter el límit es troba entre els 10 i els 16 °C, segons els llocs. Tanmateix, no està demostrada cap correlació fisiològica entre el paràmetre i l'alga, i més aviat es pot pensar que la temperatura va lligada a altres factors no menys importants, principalment velocitat del corrent i escassetat de nutrients, que poden actuar eliminant possibles competidors.

L'increment de nutrients a les aigües del punt 10 està molt probablement relacionat amb el canvi de la comunitat de *Chamaesiphon* per una altra de *Sporotetras pyriformis* - *Phormidium subfuscum*. Quan aquest efecte desapareix (cas del punt 12) hi ha un restabliment de l'antiga comunitat. KANN (1982), en comparar les poblacions litorals de llacs austríacs amb una diferència de trenta anys, observa un deteriorament relacionable amb l'increment de les condicions d'eutròfia: *Cladophora* incrementa la seva presència, mentre que *Tolypothrix*, *Calothrix* i *Rivularia* quasi desapareixen. Segurament, algunes espècies són més resistents que

Chaetophoron - community	Pleurocapsa minor - Gongy. fluviensis	Phoridua subfusca - Sporotetrax pyriformis	Phoridium incrustans - community	Chantrelia - Homothrix crustacea	Hildenbrandiella rivulare	Phoridietum cecemense	Calothricetum parietinae	Gloeocapssetum polydermatiticae	Chaetophoretum asphipluretosum ?	COMUNITAT
0, 7, 1 (27)	9, 8, 5, 3, 51, 12	10, 28	6, 14	24, 52	diverses localitats en torrents de les Guilleries	17, 19, 50	33, f. Cantonigrós	f. Verge	f. riera	ESTACIONS
2200-1300 (470)	1120-720	915-530	850-650	580; 800	830-1000	550-600	185; 933	1408	950	ALÇADES
Roques, grans pedres	Grans pedres coberts	Còdols, grans pedres	Còdols	Lliss, còdols	Parets	Lloces	Pedres; lloses	Parets	Parets	SUBSTRAT
silici	silici	silici	Calcaries, guix	Calcaries, guix	silici	Calçari	Calçari	Calçari	Calçari	GEOLOGIA
3,7	6,5	?	4,47	4,8; -	4,8	4,85	9,43; -	-	-	hivern
8,04-8,8 (12,2)	11,17-15,90	12,43-13,4	11,5-13,7	13,6; -	14,4	13,2-15,7	17,5; -	-	13,3	mitjana
13,9	19,7	21,7	20,07	22,3; -	-	24,7	23,2; -	-	-	TEMPERATURA estiu (8C)
6,7-7,5 (7,9)	7,5-8,11	7,6-7,7	7,9-8,2	8,0; 8,6	-	8,0; 8,5	7,7; -	-	-	pH
9,46-10,91 (9,9)	8,8-11,25	9,2-9,88	9,9-10,75	10,6; 12,7	-	9,75-10,2	7,4; -	-	-	DIÏGEN (eg/l)
0,21-0,849 (1,78)	1,18-2,68	1,35-2,2	3,63-3,89	4,22; -	-	3,13-4,74	4,64; -	-	-	ALCALINITAT (neq/l)
31,75-68,34 (159)	121,6-317,2	137-238	393-443	1978; 760	-	285-411	659,7; -	-	-	CONDUCTIVITAT (µS)
13,4-36,8 (23,7)	0,8-55,3	25,64-270,9	17,12-33,3	111,8; 20,5	-	11,54-36,56	208,2; -	-	-	NITROGEN In.-Total (µg-at/l)
0,205-0,435 (1,6)	0,5-2,85	2,46-35,1	0,33-1,72	2,81; 1,62	-	0,3-0,63	16,6; -	-	-	FOSFATS (µg-at/l)
88,81-125,56 (232)	93,1-168,8	139,1-322	101,3-117,8	119,75; 133,3	-	82,8-125,6	287,7; -	-	-	SILICATS (µg-at/l)
0,062-0,072 (0,13)	0,037-0,767	0,15-0,17	0,84-1,82	5,04; 4,3	-	0,32-0,35	1,8; -	-	-	SULFATS (eg/l)
0,001-1,309 (3,4)	1,3-9,85	3,15-17,5	4,2-14,4	433,3; 5,8	-	4,00-9,8	20,4; -	-	-	CLOR (eg/l)
4,035-10,77 (20,7)	12,1-75,4	16,8-22,26	59,4	170; -	-	46,28-59,8	96,9; -	-	-	CALCI (eg/l)
Corrent molt fort	Corrent fort	Corrent moderat, autòctic	Corrent moderat, pol. lent	Corrent lent, moderat, molta m. organ.	Raconades obrivetes ab moltes	Corrent escusat	Corrent asprat	Foca llua espai restós	Lluc abundant espai obert	COMENTARIS

TAULA 10.14. Distribució de les comunitats incrustants en el riu Ter. S'indica per a cada una d'elles els corresponents intervals de les diferents variables ambientals.

altres. *Gongrosira* és més tolerant a la pol·lució que *Phormidium incrustatum* i *Homeothrix janthina* (GOLUBIC 1973).

En altres casos, la variació del contingut de nutrients no és suficient per a explicar les diferències entre dos indrets de característiques semblants. Així, la diferència entre la "Chantransia -H. crustacea" i el "Phormidium -Gongrosira incrustans" o el "Phormidietum cebennense" no pot residir únicament en l'increment en eutròfia de les aigües, sinó també en la disminució de la quantitat de llum que arriba al llit del riu.

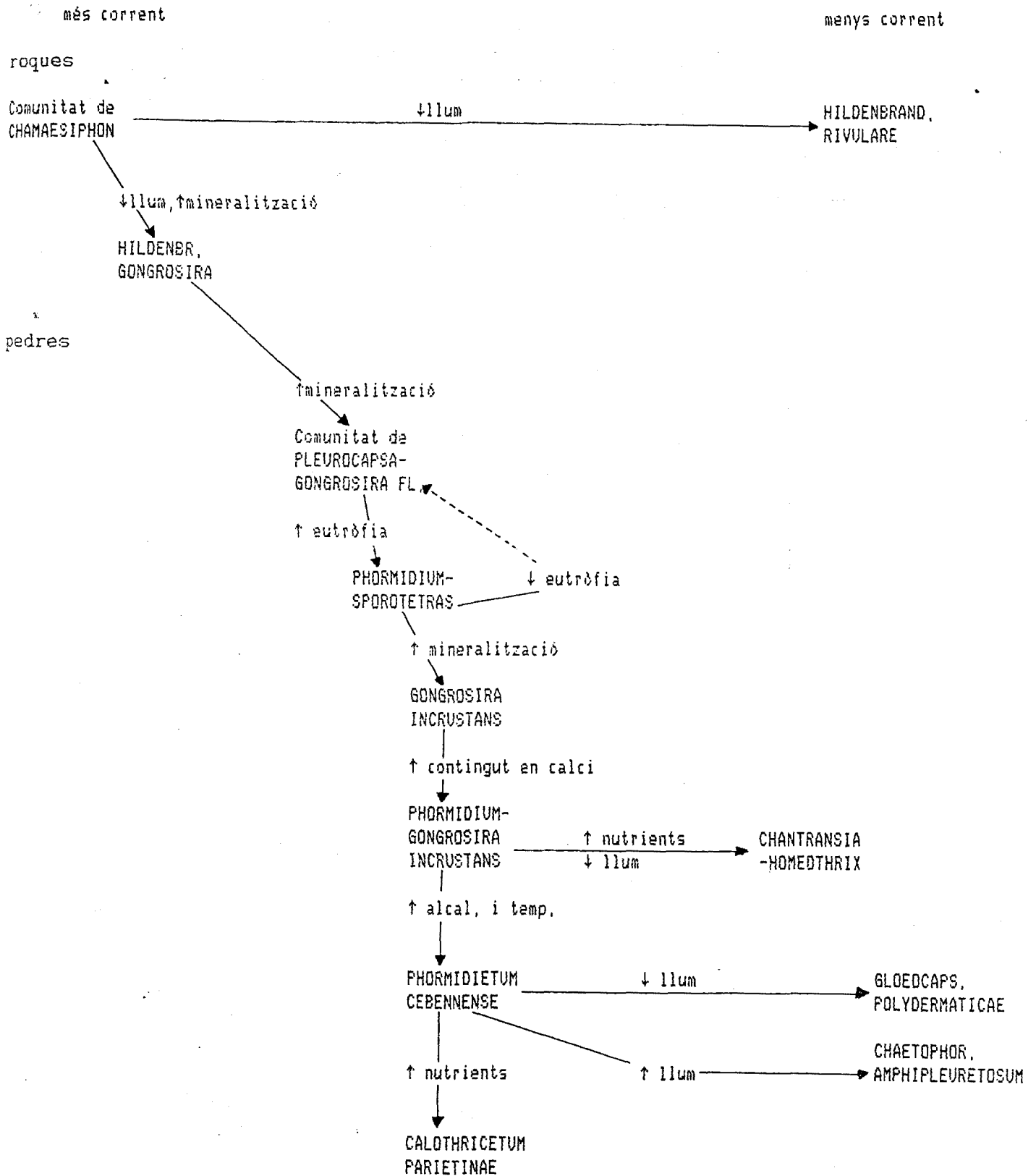
La llum pot ser determinant en la distribució de diversos grups d'espècies en diferents parts d'una pedra. La distribució de *Phormidium retzii*- *P. autumnale* a les comunitats de capçalera, que hem descrit anteriorment, fa pensar en una preferència d'aquestes espècies per condicions de poca llum. KANN (1985) observa preferències segons les espècies en la disposició en la part superior, marginal o lateral d'una mateixa pedra. També la llum pot ser la causa principal de la diferència entre les comunitats incrustants de les fonts i els rius quan els altres paràmetres són molt similars. Aquest és el cas del "Phormidietum cebennense" i el "Gloeocapsetum polydermaticae" al riu Ter.

A tall de resum, es pot fer un esquema de les relacions biocenòtiques entre les diferents comunitats que hem descrit al Ter (TAULA 10.15.). Els factors ambientals decisius en la distribució de les comunitats incrustants al Ter (la intensitat del corrent, la disponibilitat de nutrients i la mineralització de l'aigua i la il·luminació) s'hi han tingut presents. En funció dels canvis que experimenten aquests factors hom pot posar les comunitats incrustants en un esquema que expressaria les seves relacions.

10.5. COMPOSICIÓ QUÍMICA ELEMENTAL DE LES COMUNITATS INCRUSTANTS.

10.5.1. Introducció.

A fi d'estudiar la composició química de les incrustacions en la conca del Ter es van recollir mostres dels punts 6 (Merdàs), 14 (Vallfogona), 17 (Ges), 24' (Gurri), 50 (Rupit, salt del Sallent) i 52 (les Llosses). També es recolliren macròfits i es va analitzar la seva composició, *Chara vulgaris* a la riera de Rupit i *Cladophora fracta* al riu Gurri. Totes les mostres van ser recollides el mateix dia (2-XI-1985) a fi



TAULA 10.15. Relacions biocenòtiques entre les diferents comunitats incrustants que han estat observades al riu Ter.

d'evitar possibles efectes d'estacionalitat. Es procurà netejar les incrustacions de possibles deposicions superiors (llims, sorres, etc.) per aproximar-nos millor a la seva composició veritable. Tanmateix, cal assenyalar aquí que una anàlisi completa de les incrustacions requeriria estudiar separatament les argiles i altres materials dipositats de les incrustacions, i aquests dos dels éssers vius. Per tant, cal mirar amb precaució els resultats que segueixen, que no poden ser més que orientatius per a posteriors recerques .

10.5.2. Metodologia.

Per a realitzar aquestes anàlisis es va utilitzar un sistema d'anàlisi d'espectroscòpia per raigs X (Servei d'Espectroscòpia de la Universitat de Barcelona), que compara l'emissió de les mostres amb les d'un patró de composició coneguda. Aquest patró, ha estat elaborat pel mateix Servei a partir d'una barreja d'altres patrons estàndard NBS. Els patrons han estat els DR-N, SO-3, AN-G, LST, DOL, GXR-3, 15.32 SiO₂, que constitueixen una mescla basicament mineral, per a tots els elements analitzats excepte el sofre, i d'una barreja de GXR-4, SRG-1 i MRG-1 (també estàndards NBS) per aquest darrer element. Aquestes barreges de patrons es van escollir -alternativament a preparar-ne un de nou - per la seva provada aplicabilitat en mostres litològiques calcàries. Mitjançant aquest sistema es va analitzar la participació relativa en cada mostra d'òxids de silici, calci, fòsfor, sofre, sodi, potassi, ferro, alumini, magnesi, manganès i titani.

Per a estimar el contingut en carbonat càlcic de la mostra es va provar la tècnica de digestió de la mostra amb àcid clorhídric diluït durant un minut (MOLNIA 1974), que no es va mostrar gens adequada, en infravalorar els valors en quasi un 50 per cent .

10.5.3. Resultats i discussió.

Es notable la manca de dades de la composició química d'aquestes comunitats. Les úniques de les que tenim notícia pertanyen a RODDY (1915) respecte a un riuet de Pennsilvània amb abundància de formes de *Gloeocapsa*, *Gloeotheca*, *Aphanocapsa* i *Rivularia*, i FRITSCH & PANTIN (1946) en nòduls de *Phormidium incrustatum* i *Gongrosira* de rius calcaris anglesos. Aquests dos autors van utilitzar la tècnica de digestió amb àcid clorhídric diluït en les seves anàlisis . L'escassetat de les dades que apareixen a la literatura dificulta qualsevol comparació amb les nostres, que solament pot ser indicativa (TAULA 10.16.).

	FRISTCH & PANTIN (1946)	RODDY (1915)	MERDAS (T-6)	VALLFOGONA (T-14)	FURNES (T-17)	GURRI (Cladoph., T-24)	GURRI (T-24')	LES LLOSS (T-52)	RUPIT (Chara, T-50)	RUPIT (T-50)
Si O ₂	4,75	12	21,4	5,47	9,33	25,6	26,78	31,01	11,34	7,98
P ₂ O	0,15	--	0,14	0,11	0,13	0,29	0,13	0,44	0,30	0,35
Ca O	48,55	39-45	34,3	47,7	43,45	22,4	26,4	27,49	40,09	38,79
CO ₂ Ca	85,8	70-90	61,05*	84,9*	77,34*	39,87*	46,99*	48,9*	71,35*	69,04*
SO ₃	0,66	--	0,6	0,7	0,25	1,6	0,5	1,2	0,45	0,43
Mg O	0,05	rast, - 0,5	1,21	0,46	0,81	2,03	2,05	0,71	1,03	0,9
Al ₂ O ₃	1,78	rast,	5,53	0,64	2,85	8,45	8,55	3,98	1,97	1,19
Fe ₂ O ₃	0,94	3,00	1,35	0,16	0,68	2,05	2,13	1,45	1,55	1,47
Ti O ₂	--	--	0,17	0,023	0,081	0,23	0,28	0,13	0,07	0,049
Mn O	--	--	0,048	0,015	0,026	0,12	0,059	0,087	0,048	0,015
Na ₂ O	--	--	0,228	0,146	0,177	0,617	0,468	0,138	0,249	0,201
K ₂ O	--	--	1,131	0,167	0,713	3,48	2,106	0,88	0,65	0,51
H ₂ O (105 20)	1,22	1	--	8-11	8-11	--	5,4-6,2	--	--	--
materia orgànica	4,46	1-12	--	8-11	8-11	--	5,4-6,2	--	--	--
comp. especies		Phormidium gloeocapsa incrustatum, Gongrosira Phormidium spp.		Phormidium incrustatum	Rivularia, Schizothrix Phormidium		Chantransia, Gongrosira		Rivularia, Phormidium, Schizothrix,	

TAULA 10.16. Valors de la composició química de les incrustacions sobre substrat calcari, expressats en percentatges. Amb un * s'assenyalen els valors de CO₂Ca deduïts a partir dels valors de CaO. A manera de comparació s'indiquen els valors obtinguts per altres autors.

Els valors de carbonat càlcic a les incrustacions són, en general, elevats, i van del 61 al 85 % en la comunitat de *Phormidium incrustatum* i en el "Phormidietum cebennense". En canvi, sobre els macròfits dels punts 24' i 52 (comunitat de "Chantransia - Gongrosira") els continguts de carbonats són baixos (entre el 39 i el 48 %), mentre que són elevats sobre *Chara*. Els valors de silicats i òxids d'alumini són alts als punts en què els llims abunden, ja que aquests són components majoritaris en les argiles; aquest és el cas dels punts 6, 24' i 52. Els valors de fòsfor que apareixen a les incrustacions són força baixos, i així també els d'altres elements minoritaris (Mn, Ti). Els valors de magnesi que hom ha trobat en totes les mostres de comunitats incrustants del Ter són força més elevats que els que assenyalen FRISTCH & PANTIN i RODDY. A les mostres dels rius Gurri i les Llosses apareixen, comparativament, elevades concentracions de sodi i potassi, que poden ser degudes a l'alt contingut de sals en aquests rius (TAULA 10.16.). També els continguts de sulfats són més elevades (1.6- 1.8 %), a conseqüència del seu substrat guixenc. Al Gurri també es troben concentracions importants de ferro, que reflecteixen els alts valors existents a les aigües d'aquest punt.

Existeixen limitacions en aquesta anàlisi que cal precisar. En primer cas, es fa difícil saber si les diferències que s'observen a les incrustacions sobre els macròfits són significatives o bé purament estacionals. Es ben conegut que *Cladophora* experimenta tot un cicle pel que fa a les incrustacions que hi apareixen al llarg d'un any (MARGALEF 1980), per la qual cosa no es pot suposar que aquests valors es mantinguin invariables.

Sembla que hi ha una estreta relació entre el que detecta aquesta anàlisi i la composició química i mineralògica dels indrets en què apareixen les incrustacions. De confirmar-se això (la qual cosa requereix, com comentàvem al principi d'una anàlisi més detallada) hom podria afirmar que no existeix especificitat per part de les comunitats respecte cap element, i la dinàmica de la incrustació seria més aviat purament física. La tècnica d'EDAX (Energy dispersive analysis of X rays), que conjuga el microscopi electrònic d'escandallatge amb l'anàlisi per raigs X, pot ser important en aquesta línia de recerca. Aquesta tècnica permet localitzar una zona concreta i analitzar -ne la seva composició elemental, amb gran detall i exactitud, la qual cosa ofereix una informació molt més detallada. L'aplicabilitat d'aquesta tècnica ha estat mostrada per VALLEJO (1978) en estudis paleoecològics.

11. LES COMUNITATS FITOPLANCTÒNIQUES EN EL RIU TER .

11.1. INTRODUCCIÓ.

El fitoplàncton dels rius o potamoplàncton apareix en les parts baixes dels rius , quan el corrent s'enlenteix i les algues tenen un temps de residència suficient per a prosperar -hi (MARGALEF 1983) . Tanmateix , i considerant que el riu arrossega una gran fracció detrítica i d'organismes aliens al propi plàncton , el parlar de fitoplàncton en aquest sistema , és objecte de polèmica. HYNES (1970) ja distingia entre els organismes que es troben a la deriva , provinents del bentos , i el veritable plàncton. Sembla evident que hi existeix una marcada influència dels organismes bentònics. Facilitment , un gran nombre d'organismes en formarien part en desprendre's del bentos en el moment de la seva mort o en trencar -se la connexió gelatinosa amb el substrat . Aquest és el cas de les diatomees (MOSS 1977). SWANSSON & BACHMANN (1976) aporten noves proves en aquest sentit: en estudiar la clorofil·la a exportada pel riu trobaven una estreta relació lineal entre l'increment d' aquesta i el de l'àrea de drenatge del riu. Tanmateix , és un fet conegut que , en repeses o bé durant moments especialment adequats (p. e. , l'estiu) es pot desenvolupar un autèntic plàncton que pot envahir determinats trams del riu. HOLMES & WHITTON (1981), citant altres autors, observen que el plàncton es pot formar en raconades o també entre les plantes aquàtiques de les ribes.

El nombre d'estudis realitzats sobre el fitoplàncton dels rius mediterranis és petit, quasi limitat a les recerques de DAUTA (1975) i CAPBLANC & DAUTA (1978) sobre el riu Lot. En general, la curta trajectòria d'aquests rius i el seu règim irregular hi dificulten l'aparició d'un veritable potamoplàncton que, en molts casos, és circumstancial de determinades èpoques o trams del riu. El nombre d'espècies planctòniques és reduït, així com la seva diversitat .

Les dades que tot seguit es presenten tenen com objecte donar una imatge florística del fitoplàncton en el riu Ter. Donada la metodologia i la planificació del mostreig queden força limitats altres aspectes de gran interès, com poden ser l'estudi dels canvis estacionals o els contactges absoluts de cèl·lules com a estima indirecta de la biomassa. Tanmateix aquestes limitacions , cal destacar l' absència de dades sobre el fitoplàncton en els rius de la Península Ibèrica, excepte les procurades per MARGALEF (1983).

11.2. MATERIALS I METODES .

Les mostres de fitoplàncton van ser agafades sempre utilitzant ampolles de 250 ml que eren submergides en zones de fàcil accés però a l'interior del riu . Es fixaven a l'acte amb unes gotes de lugol concentrat i es deixaven sedimentar segons la tècnica d'Uterholm durant 24 hores. Simultàniament es van mesurar la temperatura, el pH, la conductivitat i l'oxigen dissolt a l'aigua . També es prengueren mostres per a determinar l'alcalinitat, fosfats, nitrats, nitrits, amonis, sulfats, clorurs i silicats.

Els organismes presents en la mostra sedimentada van ser determinats a 1000 augments i posteriorment contats a 400. Es van fer inventaris i es va contar la composició relativa de cada espècie a la mostra. Tot i que es tractava de mostres ja fixades es va procurar separar en els contatges les cèl.lules vives de les mortes, a partir de l'existència i l'aspecte del seu cloroplast. Això és d'especial importància en el contatge de les diatomees, en les que un bon nombre d'elles era de cèl.lules mortes. No es van realitzar contatges del nombre total de cèl.lules. A partir de les mesures en percentatges es va calcular la diversitat de les mostres seguint l'índex de SHANNON & WEAVER (1963) en base e.

11.3. DESCRIPCIÓ DE L'ÀREA ESTUDIADA.

En un primer moment es va mostrejar únicament la part final del riu, la propera a la desembocadura. Es van situar dos punts. El primer d'ells (punt 48), situat a uns 600 metres de la desembocadura era proper a la riba, en un indret en que el riu atenyia uns dos metres i mig de fondària en una època de màxim cabal (a l'abril de 1984). La vegetació superior veïna era composta per tamarisc (*Tamarix gallica*), mentre que el marge del riu estava ocupat per canyes (*Arundo donax*) i cesqueres (*Brianthus ravenae*) . El segon punt (punt 53) , situat a la mateixa desembocadura, entre una petita illa i la barra litoral, era d'aigües somes i fangoses, amb una fondària de mig metre i una vegetació subaquàtica de *Potamogeton* sp. i *Miriophyllum* sp. Aquests dos punts van ser mostrejats en diferents ocasions : el 29-IV-84, el 28-XII-1985 i el 3-I-1987 ho van ser tots dos, i el 12-III-1986 solament el punt 48. Les aigües en aquests dos punts són riques en nutrients (TAULA 11.1), i tenen una conductivitat molt elevada a causa d'una concentració de clorurs que oscil.la entre 2300 i 3500 mg/l.

En un altre moment (12-III-1986) es va procedir a recollir mostres de fitoplàncton des de la sortida de l'embassament del Pastoral (punt 32) fins a la desembocadura, aproximadament cada cinc quilòmetres. Es va trobar organismes únicament en les mostres del punt 32, en el Ter a

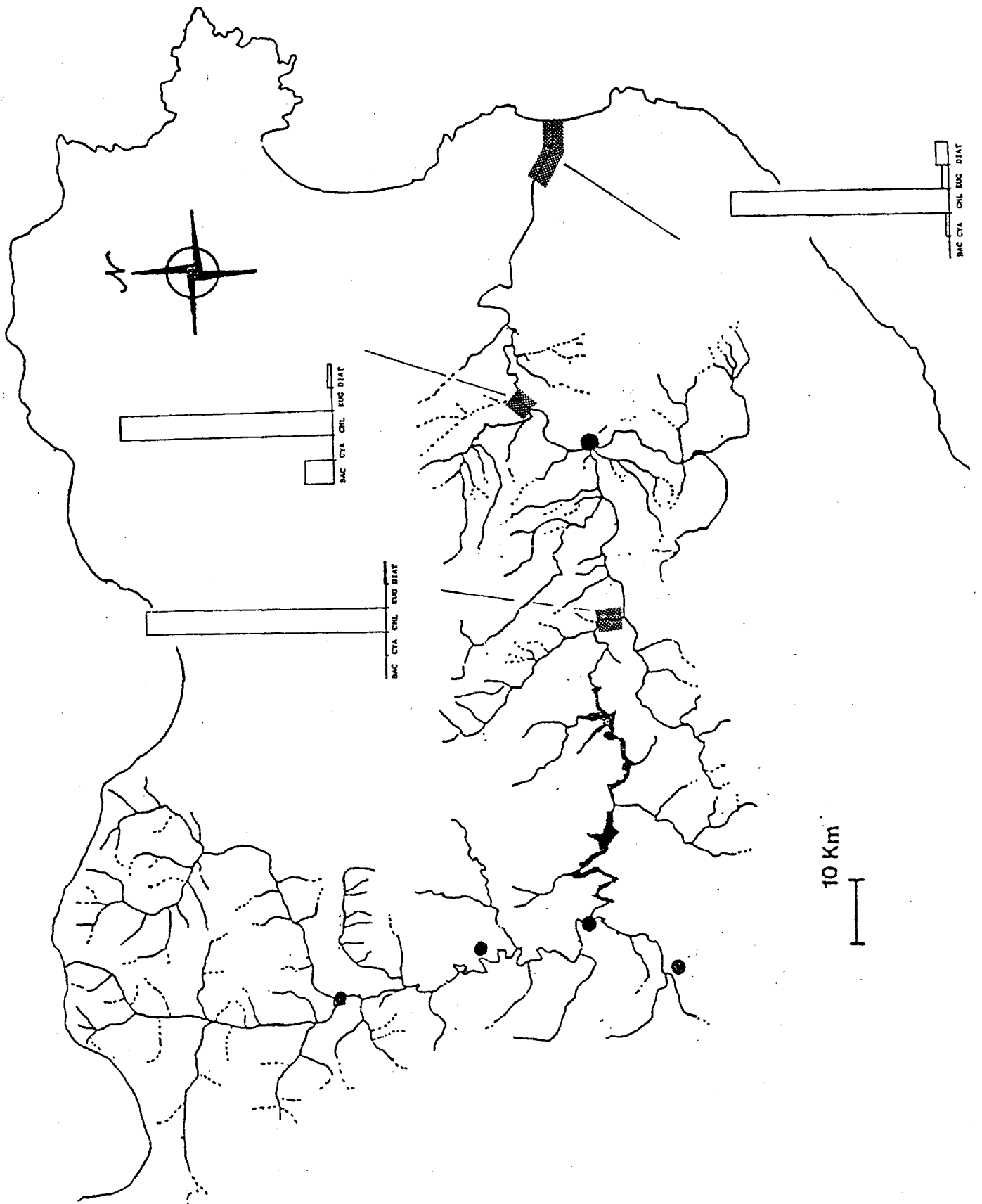


FIGURA 11.1. Mapa de la conca del Ter en què s'indica els trams on es va trobar fitoplàncton s el 12- III- 1996 i les abundàncies relatives dels diversos grups taxonòmic en aquell moment,

	pH	OX.	TEMP.	COND.	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SO ₄	SiO ₄
	(mg/l)	(°C)	(µS/cm)	(µgr-at/l)						
MADINYA (12-3-86)	7,6	5,6	10,7	908,0	157,26	8,79	101,68	9,43	--	--
48 (29-IV-84)	7,79	6,1	21,3	4100	45,93	6,58	35,7	21,29	4,9	52,48
48 (12-3-86)	7,85	9,9	10,4	845,0	158,94	6,55	51,37	7,40	--	--
53 (29-IV-84)	7,94	3,1	20,4	6000	56,97	10,27	--	26,88	5,5	43,09

TAULA 11,1. Característiques físico-químiques de les aigües en els indrets en què s'ha observat desenvolupament de fitoplàncton.

	<u>RIN</u> (PEELEN 1975)	<u>MOSA</u> (PEELEN 1975)	<u>TEES</u> (HOLMES & WHITTON 1981)	<u>SWALE</u> (HOLMES & WHITTON 1981)	<u>PO</u> (ANDREOLI & FRICANO 1981)	<u>GLAMA</u> (SKULBERG & LILLEHAMMER 1984)	<u>VOLGA</u> (KUZMIN 1979)	<u>LOT</u> (CAPELANCQ & DAUTA 1978)	<u>TER</u>
BACTERIA	-	-	-	-	-	-	-	-	2
CYANOPHYTA	3	3	14	17	16	4	17	7	4
EUGLENOPHYTA	3	1	9	9	2	-	-	2	3
BACILLARIOP.	11	15	39	38	128	17	58	106	33
CHLOROPHYC.	15	16	47	59	67	7	148	58	14
RODHOPHYTA	-	-	2	2	-	-	-	-	-
CRYPTOPHYCEAE	-	-	3	3	-	-	-	4	-
PYRRROPHYC.	1	-	1	2	4	-	-	2	-
CHRYSOPHYC.	2	-	5	5	6	8	-	7	-
total	35	35	120	135	223	36	179	190	56

TAULA 11,3. Espectres taxonòmics en el fitoplàncton de diversos rius europeus (segons diversos autors).

Madinyà, i al punt 48 (el 53 no va ser mostrejat). Al Pasteral i a Madinyà les aigües tenen uns valors de nutrients elevats, però les seves conductivitats no són tan elevades (TAULA 11.1).

11.4. COMPOSICIÓ FLORÍSTICA DEL FITOPLÀNCTON EN EL RIU .

Han estat determinades un total de 59 espècies en el plàncton del riu Ter. D'elles, dues espècies pertanyen als bacteris, tres a les euglenals, quatre a les cianofícies, quinze a les clorofícies i trenta quatre a les diatomees (TAULA 11.2). De totes elles, solament dotze espècies no han estat també trobades al bentos: *Sarcina paludosa*, *Euglena* sp., *Phacus* sp., *Sphaerellopsis* sp., *Actinastrum hantzschii*, *Coelastrum microporum*, *Chlamydomonas* sp., *Dictyosphaerium pulchellum*, *Kirchneriella subcapitata* (= *Selenastrum capricornutum*), *Tetraedrum minimum*, *Tetraedrum staurogeniaeforme* i *Tetraedrum triangulare*. De les diatomees, cinc espècies pertanyen a les centríques: *Cyclotella meneghiniana*, *C. kutzingiana*, *Melosira varians*, *M. arenaria* i *Stephanodiscus astraea* v. *minutula*. El nombre de formes mòbils era limitat ; solament entren en aquesta categoria les tres espècies d'euglenòfits.

El grup taxonòmic més important, pel que fa al nombre d'espècies, era el de les diatomees (60 %). Tanmateix, el que reunia més gran nombre d' organismes és el de les clorofícies. *Ankistrodesmus falcatus* i *Chlorella vulgaris* representaven entre el 36 i el 99 % del nombre total de cèl.lules en qualsevol moment de mostreig. En conjunt, les clorofícies eren entre un 64 i un 99 % de la mostra en qualsevol indret del riu (FIGURA 11.1). Les diatomees mai representaven un nombre molt elevat de cèl.lules ; sols *Navicula gregaria*, una rafídia, assolía un 27 % en el punt 53 durant la primavera de 1984. Les diatomees centríques no eren mai abundants. *Cyclotella* i *Stephanodiscus* tenien una presència discreta (entre l'1 i el 2 %), i *Melosira varians* assolía un 3 % ocasionalment. Les cianofícies no representaven una quantitat important. Tot i que no ha estat possible obtenir mostres a l'estiu, i no es pot afirmar que aquesta tendència s'hagi de mantenir, sembla que les clorofícies siguin el grup més nombrós en el fitoplàncton durant tot l'any.

El nombre de cèl.lules per litre es movia entre 265.400 al punt 53 el 3-I-1987 i les 321.420 al 48, també a la mateixa data. El nombre de diatomees mortes era força més gran al punt 53 que al 48; mentre que al primer s'atansava en ocasions al 70 %, al segon arribava, com a molt a un 48% del total. Pel que fa a les diversitats de les mostres mai eren gaire elevades. En les mostres dels 12 -III -1986 anaven de 0.1 al punt 32 fins a 1.2 al punt 48; els màxims es trobaven en les mostres dels punts 48 i 53 del 29-IV-1984, que van ser de 2.4 a 2.7 bits.

	32	MADINYA	48	53	
	12-III-86	12-III-86	29-IV-84	29-IV-84	3-1-87
BACTERIA					
*Sarcina maxima	-	2,33	-	-	-
Sphaerotilus natans	-	10,3	-	-	-
CYANOPHYTA					
Anabaena constricta	-	-	0,27	-	-
Merisopedia tenuissima	-	-	-	-	-
Phormidium frigidum	-	-	-	0,16	1,2
Phormidium retzii	+	-	-	-	-
EUGLENOPHYTA					
*Euglena sp.	-	-	+	7,75	23,5
*Phacus sp.	-	-	1,67	0,5	1,6
*Sphaerellopsis sp.	-	-	-	-	4,45
CHLOROPHYCEAE					
*Actinastrum hantzschii	-	-	-	0,5	1,3
Ankistrodesmus falcatus	-	-	43,7	0,67	0,98
*Coelastrum microporum	-	-	-	-	-
*Chlamydomonas sp.	-	-	1,33	-	-
Chlorella vulgaris	99,0	85	-	81,9	60,45
*Dictyosphaerium pulchellum	-	-	-	-	0,32
*Kirchneriella subcapitata	-	0,25	-	1,68	2,94
Monoraphidium griffithii	-	-	0,8	0,16	0,32
Monoraphidium contortum	-	-	-	-	0,65
Scenedesmus acuminatus	-	-	-	-	-
S. brevispina	-	+	-	0,67	2,28
S. elipsoideus	-	-	+	+	-
S. quadricauda	+	0,27	3,34	0,5	2,0
*Tetraedrum minimum	-	-	-	0,33	0,4

TAULA 11.2, Composició florística i abundàncies del fitoplàncton observat en diversos punts del riu Ter. Les abundàncies relatives de cada espècie estan expressades en percentatges. Amb un asterisc estan assenyalades les espècies estrictament planctòniques.

*T, stauroniaeformae	-	23,9	-	0,28	-	20,08	0,4	-
*T, triangulare	-	2,2	-	-	-	4,9	-	-
BACILLARIOPHYCEAE								
<i>Cyclotella kutzingiana</i>	-	-	0,51	-	-	-	-	-
<i>C. maneghiniana</i>	-	1,4	-	1,04	-	-	2,4	2,94
<i>Cocconeis placentula</i>	-	-	-	0,34	-	-	-	-
<i>Cymbella ventricosa</i>	-	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>C. affinis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	0,5	0,34	-	-	-	-
<i>D. elongatum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria construens</i>	-	0,5	-	-	0,28	-	-	-
<i>Gomphonema constrictum</i>	-	-	-	-	-	-	0,4	-
<i>G. parvulum</i>	-	1,6	-	0,34	-	-	1,2	-
<i>Melosira varians</i>	-	1,94	0,5	+	-	3,12	1,6	-
<i>M. arenaria</i>	-	0,27	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia dissipata</i>	-	-	-	-	-	-	0,48	-
<i>N. gandersheiniensis</i>	-	-	-	3,5	0,84	-	5,5	-
<i>N. gracilis</i>	-	0,8	-	1,74	-	0,9	2,8	-
<i>N. amphibia</i>	-	-	-	1,04	-	-	2,4	-
<i>N. umbonata</i>	-	-	-	-	-	-	1,2	-
<i>N. palea</i>	-	7,8	0,51	-	1,68	2,2	-	0,32
<i>N. pusilla</i>	-	-	-	-	0,28	-	-	-
<i>N. sigma</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,32
<i>Navicula accomoda</i>	-	0,5	-	-	-	1,3	2,02	-
<i>N. bacillum</i>	-	-	-	-	0,28	-	-	-
<i>N. cryptocephala</i>	-	-	-	-	0,56	-	-	0,32
<i>N. capitoradiata</i>	-	-	-	-	-	-	0,4	-
<i>N. goppertiana</i>	-	0,2	-	-	-	-	0,2	0,32
<i>N. gregaria</i>	-	2,7	0,27	0,69	-	26,3	-	-
<i>N. hungarica v. capitata</i>	-	-	-	0,34	-	0,44	-	-
<i>N. lanceolata</i>	-	0,5	-	-	-	0,89	-	-
<i>N. pupula</i>	-	-	-	1,04	-	-	1,2	-
<i>N. subminuscula</i>	-	-	-	-	-	-	0,4	-
<i>N. tripunctata</i>	-	-	0,27	-	-	-	-	-
<i>N. trivialis</i>	-	0,27	0,27	-	-	-	-	-
<i>Stephanodiscus astraea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v. minutula</i>	-	-	-	-	-	-	0,4	-
<i>Synedra una</i>	-	0,3	-	0,69	0,28	-	3,2	0,32

Existeixen algunes diferències pel que fa a la disposició espacial de les comunitats fitoplanctòniques en el riu. Com es pot observar a partir de la FIGURA 11.1, a la sortida de l'embassament de El Pasteral, no hi ha més que una presència ocasional de diatomees en el plàncton, que quasi és un cultiu de *Chlorella*. No es pot descartar aquí la possible influència del fitoplàncton de l'embassament en aquelles aigües. Mica a mica, es dona un increment progressiu de la proporció de diatomees en la mostra aigües abaix, a la vegada que un descens en la proporció de clorofícies. Aquesta tendència és molt marcada en el punt 53, en el que les diatomees representen entre un 25 i un 35 % de la mostra. Tanmateix, en tractar-se de diatomees rafídies, és molt probable que aquest fet sigui degut únicament a la poca fondària de les aigües en aquest punt. Un altre fet destacable és l'elevada proporció de bacteris en la mostra corresponent a Madinyà, la qual cosa no es troba en cap altre indret. És molt probable que aquests bacteris, causa directa de l'elevada pol·lució local, formin part del plàncton de manera accidental, en desprendre's dels abundants floccs existents.

11.5. DISCUSSIÓ.

Com observa MARGALEF (1983) el desenvolupament del plàncton en els rius està en relació directa amb l'edat de l'aigua en un punt, l'amplada i fondària del riu i el grau de turbulència. Així, en el riu Volga (KUZMIN 1979) apareixen un total de 179 espècies en el tram baix del riu. En el Ter, en canvi, cap d'aquestes característiques és excessivament favorable. El riu té un règim mediterrani propens a les avingudes, és relativament ràpid i la seva longitud és excessivament curta. Tanmateix, i pel que fa al nombre d'espècies (cinquanta sis), les comunitats fitoplanctòniques del Ter ocupen una posició intermèdia entre les més de dues centes que MOORE 1976 va observar en el Bristol Avon i que ANDREOLI & FRICANO (1981) van trobar en el Po, i les que han estat observades en altres rius com el Mosa i el Rin (PEELEN 1975) o el Glama (SKULBERG & LILLEHAMMER 1984), que tenen un nombre inferior d'espècies, entre 30 i 36 (TAULA 11.2).

El desenvolupament del fitoplàncton en el riu Ter està limitat a la sortida de l'embassament de El Pasteral, ocasionalment aigües abaix de Girona, així com a la desembocadura del riu (FIGURA 11.1). Donades les condicions físiques del riu, és molt probable que l'existència de pol·lució sigui la causa de la localització tan acusada del plàncton en les rodalies de Girona. Aigües amunt, no hi hem observat cap altra població de plàncton; en les repeses que hi ha en la part superior del riu, entre Ripoll i Roda de Ter, no hi ha una permanència suficient de l'aigua com per a permetre'n el desenvolupament; tanmateix, és possible que a l'estiu alguna d'elles pugui acollir un plàncton poc desenvolupat.

La poca importància de les diatomees cèntriques fa suposar una estreta relació del plàncton amb el bentos pel que fa a la presència d'aquest grup taxonòmic . Aquesta influència es deixa sentir amb més força en situacions locals d'aigües poc profundes, com en el punt 53. Tanmateix, les clorofícies, que hi són el grup més important, són netament planctòniques. Aquests dos grups d'organismes, que són els més abundants en les mostres, són molt freqüents en el plàncton de rius en la zona temperada (PINTER & BACKHAUS 1984, DECAMPS *et al.* 1984, ANDREOLI & FRICANO 1981). WILLIAMS & SCOTT (1962) observen que les diatomees són el grup més abundant en el plàncton de la majoria dels grans rius als Estats Units. LACK (1971) observa que elles són les responsables dels màxims que es donen a la primavera i a la tardor en el riu Tàmesi. Igualment succeeix en el riu Rin (FRIEDRICH & MULLER 1984). Diatomees i algues verdes determinen màxims de creixement en diferents èpoques i trams dels rius Lot , Neckar i Po. En canvi , WAGER & SCHUMACHER (1970) i SHANB, DE MICHELE & CANNON (1971) observen que les clorofícies dominen en dos rius dels Estats Units.

Aquestes diferències que comentàvem podrien estar inscrites dins d' un fenomen de successió (MARGALEF 1983) que es produiria en variar les característiques físico - químiques de les aigües . La manifestació d'aquest procés estaria en l'abundància de diatomees en aigües més ràpides durant la primavera , i de clorofícies més abaix en el riu o cap a l'estiu. Aquest és el cas observat per PINTER & BACKHAUS (1984) en el Neckar i per DESCAMPS *et al.* (1984) en el Lot. En el Ter , i a desgrat de no posseir un cicle anual , aquesta situació no sembla donar -se , possiblement a causa de la precarietat del sistema .

12. ALTRES AMBIENTS DE LA DESEMBOCADURA DEL RIU.

A les rodalies de la desembocadura es desenvolupen certs ambients que no tenen res de lòtics, tot i que són engendrats pel riu. Aquest és el cas d'aquells en què es van prendre mostres ocasionalment el 3-I-1987. A la sorra humida veïna a la barra litoral del punt 53 es desenvolupava un verdet, en aquells moments sense aigua. Així mateix, i també al punt 53, damunt els macròfits que ocupen la raconada -i en aigües només mogudes pel vent- es trobaven gran quantitat d'epífits visibles macroscòpicament.

La primera mostra era formada per gran quantitat de formes mòbils (ciliats i euglenòfits) (TAULA 12.1.), mentre que la segona era dominada per *Klebsormidium rivulare*. Cal destacar, en una i altra mostra la presència de *Bacillaria paxillifer*, així com la de *Caloneis amphibaena* v. *subsalina* a la sorra. Aquestes dues diatomees són pobladores habituals d'aigües salobreses (GERMAIN 1981, MARGALEF 1951, 1953) i no han estat trobades en cap altre indret del Ter. Semblantment, *Oscillatoria margaritifera*, que hi apareix discretament, és una espècie pròpia de salines i aigües salobreses (GEITLER 1931).

	SORRA	MACRÒFITS
CYANOPHYTA		
<i>Oscillatoria margaritifera</i>	+	-
<i>Oscillatoria</i> sp. (5-6 x 5 µm)	+	1
<i>Myxosarcina chroococcoides</i>	+	+
EUGLENOPHYCEAE		
<i>Euglena</i> sp. (40-55 x 9-10 µm)	3	-
<i>Phacus</i> sp. (37,5 x 17,5 µm)	+	-
CHLOROPHYCEAE		
<i>Actinastrum hantzschii</i> v. <i>subtile</i>	+	-
<i>Klebsormidium rivulare</i>	-	4
<i>Monoraphidium griffithii</i>	+	-
<i>Oedogonium</i> sp.	-	1
<i>Scenedesmus magnus</i>	+	-
<i>Stigeoclonium</i> sp.	-	+

BACILLARIOPHYCEAE

<i>Bacillaria paxillifer</i>	1	2
<i>Caloneis amphisbaena</i> v. <i>subsalina</i>	1	-
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1	+
<i>Hantzschia amphioxys</i>	+	-
<i>Melosira varians</i>	-	+
<i>Nitzschia hungarica</i>	-	+
<i>Nitzschia linearis</i>	+	+
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	+	+
<i>Synedra ulna</i>	-	3

També present a la mostra de sorra : gran quantitat de ciliats , amebes , rotífers .

TAULA 12.1. Inventaris dels organismes observats a la barra litoral (sorra) i en el perifiton (macròfits) de la desembocadura del Ter el 3-I-1987.

13. UN MODEL DE LA DINAMICA DE LES POBLACIONS DEL FITOBENTOS EN ELS RIUS: EL CAS DEL TER.

El riu és un sistema molt influït per la component horitzontal, és a dir, la velocitat del corrent, la qual cosa li confereix, com comenta MARGALEF (1987), unes característiques úniques. L'horitzontalitat afecta tant la dinàmica de les variables físico-químiques de l'aigua com la dels organismes, i està a la base de totes les diferències i peculiaritats que s'hi poden observar.

A les capçaleres del Ter les comunitats són pobres en espècies. El corrent és molt intens, i sols unes poques cianofícies i clorofícies formen poblacions incrustants, poc denses en individus. Poc a poc, quan el corrent no és tan intens, augmenta la densitat de les poblacions i les diatomees van fent la seva aparició. Aquest grup d'organismes no trigarà a ser dominant i formarà poblacions més i més diverses, a mesura que el corrent no sigui limitant i vagin prenent importància les característiques químiques de les aigües. Tot i que el nombre de nínxols es va ampliant (epipelon, epifiton, perifiton) els organismes resideixen sempre en el bentos. Sols alguna raconada tranquil·la o bé zona litoral pot desenvolupar un ticoplàncton poc important. No és ben bé fins a la desembocadura (fóra d'alguns trams en els que existeix un represament efectiu) que apareix el fitoplàncton. Malgrat, el plàncton que es troba en el Ter té una molt forta influència bentònica i són pocs els organismes euplanctònics.

De fet existeixen discontinuïtats en aquesta organització que es poden manifestar tant en sentit espacial com temporal. Els focus de pol·lució actuen alterant la composició de les poblacions, afavorint unes poques espècies que es desenvolupen en gran nombre. Els embassaments actuen com disruptors i afavoreixen el desenvolupament d'una població diferent a la d'aigües amunt. Les avingudes, tenen forta influència sobre les poblacions del fitobentos; la que es va registrar al novembre de 1982 va arrossegar la quasi totalitat dels organismes.

Aquestes discontinuïtats poden ser detectades no solament en la composició de les poblacions, sino també en la resta de paràmetres de la població. En efecte, la concentració de clorofil·la incrementa des de les capçaleres fins a la desembocadura, però té un màxim sota els embassaments. La biomassa (pes sec sense cendres) té increments que no segueixen el sentit longitudinal i, a més, varia de manera diferent segons que es tracti de la primavera o de l'estiu.

La descripció dels canvis que experimenten les poblacions pot enmarcar-se en les primeres aproximacions teòriques de ODUM (1956) i MARGALEF (1960). Altres teories posteriors han postulat que els canvis de tot tipus que s'esdevenen en el riu són continuats riu avall ("River Continuum Concept") i que es corresponen amb els que es donen en les característiques fisiogràfiques i físico-químiques del riu (VANNOTE *et al.* 1980; MINSHALL *et al.* 1985). Els canvis que experimenten aquests rius no tindrien una component temporal important, simplement limitada a les causes naturals "catastròfiques" (FISHER 1983). Aquesta manera d'entendre el funcionament del riu solament és aplicable als rius no perturbats (MINSHALL *et al.* 1985; STATZNER & HIGLER 1985), i alguns sistemes fluvials en quedarien exclosos (WINTERBOURN *et al.* 1981). En el cas dels rius mediterranis -i el Ter en seria un bon exemple- ens trobem amb gran nombre de discontinuïtats, en gran mesura a causa de la intervenció de l'home (han estat regulats o pateixen de fortes influències pol·lucionants). WARD & STANFORD (1983) proposen un marc teòric apte per als rius regulats ("Serial Discontinuity Concept") que pren com a punt de partida el RCC i que consisteix en la mesura de les discontinuïtats longitudinals que es produeixen en un determinat paràmetre (ja físico-químic o biològic) a causa de la regulació del riu.

En el nostre cas, hem utilitzat aquest concepte per a descriure i mesurar les discontinuïtats que s'esdevenen en les poblacions de diatomees de l'eix del riu. Hem utilitzat els resultats de l'ACP efectuat amb les poblacions de tota la conca (FIGURA 6.2), particularment els F-scores corresponents als casos de l'eix del riu per al primer factor de l'anàlisi (FIGURA 6.4), que explica un 12.5 % de la variança. Evidentment, podríem utilitzar igualment les dades d'abundàncies de cada una de les espècies de diatomees, però l'anàlisi de components principals és un mètode d'ordenació i a la vegada una eina molt útil per a descriure el conjunt de les poblacions del riu. Aquest mateix procediment ja ha estat aplicat a les característiques físico-químiques de les aigües del riu Ter (SABATER 1987).

Una primera aproximació per a mesurar el canvi que es produeix en les poblacions pot ser la simple resta dels valors dels F-scores entre dos punts consecutius:

$$dD = D_i - D_j \quad (1)$$

on i, j són dos punts situats en l'eix del riu.

Tanmateix, aquesta equació expressa el canvi ocorregut en la població, però no el seu desplaçament espacial, per la qual cosa es pot expressar de manera relativa:

$$D'_i = \frac{(D_i - D_{min})}{(D_{max} - D_{min})} \quad (2)$$

on D'_i és el valor transformat, D_i el valor inicial, D_{min} i D_{max} són els valors extrems observats en els scores del primer factor. Amb aquest procediment, els valors es situen entre 0 i 1. Per a referir-los a la distància geogràfica real, caldrà multiplicar-los per la longitud del tram del riu en qüestió, amb la qual cosa s'obté una nova escala de referència i cada valor és una distància paramètrica absoluta (expressada en km).

En primer lloc hem calculat aquestes distàncies per la mitjana de quatre campanyes: octubre de 1982, gener, maig i agost de 1983, i posteriorment per a cada una d'elles en particular. El resultat està representat a la FIGURA 13.1, que ens dóna una imatge dels canvis espacials en l'estructura de les poblacions. Cal tenir present que les diferents imatges que s'obtenen en cada una de les èpoques de l'any no poden ser superposades, ja que les distàncies paramètriques depenen dels valors màxims i mínims dels F-scores, que són diferents en cada cas. La distància entre les estacions i la distorsió en la seqüència natural de les estacions són manifestacions dels canvis que s'han produït en les estacions del riu. Adicionalment, la distància paramètrica pot ser utilitzada per a mesurar la taxa de canvi de les poblacions mitjançant la derivada dD'/dx . Si suposem que els canvis en les poblacions segueixen un model lineal (aigües avall), valors de la derivada entre 0 i 1 significaran que no s'han produït canvis importants en un segment determinat de riu, mentre que si els canvis són inferiors a zero o superiors a 1 significarà que s'han produït canvis significatius riu amunt o riu avall respectivament. A la TAULA 13.1 es poden trobar els valors de la derivada per cada una de les imatges del riu.

En el cas de les mitjanes de les quatre campanyes (FIGURA 13.1, superior) els pendents són importants a la part alta del riu, i es van suavitzant cap al tram mig, de manera corresponent a la progressiva complicació de les poblacions des de les capçaleres fins als embassaments. A les estacions posteriors a aquests el canvi és insignificant, mentre que passada la ciutat de Girona (T45) fins a la desembocadura els pendents tornen a ser pronunciats, la qual cosa és expressió d'un nou canvi en la composició i en la diversitat de les poblacions.

Com es pot veure, les poblacions es comporten de manera ben diferent en les diverses èpoques de l'any. A l'hivern (FIGURA 13.1, esquerra), la distorsió de la seqüència natural de les estacions és molt més pronunciada que en les altres tres campanyes: la capçalera està desplaçada al punt 12, mentre que la desembocadura ho està al 45. Les dues situacions són conseqüència de l'empobriment de les poblacions a causa de l'augment de cabal. A l'estiu (FIGURA 13.1, dreta, avall) les diferències són també molt importants, principalment entre el tram mig (fins a T21) i el riu a Roda de Ter (T22), punt en què la pol·lució va afectar greument a les poblacions. Aquesta és la única de les quatre campanyes en la qual s'observa que el pendent sigui negatiu entre el punt 22 i les estacions aigües avall dels embassaments (pol·lució), a partir dels quals ja torna a ascendir (recuperació); aquesta és una situació típica d'aquest tram del riu en moments de baix cabal (veure l'apartat 7). A la tardor i a la

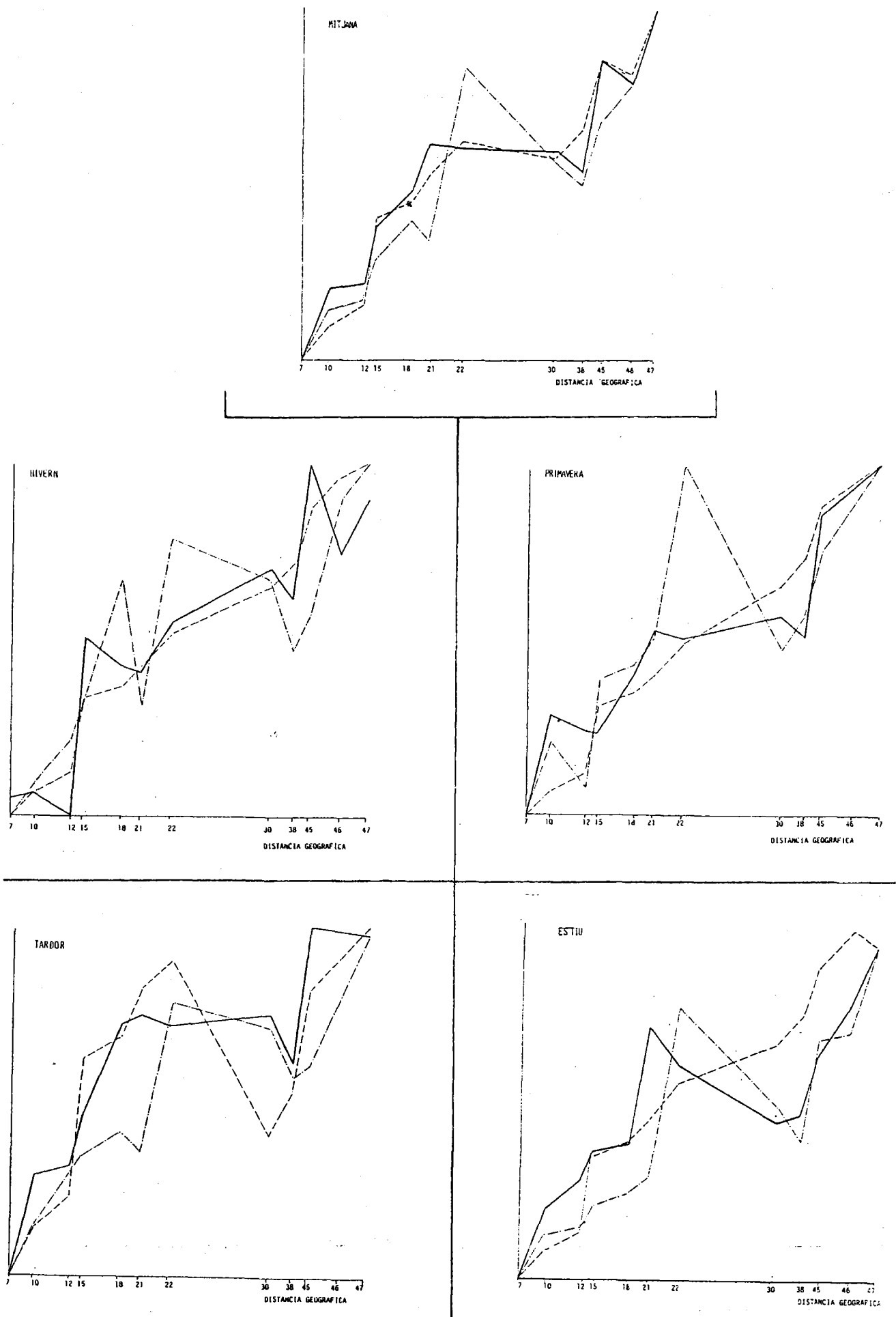


FIGURA 13.1. Representació de les distàncies paramètriques de les poblacions de diatomees en les estacions de l'eix del riu (—), calculades a partir dels F-scores del primer eix de l'ACP (figura 6,2) efectuat amb 50 espècies de tota la conca. Superposades, hi estan les de la conductivitat (---) i del cabal (· · · · ·), les dues calculades a partir dels respectius valors absoluts. La primera gràfica correspon a la mitjana de les quatre campanyes estudiades; inferiorment, les de cada una de les campanyes.

<i>Trans riu</i>	<i>època</i>	<i>dD/dx</i>	<i>dC/dx</i>	<i>dS/dx</i>
7-10	Mitj.	2,84	1,96	1,26
10-12	Mitj.	0,09	0,30	0,64
12-15	Mitj.	4,77	3,41	7,41
15-18	Mitj.	1,04	1,14	0,47
18-21	Mitj.	2,77	-0,97	1,44
21-22	Mitj.	-0,10	5,17	1,05
22-30	Mitj.	0,04	-1,01	-0,19
30-38	Mitj.	-0,83	-1,13	0,38
38-45	Mitj.	5,73	3,2	3,59
45-46	Mitj.	-0,72	1,33	-0,46
46-47	Mitj.	2,00	2,76	2,38

<i>Trans</i>	<i>època</i>	<i>dD/dx</i>	<i>dC/dx</i>	<i>dS/dx</i>	<i>època</i>	<i>dD/dx</i>	<i>dC/dx</i>	<i>dS/dx</i>
7-10	Tardor	3,93	1,81	1,32	Prim.	3,79	0,93	3,21
10-12	Tardor	0,19	0,92	1,35	Prim.	-0,38	0,47	-1,53
12-15	Tardor	4,33	11,10	1,33	Prim.	-0,28	5,43	8,83
15-18	Tardor	2,6	0,58	0,79	Prim.	1,76	0,41	0,52
18-21	Tardor	0,58	2,72	-1,11	Prim.	2,38	0,77	1,55
21-22	Tardor	0,78	0,9	4,41	Prim.	-0,40	1,04	5,11
22-30	Tardor	0,30	-1,90	-0,25	Prim.	0,22	1,77	-1,97
30-38	Tardor	-1,95	1,67	-1,92	Prim.	-0,69	1,1	1,36
38-45	Tardor	7,16	5,03	0,60	Prim.	5,08	2,61	3,20
45-46	Tardor	—	—	—	Prim.	—	1,02	3,53
46-47	Tardor	-0,06	1,17	2,84	Prim.	0,89	0,71	2,53
7-10	Hivern	0,13	0,93	1,34	Estiu	2,71	1,08	1,62
10-12	Hivern	-0,58	0,57	1,13	Estiu	0,77	0,58	0,27
12-15	Hivern	14,72	5,7	3,33	Estiu	2,59	6,05	0,01
15-18	Hivern	-0,93	0,41	3,60	Estiu	0,2	0,4	0,41
18-21	Hivern	-0,18	0,97	-7,11	Estiu	6,55	1,18	0,77
21-22	Hivern	0,78	0,9	5,00	Estiu	-1,18	1,08	5,70
22-30	Hivern	0,56	1,24	-0,74	Estiu	-0,79	0,73	-1,05
30-38	Hivern	-1,25	0,93	-2,69	Estiu	0,29	1,11	-1,38
38-45	Hivern	6,98	3,0	1,90	Estiu	3,02	3,17	5,20
45-46	Hivern	-2,85	0,93	4,00	Estiu	1,55	1,06	0,26
46-47	Hivern	2,06	0,61	1,15	Estiu	3,16	-0,37	3,30

TAULA 13.1. Càlcul de les derivades respecte l'espai de cada segment de riu en el cas de les distàncies de les poblacions de diatomees (dD/dx), el cabal (dC/dx) i la conductivitat (dS/dx). En el primer cas s'indiquen els valors per les mitjanes de les quatre campanyes a les quals es fa referència (octubre 1982, gener, abril i juliol de 1983), i posteriorment les de cada una d'aquestes campanyes en particular.

primavera (FIGURA 13.1, esquerra, superior; dreta, superior) les imatges són més lineals, i els canvis de les poblacions no són tant bruscos.

Aquesta diferència en l'estructura longitudinal de les poblacions entre una i altra època fa pensar en una possible relació amb paràmetres físico-químics o fisiogràfics. A la FIGURA 13.1 hem superposat a cada època les distàncies paramètriques corresponents a la conductivitat i al cabal, calculades a partir dels seus valors absoluts. A més d'aquests dos també hem provat el paper de la temperatura com a causa d'aquestes diferències, però sempre es troba molt allunyada de les distàncies de diatomees, per la qual cosa no està representada.

Per als valors de la mitjana de les quatre campanyes la corba del cabal segueix força estretament la de les diatomees, mentre que la de la conductivitat apareix més distanciada en la major part dels trams. Per cada una de les campanyes en particular, aquesta tendència sembla repetir-se a l'hivern, on el pendent de la corba de conductivitats està invertit respecte al de les diatomees, i a la primavera, on la diferència entre ambdues corbes és més suau. A l'estiu, aquesta tendència canvia, i és la conductivitat la que apareix més propera a la corba de les diatomees. A la tardor, en definitiva, cap dels dos paràmetres sembla massa explicatiu en la totalitat del recorregut. Sembla, per tant, que l'estructura de les poblacions vagi molt lligada amb les variacions de cabal al llarg del riu (estretament relacionat en el Ter amb la velocitat del corrent, SABATER 1987), excepte a l'estiu, en què precisament el baix cabal afavoreix les diferències locals, ja sigui la concentració de substàncies dissoltes o bé la pol·lució.

La descripció de tots aquests canvis i discontinuïtats condueixen a observar una component temporal i una altra d'espacial en la dinàmica de les poblacions. Més encara, l'organització espacial depèn del que hagi succeït en un període de temps anterior. Per tant, aquest dos són processos relacionats, relació que pot expressar-se prenent com a punt de sortida l'equació de RILEY, STOMMEL & BUMPUS (1949, in MARGALEF 1960):

$$\frac{dD}{dt} = rN - v \frac{dN}{dx} + A' \frac{d^2N}{dx^2} \quad (3)$$

expressió que, referida al bentos, té el terme corresponent a la turbulència molt poc important (excepte en les poblacions més litorals), i que ens condueix a una nova equació, ja adaptada a les poblacions de diatomees (D):

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\delta D}{\delta t} - v \frac{\delta D}{\delta x} \quad (4)$$

és a dir, el canvi de D en una unitat de temps és equivalent al canvi local de la població ($\delta D/\delta t$) menys els canvis que es donin a causa de l'arrossegament (v = velocitat; $\delta D/\delta x$ = canvi espacial). Aquesta expressió, referida al canvi local, és equivalent a:

$$\frac{\delta D}{\delta t} = \frac{dD}{dt} + Q \frac{\delta D}{\delta x} \quad (5)$$

on hem substituït v per Q (cabal), ja que en el Ter $v = f(Q)$ (SABATER 1987).

En aquesta expressió podem conèixer dD/dt (diferència en el nombre d'espècies, o en la diversitat, o en el nombre absolut d'individus) i Q (cabal). El terme $\delta D/\delta x$ pot ser conegut en alguns casos, com a l'estiu, en què la relació que existeix entre els canvis de les poblacions de diatomees i la conductivitat (paràmetre físic que és expressió - bàsicament- d'altres variables de tipus conservatiu) és molt estreta (veure FIGURA 13.1, inferior dreta). Per tant, en alguns trams del riu es pot donar el cas que:

$$\frac{\delta \text{Cond.}}{\delta x_i} = \frac{\delta D}{\delta x_i} \quad (6)$$

La relació que existeix entre la conductivitat i el cabal segueix en el Ter una funció de tipus exponencial negatiu, amb un elevat coeficient de correlació ($r=0.83$, $n=12$, $p<0.001$: SABATER 1987). Això ve a significar que és possible deduir les variacions espacials de la conductivitat a partir del cabal. La conductivitat podria ser utilitzada com a "traçadora" de les variacions espacials de les poblacions de diatomees (sempre en aquell tram). Això és possible pel fet que la conductivitat és un paràmetre conservatiu, i en ell no hi tingui importància el canvi local. és a dir que: $\delta \text{Cond.}/\delta t \lll \delta D/\delta t$.

Per tant, en els trams de riu en què es doni una tendència de corbes similar entre la conductivitat i les poblacions de diatomees fóra possible de seguir les variacions espacials de les poblacions a partir de les corresponents de conductivitat. Amb la qual cosa és possible de deduir el canvi local registrat en l'estructura de les diatomees en un espai de temps donat: $\delta D/\delta t$, espai que en el nostre cas correspondria a un període de tres mesos, temps entre cada una de les quatre campanyes.

En definitiva, disposant dels canvis que s'han registrat entre dos períodes consecutius de temps en les poblacions del bentos, i també del cabal i de la conductivitat, així com de la distància geogràfica real, és possible caracteritzar (en alguns trams del riu) la dinàmica funcional de les poblacions en un tram determinat de riu.

14. CONCLUSIONS

1. Un total de 357 tàxons han estat determinats a la flora d'algues del riu Ter. La major part d'elles són diatomees (60.5 %), mentre que clorofícies, cianofícies, rodofícies, xantofícies, euglenals i crisofícies són, en ordre decreixent, menys abundants. La major part de les espècies observades són bentòniques, i alguna d'elles planctònica. De manera circumstancial també s'han trobat organismes pertanyents a altres grups d'organismes (bacteris, fongs) que sovintegen en els mateixos ambients.

2. La forma de clorofil·la dominant en les comunitats del bentos és la clorofil·la a. Les formes de degradació de la clorofil·la observades en les poblacions del Ter són clorofil·lides i feofòrbids, mentre que les feofitines són quasi inexistentes. Els continguts de clorofil·la a activa són màxims a la primavera i a l'estiu, i mínims a l'hivern. En el riu, aquests valors són més elevats sota dels embassaments i a la desembocadura, i tenen el seu valor més baix en les estacions de capçalera del Ter i del Freser. Sembla existir una estreta relació entre els valors de clorofil·la que s'observen en el riu i la mineralització de les aigües i el cabal.

Els valors de la biomassa en el riu i la seva evolució longitudinal han estat estudiats durant dos moments de màxima concentració de clorofil·la a, a la primavera i a l'estiu. La biomassa ($g C/m^2$) és més important a la primavera que a l'estiu. Mentre que a la primavera la biomassa i la quantitat de clorofil·la a estan afavorides per la temperatura i l'augment del fotoperíode, a l'estiu es dona un estancament de les poblacions i, a més, els nutrients poden actuar com limitants.

3. A les capçaleres del Ter i del Freser, així com en molts dels afluents, es troben poblacions incrustants ben constituïdes, formades principalment per cianofícies i clorofícies, d'aspecte i composició diferent segons les variacions en la mineralització de l'aigua, la disponibilitat de nutrients, la intensitat del corrent i de la llum. Aquestes incrustacions desapareixen quan el grau d'eutròfia de les aigües es important. La composició química elemental de les incrustacions sembla depenent de la composició mineralògica i química dels indrets sobre els quals es disposen. Molt sovint sobre d'aquestes incrustacions creixen poblacions de diatomees i clorofícies, allí on el corrent no ho impedeix.

és possible distingir diversos tipus de poblacions en el fitobentos del riu Ter: les que ocupen ambients subaeris (fonts, regalims), les de les capçaleres del Ter i del Freser (principalment incrustants i *Hydrurus*), les de capçaleres siliciques de muntanya mitjana (amb poblacions incrustants poc desenvolupades i abundància de diatomees), les de capçalera en aigües netes i carbonatades (amb formacions incrustants molt desenvolupades), les que es troben en estacions de muntanya baixa i aigües alcalines (principalment *Cladophora* i diatomees), les que habiten en les aigües poc ràpides i poc mineralitzades de l'eix del riu (diatomees dels gèneres *Navicula*, *Nitzschia* i *Gomphonema*), i les que poden resistir condicions d'elevada mineralització i fins i tot de pol.lució (variació simplificada de la població anterior).

A la desembocadura del riu Ter, i en algun altre tram del riu, es forma una comunitat fitoplanctònica força pobre, que registra una forta influència del bentos i una certa escassetat d'elements genuinament planctònics.

4. L'estudi de la dinàmica de les poblacions de diatomees en nou punts de l'eix del riu, durant un cicle anual, ha posat de manifest que la mineralització de les aigües i la pol.lució són els factors més determinants en la distribució de les espècies. Les poblacions de la part superior del riu són de baixa diversitat, i a mesura que incrementa la mineralització de les aigües van guanyant en complicació. L'aparent linealitat que generaria l'increment en de la mineralització aigües avall, es trenca a causa de l'aparició de focus de pol.lució, que actuen simplificant les poblacions i afavorint unes poques espècies resistents. Els embassaments actuen millorant la qualitat de les aigües i afavoreixen una altra comunitat diferent a la d'aigües amunt.

Així mateix s'ha comparat les poblacions de diatomees de l'eix del riu Ter amb les que es troben en l'eix del Llobregat. La flora dels dos rius és molt semblant, però les poblacions difereixen en la seva composició específica. Mentre que a les capçaleres dels dos rius són anàlogues, les del tram mig i baix són força diferents, principalment a causa de l'efecte depurador i renovador dels embassaments en el Ter i de l'aparició de sals en el Llobregat.

5. També s'ha estudiat la dinàmica en un punt de la conca del Ter, el riu Gurri, en un tram d'aigües netes i molt mineralitzades. En aquest indret s'ha detectat una flora extraordinàriament diversa (125 tàxons), formada principalment per diatomees. Durant el període d'estudi s'ha observat una successió en les poblacions a mesura que el cabal és menys important (a conseqüència de l'estiatge) i augmenten les quantitats de clorurs en solució, i que s'ha traduït en una substitució progressiva (des de l'hivern a l'estiu) d'espècies d'aigües mineralitzades per altres d'aigües salabroses.

6. La mesura de les distàncies paramètriques, referides a la distància geogràfica real entre les estacions, pot ser utilitzada per a descriure les discontinuitats que es produeixen en el riu. La distància entre les estacions i l'alteració de la seva seqüència natural són manifestacions dels canvis que s'hi han produït. Hem aplicat aquesta mesura a les poblacions de diatomees de l'eix del riu. S'observa que experimenten un canvi molt important entre les estacions de capçalera i les del tram mig, i en aquestes la discontinuitat és molt més suau; a partir de la ciutat de Girona, les diferències tornen a ser molt importants.

Les imatges del riu són molt diferents en cada època de l'any. Aquesta diferència pot ser avaluada utilitzant la derivada de la distància paramètrica respecte de l'espai. Mentre que a l'hivern i a l'estiu el riu té discontinuitats molt marcades, a la primavera i a la tardor tendeix a ser més lineal. Aquesta diferència estacional en l'estructura de les poblacions pot relacionar-se amb les variacions corresponents de cabal (molt lligat en el Ter amb la velocitat del corrent) al llarg de l'any, excepte a l'estiu en què, precisament a causa del descens de cabal, predomina la influència de les condicions locals.

Els canvis i discontinuitats són a la vegada processos temporals i espacials estretament relacionats. La dinàmica de les poblacions de diatomees en una unitat de temps és equivalent als canvis locals de les poblacions menys els canvis que es donin a causa de l'arrossegament. En alguns casos, es pot trobar que existeix una estreta relació entre els canvis espacials de les poblacions i els d'algun paràmetre conservatiu, com la conductivitat, que pot ser utilitzat per les diatomees com a traçador, permetent aleshores efectuar una aproximació al funcionament de les poblacions en aquell tram del riu.

AGRAÏMENTS.

Després de més de quatre anys de treball la llista d'agraïments ha de ser forçosament llarga. Moltes persones m'han ajudat i encoratjat en tot aquest temps, i és difícil no oblidar algú.

El Dr. Ramon Margalef, director d'aquest treball m'ha donat absoluta llibertat per escollir i desenvolupar els aspectes que el mateix riu anava suggerint, i a la vegada, m'ha estimulat a contemplar-los amb ulls de naturalista. El Dr. Joan Armengol ha dedicat llargues estones del seu temps a discutir, i a ensenyar, sobre multitud de questions que jo li he exposat i que ell sempre ha escoltat pacientment. A ell també la meua gratitud per permetre'm pujar al "vaixell" de la recerca. En Francesc Sabater ha estat el company de tantes estones de treball, al camp i a la "meua" taula, i també en la difícil tasca de mantenir encesa la llumeta de la il·l·lució, fins i tot en els moments més negres.

En cada un dels aspectes d'aquest treball diverses persones m'han ajudat desinteressadament. En J. Anton Garcia va dedicar bona part del seu temps lliure a la mesura dels pigments de les pedres; em sap greu que no hagi pogut veure'n els resultats. En Josep Piñol i l'Isidre Casals van posar al meu servei la seva experiència i el seu interès en la tècnica de l'HPLC. En Josep Piñol ha llegit i millorat l'esborrany del capítol de pigments, mentre que en Jaume Cambra ho ha fet amb el corresponent a la flora d'algues, i ha procurat una major dignitat en la terminologia botànica. En J. Anton Muñoz, l'Olga Delgado, l'Oriol Casals, el Joan Ramon Freire i el Mikel Zabala han passat a tinta la major part dels dibuixos, millorant notablement els originals, moltes vegades quasi transformant-los. En Jordi Vila ha netejat el meu català escrit, i per a fer-ho ha malgastat bona part de les seves vacances. En aquesta llista voldria afegir tots els membres del Departament d'Ecologia, que en un moment o altre m'han ajudat i m'han ofert la seva amistat: Jordi, Josep, Josep Anton, Glòria, Isabel, Montse, Elisenda, Javier, Joan Ramon, Narcís, Xavier, Paco, Josep Maria, Anna Maria, Joan F....

El Servei de Microscòpia Electrònica ha posat a la meua disposició les eines per a fer una taxonomia més acurada. Vull agrair, a tots els membres sense excepció, el seu interès, i l'afany per superar les adversitats i les precarietats quotidianes. També vull fer extensives aquestes consideracions al Servei d'Espectroscòpia i al Servei d'Anàlisi de la Facultat de Biologia.

Nombrosos científics estrangers m'han subministrat informació bibliogràfica i han atès els meus dubtes. D'una llarga llista voldria destacar al Professor Pierre Bourelly, que em va acollir a Paris, i al Professor Horst Lange-Bertalot que em va resoldre dubtes taxonòmics per a mi insalvables.

Durant el temps que ha durat aquest treball he fruit de l'ajut 478/81 de la CAICYT i també d'un petit ajut a la recerca de la Caixa de Barcelona.

Per acabar, vull agrair a la meva família, als meus pares i germà, tot el seu suport, i a la Celi el seu infatigable estímulo i ajut i, una vegada més, tota l'estimació que ha posat en aquest treball. I tampoc puc oblidar a d'altres com en Ramon, en Joan i sobretot en Pere que, també, m'han ajudat a entendre què és la vida.

APENDIX I: Valors mitjans anuals de les variables físico-químiques en els punts estudiats a la conca del riu Ter.

ST.	CONC.	AIK.	EH	CX.	NITRATE	NITRITE	NH4	FC4	SiO2	SC4	Cl.	CAICIUM
	US.	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	ugr.at l ⁻¹	ugr.at l ⁻¹	ugr.at l ⁻¹	ugr.at l ⁻¹	ugr.at l ⁻¹	ugr.at l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹
0	31.750	0.210	6.770	9.460	13.460	0.093	23.290	0.425	88.810	0.070	0.001	4.035
1	€6.364	0.649	7.517	10.916	4.169	0.327	9.494	0.472	96.046	0.072	1.309	10.773
2	131.000	1.512	7.825	11.000	14.200	0.617	7.055	0.535	98.940	0.100	1.225	10.674
3	146.860	1.780	8.115	10.265	15.004	0.418	3.939	0.551	112.404	0.105	4.327	21.020
4	206.667	2.285	8.290	10.795	28.050	3.237	4.775	1.675	109.667	0.175	2.913	18.399
5	317.272	2.687	6.110	9.677	9.883	0.394	3.385	1.110	131.163	0.767	4.427	48.363
6	443.333	3.637	8.212	10.755	11.810	0.362	4.950	1.727	117.805	1.627	14.450	59.411
7	52.755	0.629	7.583	10.431	10.414	0.657	4.085	0.205	125.565	0.062	0.622	7.737
8	132.333	1.500	7.760	11.257	31.002	1.702	2.356	1.030	168.865	0.172	6.362	21.941
9	121.592	1.188	7.840	10.271	15.957	1.450	5.165	1.523	149.260	0.097	3.296	12.069
10	137.102	1.357	7.766	9.881	14.544	0.150	10.156	2.466	139.053	0.170	3.158	22.262
11	241.750	3.180	7.790	8.922	25.517	0.150	4.630	1.250	157.220	0.275	4.675	37.640
12	204.742	1.924	7.927	10.395	25.502	3.086	26.726	2.853	128.797	0.241	9.850	27.824
13	307.858	2.372	8.286	8.982	10.922	0.729	17.892	3.759	107.126	0.455	32.037	37.158
14	393.157	3.890	7.941	9.902	14.427	0.651	17.992	0.373	101.305	0.841	4.254	59.407
15	314.323	2.182	6.078	10.805	16.900	1.777	57.138	5.858	116.069	0.564	10.036	46.059
16	247.500	2.235	8.062	9.642	17.632	1.335	6.395	4.102	123.920	0.500	6.737	28.732
17	278.926	3.467	6.017	9.768	9.842	0.437	8.755	0.304	82.831	0.227	4.006	40.255
18	296.541	2.437	7.965	10.417	5.225	0.454	14.166	3.727	115.780	0.451	8.796	40.428
19	268.750	3.135	6.587	10.240	16.562	0.162	1.365	0.833	125.645	0.237	5.987	42.646
20	509.125	4.764	6.582	10.037	9.820	0.162	1.365	0.833	135.734	0.477	26.775	48.104
21	284.675	2.302	7.889	10.676	20.072	4.861	510.563	53.738	105.797	0.479	9.917	42.647
22	556.982	3.059	7.777	7.778	26.303	3.403	11.634	3.366	105.797	0.617	75.654	50.020
23	419.491	4.622	6.050	1.338	34.944	10.032	3514.552	17.665	227.487	3.821	1538.341	121.512
24	1978.333	4.223	6.050	10.669	93.415	3.107	15.292	2.917	119.751	5.047	433.287	170.166
25	970.000	7.167	8.437	10.247	169.220	22.270	441.120	30.140	186.057	3.087	66.787	88.347
26	360.500	2.947	8.132	7.237	25.587	27.110	30.180	8.762	101.202	0.500	29.887	36.142
27	159.750	1.782	7.936	9.935	17.829	0.734	5.265	1.627	232.171	0.131	9.429	20.782
28	238.750	2.226	7.694	9.209	61.965	29.087	160.792	36.173	322.309	0.152	17.525	16.766
29	262.000	2.155	6.057	11.442	69.930	5.557	12.490	18.642	294.147	0.257	15.800	25.612
30	459.249	3.222	7.847	10.802	50.237	4.666	8.317	4.230	93.032	0.545	26.817	49.473
31	276.667	2.657	7.897	9.503	29.483	0.440	2.770	2.773	131.390	0.413	22.433	31.351
32	270.000	2.400	7.480	3.130	0.380	0.120	0.120	6.100	87.330	0.250	24.500	18.667
33	669.749	4.464	7.710	7.412	65.976	3.005	139.201	16.607	207.669	1.803	20.396	90.900
34	371.250	4.565	6.087	8.632	51.142	0.950	2.076	0.240	209.787	0.200	6.412	61.592
35	387.750	4.769	8.137	9.992	19.313	0.794	6.217	1.268	194.216	0.327	8.075	56.659
36	396.250	4.732	6.182	8.905	76.505	4.815	4.355	4.765	264.557	0.172	22.850	62.506
37	352.000	2.617	8.365	10.845	41.960	2.522	3.900	4.765	74.447	0.455	24.362	26.553
38	401.083	2.936	7.942	9.646	48.490	5.227	5.769	3.382	76.138	0.496	28.767	42.257
39	475.000	3.962	7.220	6.165	81.123	66.837	387.800	63.342	296.832	0.442	101.050	41.131
40	912.666	5.451	7.582	6.518	32.000	18.566	€56.062	40.840	306.108	0.423	149.937	52.745
41	966.750	6.467	7.950	5.617	43.327	25.272	2047.330	68.445	326.380	0.672	126.687	83.524
42	41223.999	5.132	7.648	4.231	15.515	€.035	741.079	27.517	158.110	5.494	73.029	192.574
43	492.416	3.168	7.634	6.189	43.303	16.197	92.192	19.377	76.710	1.061	32.462	49.670
44	611.416	3.650	7.589	6.905	34.120	5.455	66.786	10.180	106.270	1.261	46.525	68.466
45	683.583	3.645	7.689	7.532	39.048	10.512	40.637	11.542	118.543	1.695	55.129	62.165
46	8384.000	4.033	8.230	9.405	24.745	9.077	12.706	15.725	71.410	3.610	766.558	104.460
49	426.250	4.790	8.100	10.543	24.745	1.932	3.595	12.702	72.772	0.380	13.075	54.124
50	411.900	4.747	8.104	10.001	20.861	1.677	14.130	0.812	103.617	0.352	9.820	59.890
51	244.250	2.185	7.590	8.625	1.655	0.427	€.027	0.875	93.117	0.470	1.350	75.414

ST.	MG.	NA.	R.	FE.	T.	FICW	LIST.	PLI.	AGRICULTURED	RAIN/Y.	AREA
	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	°C	m ³ s-1	Km	m.	- AREA	mm	Km ²
0	0.129	2.750	0.225	0.212	8.900	0.020	159.850	2200.000	3.000	1300.000	3.000
1	1.272	2.274	0.517	0.172	8.042	0.744	181.850	1300.000	53.600	1200.000	53.600
2	2.146	1.069	0.347	0.226	5.850	0.515	175.650	1000.000	131.800	1100.000	78.200
3	5.144	2.612	0.781	0.569	11.127	1.034	179.000	1100.000	77.700	1100.000	77.700
4	2.775	2.141	0.825	0.100	12.100	2.060	170.650	860.000	312.500	1000.000	103.000
5	7.726	4.396	0.813	0.769	14.564	4.401	166.150	740.000	335.500	900.000	23.000
6	11.066	12.793	1.833	0.424	13.700	0.255	175.950	860.000	42.600	1000.000	42.600
7	1.124	1.894	0.310	0.145	8.825	0.771	152.850	1400.000	54.000	1200.000	54.000
8	2.579	6.356	0.917	0.090	10.825	0.967	183.850	990.000	139.800	1100.000	85.600
9	3.014	3.136	0.658	0.134	11.170	0.678	182.500	1000.000	48.500	1200.000	48.500
10	2.944	3.237	0.922	0.359	12.433	3.077	179.650	915.000	236.500	1100.000	48.200
11	5.896	5.084	1.257	0.341	11.925	1.940	170.650	780.000	280.100	1100.000	43.600
12	3.790	5.894	0.989	0.257	12.900	4.679	161.150	720.000	377.900	1000.000	97.800
13	5.265	25.151	1.602	0.904	13.500	5.159	162.950	700.000	430.700	900.000	82.600
14	11.984	3.089	0.832	0.137	11.500	0.251	164.950	850.000	12.400	1100.000	12.400
15	5.883	7.244	1.218	2.894	14.069	10.530	154.950	680.000	878.800	900.000	70.200
16	3.986	5.742	1.154	0.696	14.225	6.127	144.950	595.000	936.600	900.000	45.400
17	8.795	3.604	1.080	0.174	13.283	0.278	148.600	950.000	10.000	1100.000	10.000
18	6.086	6.429	1.072	0.470	15.400	11.820	137.750	540.000	998.000	900.000	81.400
19	12.890	5.826	1.910	0.232	15.775	0.187	141.100	600.000	28.000	1100.000	28.000
20	14.156	29.158	6.368	0.269	17.150	1.197	131.900	510.000	86.600	900.000	48.600
21	7.358	16.248	1.761	0.713	14.875	13.202	128.750	490.000	1106.800	800.000	22.200
22	8.211	46.263	4.617	2.449	15.250	16.030	111.750	460.000	1476.800	700.000	135.000
23	35.962	719.187	52.438	4.029	16.317	1.877	115.250	470.000	235.000	700.000	146.000
24	45.378	162.406	4.029	3.573	13.683	0.162	128.050	580.000	20.000	700.000	20.000
25	33.757	40.757	10.396	0.260	16.800	0.295	122.250	490.000	69.000	700.000	69.000
26	6.166	20.218	2.764	0.360	14.400	51.750	95.750	405.000	1620.000	1000.000	143.200
27	4.492	5.808	0.930	0.237	13.225	1.277	95.750	470.000	116.800	1000.000	116.800
28	3.289	21.064	2.425	0.699	13.433	0.515	82.500	590.000	38.590	1000.000	38.590
29	4.380	12.122	1.942	0.108	14.675	0.735	69.500	200.000	103.400	800.000	77.400
30	7.674	13.879	2.605	0.204	15.675	12.724	64.500	160.000	2012.100	800.000	44.260
31	5.554	11.398	1.931	0.128	13.400	76.750	76.750	220.000	1867.800	800.000	247.800
32	3.961	8.911	1.292	0.155	18.800	5.400	68.500	180.000	1893.860	800.000	26.160
33	19.531	13.794	2.680	0.173	17.167	1.307	72.500	185.000	100.000	900.000	85.200
34	17.175	5.892	1.630	0.156	14.550	0.107	88.000	370.000	14.800	1000.000	14.800
35	12.866	5.352	2.562	0.100	15.408	0.502	73.600	340.000	29.900	1100.000	29.900
36	12.163	13.185	3.574	0.090	15.675	0.555	58.600	150.000	84.600	800.000	54.700
37	4.789	11.326	1.803	0.200	15.750	8.895	60.700	160.000	2135.260	800.000	17.800
38	6.629	15.133	2.390	0.146	15.350	14.630	51.700	98.000	2199.060	800.000	65.800
40	9.086	43.420	7.086	0.842	12.150	0.352	66.250	115.000	18.900	800.000	18.900
41	11.030	65.429	5.963	1.028	18.808	2.045	44.500	85.000	220.520	700.000	171.260
42	15.640	101.760	10.677	0.699	19.325	1.267	46.700	78.000	250.220	700.000	29.800
44	25.977	43.403	5.323	0.448	16.858	0.816	40.700	65.000	87.240	700.000	87.240
45	6.724	20.018	6.051	0.278	15.550	19.638	41.700	60.000	2689.920	700.000	155.900
46	9.017	31.096	5.291	0.286	16.858	22.067	26.500	30.000	2950.560	700.000	173.400
47	8.125	31.428	5.373	0.406	16.425	22.789	13.500	20.000	3042.160	600.000	91.600
48	57.839	489.613	21.689	0.682	24.383	11.342	0.500	3.000	3069.260	500.000	27.120
49	13.665	6.354	2.013	0.196	10.275	0.177	108.750	620.000	19.100	1100.000	19.100
50	13.983	5.061	2.726	0.422	13.950	0.124	92.000	840.000	15.320	1100.000	15.320
51	10.004	2.316	1.206	0.122	15.950	0.117	178.000	1120.000	21.000	1100.000	21.000

APÈNDIX II. Relació dels punts del riu Ter en els que s'ha estudiat la flora algal.

Punt	Localització	U. T. M.	Alçada sobre el nivell del mar (m)	distància a la capçalera (km)	Tipus de substrat
0.	Ter a Vil·leter	D6 399978	2200	0,5	grans roques
1.	Freser a Rialp	D6 323907	1300	8	grans roques
2.	Freser a Ribes Altes	D6 318873	1000	11	grans roques
3.	Rigart, a Planoles	D6 262851	1100	10,5	grans roques i còdols
4.	Freser a Montagut	D6 309811	860	15,5	roques i còdols
5.	Freser a 1,5 km de Campdevanòl	D6 314766	740	21	roques i còdols
6.	Merdàs, a 0,5 km de Gombreny	D6 263775	860	5	còdols i llians
7.	Ter a Setcases	D6 427933	1300	6,2	roques
8.	Ter a Llanars	D6 455859	990	14	roques
9.	Tort a 3 km de Camprodon	D6 514866	1000	7,5	roques
9 bis.	Afluent a la dreta del Tort, sense nom	D6 514866	1000		roques i còdols
10.	Ter a la Colònia Estebanell	D6 475825	915	18,5	còdols
12.	Ter 6 km abaix de Sant Joan de les Abadeses	D6 353745	720	37	còdols i llians
13.	Freser a Ripoll, paperera	D6 317734	700	25	còdols i llians
14.	Rà Vallfogona, a l'entrada de la població	D6 445717	850	2,5	còdols
15.	Ter a 2,2 km passat Ripoll	D6 336695	680	42,5	còdols i llians
16.	Ter a Montesquiu	D6 346628	595	50	còdols i llians
17.	6es a Vidrà	D6 437653	950	2	lloses
18.	Ter a la Maubla	D6 363597	540	56	còdols i llians
19.	Fornès a la Vola	D6 453587	600	7,5	lloses
21.	Ter a Torelló	D6 371554	490	64	còdols i llians
22.	Ter a Roda de Ter	D6 427482	460	80	còdols i llians
23.	Burri a Vic	D6 404457	470	13	llians
24.	Burri a 7km de Vic	D6 315423	580	5	llians
27.	Rà Major, Pont de la Malafogassa	D6 514430	470	15	còdols i roques
28.	Rà d'Osor a Sant Miquel	D6 596409	590	9	còdols
29.	Rà d'Osor, a Anglès	D6 683447	200	20	còdols
30.	Ter a la Cellera de Ter	D6 692467	160	119,5	còdols
32.	Ter a El Pasteral	D6 684487	180	90	còdols i roques
33.	Brugent a Aner	D6 676503	185	16	roques i llians
34.	Rà de Cogolls (Brugent) a Les Planes d'Hostoles	D6 632564	370	7	còdols
35.	Rà Llúmena a 3 km de Sant Aniol de Finestres	D6 674579	340	7,5	còdols
36.	Llúmena a Ginestar	D6 780510	150	21	còdols
38.	Ter a Bescanó	D6 799469	98	133	còdols
39.	Onyar a Sant Dalmai	D6 777395	120	7	còdols
41.	Onyar a Fornells de la Selva	D6 844418	85	20,5	còdols
42.	Onyar a Girona	D6 865469	78	28	còdols
43.	Terri a Cornellà de Terri	D6 816574	93	--	llians
44.	Terri a S. Andreu	D6 878546	65	15,5	còdols
45.	Ter a Sarrià de Ter	D6 878546	60	146	còdols i llians
45bis.	Ter a Madinyà	D6 859518	55	149	còdols i llians
46.	Ter a Flaçà	D6 965565	30	160	còdols i llians
47.	Ter a Verges	E8 038560	20	172	còdols, llians i sorres
48.	Ter a 3 km de Torroella	E8 144526	4	184	sorres
49.	Les Gorgues a l'Esquirol	D6 480531	620	--	llians
50.	Riera de Rupit	D6 556533	840	4	còdols i lloses
51.	Riera de Segadell, Pardines	D6 362850	1120	3	còdols
52.	Les Lloses, desviació de la carretera a Ripoll	D6 328701	700	4	còdols i llians
53.	Ter, desembocadura	E8 143525	0	208	llians
F1.	Font de la riera (Fornès)	D6 453587	600		
F2.	Font de la Verge, santuari de Montgrony	D6 246798	1408		
F3.	Font de Planoles	D6 262851	1100		
F4.	Font de Setcases	D6 427933	1300		
F5.	Font de Cantonigrós	D6 509547	933		
R1.	Torrents de les Guillerries	D6 522458	650		

APÈNDIX III: CHECK-LIST DE LA FLORA DE LES ALGUES DEL RIU TER.

Achnanthes clevei Grun
Achnanthes conspicua Mayer
Achnanthes hungarica Grun.
Achnanthes lanceolata Ereb.
Achnanthes lapponica Hustedt
Achnanthes minutissima Kütz.
Achnanthes rostrata Ostrup
Amphipleura pellucida Kütz
Amphora montana Krasske
Amphora normanii Rabh.
Amphora libyca Ehr. (= *Amphora ovalis* Kütz. v. *affinis* (Kütz.) Van Heurck)
Amphora pediculus Kütz.
Amphora veneta Kütz.
Anabaena constricta (= *Pseudoanabaena constricta*) (Szafer) Geitler
Anabaena variabilis Kütz.
Aphanochaete repens A. Br.
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs.
Audouinella hermannii (Roth) Duby
Aphanocapsa endolithica Erceg.
Aphanocapsa montana Cramer
Aphanocapsa pulchra (Kützing) Rabenhorst
Aphanocapsa sp.
Aphanothece microspora (Menegh.) Rabh.
Aphanothece sp.
Bacillaria paxillifer (Müller) Hendey (= *B. paradoxa* Gmelin)
Bangia atropurpurea (Roth) C. Agardh
Batrachospermum moniliforme Roth.
Binuclearia tectorum (Kütz.) Beger ex Wichmann
Bulbochaete sp.
Caloneis alpestris (Grun.) Cl.
Caloneis amphisbaena (Bory) Cl.
Caloneis amphisbaena v. *subsalina* (Donkin) Cl.
Caloneis bacillum (Grun.) Meresch.
Caloneis silicula (Ehr) Cl.
Caloneis ventricosa (Ehr.) Meister
Calothrix fusca Born. et Flah.
Calothrix parietina Thuret
Ceratoneis arcus Kütz.
 v. *amphioxys* Rabh
Cladophora glomerata (Linn.) Kütz.
Cladophora fracta (Müller ex Vahl.) Küt.
Closterium acerosum (Schranck) Ehr. ex Ralfs
Closterium diana Ehr. ex Ralfs
Closterium moniliferum (Bory) Ehr. ex Ralfs
Cocconeis placentula Ehr.

Cocconeis pediculus Ehr.
Coelastrum microporum Näg. in A. Br.
Cosmarium moniliforme (Turp.) Ralfs.
Cosmarium holmiense v. *integrum* Lund
Cosmarium vexatum W. West
Cyclotella atomus Hust.
Cyclotella kützingiana Thwaites
Cyclotella meneghiniana Kütz.
Cyclotella ocellata Pantocksek
Cymatopleura elliptica (de Breb.) W. Smith
Cymatopleura solea (Breb.) W. Smith
Cymbella affinis Kütz.
Cymbella aspera (Ehr.) Clever
Cymbella caespitosa (Kütz.) Brun.
Cymbella cesatii (Rabh.) Grun.
Cymbella cistula (Hemprich) Grun.
Cymbella delicatula Kütz.
Cymbella helvetica Kütz.
Cymbella lacustris (Agardh) Cleve
Cymbella microcephala Grun.
Cymbella ventricosa Kütz. (= *Cymbella minuta* Hilse ex Rabh.)
Cymbella obtusiuscula (Kütz.) Grun.
Cymbella prostrata (Berk.) Clever
Cymbella sinuata Greg.
Cymbella tumidula Grun.
Cymbella turgida (Gregory) Cl. (= *C. mesiana* Cholnoky)
Chamaesiphon incrustans Grunow
 v. *elongatus* Starmach
Chamaesiphon polonicus (Rostaf) Hansg.
Characium acuminatum A. Br. in Kütz.
Chlamydomonas sp.
Chroococcus helveticus Näg.
Chroococcus minutus (Kütz.) Nägeli
Chroococcus pallidus Näg.
Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli
Chaetophora elegans (Roth) Agardh.
Chlorella vulgaris Beijerinck
Chantransia estadi d' *Audouinella*
Characiopsis minuta (A. Braun in Kützing) Lemmermann
Chrootheca rupestris Hansg.
Denticula elegans Kütz.
Denticula sundayensis Archibald
Denticula tenuis Kütz.
 v. *crassula* Naeg.
Diatoma elongatum (Lyngb) Agardh
Diatoma hiemale (Lingb) Heiberg
 v. *mesodon* Ehr. Grun.
Diatoma vulgare Bory
 v. *brevis* Grun.
 v. *Ehrenbergii* (Kütz.) Grun.

v. producta Grun.
v. ovalis (Fricke) Hust.
Dictyosphaerium pulchellum Wood
Dioxys inermis Thompson in G.M. Smith
Diploneis elliptica (Kütz.) Cl.
Diploneis oblongella (Naeg.) Cleve-Euler
Diploneis parma Cl.
Epithemia sorex Kütz.
Epithemia turgida (Ehr.) Kütz.
Euglena sp. 1
Euglena sp. 2
Eunotia arcus Ehr.
v. bidens Grun.
Eunotia pectinalis (Kütz.) Rabh. *v. undulata* (Ralfs) Rabh.
Fragilaria brevistriata Grun.
Fragilaria capucina Desmazières
v. mesolepta (Rabh.) Grun.
Fragilaria construens (Ehr.) Grun.
v. binodis (Ehr) Grun.
v. venter (Ehr) Grun
v. subsalina Hust.
Fragilaria leptostauron v. dubia Grun.
Fragilaria pinnata Ehr
v. lancettula (Schumann) Hust.
Fragilaria vaucheriae (Kütz.) Boye-Petersen
Frustulia vulgaris Thwaites
Geminella mutabilis (Bréb.) Wille
Gloeocapsa dermochroa Näg.
Gloeocapsa montana Kütz.
Gloeocapsa polydermatica Kütz
Gomphonema acuminatum Ehr.
Gomphonema angustatum (Kütz.) Rabh.
v. producta Grun
Gomphonema constrictum Ehr
v. capitata (Ehr) Cl.
Gomphonema gracile Ehr.
Gomphonema intricatum Kütz. (= *G. augustum* Agardh)
v. pumila Grun
Gomphonema minutum (C. Ag.) C. Ag.
Gomphonema olivaceum Lyngb
Gomphonema parvulum (Kütz.) Grun
Gomphonema tergestinum (Grun) Frick
Gongrosira debaryana Rabh.
Gongrosira fluminensis Rabh.
Gongrosira incrustans Rabh.
Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabh.
Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabh.
Gyrosigma scalproides (Rabh) Cl.
Gyrosigma spencerii (W. Smith) Cl.
Gyrosigma spencerii v. nodifera Grun. (= *G. nodiferum* (Grun.) Reimer)

Hantzschia amphioxys (Ehr) Grun
Hildenbrandia rivularis (Liebm.) Ag.
Homeothrix crustacea (Borzi) Margalef
Homeothrix janthina (Born. et Flah.) Starmach
Homeothrix juliana (Meneghini) Kitchner
Hydrodictyon reticulatum (L.) Lagerheim
Hydrurus foetidus (Vill.) Trev.
Kirchneriella subcapitata Kors. (= *Selenastrum capricornutum* Printz sensu Skulb et auct. post)
Klebsormidium flaccidum (Kütz.) Silva, Mattox et Blackwell (= *Chlormidium flaccidum* (Kütz.) Fott (= *Hormidium flaccidum* (Kütz.) A. Br. in Klebs)
Klebsormidium rivulare (Kütz.) Morison et Sheath (= *Chlorhormidium rivulare* Starmach (= *Hormidium rivulare* Kütz)
Lyngbya sp.
Melosira ambigua O. Müller
Melosira arenaria Moore
Melosira granulata (Ehr.) Ralfs
 v. *angustissima* Müller
Melosira varians C.A. Agardh
Meridion circulare Agardh
Merismopedia elegans Braun
Merismopedia punctata Meyen
Merismopedia tenuissima Lemmermann
Microcystis parasitica Kütz.
Microspora amoena (Kütz.) Rabenh.
Microspora willeana Lagerh.
Mischococcus sp.
Monoraphidium griffithii (Berk.) Kom.-Legn. (= *Ankistrodesmus falcatus* v. *acicularis* (A. Br.) G. S. West.)
Monoraphidium contortum (Thuret in Breb.) Kom.-Legn. (= *Ankistrodesmus falcatus* v. *spirilliformis* G. S. West.)
Monoraphidium fontinale Hind
Monoraphidium arcuatum (Kors.) Hind. (= *A. arcuatus* Kors.)
Mougeotia sp. pl.
Myxosarcina chroococcoides Geitler
Navicula accomoda Hust.
Navicula atomus (Naegeli) Grun.
Navicula bacillum Ehr.
Navicula buderi cf. Hust.
Navicula capitoradiata Germain (= *N. salinarum* v. *intermedia* (Grun.) Cl.)
Navicula cari Ehr
Navicula cincta (Ehr) Ralfs in Pritchard
Navicula cocconeiformis Gregory
Navicula contenta Grun. i f. *biceps* Arnott
Navicula cryptocephala Kütz.
 v. *exilis* Kütz (= *N. cryptocephala* forma)
 v. *veneta* Kütz (= *N. veneta* Kützing)
 v. *lancettula* Schumann
Navicula cuspidata Kütz.
 v. *ambigua* (Ehr) Cl.

Navicula decussis Ostrup
Navicula gibbula Cleve
Navicula goeppertiana (Bleisch) H. L. Smith
Navicula gregaria Donkin
Navicula grimmei Krasske (= *N. kotschyi* Grun.)
Navicula heimansii Van Dam & Kooyman
Navicula hungarica Grun. (= *N. capitata* Ehr.)
 v. *capitata* (Ehr.) Cl. (= *N. capitata* v. *hungarica* (Grun.) Ross.)
Navicula lanceolata (Agardh) Cl.
Navicula menisculus Schumann
Navicula menisculus v. *upsaliensis* Grun. in Cl. & Grun.
Navicula minuscula Grun. (*N. minuscula* v. *minuscula* Grun.)
Navicula monoculata Hust.
Navicula muralis Grun. (= *N. minuscula* v. *muralis* (Grun.) Lange - B.)
Navicula mutica Kütz.
Navicula nyassensis O. Muller sensu Germain (= *N. pupula* v. *nyassensis* (O. Muller) Lange - Bertalot).
Navicula pelliculosa Hilse
Navicula permitis Hust. (= *N. atomus* v. *permitis* (Hust.) Lange - B.)
Navicula phyllepta Kütz.
Navicula pseudotuscula Hust.
Navicula pupula Kütz.
 v. *capitata* Hust.
Navicula pygmaea Kütz.
Navicula radiosa Kütz.
 v. *tenella* (de Bréb.) Grun. (= *N. cryptotenella* Lange - B.)
Navicula schroeterii Meister
Navicula seminulum Grun.
 v. *radiosa* Hust. (= *N. joubaudii* Germain)
Navicula subminuscula Manguin (= *N. frugalis* Hust.)
Navicula tantula Hust. (= *N. minima* Grun. in Van Heurck)
Navicula tripunctata (O.F. Müller) Bory (= *N. gracilis* Ehr.)
Navicula trivialis Lange-Bertalot (*N. lanceolata* sensu Kütz., sensu Grun., non sensu Hust.)
Navicula viridula Kütz.
 v. *rostellata* (Kütz.) Cl.
Neidium dubium (Ehr.) Cl.
 v. *constricta* Hust.
Neidium iridis (Ehr.) Cl.
 v. *vernalis* Reichelt ex Hustedt (= *N. ampliatum* (Ehr.) Krammer)
Nitzschia acuta Hantzsch.
Nitzschia alexandrina (Cholnoky) Lange-Bertalot & Simonsen (= *N. elliptica* v. *alexandrina* Cholnoky).
Nitzschia amphibia Grun.
Nitzschia angustata (W. Smith) Grun.
Nitzschia apiculata (Gregory) Grun.
Nitzschia closterium (Ehr.) W. Smith
Nitzschia communis Rabh.
Nitzschia commutata Grun.
Nitzschia denticula Grun.

Nitzschia dissipata (Kütz) Grun.
Nitzschia dubia W. Smith
Nitzschia gandersheimiensis Krasske
Nitzschia gracilis Hantzsch.
Nitzschia hantzschiana Rabh.
Nitzschia hungarica Grun.
Nitzschia inconspicua Grun. (= *N. frustulum* (Kütz.) Rabh.)
Nitzschia linearis W. Smith
Nitzschia microcephala Grun.
Nitzschia palea (Kütz.) Grun.
 v. *tenuirostris* Grun.
 v. *debilis* (Kütz.) Grun.
Nitzschia paleacea Grun.
Nitzschia pusilla Kütz.
Nitzschia romana Grun
Nitzschia sigma (Kütz.) W. Smith
Nitzschia sigmoidea (Ehr.) W. Smith
Nitzschia sinuata W. Smith
 v. *delognei* Lange-B.
 v. *tabellaria* Grun.
Nitzschia sociabilis Hust.
Nitzschia thermaloides Hust.
Nitzschia tryblionella Hantzsch
 v. *debilis* (Arnott) A. Mayer
 v. *levidensis* (W. Sm.) Grun.
Nitzschia umbonata (Ehr.) Lange-B.
Nostoc sphaericum Vauch.
Oncobyrsa cesatiana Rabh.
Dedogonium capillare (Linn.) Kütz.
Dedogonium sp. 1
Dedogonium sp. 2
Dedogonium sp. 3
Oscillatoria limosa Agardh
Oscillatoria margaritifera Kütz.
Oscillatoria splendida Grev.
Oscillatoria sancta (Kütz.) Gom.
Oscillatoria sp.
Palmella miniata v. *aequalis* Näg sensu G. M. Smith
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini
Feroniella hyalothecae Gobi
Petalonema densum (Braun) Migula
Phacus sp.
Phormidium autumnale (Agardh) Gom.
Phormidium foveolarum (Mont.) Gomont
Phormidium frigidum Fritsch
Phormidium incrustatum (Nägeli) Gomont
Phormidium laminosum Gomont
Phormidium molle (Kützing) Gomont
Phormidium retzii (Agardh) Gomont
Phormidium subfuscum Kütz.

Phormidium valerianum (Delp.) Gom.
Finnularia appendiculata (Agardh) Cl.
Finnularia brebissonii (Kütz.) Rabh. (= *P. microstauron* v. *brebissonii* (Kütz.) Mayer
Finnularia interrupta W. Smith (= *P. biceps* Gregory)
Finnularia maior (Kütz.) Cl.
Finnularia viridis (Nitzsch.) Ehr.
Flectonema radiosum (Schierdem.) Gom.
Flectonema tomasinianum Born.
Pleurocapsa aurantiaca Geitler
Pleurocapsa minor Hansgirg
Pleurocapsa polonica Raciborski
Pseudoncobyrsa lacustris (Kirchner) Geitler
Rhoicosphenia curvata (Kütz.) Grun.
Rhopalodia gibba (Ehr.) Muller
Rivularia biasoletiana Menegh.
Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat
Scenedesmus acutus v. *acutus* Chodat
v. *globosus* Hortob.
Scenedesmus apiculatus (W. et G. S. West) Chod .
Scenedesmus armatus Chod .
Scenedesmus brevispina (G. M. Smith) Chod.
Scenedesmus longispina Chodat
(= *S. quadricauda* (Turpin) Breb. v. *longispina* (Chodat) G.M. Smith
Scenedesmus magnus Meyen
Scenedesmus ovalternus Chod.
Scenedesmus quadricauda(Turpin) Brébisson
Scenedesmus sempervirens Chod.
Scenedesmus subspicatus Chod
Schizothrix affinis Lemm.
Schizothrix perforans (Ercegovie) Gom.
Schizothrix penicillata (Kütz.) Gom.
Scytonema crustaceum Ag.
Siphononema polonicum Geitler
Sphaerellopsis sp.
Spirulina major Kütz.
Spirogyra sp. pl.
Spirogyra corrugata Transeau
Spirogyra sulcata Blum
Sporotetras pyriformis Butcher
Stauroneis smithii Grun.
Steinedesmus capitatus (G.M. Smith) Comas & Komarek
Stephanodiscus astraea v. *minutula* (Kütz.) Grun.
Stephanodiscus hantzschii Grun.
Stigeoclonium subsecundum (Kütz.) Kütz.
Stigeoclonium tenue (Ag.) Kütz.
Stigonema mamillosum (Lyngb.) Ag.
Surirella linearis W. Smith
Surirella ovalis de Breb.

Surirella ovata Kütz.
 v. *pinnata* W. Smith
Synedra acus Kütz.
 v. *angustissima* Grun.
Synedra parasitica W. Smith
Synedra pulchella Kütz.
Synedra rumpens Kütz.
Synedra tabulata Agardh
Synedra ulna (Nitzsche) Ehr.
 v. *danica* (Kütz.) Grun.
 v. *oxyrhynchus* (Kütz.) Van Heurck
Tetraedron minimum (A. Br.) Hansg.
Tetrastrum staurogeniaeforme (Schröder) Lemm.
Tetrastrum triangulare (Chod.) Kom .
Thalassiosira weissflogii Grun.
Tribonema fonticulum Ettl
Tribonema vulgare Pascher
Ulothrix albicans Kütz. (= *U. moniliformis* Kützing)
Ulothrix tenuissima Kütz. (= *U. rorida* Thuret)
Ulothrix zonata (Weber et Mohr.)Kützing
Uronema confervicolum Lagerheim
Zygnema sp.