

**SUR LA PROLIFÉRATION DANS LA SEINE
D'UNE DIATOMÉE BENTHIQUE TROPICALE :
NAVICULA CONFERVACEA (KUTZ.) GRUNOW¹**

par M. COSTE².

Une étude des peuplements benthiques de la Seine portant sur plus de 250 échantillons prélevés sur 39 stations échelonnées entre la source et Rouen, a permis de localiser la prolifération d'une diatomée considérée comme « endémique » des régions tropicales, à l'aval immédiat d'une centrale thermique (E.D.F. Porcheville). La morphologie, l'ultrastructure et la répartition géographique sont examinées succinctement. Les données écologiques recueillies à Porcheville, confrontées à celles de la littérature conduisent à considérer *Navicula confervacea* comme une espèce saprophyte pollueurésistante, sténotherme des eaux chaudes (25 - 31 °C).

**The proliferation in the Seine of a tropical benthic diatom :
Navicula confervacea (Kütz.) Grunow.**

This study of the benthic populations in the Seine was based on more than 250 samples taken at 39 stations which were regularly distributed between the source and Rouen. It was possible to locate the site at which there was proliferation of a benthic diatom, usually considered as « endemic » to the tropics, and this site was immediately downstream from a thermal power station. The morphology, ultrastructure and geographical distribution of this species are briefly examined. The ecological data and the information in the literature suggests that *Navicula confervacea* is a saprophytic species which is resistant to pollution and a stenotherm in hot water (25-31 °C).

I. — SITUATION DE LA STATION

Située à 100 km environ à l'aval de Paris (pK 105 des Services de la Navigation) et 30 km à l'aval de la confluence avec l'Oise, la centrale thermique E.D.F. de Porcheville comporte deux unités de quatre groupes qui totaliseront 2 900 MW en 1975 pour une consommation maximale de 110 m³/s d'eau de réfrigération puisée directement en Seine (le débit d'étiage du fleuve à Porcheville se situe autour de 80 m³/s) ; cette eau est déversée dans le bras de Limay, mis en communication avec la Seine pour accélérer le

1. D'après une thèse de 3^e cycle préparée au Laboratoire de Zoologie, Centre d'Hydrobiologie de l'Université de Besançon.

2. Laboratoire d'Hydroécologie, Div. Qual. Eaux, P. Pisc. C.T.G.R.E.F., Paris, Besançon.

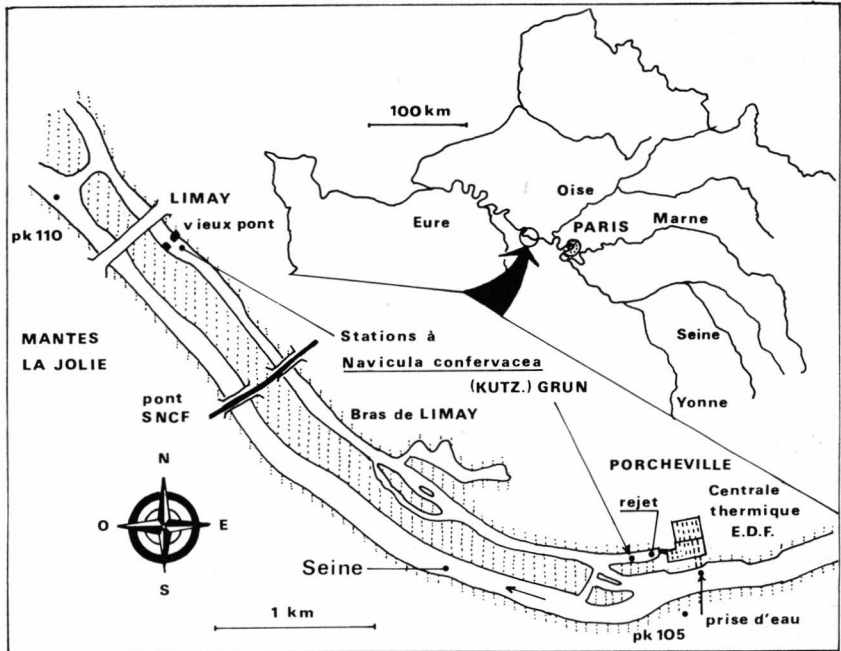


FIG. 1. — Localisation du site de Porcheville.

refroidissement. Les variations de température entre l'eau de Seine et celle du rejet de la centrale oscillent entre 5 et 7 °C ; par suite du fonctionnement irrégulier de certaines tranches, les variations d'amplitudes mensuelles peuvent être beaucoup plus importantes (fig. 2).

D'après Sonrel (1974), l'échauffement résiduel au niveau du pont de Limay est de 2 à 5 °C.

Navicula confervacea a été trouvée en abondance au niveau du vieux pont de Limay et dans le canal de rejet de la centrale (fig. 1) durant les périodes estivales de 1972 à 1974. Elle n'a jamais été rencontrée à l'aval de la centrale thermique de Montereau où la température des eaux du rejet est souvent supérieure à 30 °C en été mais où les eaux sont beaucoup moins polluées (Coste 1974).

II. — DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'ESPÈCE ET SYSTÉMATIQUE

Navicula confervacea (Kütz.) Grunow (in Van Heurck, 1880-1885) a été également décrite par Clève (1894), Hustedt (1913 in Schmidt 1930-1966).

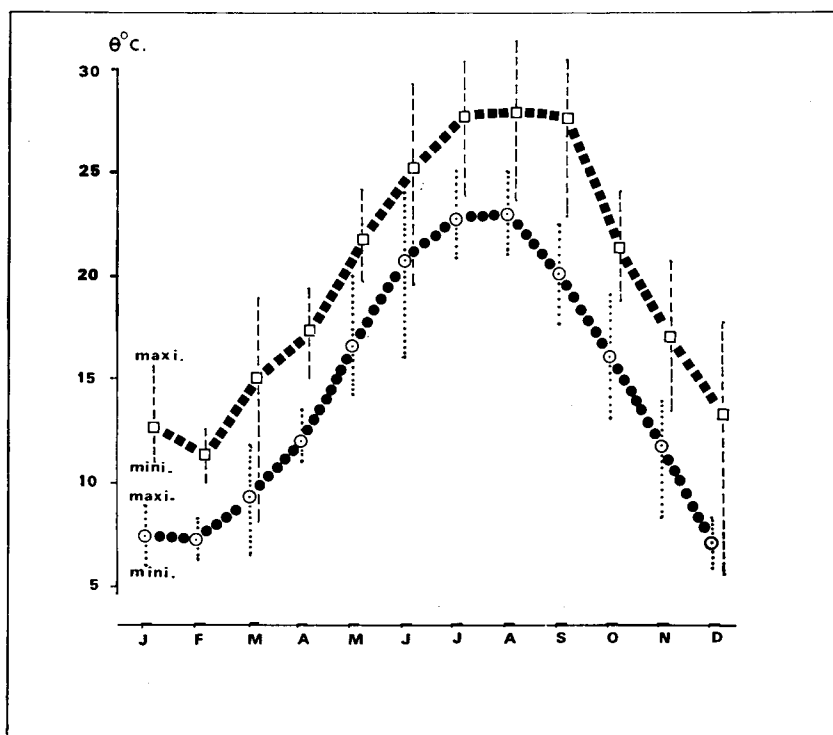


FIG. 2. — Régime thermique de la Seine à Porcheville, en 1973, au niveau de la centrale thermique E.D.F.

⊕ moyennes mensuelles de l'eau : ○●●○ à l'amont de la centrale
 □■□ dans le rejet.

Préparations de référence

Tempère et Peragallo, coll. diat., 2^e édit. (1907), n° 289. Collection de Clève et Möller (1877-1879), préparations n°s 138 et 188.

Classée successivement dans les Entoleiae (Hustedt 1930) puis dans les Minusculae (Hustedt 1966), l'espèce a pour principaux synonymes : *Diademsis confervacea*, Kützing, *Diademsis peregrina*, Smith, *Navicula confervacea* var. *peregrina*, Grünow, *Navicula confervacea* var. *hungarica*, Grünow, *Navicula semivirgata*, Krasske, *N. confervacea* f. *nipponica*, Skvortzow, *N. confervacea* var. *baikalensis*, Skvortzow.

Les individus vivants observés à Porcheville et à Limay forment de longues chaînes rappelant celles des *Fragilaria*.

De forme elliptique lancéolée, parfois légèrement rostrée, la valve ne dépasse pas 16 μ m de long sur 6 à 7 de large. Le raphé, droit, court et filiforme, se termine très souvent par une boucle en forme de violon (fig. 4 : photo 5) bien visible en microscopie électronique. Le nodule central est arrondi et réfringent, l'aire

axiale lancéolée ; les stries transapicales (18 à 20 en 10 μm) légèrement radiales, apparaissent nettement ponctuées.

En vue connective (fig. 4 : photo 4), les cellules présentent entre elles, dans la partie médiane, un espace réfringent de forme ovoïde aplatie qui correspond à l'accolement des nodules centraux.

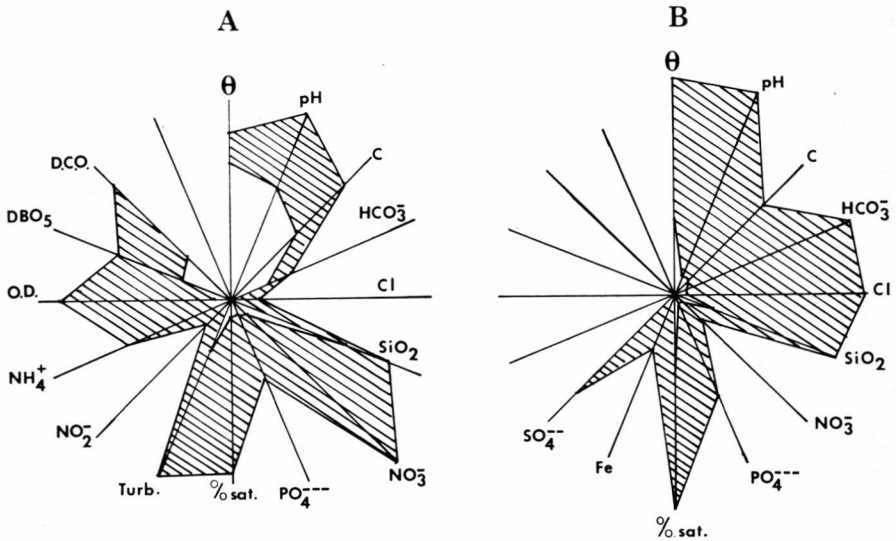


FIG. 3. — Spectres écologiques de *Navicula confervacea*. A : d'après les données recueillies sur la Seine ; B : d'après les données de la littérature.

L'observation de l'ultrastructure au microscope électronique à balayage¹ révèle la présence de dents marginales sur le pourtour valvaire, dents du même type que celles observées chez les *Fragilaria* et chez la plupart des diatomées pennées formant des colonies tabulaires (Gasse 1971). Ces dents, en s'imbricant les unes dans les autres, permettent l'emboîtement des valves et la constitution des chaînes.

1. Les observations ont été réalisées sur le microscope électronique à balayage de la Faculté des Sciences d'Orsay en collaboration avec O. Roche et S. Blaise avec l'agrément de M. le Professeur Guinochet auxquels nous adressons nos plus vifs remerciements.

III. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE²

Considérée à l'origine comme endémique des régions tropicales (Clève 1894, Hustedt 1930, Krasske 1948, Bourrelly et Manguin 1952), l'espèce est également représentée dans les régions tempérées. Le tableau ci-après résume les principales stations connues à ce jour.

LISTE DES STATIONS

RÉFÉRENCES

Europe

- Allemagne :
- décrite sous le nom de *Navicula semivirgata* en Saxe, elle a été trouvée dans les jardins botaniques de Dresde, Francfort, Gottingen et Karlsruhe dans les bassins à *Victoria regia* (serres chaudes).
Présente dans le delta de la Volga.
- Angleterre :
dans les bassins (Kew Gardens).
- France :
en Bretagne (étang du Pas du Houx) ; l'espèce n'a pas été trouvée vivante.
- Hongrie : Tapoleza
dans des eaux thermales ($t^{\circ} = 30^{\circ}C$).
- Amérique*
- Andes du Pérou.
- Brésil :
sur *Thucidium*, également à Rio de Janeiro.
- Equateur.
- Etats-Unis :
la plupart des Etats du Sud : Floride, Pensylvanie, Arizona, Californie, Virginie, Indiana, Kansas, etc.
Dans un affluent de la Savannah River (Lower Three runs Creek) avec une fréquence relative élevée : 38 % (Caroline du Sud).
- Guadeloupe.
- Jamaïque.
- Ile de la Trinité.
- Krasske 1929-1950
Hustedt 1966.
Patrick et Reimer 1966
Le Cohu 1974
Grunow in Clève 1894
Manguin 1964
Krasske 1939 ; 1948 ; 1951
Clève 1894
Clève 1894
Patrick et Reimer 1966
Reimer 1962
Bourrelly et Manguin 1952
Clève 1894
Clève, Patrick et Reimer 1966

2. Nous remercions M. le Professeur P. Bourrelly qui a bien voulu guider nos recherches et nous donner accès aux collections et à l'Herbier du Muséum National d'Histoire Naturelle.

- Asie*
 — Bengale : Mui How Village
 dans des eaux chargées en matières organiques (prép. n° 188).
 — Birmanie : Rangoon. Clève et Müller 1877-1879
 — Formose Clève 1894
 sur *Azolla imbricata*.
 — Inde : Etat de Mysore (Jog Falls). Krasske 1950
 — Insulinde : Java, Bali, Sumatra. Gandhi 1970
 — Japon et lac Baïkal. Hustedt 1937-1939
 — Australie : Alpes australiennes. Skvortzow 1936 ; 1937
 — Nouvelle-Calédonie : Clève 1894
 sur racines d'*Eichornia*. Manguin 1962
 — Iles Hawaii (Sandwich) : île Oahu. Maillard (à paraître)
 — Iles Marquises (préparation n° 138). Clève et Müller 1877-1879
 Clève et Müller 1877-1879

LISTE DES STATIONS

RÉFÉRENCES

- Tahiti : lagon de Riewa
 dans les eaux douces, saumâtres et marines. Grunow *in* Clève 1894
 — Nouvelle-Guinée Hollandaise. Ricard (à paraître)
 Cholnoky 1963
Afrique
 — Afrique du Sud : provinces du Cap,
 du Transvaal. Cholnoky 1958 ; 1962 ; 1968
 Archibald 1971
 Schoeman 1973
 — Angola. W. et G. S. West 1897
 — Congo Belge : Zaïre. Hustedt 1949
 Zanon 1938
 Hustedt 1920
 — Dahomey.
 — Ethiopie : bassin inférieur de
 l'Aouache,
 parmi les Diatomées fossiles holocènes Gasse 1974
 (argiles granuleuses à Melania).
 — Ghana. Foged 1966 ; Woodhead et
 Tweed 1958 ; 1960
 — Kanem (Tchad). Round 1961 ; Iltis 1972
 — Niger. Maillard (à paraître)
 — Sahara. Rognon 1967
 — Togo. Zanon 1941
 — Sénégal, Soudan et Mauritanie. Guermeur 1954
 — Sénégal et Côte d'Ivoire. Amosse 1970
 — Tibesti et Djourab. Amosse 1934

IV. — DONNÉES ÉCOLOGIQUES

Malgré le nombre important de stations régulièrement prospectées, l'espèce fut recensée uniquement dans le canal du rejet de la centrale thermique de Porcheville et dans son prolongement immédiat (bras de Limay).

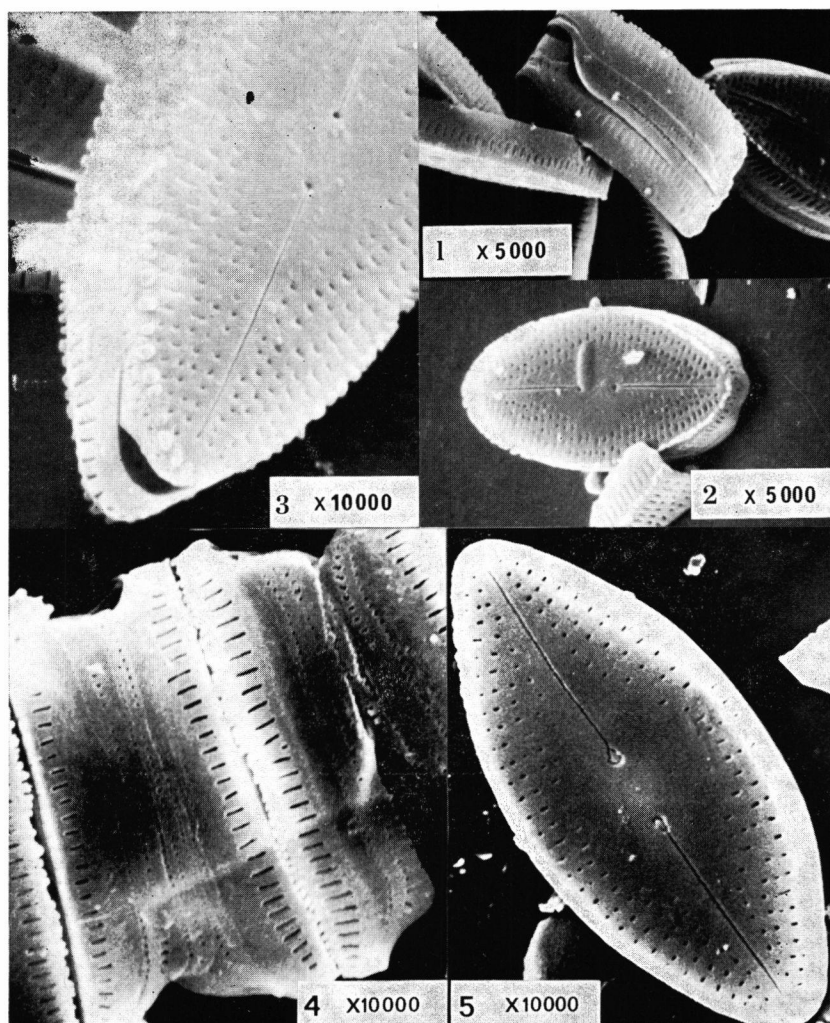


FIG. 4. — *Navicula confervacea* (Kütz.) Grün. Ultrastructure révélée par le microscope électronique à balayage.

Photos 1, 2, 3 : matériel provenant de Nouvelle-Calédonie, d'après F. Gasse, C.N.R.S. Bellevue.

Photos 4, 5 : matériel récolté au niveau du rejet de la centrale E.D.F. de Porcheville. Photos d'après O. Roche, C.N.R.S. Orsay.

Les conditions très particulières régnant dans ce chenal jusqu'à Limay expliquent sans doute ce développement intense très localisé. L'espèce est présente de juillet à septembre, son abondance paraissant augmenter d'une année à l'autre. En juillet 1972, quelques rares individus font leur apparition ; en 1973, l'espèce constitue 12 % de la population diatomique pour atteindre 38 % en juillet 1974 dans le canal de rejet et 65 % dans le bras de Limay (3 km à l'aval de la centrale).

Navicula confervacea se développe indifféremment sur les galets ou sur les algues filamenteuses : *Schizomeris leibleinii* Kütz. (Ulvale) et *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lagerheim (Chlorococcale), avec comme diatomées compagnes, des Centriques (*Melosira ambigua*, *M. granulata* et var., *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella kutzingiana*, *C. meneghiniana*) et quelques Pennées (*Nitzschia palea*, *Navicula mutica*, *N. seminulum*, *Gomphonema parvulum*...).

Remarque. — L'espèce a également été récoltée sur supports artificiels (lames de verre immergées) placés dans le rejet de la centrale.

En juillet 1974, période durant laquelle le développement optimum a été observé, la composition microfloristique est la suivante (en % de fréquence relative) :

	Rejet de la centrale sur galets et <i>Schizomeris</i>	Bras de Limay sur <i>Hydrodictyon</i>
<i>Gomphonema parvulum</i>	2,3	1,4
<i>Navicula confervacea</i>	37,7	65,0
<i>Navicula mutica</i>	1,3	1,8
<i>Nitzschia filiformis</i>	1,0	—
<i>Nitzschia palea</i>	4,3	7,1
<i>Synedra ulna</i>	5,1	4,0
Diatomées centriques	38,1	17,2
Autres espèces	9,4	3,5

La plupart des espèces citées précédemment affectionnent les milieux fortement pollués. Les rejets de l'agglomération parisienne, ceux de la station d'épuration d'Achères, la présence d'industries chimiques sur l'Oise et à l'aval de Paris, contribuent à la détérioration de la qualité de l'eau au niveau de Porcheville. Les variations des principaux paramètres physico-chimiques observées durant une année sont les suivantes :

TABLEAU II¹. — Composition physico-chimique de l'eau (valeurs extrêmes) au niveau de Porcheville et données bibliographiques.

	Amplitude des variations durant l'année	Valeurs relevées lors du déve- loppement optimum (fin juillet 1974)		Données de la bibliographie <i>in</i> Reimer (1962)	
		rejet E.D.F.	bras de Limay		
Température (°C)	8 - 31	28	25	15	- 40
pH	6,2 - 7,7	7,7	7,6	4,0	- 8,2
Conductivité					
en μ mhos/cm/cm ²	420 - 710	614	612	87	-580
Turbidité	10 - 35	35	20	—	—
Oxygène dissous en mg/l	0,4 - 9,4	0,8	3,1	—	—
% de saturation	10 - 80	19	38	40	-100
Alcalinité totale en HCO ₃ ⁻	225 - 275	—	—	12	-915
Phosphates (PO ₄ ⁻⁻⁻)	0,49- 1,7	—	—	0,002-	2,06
Sels ammoniacaux (NH ₄ ⁺)	1,5 - 8,5	—	—	—	—
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0,1 - 1,3	—	—	—	—
Nitrates (NO ₃ ⁻)	1,0 - 13,5	—	—	0,02 -	2,81
Chlorures (Cl)	18 - —	—	—	5	-180
SiO ₂ ppm	— - —	12,2	10,6	3,0 -	12,7
Fe ppm	— - —	—	—	0,001-	0,116
SO ₄ ppm	— - —	—	—	1	-260
DBO ₅	10 - 22	—	—	—	—
DCO	28 - 75	—	—	—	—
Détergents anioniques					
en TBS	0,1 - 0,7	—	—	—	—

Remarque. — Le dosage des métaux lourds effectué sur les matières en suspension et le sédiment entre mai 1972 et juillet 1974, fait apparaître des teneurs légèrement inférieures à celles observées dans la Seine au niveau de l'agglomération parisienne, comme l'indiquent les résultats suivants exprimés en ppm de matière sèche.

1. Les analyses physico-chimiques classiques et les dosages de métaux nous ont été communiqués par M. Nisbet et D. Lintignat, laboratoire de Chimie des Eaux et des Micropolluants, Div. Qual. Eaux, C.T.G.R.E.F., Paris.

TABLEAU III¹. — Valeurs comparées des teneurs en métaux lourds relevées dans la Seine (sur les matières en suspension et le sédiment) au niveau de Paris et de Porcheville. Résultats exprimés en ppm de matière sèche.

	au niveau de Paris	au niveau de Porcheville
Plomb	130 - 2 450	265 - 500
Cuivre	190 - 1 790	135 - 905
Chrome	110 - 1 330	330 - 640
Cadmium	14,1- 106	30,5- 60,5
Nickel	44 - 258	112 - 208
Zinc	115 - 5 130	1 100 - 2 600

Navicula confervacea atteint son optimum de développement en juillet et en août, durant la période qui correspond à l'étiage ; elle supporte donc les conditions les plus sévères : température élevées (25 à 30 °C), déficit en oxygène dissous important (le pourcentage de saturation est parfois inférieur à 10 %), teneurs en sels dissous élevées. L'espèce n'a jamais été trouvée en période hivernale.

La prolifération est de moindre importance dans le rejet immédiat que dans le bras de Limay. Les fortes turbidités pouvant constituer un facteur limitant.

Les valeurs obtenues à Porcheville, comparées à celles recueillies par Reimer (1962), Bourrelly et Manguin (1952), Hustedt (1937-1939), Cholnoky (1958), permettent d'ébaucher la définition du spectre écologique de l'espèce (fig. 3), selon le procédé utilisé par Verneaux (1973). On constate que les pourcentages de fréquence relative relevés à Porcheville, comme les valeurs de la conductivité, du déficit en oxygène et les teneurs en nitrates sont beaucoup plus élevés que ceux observés par les auteurs précédents.

Des mesures effectuées par E.D.F. ont montré que l'oxygène dissous provient essentiellement de l'activité photosynthétique du phytoplancton, les teneurs devenant pratiquement nulles la nuit ; *Navicula confervacea* se comporte donc, dans ces milieux, en saprophyte.

Les données autoécologiques paraissent, comme c'est souvent le cas, relativement contradictoires. Selon Patrick (1966), il s'agit d'une espèce aérophile préférant les eaux peu profondes susceptibles de s'échauffer ; pour Reimer (1962), elle affectionne les eaux calmes, bien oxygénées, pauvres en matières organiques, parfois dystrophes, le pH optimum se situant près de la neutralité. Reimer considère l'espèce comme euritherme (15 à 40 °C).

1. Les analyses physico-chimiques classiques et les dosages de métaux nous ont été communiqués par M. Nisbet et D. Lintignat, laboratoire de Chimie des Eaux et des Micropolluants, Div. Qual. Eaux, C.T.G.R.E.F., Paris.

Selon Hustedt (1937), l'espèce, trouvée dominante en Insulinde dans 20 % des récoltes, serait oligohalobe (voire indifférente), euryionique (pH 5 à 8,2), avec un pH optimum compris entre 7 et 7,5, euryoxybionte, saprophyte lorsqu'elle est dominante et devrait être classée comme β mésosaprobe.

Pour Manguin (1952, 1962, 1964), il s'agit d'une espèce « endémique des régions tropicales » largement répandue en Guadeloupe où elle recherche plus particulièrement les biotopes aérés (pH 6,0 à 7,5). En Nouvelle-Calédonie, elle affectionne les petites collections d'eaux riches en matière organique végétale et animale. Cholnoky (1958, 1968) considère cette espèce comme « indicatrice » d'eau polluée par des matières organiques azotées, capable de supporter des déficits en O_2 dissous important. Son abondance dans la rivière Jukskei ainsi qu'à l'aval de la station d'épuration de Pretoria où elle est associée à *Gomphonema parvulum* et *Navicula seminulum*, est liée à l'instabilité du milieu et à l'enrichissement en azote dissous. En Afrique du Sud, le pH optimum se situerait selon l'auteur autour de 8,4 ; l'abondance de *Navicula confervacea* en Europe, parmi les plantes exotiques, s'expliquerait par l'adjonction d'engrais azotés ou de purin dans les collections d'eau. D'après Cholnoky, l'espèce serait N-hétérotrophe facultative comme *Navicula seminulum* qui lui est fréquemment associée (à Porcheville notamment) ; elle aurait en outre la propriété de désaminer rapidement le glycocolle et l'alanine.

Schoeman (1973) considère, à juste titre semble-t-il, cette espèce comme un excellent « indicateur » des pollutions organiques azotées intermittentes.

IV. — CONCLUSION

La prolifération de *Navicula confervacea* à Porcheville, dans un milieu fortement pollué, où les températures moyennes mensuelles ne descendent pas en dessous de 11 °C mais restent supérieures à 25 °C pendant 4 mois de l'année avec des maxima supérieurs à 30 °C, semble relativement en accord avec les données recueillies par Cholnoky. En conséquence, il paraît raisonnable d'attribuer une telle prolifération à la juxtaposition d'un effet thermique marqué et d'une pollution organique importante, la température élevée et les fortes teneurs en sels d'azote dissous constituant sans doute les paramètres déterminants.

TRAVAUX CITÉS

- AMOSSE (A.). 1934. — Diatomées du Tibesti et du Djourab. *Mém. Acad. Sci. Inst. Fr.*, 61 (2 sér.) : 143-153.
- AMOSSE (A.). 1970. — Diatomées marines et saumâtres du Sénégal et de la Côte d'Ivoire. *Bull. Inst. Fr. Afr. noire*, 32 (2-A) : 289-311.
- ARCHIBALD (R. E. M.). 1971. — Diatoms from the Vall Dam Catchment Area Transvaal, South Africa. *Botanica mar.*, 14 : 17-70.
- BOURRELLY (P.) et MANGUIN (E.). 1952. — *Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances recueillies par la mission ALLORGE 1936*. Sedes, Paris : 281 p.
- CHOLNOKY (B. J.). 1954. — Hydrobiologische Untersuchungen in Transvaal II. Selbstreinigung im Jukskei-Crocodile Flusssystem. *Hydrobiologia*, 11 : 215-266.
- CHOLNOKY (B. J.). 1962. — Beiträge zur Kenntnis der Ökologie der Diatomeen in Ost-Transvaal. *Hydrobiologia*, 19 : 57-119.
- CHOLNOKY (B. J.). 1963. — Ein Beitrag zur Kenntnis der Diatomeenflora von Holländisch Neu-Guinea. *Nova Hedwigia*, 5 : 157-198.
- CHOLNOKY (B. J.). 1968. — *Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern*. Cramer ed. : 699 p.
- CLÈVE (P. T.). 1894. — Synopsis of the naviculoid diatoms. *K. svenska Vetensk.-Akad. Handl.*, 26 (1) : 1-194.
- COSTE (M.). 1974. — Études sur la mise au point d'une méthode biologique de détermination de la qualité des eaux en milieu fluvial. *Trav. Div. Qual. Eaux, P. Pisc. C.T.G.R.E.F.*, ronéo : 79 p.
- FOGED (N.). 1966. — Freshwater diatoms from Ghana. *Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk.*, 15 (1) : 169 p.
- GANDHI (H. P.). 1970. — A further contribution to the diatomflora of the Jog-Falls ; Mysore State, India. In *Diatomaceae II. Beih. z. Nova Hedwigia*, 31 : 757-813.
- GASSE (F.). 1971. — Organisation structurale des colonies de quelques diatomées pennées araphidées révélée par le microscope électronique à balayage. *C. R. Acad. Sc. Paris, sér. D*, 272 : 3169-3172.
- GASSE (F.). 1974. — Les diatomées holocènes du bassin inférieur de l'Aouache (dépression des Danakil, Éthiopie). Leur signification paléo-écologique. *Int. Revue Ges. Hydrobiol.*, 59 (1) : 123-146.
- GUERMEUR (P.). 1954. — Diatomées de l'A.O.F. (première liste - Sénégal). *Cat. Inst. fr. Afr. noire*, 12 : 1-137.
- HUSTEDT (F.). 1910. — Beitrag zur Algenflora von Afrika. Bacillariales aus Dahomé. *Arch. Hydrobiol.*, 6 : 307-346.
- HUSTEDT (F.). 1930. — Bacillariophyta. *Pascher's Susswasserflora Mitteleuropas*, 10 : 1-468.
- HUSTEDT (F.). 1937-1939. — Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra nach dem material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition (1), Systematischer Teil. *Arch. Hydrobiol., suppl.*, 15 : 131-506.
- HUSTEDT (F.). 1949. — Süßwasser-diatomeen aus dem Albert-National Park in Belgisch-Kongo. *Expl. der Park Nat. Albert, Miss. H. Damas (1935-1936)*, 8 : 1-199.
- HUSTEDT (F.). 1961-1966. — Die Kieselalgen. *Rabenhorst Kryptogamenflora*, 7 (3) : 1-816.
- ILTIS (A.). 1972. — Algues des eaux natronées du Kanem (Tchad), 1^{re} partie. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 6 (3-4) : 173-246.
- KRASSKE (G.). 1929. — Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora Sachsens. *Botan. Arch.*, 27 : 348-380.

- KRASSKE (G.). 1939. — Zur Kieselalgenflora Brasiliens I. *Arch. Hydrobiol.*, 35 : 552-562.
- KRASSKE (G.). 1948. — Diatomeentropischer Moorsrasen. *Svensk. Bot. Tidskr.*, 42 : 404-443.
- KRASSKE (G.). 1950. — Diatomeas del Archipiélago de Formosa (Taiwan). *Bol. Soc. Biol. Concepcion*, 25 : 75-107.
- KRASSKE (G.). 1951. — Die Diatomeenflora des Açudas Nordostbrasilien. *Arch. Hydrobiol.*, 44 : 639-653.
- LE COHU (R.). 1974. — *Recherches expérimentales sur l'écologie des algues d'eau douce. Utilisation des enceintes en milieu naturel.* Thèse Doctorat Sci. Rennes : 271 p.
- MANGUIN (E.). 1962. — Contribution à la connaissance de la flore diatomique de la Nouvelle-Calédonie. *Mém. Mus. natn. Hist. nat. Paris, sér. B, Bot.*, 12 (1) : 1-40.
- MANGUIN (E.). 1964. — Contribution à la connaissance de la flore diatomique des Andes du Pérou. *Mém. Mus. natn. Hist. nat. Paris, sér. B, Bot.*, 12 (2) : 41-98.
- PATRICK (R.) et REIMER (C.). 1966. — The Diatoms of the United States. *Mon. Acad. Nat. Sci. Philad.*, 13 : 688 p.
- REIMER (C. W.). 1962. — Diatoms and their physico-chemical environment. Environmental Health series. *Water Supply and Pollution Control, 3th Seminar* : 19-28.
- ROGNON (P.). 1967. — Le massif de l'Atakor et ses bordures (Sahara central). Étude géomorphologique. *Cent. Nat. Rech. Zones arides. C.N.R.S., Paris* : 560 p.
- ROUND (F. E.). 1961. — The composition of some diatomites from the Southern Sahara. *Jl. R. microsc. Soc.*, 80 : 59-69.
- SCHMIDT (A.). 1874-1944. — *Atlas der Diatomaceen-Kunde*. Fortges. v. M. Schmidt, F. Fricke, O. Müller, H. Heiden, F. Hustedt. Reprint 1972, O. Koeltz : 1-480.
- SCHOEMAN (F. R.). 1973. — *A systematical and ecological study of the diatom flora of Lesotho with special reference to the water quality*. Pretoria : 355 p.
- SKVORTZOV (B. W.). 1936. Diatoms from Kizaki lake, Honshu Island. *Nippon. Phil. Journ. Sci.*, 61 (1) : 9-73.
- SKVORTZOV (B. W.). 1937. — Bottom diatoms from Olhon Gate of Baïkal lake, Siberia. *Nippon. Phil. Journ. Sci.*, 62 (3) : 293-377.
- SONREL (J.). 1974. — Influence de la centrale de Porcheville sur la qualité de l'eau de Seine. *T.S.M. l'Eau*, 8-9 : 459-465.
- VAN HEURCK (H.). 1880-1885. — *Synopsis des diatomées de Belgique*. Anvers : 235 p.
- VERNEAUX (J.). 1973. — *Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie.* Thèse Doctorat d'État, Sci. Nat., Univ. Besançon, 84, C.N.R.S., A.O. 8823 : 260 p.
- WEST (W.) et WEST (G. S.). 1897. — Welwitsch's African Freshwater Algae. *J. Bot.*, 35 : 1 et suiv.
- WOODHEAD (N.) et TWEED (R. D.). 1958. — A check list of tropical West African algae (fresh and brackish water). *Hydrobiologia*, 11 : 299-395.
- WOODHEAD (N.) et TWEED (R. D.). 1960. — A second check list of tropical West African algae. *Hydrobiologia*, 15 (3) : 225-286.
- ZANON (D. V.). 1938. — Diatomee della Regione del Kivu (Congo Belga). *Commentat. pontif. Acad. Scient.*, 2 : 535-668.
- ZANON (D. V.). 1941. — Diatomee dell'Africa occidentale francese. *Commentat. pontif. Acad. Scient.*, 5 : 1-60.