



Impact du vent sur la transparence des eaux de la lagune de l'Ichkeul

Item Type	Journal Contribution
Authors	Chaouachi, B.; Ben Hassine, O.K.; Lemoalle, J.
Citation	Bull. de l'INSTM- Salamambo
Publisher	INSTM
Download date	09/02/2023 12:53:03
Link to Item	http://hdl.handle.net/1834/246

IMPACT DU VENT SUR LA TRANSPARENCE DES EAUX DE LA LAGUNE DE L'ICHKEUL

Besma CHAOUACHI¹, Oum Kalthoum BEN HASSINE¹ et Jacques LEMOALLE²

1- Unité de recherche de Biologie, Ecologie et Parasitologie Aquatiques. Faculté des Sciences de Tunis.. 2092 Tunis, Tunisie. Tél. : 216 71 88 22 00 Fax : 216 71 88 54 80 - E-mail : Besma.Chaouachi@fsb.rnu.tn

2- Centre IRD de Montpellier, 911, avenue Agropolis, B.P. 5045, 34032-Montpellier cedex 1. France.

ملخص

تأثير الرياح على نسبة صفاء الماء في بحيرة إشكل : عندما تهب الرياح القوية على بحيرة إشكل، تتحرك الجسيمات لتبدو عالقة في الماء، فتتخفف نسبة صفائه، وذلك بسبب إنخفاض العمق الذي يبلغ متوسطه متراً واحداً. الرياح الأكثر تداولاً تهب من القطاع الغربي إلى القطاع الشمالي الغربي. ويكون مدى تغير سرعتها معتدلاً خلال فصلي الربيع والصيف. لكنه في المقابل، يتسع في كل من الخريف والشتاء، حيث يتم، في الآن نفسه، تسجيل الرياح الخفيفة والرياح القوية، على السواء. يقاس صفاء الماء أو وضوحه، بواسطة قرص سكي. تكون مياه البحيرة أكثر صفاءً إذا لم تتعرض إلى الإضطراب الناجم عن هبوب الرياح أو تكون مياه الإنجراف المصحوبة بالطمى والمنصبة فيها قليلة أو معدومة.
كلمات مفاتيح : بحيرة إشكل، واد تينجة، قرص سكي، الرياح، صفاء الماء.

RESUME

Dans la lagune de l'Ichkeul, le vent fort remet les particules en suspension et diminue la transparence des eaux, en raison de la faible profondeur de ce plan d'eau (1m environ, en moyenne). Les vents les plus fréquents soufflent du secteur ouest à nord-ouest. L'amplitude des fluctuations de leur vitesse est modérée durant le printemps et l'été. En revanche, elle est accentuée en automne et en hiver, période durant laquelle sont enregistrées, à la fois, les plus faibles et les plus fortes vitesses du vent. La transparence des eaux est évaluée à l'aide du disque de Secchi. Les eaux de la lagune sont plus claires lorsqu'elles reçoivent, peu ou pas du tout, des apports d'eau continentale, chargée en alluvions et lorsqu'elles sont peu soumises à la turbulence résultant du vent.

Mots clés : Tinja, transparence, vent.

ABSTRACT

Impact of wind on Ichkeul lagoon transparency : In the Ichkeul lagoon, the strong wind removes the particles and carries them in suspension because of the shallow water plan (about 1m, on an average). The most frequent wind blows from the West to the North-West sector. During spring and summer the amplitude of their speed fluctuations is moderate. On the contrary, it is pronounced in autumn and winter, a period of both weak and strong wind. The water transparency is evaluated by a Secchi disc. When the continental water supply and the wind turbulences are absent, the water of Ichkeul is clear.

Key-words : Ichkeul, Secchi disc, Tinja, transparency, wind.

INTRODUCTION

Située au nord de la Tunisie, la lagune de l'Ichkeul s'étend au sud-ouest de la ville de Bizerte. Elle communique indirectement avec la mer méditerranée par l'intermédiaire de la lagune de Bizerte à laquelle elle est reliée par l'Oued Tinja (figure 1). La lagune a une profondeur moyenne d'environ 1 m avec une profondeur maximale inférieure à 2 m. Elle couvre une superficie variant de 7 800 ha en été à 11 000 ha en hiver avec une moyenne de 8 900 ha (Ennabli et Kallel, 1990). Ce plan

d'eau est entouré par un système de marais d'environ 3 000 ha situé surtout à l'ouest et au sud, de part et d'autre du Jebel Ichkeul. L'écosystème aquatique est très recherché par des peuplements d'oiseaux d'eau d'une grande richesse spécifique et d'une importance numérique considérable (Tamisier, 1988^{a et b}).

Durant la période hivernale, les oueds alimentent la lagune de l'Ichkeul entraînant l'élévation de son niveau et les eaux douces excédentaires se déversent dans la lagune de Bizerte à travers l'oued Tinja (niveau élevé,

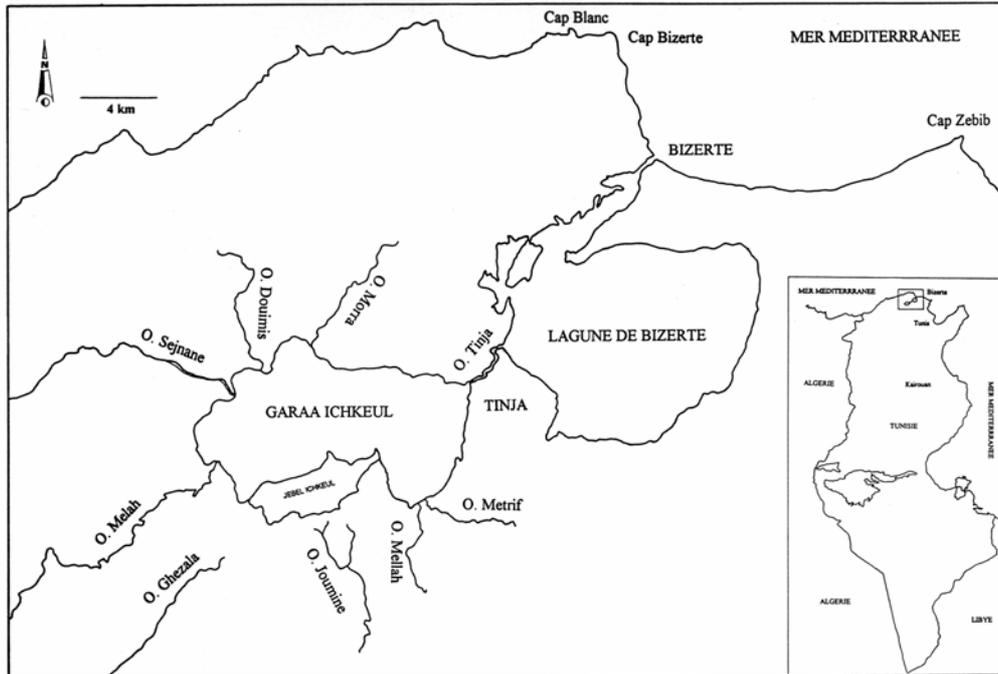


Figure 1 : Situation de la lagune de l'Ichkeul.

salinité faible et courant sortant de la lagune de l'Ichkeul). Durant la saison estivale, au contraire, l'absence d'apports d'eau douce amenés par les oueds et les fortes évaporations font baisser le niveau dans la lagune de l'Ichkeul et entraînent un appel d'eau d'origine marine provenant de la lagune de Bizerte (niveau bas, salinité forte et courant entrant dans la lagune de l'Ichkeul). Généralement le courant de l'oued Tinja devient sortant continu à la fin de l'automne ou en hiver, en fonction des précipitations de l'automne. En revanche, il devient entrant continu en été, en fonction des précipitations du printemps (Chaouachi *et al.*, 1995). La durée de circulation de l'eau dans un sens ou dans l'autre, étroitement liée aux conditions hydroclimatiques, est sujette à de fortes variabilités interannuelles. En moyenne, la lagune de l'Ichkeul se déverse dans la lagune de Bizerte pendant cinq mois (Bonniard, 1934 ; Chaouachi, 1995 ; Chaouachi *et al.*, 1996). L'alternance des caractéristiques physico-chimiques (surface, niveau, salinité) est doublée par une variabilité des conditions météorologiques (pluies, vents, évaporation). Cette large diversité aussi bien à l'échelle intersaisonnière qu'à l'échelle interannuelle révèle une complexité, une richesse et une originalité dans le fonctionnement de l'écosystème Ichkeul.

Le réseau hydrographique du bassin versant de l'Ichkeul, bien développé, présente un grand intérêt dans le pays. De ce fait, trois barrages ont été édifiés sur ses principaux affluents et trois autres sont en cours d'étude. Ces ouvrages visant la mobilisation de ressources hydrauliques contribuent à la satisfaction des besoins en eau potable et agricole. Or, ils

réduiront considérablement les apports d'eau douce alimentant la lagune et entraîneront, de ce fait, la perturbation des alternances saisonnières caractéristiques de la salinité et du niveau d'eau dans la lagune. Ils présentent, ainsi, une menace certaine pour la diversité et la richesse de l'écosystème Ichkeul (Ben Rejeb et Kartas, 1988 ; Tamisier et Boudouresque, 1994 ; Chaouachi et Ben Hassine, 1998).

Le statut de Parc National et la valorisation internationale de ce plan d'eau ont conduit à une réflexion sur des aménagements hydrauliques adéquats afin de préserver l'originalité de cet écosystème.

L'étude entreprise ici contribue pour l'essentiel à la connaissance des fluctuations hydroclimatiques. L'hydrologie de la lagune de l'Ichkeul ainsi que ses échanges avec la mer sont directement influencés par les conditions météorologiques, notamment la vitesse et la direction du vent. Cette influence est bien marquée, en raison de la continentalité et de la faible profondeur de la lagune.

MATERIEL ET METHODES

Les données du vent, fournies par l'Institut National de la Météorologie (INM), ont été relevées à la station synoptique de Sidi Ahmed dont la latitude est de 37°15' Nord et la longitude est de 9°48' Est. Les données utilisées sont :

- la direction de la vitesse maximale instantanée du vent,

- la vitesse moyenne journalière, calculée sur les huit observations tri-horaires.

Dans l'Oued Tinja, nous avons relevé, quotidiennement et à heure fixe (entre 7h et 8h), les données suivantes :

- la transparence (cm), déterminée par un disque de Secchi, maintenu par une tige rigide en son milieu,

- le sens du courant, noté au moment des relevés.

RESULTATS ET DISCUSSION

1 - Le vent

L'étude des fluctuations du vent est nécessaire afin de comprendre le fonctionnement de l'écosystème

Ichkeul. En effet, le vent a une grande influence sur les facteurs abiotiques (niveau, transparence...) et sur les facteurs biotiques (déplacements des espèces...).

Le suivi régulier de sa direction et de sa vitesse permet d'expliquer l'intensité de son impact sur le milieu ainsi que celle de ses interactions avec les autres variables de l'écosystème (Demers *et al.*, 1987 ; Millet, 1989 ; Carrick *et al.*, 1993 ; Chaouachi, 1995 ; Herrera-Silveira et Comin, 1995 ; De Casabianca et Kepel, 1999 ; Chaouachi et Ben Hassine, 2000-2001).

Les vents les plus forts et les plus fréquents correspondent aux vents de direction Ouest à Nord-Ouest (270-315°) (Ouakad, 1982 ; Lemoalle, 1983^a). Ces vents dominent en hiver et apportent la majeure partie des précipitations. En revanche, les vents de l'Est et surtout du Sud-Est soufflent en été et sont à l'origine d'un climat chaud et sec (Muller, 1976 ; Conservation course, 1977). La figure 2 montre les fluctuations saisonnières des directions du vent, durant la période d'étude. Ainsi, au cours d'une période annuelle, les fréquences des directions Nord-Ouest dépassent 50% de l'ensemble des directions observées. Celles des directions Ouest Nord-Ouest atteignent 30% de l'ensemble des observations.

La différence enregistrée entre 1992 et 1993 porte principalement sur les vents d'Est (NE, E, SE, S) qui ont été particulièrement peu fréquents en 1992 (figure 2). Ces vents expliquent l'augmentation de la température et de l'évaporation et la baisse de l'humidité, à cette époque (Chaouachi, 1995).

Les relevés de la vitesse moyenne du vent, calculée à partir des observations instantanées tri-horaires, montrent des fluctuations peu marquées de la vitesse moyenne mensuelle. Celle-ci a varié entre 3,2 et 5,0 m/s (figure 3). Ces variations ne reflètent pas l'importance réelle de la variabilité de la vitesse du vent, d'un jour à l'autre, au cours d'un mois. En effet, l'amplitude des variations peut être importante. Ces fluctuations, de grandes amplitudes, peuvent expliquer certaines évolutions brusques et imprévisibles de l'écosystème.

Au printemps et en été, les vents ont généralement des vitesses modérées, mais ils soufflent de façon régulière. En hiver au contraire on enregistre aussi bien des vents forts que des jours calmes. Il en résulte des moyennes mensuelles modérées qui traduisent mal l'effet des vents forts sur l'écosystème. On sait en effet que la turbulence engendrée dans un plan d'eau n'est significative que pour un vent supérieur à 4 à 5 m/s, et augmente ensuite avec le cube de la vitesse du vent (Luettich *et al.*, 1990 ; Arfi et Bouvy., 1995).

2 - La transparence des eaux

La transparence des eaux, très variable, dépend de la quantité de la matière en suspension qui peut être constituée d'éléments vivants et de débris organiques et minéraux (Deltreil *et al.*, 1974).

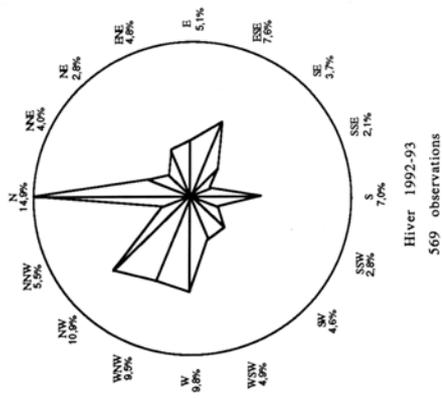
Dans la lagune de l'Ichkeul, le vent est capable de remettre en suspension les particules des couches superficielles du fond, en raison de la faible profondeur de cette étendue d'eau. Les eaux sont turbides surtout en hiver lorsque les vents Ouest à Nord-Ouest sont forts et fréquents. Ces vents remettent en suspension les particules du sédiment superficiel notamment les argiles et les micro-algues et empêchent les sédiments nouvellement apportés par les Oueds de sédimenter.

La mesure journalière de la transparence au disque de Secchi dans l'Oued Tinja montre une transparence importante en période de courant entrant ($DS_{moyen} = 86$ cm) : les fonds de la lagune de Bizerte, avec une profondeur moyenne de 8 m, sont moins susceptibles d'être remis en suspension par le vent (figure 4). En période de courant sortant, par contre, la transparence est réduite ($DS_{moyen} = 31$ cm). A cette époque, la transparence, déterminée au niveau de l'Oued, correspond à celle observée à l'intérieur de la lagune de l'Ichkeul (Lemoalle, 1983^b).

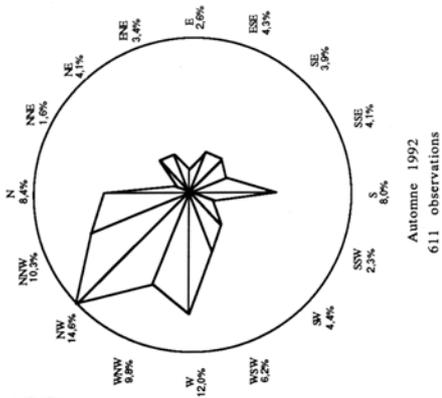
3 - Influence du vent sur la transparence de la lagune

La transparence est très variable, d'un jour à l'autre, en fonction de l'agitation causée par le vent (Lemoalle, 1983^b). Le vent fort remet les particules en suspension, ce qui diminue la transparence des eaux.

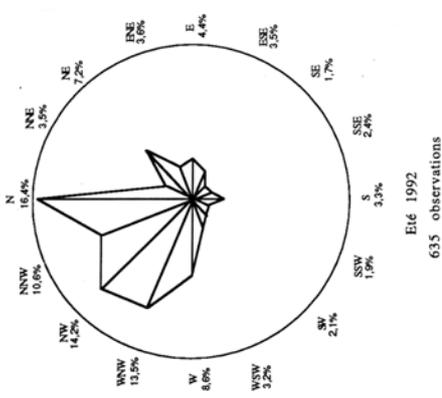
L'étude de la variation, d'un jour à l'autre, de cette transparence mais aussi de la vitesse du vent démontre leur dépendance, au cours des journées de courant sortant (figures 5 et 6). On note, en particulier que la transparence augmente rapidement quand le vent se calme après une tempête : la transparence passe de 6 à 50 cm en quatre jours entre le 3 et le 7 mars. Compte tenu des relations établies



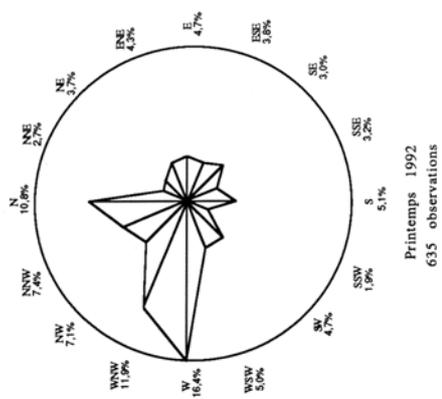
Hiver 1992-93
569 observations



Automne 1992
611 observations

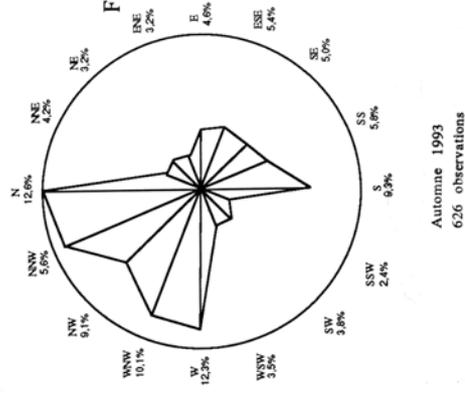


Été 1992
635 observations

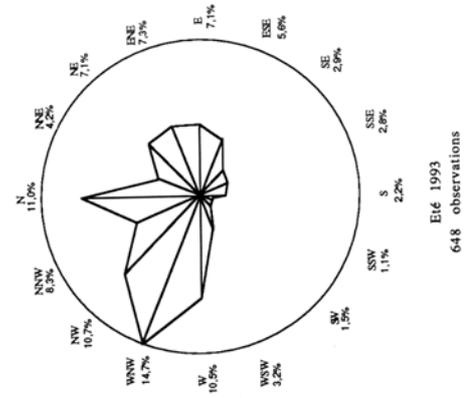


Printemps 1992
635 observations

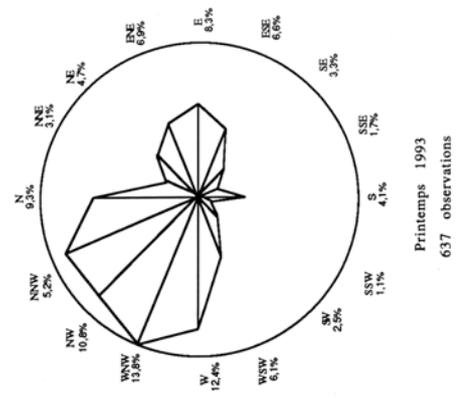
Figure 2 : Fréquences saisonnières des vents en fonction des directions (observations trihoraires ; données INM).
hiver : décembre-janvier-février
printemps : mars-avril-mai
été : juin-juillet-août
automne : septembre-octobre-novembre



Automne 1993
626 observations



Été 1993
648 observations



Printemps 1993
637 observations

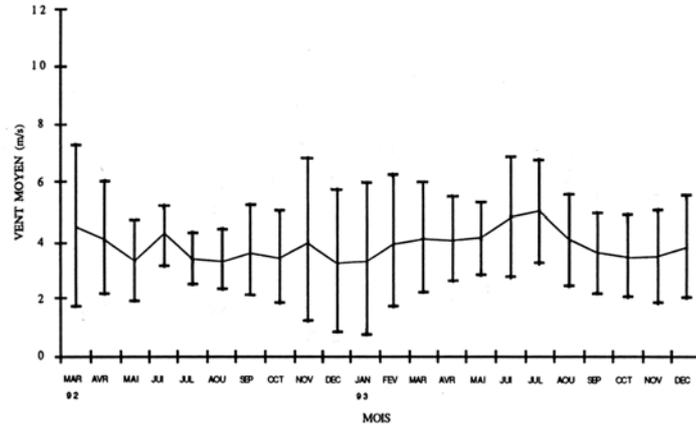


Figure 3 : Variabilité mensuelle du vent moyen journalier (1992-1993) à la station de Sidi Ahmed (données INM). Les barres verticales représentent l'étendue et l'écart-type.

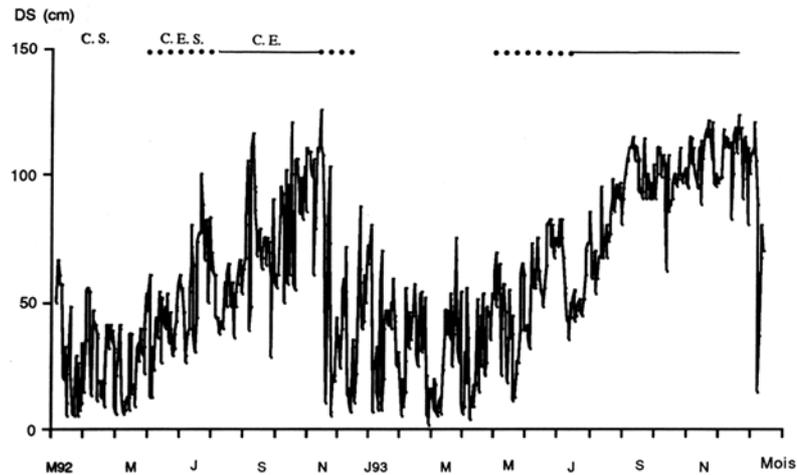


Figure 4 : Evolution de la transparence à la station de Sidi Hassoun durant la période d'étude. C. E. : courant entrant continu ; C. S. : courant sortant continu ; C. E. S. : courant entrant-sortant.

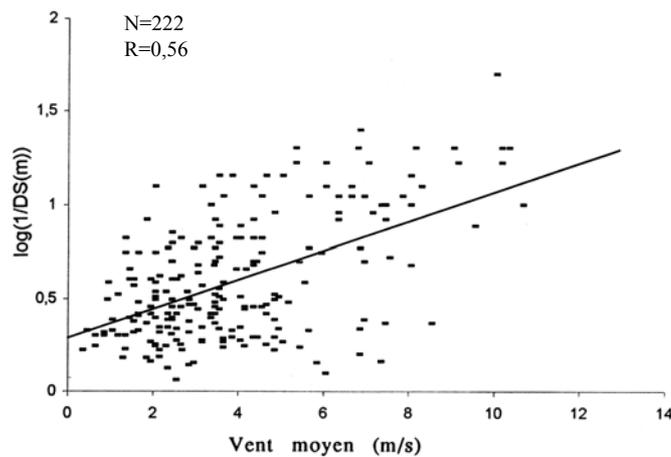


Figure 5 : Relation entre vent moyen et transparence au disque de Secchi dans la lagune de l'Ichkeul (période de courant sortant continu). N : nombre de relevés en période de courant sortant continu ; R : coefficient de corrélation

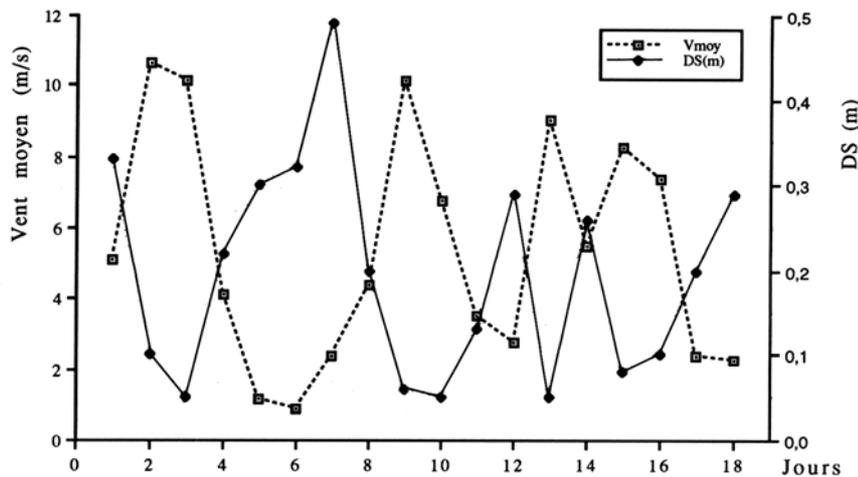


Figure 6 : Evolution inverse du vent moyen et de la transparence au disque de Secchi dans la lagune de l'Ichkeul en période de courant sortant continu (Exemple du 14 au 31 mars 1992).

entre la transparence et la teneur en sédiments (Ben Rejeb, 1986 ; Ben Rejeb-Jenhani, 1989 ; Ben Rejeb-Jenhani, 1991 ; Chaouachi, 1995; Chaouachi *et al.*, 1996) cette variation correspond à la remise en suspension puis à la sédimentation de plus de 500 mg par litre d'eau, soit environ 5 kg/m² de surface de la lagune. La transparence dépend donc surtout du vent et varie fortement d'un jour à l'autre.

CONCLUSION

Dans la lagune de l'Ichkeul, la remise en suspension des sédiments crée une turbidité qui limite l'énergie lumineuse disponible pour le phytoplancton. Dans le même temps, elle contribue à la régulation des concentrations des substances dissoutes et en particulier des phosphates qui peuvent être associés à des particules minérales par adsorption sur les argiles (Chaouachi *et al.*, 2001). Enfin, par courant sortant, ce sont les particules en suspension qui sont évacuées de la lagune par l'Oued Tinja.

Le vent, par la turbidité induite, a donc un effet régulateur sur le bilan sédimentaire de la lagune, sur la disponibilité des éléments nutritifs dans la masse d'eau, et sur la biomasse phytoplanctonique. Par sa variabilité, il impose un suivi quasi continu des principales variables de l'environnement pour obtenir des valeurs représentatives.

BIBLIOGRAPHIE

Arfi R. et Bouvy M. (1995). Size, composition and distribution of particles related to wind-induced resuspension in a shallow tropical lagoon. *J. Plankton Research*, **17** (3) : 557-574.
 Ben Rejeb A. (1986). Contribution à l'étude du lac Ichkeul : Conditions de milieu et activité

photosynthétique du phytoplancton. DEA, Univ. Tunis : 152 p.

Ben Rejeb-Jenhani A. (1989). Le lac Ichkeul : Conditions du milieu, peuplements et biomasses phytoplanctoniques. Thèse 3ème Cycle. Univ. Tunis, 221 p.
 Ben Rejeb-Jenhani A. (1991). Contribution à l'étude des caractéristiques optiques des eaux du lac Ichkeul (Tunisie). *Bull. Soc. nat. Tunisie*, **19** : 11-14.
 Ben Rejeb A. et Kartas F. (1988). Effets des perturbations hydrologiques et climatiques sur la production halieutique du lac Ichkeul (Tunisie). *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, **31**, 2.
 Bonniard F. (1934). Les lacs de Bizerte. Etude de géographie physique. *Rev. tun. (n.s.)* ; **17** : 93-143.
 Carrick H.J., Alfdige F.J. et Schelske C.I. (1993). Wind influences phytoplankton biomass and composition in a shallow productive lake. *Limnol. Oceanogr.*, **38**: 1179-92
 Chaouachi B. (1995). Contribution à l'étude de l'écosystème Ichkeul : Conditions du milieu et peuplements ichthyiques. DEA, Univ. Tunis : 282 p.
 Chaouachi B. et Ben Hassine O.K. (1998). The Status of fish biodiversity in Ichkeul lagoon (Tunisia). *Italian Journal of Zoology*, Vol. **65**, Suppl. : 303-304.
 Chaouachi B. et Ben Hassine O.K. (2000-2001). Impact des variables environnementales sur la pêche dans la lagune de l'Ichkeul. *Ichthyophysiologica Acta*, **3**, 33-40.
 Chaouachi B., Ben Hassine O.K. et Lemoalle J. (1995). Evolutions saisonnières de la température et de la salinité dans l'Oued Tinja (Ecosystème Ichkeul). *Bulletin de l'Institut*

- National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM), n.sp. : 2, pp. : 113-116.
- Chaouachi B., Ben Hassine O.K. et Lemoalle J. (1996). Variations saisonnières des débits liquides et solides de l'Oued Tinja (Ecosystème Ichkeul). Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologie de la Mer (INSTM), n. sp. 3 : 32-35.
- Chaouachi B., Ben Hassine O.K. et Lemoalle J. (2001). Variations des teneurs en chlorophylle a et en sels nutritifs. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, Vol. 28, 2001. pp. 105-111.
- Conservation Course (1977). A management plan for the proposed Parc National de l'Ichkeul, Tunisia. University College London Conservation. Reports n° 10, 240 p.
- De Casabianca M.L. et Kepel R.CH. (1999). Impact of dominant winds on hydrological variables in a Mediterranean lagoon (Thau Lagoon-France). *Oebalia*, vol. XXV : 3-16.
- Deltreil J.P., Feuillet M., Gras P., Marin J. et Marteil L. (1974). Le milieu physico-chimique. *In* : Maurin, C. (Publ.). Revue des travaux de l'Institut des pêches maritimes. 38 (3) : 227-282.
- Demers S., Therriault T., Bourget E. et Bah A. (1987). Resuspension in the shallow sublittoral zone of a macrotidal estuarine environment: wind influence. *Limnol. Oceanogr.*, 32: 327-39
- Ennabli M. et Kallel M.R. (1990). Caractérisation hydrologique et hydrogéologique du bassin du lac Ichkeul. Agence Nationale de Protection de l'Environnement, Tunis : 1-94.
- Herrera-Silveira J.A. et Comin F.A. (1995). Nutrient fluxes in a tropical coastal lagoon. *Ophelia*, 42 : 127-146.
- Lemoalle J. (1983^a). Le lac Ichkeul. Eléments de l'hydroclimat en 1981-1982. Rap. Doc. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô. 1 : 13-33.
- Lemoalle J. (1983^b). L'Oued Tinja : Observation en 1981-1982. Rap. Doc. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô. 1 : 3-12.
- Luetlich R.A.Jr., Harleman D.R.F. et Somlyody I. (1990). Dynamic behaviour of suspended sediment concentrations in a shallow lake perturbed by episodic wind events. *Limnol. Oceanogr.* 35 (5) : 1050-1067.
- Millet B. (1989). Fonctionnement hydrodynamique du bassin de Thau. Validation écologique d'un modèle numérique de circulation (Programme Echothau). *Oceanologica Acta*, 12 (1) : 37-46.
- Muller G. (1976). Avant projet de création et d'aménagement du Parc National de l'Ichkeul. Direction des forêts, Minist. Agr. Tunis : 1-30.
- Ouakad M. (1982). Evolution sédimentologique et caractères géochimiques des dépôts récents de la Garaet El Ichkeul (Tunisie septentrionale). Thèse 3ème Cycle, Univ. Perpignan : 178 p.
- Tamisier A. (1988^a). Suivi scientifique et aménagement. Développement des recherches sur le lac Ichkeul, Tunisie, 1987-1988. Rapport de convention SRETIE/CEPE CNRS, Montpellier, (87) III.
- Tamisier A. (1988^b). La Protection de l'environnement en Méditerranée. Le cas du lac Ichkeul. Etude internationale 28 (3) : 125-139.
- Tamisier A. et Boudouresque C. (1994). Aquatic bird populations as possible indicators of seasonal nutrient flow at Ichkeul lake, Tunisia. *Hydrobiologia* 279/280 : 149-156.