

## EVALUATION EXPÉRIMENTALE DE LA CAPACITÉ D'ABSORPTION DU PHOSPHORE INORGANIQUE PAR *ZOSTERA MARINA L.*

FLORIAN VASILIU,  
WINFRID SCHRAMM

Les phanérogames marines, par leurs particularités anatomo-physiologiques jouent, dans le cadre de l'écosystème marin de petite profondeur, un rôle significatif dans la circulation et la bioaccumulation des éléments nutritifs. Étant donné que les principales sources d'enrichissement du milieu marin littoral en éléments biogènes et spécialement en phosphore sont constituées par les résidus industriels, ménagers etc., déversés directement ou indirectement en mer dans les aires peuplées par les représentants de ces phanérogames, nous signalons habituellement les concentrations les plus élevées de phosphore inorganique (Cociășu et Popa, 1976).

Dans les conditions présentées, tant l'accumulation que le circuit du phosphore dans ce biotope sont différents par rapport aux eaux néritiques à cause du fait qu'ici interviennent d'une façon décisive, d'un côté le substratum, surtout au niveau des premiers centimètres, ainsi que la biomasse végétale vive ou en décomposition donnée par l'ensemble morpho-anatomique des exemplaires de *Zostera marina*, de l'autre côté (Harrison and Mann, 1975).

Les expériences effectuées par des méthodes chimiques et radiobiologiques ont mis en évidence le rôle actif joué par les plantes aquatiques supérieures dans l'accumulation et / ou le transport du phosphore inorganique.

### MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les expériences ont été réalisées dans des conditions de laboratoire, en chambre conditionnée (12 h de lumière,  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ), pendant l'intervalle février-mars et avril-juin, périodes dans lesquelles l'intensité des processus métaboliques de *Zostera marina* connaît, dans des conditions naturelles, un rythme ascendant.

On a utilisé des exemplaires de l'espèce mentionnée, préalablement « acclimatés » dans des systèmes d'aquarium à circuit permanent. L'eau de

mer utilisée à salinité de 16–18‰, fut d'abord filtrée par des filtres « Millipor » à pores de 0,45  $\mu$ . Au cours des deux expériences, les principaux paramètres écologiques tels que: température, pH, etc., furent maintenus à des valeurs constantes, proches de celles du milieu marin d'origine (Mer Baltique).

Les installations employées, de conception originale, différentes de celles utilisées jusqu'à présent dans de telles expériences (Mc Roy and Barsdate, 1970; Mc Roy, Barsdate and Nebert, 1972; Feldner, 1977) sont de deux types, basées sur le même principe. La pre-

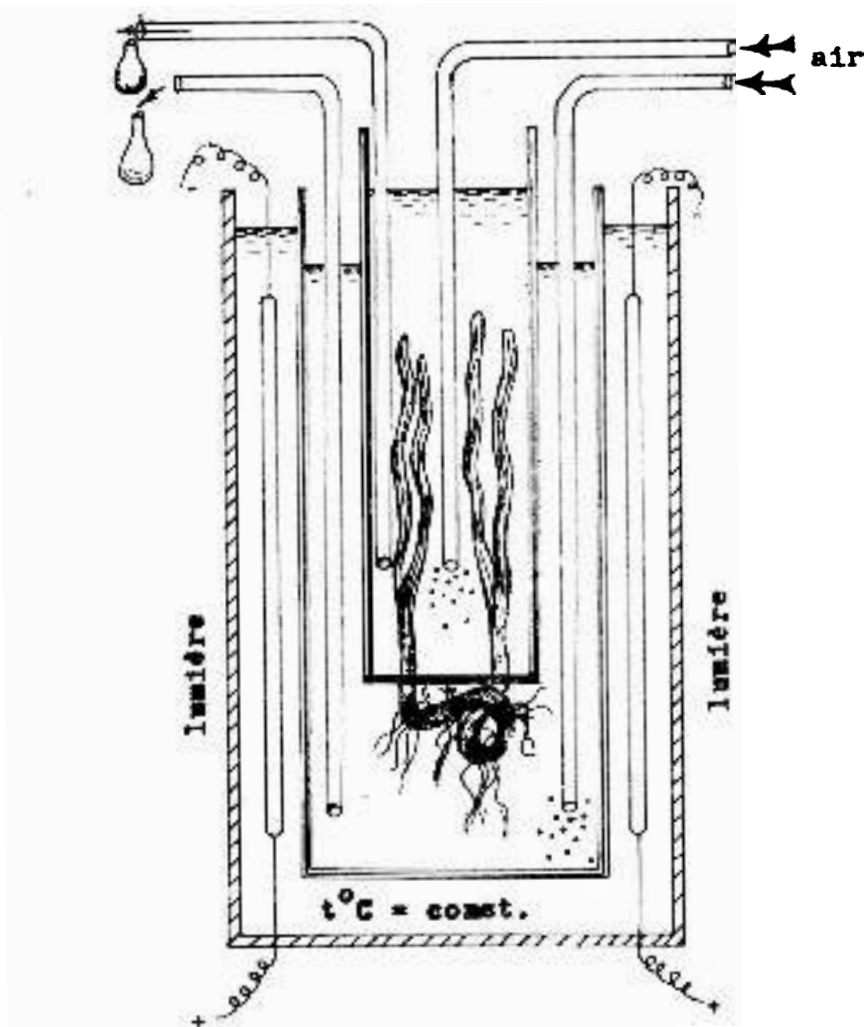


Fig. 1. Installation d'expérience avec  $^{32}\text{P}$ ; sur le même principe on a monté aussi les deux variantes avec  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

mière, à grande capacité (3,5 l), est formée de 2 cylindres en plastique, l'un à l'intérieur de l'autre. Le premier est destiné aux racines et aux rhizomes, l'autre au système foliaire. La paroi qui sépare les cylindres est formée d'une membrane élastique traversée par les tiges de *Zostera* (Fig. 1). La deuxième installation à capacité plus réduite (2 l) est formée de deux récipients en plastique l'un à l'extérieur destiné au système foliaire et aux tiges, l'autre à l'intérieur pour des racines et des rhizomes.

Les deux systèmes ont bénéficié de conditions optimales d'aération et d'homogénéisation; le prélèvement d'échantillons d'eau quotidien ou à un intervalle de 4 heures s'est réalisé à l'aide des tubes en verre ou des seringues (Fig. 1).

Comme sources d'enrichissement en phosphore inorganique on a utilisé  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  et  $^{32}\text{P}-\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Les déterminations de phosphore ont été réalisées par des méthodes chimiques standard pour les eaux marines, tandis que le  $^{32}\text{P}$  a été mesuré à l'aide d'un appareil de type « Betaszint » en utilisant « Aquasol » comme liquide de scintillation.

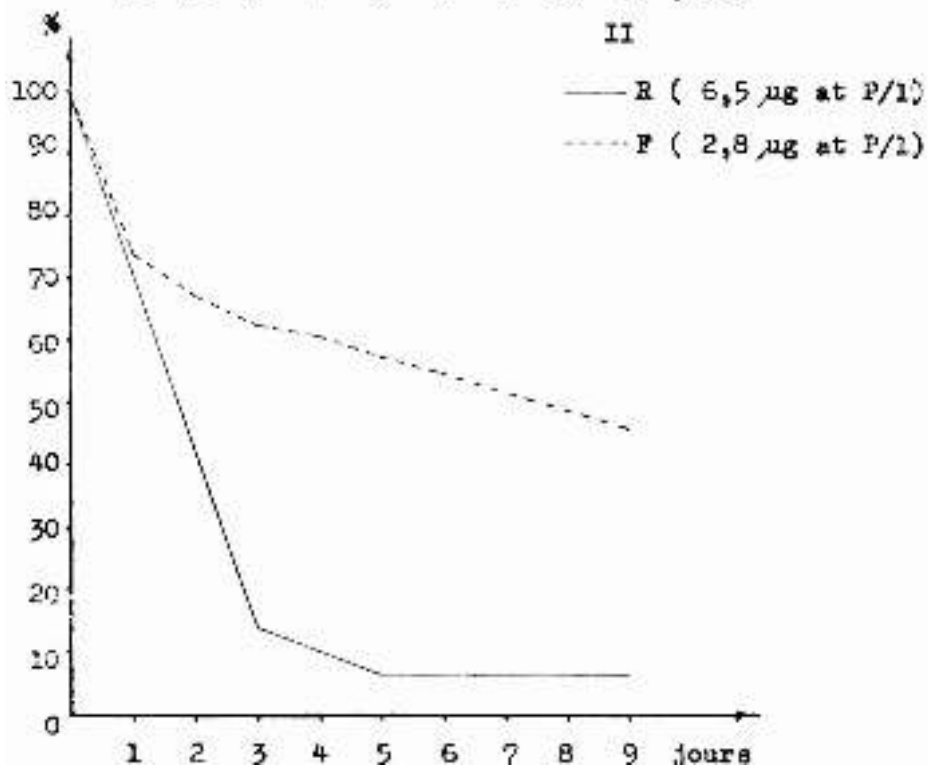
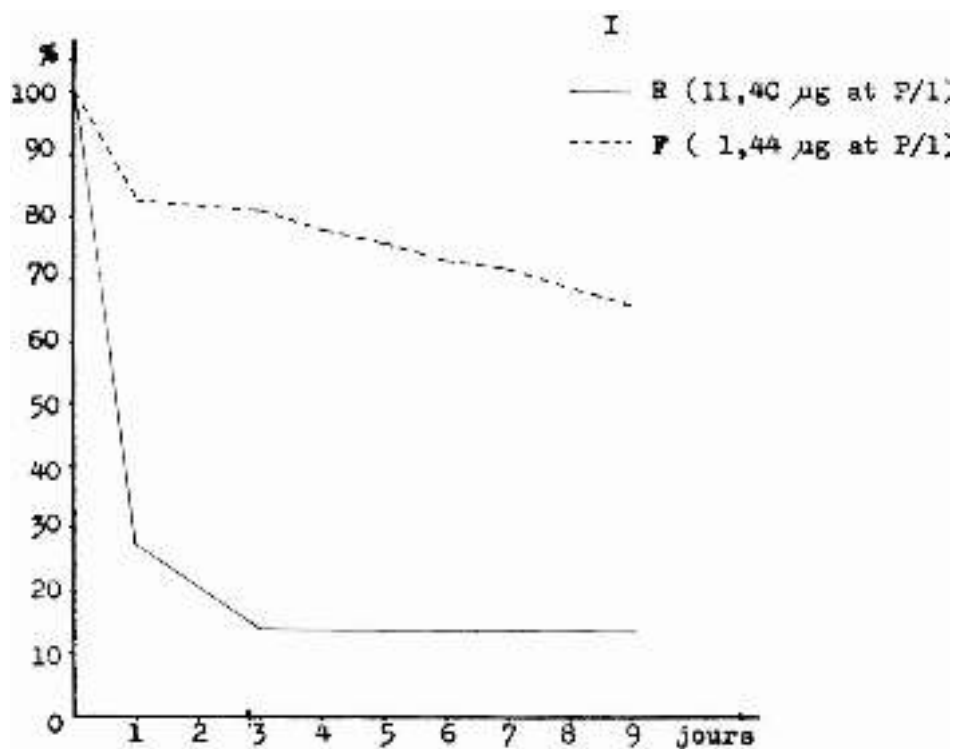
## RÉSULTATS

Dans le cas de la première expérience les concentrations de phosphore dans le récipient contenant les tiges ont été de  $1,44 \mu\text{g at PO}_4/1$  et de  $11,40 \mu\text{g at P}-\text{PO}_4/1$  aux racines et aux rhizomes dans la variante I et de  $8,8 \mu\text{g at P}-\text{PO}_4/1$  et respectivement de  $6,5 \mu\text{g at P}-\text{PO}_4/1$ , dans la variante II (Fig. 2).

A la fin de l'intervalle d'expérience de 9 jours, de la teneur initiale en phosphore on a mesuré, pour les organes souterrains, dans la première variante,  $7,6 \mu\text{g at P}-\text{PO}_4/1$  — ce qui correspond à un taux de 66,6% de la valeur initiale, et dans le cas de la variante II,  $3,0 \mu\text{g at P}-\text{PO}_4/1$  — c'est-à-dire 46,1% (Fig. 2). Dans les deux variantes la dynamique quantitative de la teneur en phosphore au niveau des racines et des rhizomes a eu le même aspect; leur diminution progressive fut plus accentuée dans l'intervalle des premiers jours (Fig. 2).

Au niveau foliaire on a pratiquement constaté l'épuisement du phosphore au cours des 3—4 premiers jours. Ces résultats confirment l'affirmation des divers auteurs qui constatent qu'au niveau foliaire l'intensité de l'absorption des éléments nutritifs est en général pour *Zostera marina* supérieure par rapport aux parties souterraines (Feldner, 1979). Dans des conditions de laboratoire et expérimentales « in situ » on a enregistré des vitesses et intensités de l'assimilation du phosphore supérieures à celles trouvées par nous (McRoy and Barsdate, 1970).

Les expériences avec  $^{32}\text{P}$  furent également effectuées en deux variantes. Dans la première série, notée avec A, on a inoculé l'élément radioactif au niveau des feuilles et des tiges de *Zostera*, tandis que dans la deuxième — B, on a administré la même quantité au niveau des racines et des rhizomes (Fig. 3).



Dans la variante A on a obtenu des valeurs du « facteur de concentration » (qui exprime la quantité du  $^{32}\text{P}$  assimilé par gramme tissu de *Zostera*, par rapport à celui du milieu marin — en ml), plus élevées d'un jour à l'autre avec les valeurs maximales dans les parties apicales et moyennes des feuilles (Fig. 3). En suivant cette observation on a calculé après un intervalle de 72 heures comme « facteur de concentration » les valeurs de 24.790 dans les parties apicales des feuilles et 17.565 dans la partie moyenne des mêmes organes. Des deux parties trouvées dans le milieu sans radio-élément artificiel il n'y a que dans les rhizomes et uniquement au cours des 24 premières heures de l'expérience qu'on a enregistré des impulsions de radio-activité, exprimées par un « facteur de concentration », de 233. Les racines proprement-dites, au cours des 3 jours d'expérience, ont présenté un facteur de concentration entre 22—60, c'est-à-dire extrêmement réduit, si on le rapporte à celui des parties supérieures des plantes.

Dans la deuxième variante (B) les facteurs de concentration des racines et des rhizomes, après 24 heures d'expérience, ont dépassé comme valeur les taux respectifs au niveau des feuilles de la variante précédente, atteignant au bout de 72 heures 56.606. Entre les deux parties souterraines des plantes de *Zostera marina* on a enregistré des différences dans les valeurs du facteur de concentration accentuées en temps (Fig. 3). Dans les parties au-dessus du milieu contaminé avec  $^{32}\text{P}$ , la présence de celui-ci comme suite du flux existant entre racines et feuilles a été beaucoup plus évidente, exprimée le mieux au niveau apical des feuilles d'un facteur de concentration de 339. Au cours des trois jours d'expérience la tendance d'accumulation en  $^{32}\text{P}$  jusqu'au niveau apical a été également évidente, mais sans enregistrer une contamination du milieu aquatique.

### CONCLUSIONS

Dans la première expérience, l'assimilation du phosphore inorganique a été mise en évidence au niveau foliaire, plus accentuée dans le cas des concentrations de phosphore qu'on a utilisées, ainsi qu'aux racines et aux rhizomes où l'absorption a eu lieu à un rythme assez constant, excepté les premiers jours d'expérience.

Les expériences avec phosphore inorganique inoculé comme  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , au niveau des feuilles et des racines ont confirmé quelques résultats obtenus avec les exemplaires de *Zostera marina* de la Mer Baltique (Feldner, 1977, 1979). On confirme ainsi la capacité d'absorption augmentée des feuilles par rapport à celle des racines et des rhizomes, mettant aussi en évidence en même temps la dépendance de ce processus de la concentration en phosphore inorganique du milieu aquatique.

L'absorption et l'accumulation du  $^{32}\text{P}$  se sont produites dans les deux variantes, tant au niveau foliaire qu'aux racines et aux rhizomes, ce qui

---

Fig. 2. Dynamique de l'assimilation du phosphore (comme  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ), exprimée en pourcentage par rapport à la quantité initiale dans les deux variantes.

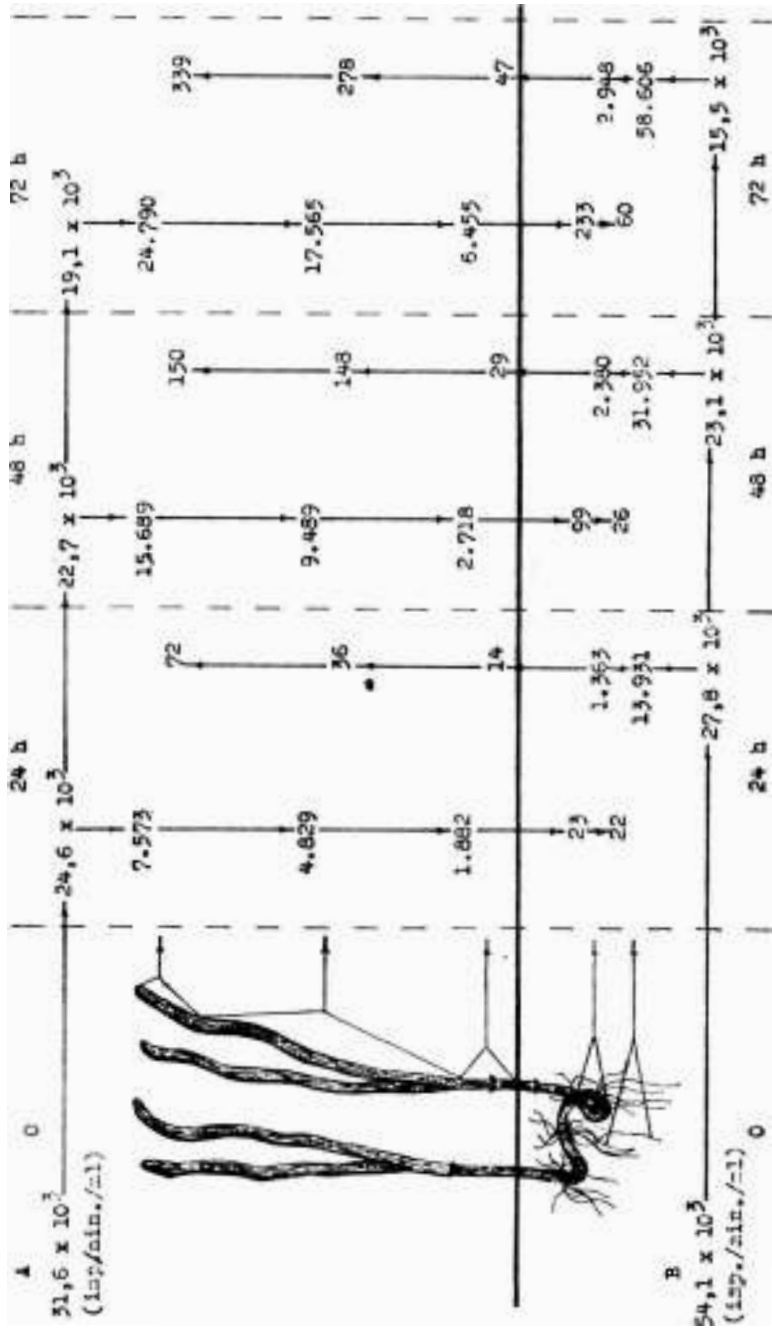


Fig. 3. Evolution de la radioactivité du  $^{32}\text{P}$  de l'eau (imp./min./ml), dans les variantes A et B et du facteur de concentration dans les fragments de *Zostera*.

confirme quelques données de la littérature de spécialité. On peut supposer un rôle double — d'accepteur et donateur, de tous les organes de *Zostera*, fait accepté aussi par d'autres auteurs (Penot, Floch et Penot, 1976). L'aspect est complètement différent par rapport à la végétation de type « thallophyta »; c'est ainsi que le rôle complexe joué par les prairies de *Zostera* dans les zones littorales à petites profondeurs est très bien mis en évidence. On a pu établir l'existence d'un flux de la circulation du  $^{32}\text{P}$  dans les deux directions, avec une intensité plus élevée vers les tiges et les feuilles.

Dans les deux variantes on n'a pas décelé ultérieurement une délivrance du  $^{32}\text{P}$ , ce qui est révélé par l'absence de la radioactivité. Quoique dans la majorité des travaux on accepte le transfert du P de l'eau interstitielle dans l'eau marine, par l'intermédiaire des plantes, autant qu'en sens inverse, nos expériences ne l'ont pas mis en évidence. On peut supposer que ce transfert pourrait se produire seulement dans des conditions de l'existence de différents gradients des concentrations du P dans l'eau interstitielle, dans les tissus des plantes et dans l'eau de mer; on ne peut négliger ni la durée de l'expérimentation.

On peut supposer que les plus hautes valeurs de la radio-activité enregistrées au niveau des racines et des rhizomes sont dues aussi au processus d'absorbtion plus intense— conséquence de leur surface de contact plus étendue.

### REMERCIEMENTS

Nous adressons, à cette occasion, nos vifs remerciements à la Fondation « Alexander von Humboldt » (de la R. F. d'Allemagne) pour l'aide accordée à la réalisation de cet ouvrage.

### EVALUAREA EXPERIMENTALĂ A CAPACITĂȚII DE ABSORBȚIE A FOSFORULUI ANORGANIC DE CĂTRE *ZOSTERA MARINA* L.

#### REZUMAT

Experimentările efectuate prin metode chimice obișnuite ca și radiobiologice au avut ca scop evidențierea rolului activ pe care-l joacă plantele acvatice vasculare (*Zostera marina*) în acumularea și / sau transportul fosforului anorganic din mediul acvatic marin.

S-au folosit două sisteme de instalații, ambele de concepție proprie, ca surse de îmbogățire în fosfor anorganic utilizându-se, în funcție de variantele lucrate,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  și  $^{32}\text{P}-\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

În experimentările cu  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  asimilarea fosforului anorganic s-a putut evidenția atât la nivel foliar (mai intensă în situația concentrațiilor de fosfați pe care le-am aplicat) cât și la rădăcini și rizomi. În ambele variante asimilarea fosforului anorganic a avut loc, cu o intensitate sporită, în intervalul primelor trei zile.

În cazul experimentelor cu  $^{32}\text{P}$  s-a reliefat prezența unui flux al circulației elementului radioactiv în ambele sensuri, cu o intensitate superioară dinspre rădăcini și rizomi către frunze. Se poate presupune existența unui rol dublu, de acceptor și donator, jucat de toate organele plantei. Nu s-a înregistrat un transfer ulterior al izotopului din frunze sau părțile subterane de *Zostera* în apa interstitială sau de-deasupra.

## BIBLIOGRAPHIE

- COCIASU (ADRIANA), POPA (LUCIA), 1976 — Dynamique des phosphates et des silicates des deux eaux marines du littoral roumain de la mer Noire dans la période 1959—1975. *Cercetări marine*, **9**: 41—58.
- FELDNER (J.), 1977 — Ökologische und produktionsbiologische Untersuchungen am Seegrass *Zostera marina* L. in der Kieler Bucht (westliche Ostsee). *Reports Sonderforschungsbereich 95 Kiel*, **30**: 1—170.
- FELDNER (J.), 1979 — Untersuchungen zum Stickstoff- und Phosphorhaushalt von *Zostera marina* — Beständen. *Gesellschaft für Ökologie*, **7**: 393—401.
- HARRISON (P. G.), MANN (K. H.), 1975 — Chemical changes during the seasonal cycle of growth and decay in eelgrass (*Zostera arina*) on the Atlantic coast of Canada. *J. Fish. Res. Board. Can.*, **32**, **5**: 615—621.
- MCROY (P. C.), BARSDATE (J. R.), 1970 — Phosphate absorption in eelgrass. *Limnol. Oceanog.* **15**, **1**: 6—13.
- MCROY (P. C.), BARSDATE (J. R.), NEBERT (MARY), 1972 — Phosphorus cycling in an eelgrass (*Zostera marina* L.) ecosystem. *Limnol. Oceanog.*, **17**, **1**: 58—67.
- PENOT (M.), FLOCH (J.—Y.), PENOT (MARTHE), 1976 — Physiologie comparée des transports à longue distance chez les végétaux supérieurs et chez les algues marines. *Phycologia*, **15**, **3/4**: 299—308.

Florian Vasiliu:

*Institutul român de cercetări marine*

*Bd. Lenin 300*

*8700 Constanța / Romania*

Winfried Schramm:

*Institut für Meereskunde an der Universität Kiel*

*Düsternbrooker Weg 20—22*

*2300 Kiel / B. R. D.*