

RÔLE DE L'ACIDE ALGINIQUE DANS LA CONTAMINATION RADIOACTIVE DE QUELQUES INVERTÉBRÉS MARINS ARÉNI-VORES

par

Claude Amiard-Triquet

Commissariat à l'Energie atomique, Département de Protection, B.P. n° 4, 92260 Fontenay-aux-Roses et
Laboratoire d'Ecologie animale et Biologie marine, Université de Nantes, B.P. n° 1044, 44037 Nantes Cedex.

Résumé

La contamination des animaux mis en présence de radionucléides dans un milieu sédimentaire est fonction de la mobilité des ions radioactifs et, en particulier, du mode de sorption des radionucléides sur le sédiment ainsi que de la rétention des ions par les algues.

Le fait que l'arsenal enzymatique des espèces se nourrissant à partir du sédiment comporte peu ou pas d'alginate, explique qu'il n'y ait pas de désorption des radioéléments lors du passage des algues dans le tube digestif.

Introduction

Nous avons constaté que des Arénicoles (Annélide Polychète) placés dans un milieu sédimentaire contaminé par le cobalt 60, le caesium 137 (Amiard-Triquet, 1974 a ; Triquet, 1973), le fer 59 ou le cérium 144 (Amiard-Triquet, 1974 b) se contaminaient peu ou pas. Dans les mêmes conditions, la contamination d'*Echinocardium cordatum* (Echinoderme, Echinide) par le cobalt 60, le caesium 137 (Amiard-Triquet, 1974 a) et le manganèse 54 (inédit) reste faible. En milieu sédimentaire, les Tellinidés sur lesquels nous avons expérimenté se contaminent peu par le caesium 137 et le cobalt 60 (Amiard-Triquet, 1974 a). Cross (1968) observe un phénomène similaire en étudiant la contamination d'un Amphipode benthique du genre *Anonyx* par le radiozinc.

Cependant, les espèces sur lesquelles nous expérimentons sont des deposit-feeders. Il est admis que la fraction organique du sédiment constitue la source de leur nourriture (Blegvad, 1914 ; Brafield et Newell, 1961 ; Hughes, 1969 ; Longbottom, 1970 ; Péquignat, 1970) et, a priori, on pourrait supposer que les radio-isotopes liés à la matière organique constituent une source de contamination par voie digestive. Or, il ne semble pas que la destruction de la matière organique affecte directement la concentration du caesium ou du cobalt par l'Arénicole (Amiard-Triquet, 1974 a).

I. - SORPTION DES RADIOÉLÉMENTS SUR LE SÉDIMENT ET RÔLE DES ALGINES DANS LA RÉTENTION DES IONS.

Des résultats rapportés ci-dessus, il ressort que la sorption des radioéléments sur le sédiment réduit considérablement leur accumulation par les animaux benthiques.

In situ, Schreiber et coll. (1971) constatent une fixation des radionucléides sur le sédiment correspondant à 10 p. 100 de la radioactivité artificielle des océans. Dans nos conditions expérimentales (Triquet, 1973; Amiard-Triquet, 1974 a et b), le sédiment fixe 85 p. 100 du caesium, la quasi-totalité du cobalt, du manganèse et du fer, la totalité du cérium.

Le type de fixation du radioélément détermine la capacité d'échange entre le sédiment, l'eau et la biosphère.

Selon les radionucléides, la sorption sur le sédiment se fait préférentiellement sur la fraction minérale ou sur la fraction organique. Le tableau ci-dessous rend compte des variations du facteur Kd (1) lors de la destruction de la matière organique du sédiment.

Facteurs Kd maximaux pour différents radionucléides dans le sédiment
(d'après Pillai et coll., 1970)

Radionucléide	Sédiment naturel	Sédiment sans matière organique
$^{137}\text{Cs} ++$	832	1 091
$^{65}\text{Zn} ++$	6 508	1 868
$^{54}\text{Mn} ++$	90	26
$^{60}\text{Co} ++$	877	28

La sorption plus ou moins importante des radionucléides sur la fraction minérale du sédiment rend partiellement compte du processus selon lequel les espèces précédemment citées se contaminent peu.

Nous disposons également d'un certain nombre de données concernant la rétention des ions par la matière organique (source de nourriture de ces espèces) et, en particulier, par les algines.

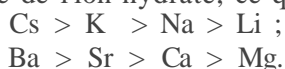
Dans certaines zones côtières, la matière organique est, pour une part importante, constituée par des algines. Ces substances représentent en effet 20 à 30 p. 100 de la matière organique des Algues brunes et des fragments d'Algues en décomposition sont largement mêlés au sédiment. Les cations divalents de l'eau de mer précipitent aisément l'algine (Billy, 1967).

L'acide alginique, haut polymère d'acides D-mannuronique et

(1) $Kd = \frac{M_s}{M_l} \times \frac{V}{m}$, où M_s est l'activité fixée par la phase solide, M_l l'activité restant dans la phase liquide, V le volume de la solution, m la masse du sédiment.

L-gulonique (Fischer et Durfel, 1955) présente une importante capacité de rétention des ions (Cozzi et coll., 1969). En présence de radio-isotopes, il va donc jouer le rôle de piège à contaminant et être partiellement responsable de la fixation des radioéléments par le substrat et la fraction organique particulaire.

Le taux de rétention est d'ailleurs variable selon les éléments. Cozzi et coll. (1969) indiquent que, pour les ions d'un même groupe de la classification périodique, l'affinité pour l'acide alginique est en corrélation avec la taille de l'ion hydraté, ce qui donne la classification suivante :



En ce qui concerne les ions trivalents, ils semblent liés à trois groupements carboxyl. Dans le cas d'ions présentant de fortes caractéristiques acides (Fe^{3+}), la formation des alginates correspondants peut être affectée par la présence d'hydroxydes entraînant une décroissance du nombre de groupes carboxyl participant à la réaction (Cozzi et col., 1969).

II. - INFLUENCE DES MICRO-ORGANISMES DU SÉDIMENT.

Billy (1967) a mis en évidence la fonction alginolytique d'une association bactérienne entre un germe clostridien (*Clostridium algino-lyticum*) et un sulfato-réducteur (*Desulfovibrio desulfuricans*). Des associations du même type sont connues dans les boues de la Mer Noire (Rubentsschick cité par Billy [1967]) et en eau douce (Bowers et Bishop cités par Billy), mais leur activité alginolytique n'a pas été testée.

D'après Cross (1968), l'expérience n'a jamais démontré que les animaux benthiques puissent concentrer le radiozinc du sédiment par l'intermédiaire de bactéries.

Duursma et Bosch (1970) ont suivi pendant 200 jours la contamination d'un sédiment méditerranéen par le cobalt 60 : ils n'ont pas observé de différence selon que ce sédiment avait été laissé dans son état naturel, qu'il avait été stérilisé, ou qu'il avait été traité par la pénicilline à 100.000 unités par litre.

III. - DIGESTION DE L'ALGINE PAR LES INVERTÉBRÉS MARINS.

Certains organismes marins sécrètent une alginase qui catalyse spécifiquement l'hydrolyse de l'acide alginique (Franssen et Jeuniaux, 1965). Sous l'influence de cette enzyme, l'algine est digérée et les ions qui lui sont liés sont libérés. Si la nourriture ingérée est contaminée, il y aura alors possibilité de contamination de l'animal par voie digestive.

Selon la méthode viscosimétrique de Franssen et Jeuniaux (1965), nous avons recherché la présence d'alginase dans le tube digestif de plusieurs « deposit-feeders » : *Arenicola marina* (Annélide Polychète

Sédentaire); *Sipunculus nudus* (Sipunculien) ; *Echinocardium cordatum* (Echinoderme, Echinide).

Les extraits enzymatiques ont été préparés selon la technique décrite par ces auteurs et sur la totalité du tube digestif. Dans une gamme de pH variant entre 7,4 et 8,2, nous n'avons détecté d'activité alginolytique pour aucune des trois espèces. Cela est en contradiction avec les résultats obtenus par Franssen et Jeuniaux (1965) qui observaient une activité de 1,68 unité alginolytique par gramme de tissu frais pour l'intestin de l'Arénicole et de 0,66 pour l'estomac et la glande de Morren. Ces valeurs restent faibles vis-à-vis de celles trouvées par les mêmes auteurs pour les Gastéropodes brouteurs de Phéophycées.

CONCLUSION

La mobilité des ions est fonction de divers facteurs :

- caractéristiques physico-chimiques de l'élément ;
- nature du sédiment sur lequel va s'effectuer la sorption ;
- — type de liaison et pourcentage de fixation sur les particules minérales ;

— type de liaison et taux de rétention par la matière organique.

La contamination des animaux mis en présence de radioéléments est fonction de cette mobilité. Le fait que l'arsenal enzymatique des espèces pratiquant le « deposit-feeding » comporte peu ou pas d'alginate explique qu'il n'y ait pas désorption des radioéléments lors du passage des algues dans le tube digestif.

Ce résultat appuie l'hypothèse selon laquelle les liaisons entre les radionucléides et le sédiment sont peu affectées par la vie animale, ce qui expliquerait le faible niveau de contamination des animaux benthiques arénivores.

Summary

The function of alginic acid on the radioactive contamination of some marine invertebrates deposit-feeders.

The contamination of Invertebrates by radionuclides in a sedimentary environment is a function of the mobility of radioactive ions and especially of the mode of sorption of the radionuclides on the sediment and the ion retention by the alginates.

Since the enzymatic system of species feeding on the sediment includes little or no alginase, there occurs no desorption of the radionuclides during the passage of the alginates along the digestive tract.

Zusammenfassung

Die Rolle der Alginsäure bei radioaktiver Kontamination einiger sand fressender Meeres - Invertebraten.

Die Kontamination von Invertebraten in sedimentärer Umwelt durch Radionuklide ist eine Funktion der Beweglichkeit der radioaktiven Ionen und besonders eine Funktion der Sorptionsweise der Radionuklide am Sediment und der Ionen - Retention durch die Alginsäure.

Da das enzymatische System der sich auf dem Sediment ernährenden Spezies wenig Alginase enthält, tritt keine Ablösung von Radionukliden während der Passage der Alginsäuren durch den Verdauungstrakt ein.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AMIARD-TRIQUET, C., 1974 a. — Etude comparative de la contamination par le caesium 137 et le cobalt 60 de quelques Invertébrés marins fouisseurs. *Rev. trav. I.S.T.P.M.* (en préparation).
- AMIARD-TRIQUET, c, 1974 b. — Etude expérimentale de la contamination par le cérium 144 et le fer 59 d'un sédiment à *Arenicola marina* L. (Annélide Polychète). *Cah. Biol. Mar.*, 15, pp. 483-494.
- BILLY, c, 1967. — Alginolyse et association bactérienne en milieu marin. *Vie et Milieu*, 18 (1 A), pp. 1-26.
- BLEGVAD, H., 1914. — Food and conditions of nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the sea-bottom in Danish waters. *Rep. Danish Biol. Stat.*, 22, pp. 41-78.
- BRAFELD, A.E. et NEWELL, G.E., 1961. — The behaviour of *Macoma balthica* (L.). *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 41 (1), pp. 81-87.
- cozzi, D., DESIDERI, P.G. et LEPRI, L., 1969. — Mecanism of ion exchange with alginic acid. *J. Chromatograph.*, 40, pp. 130-137.
- CROSS, F.A., 1968. — Behavior of certain radionuclides in a marine benthic Amphipod. Thesis, Oregon State University, 63 pp.
- DUURSMA, E.K. et BOSCH, C.J., 1970. — Theoretical, experimental and field studies concerning diffusion of radioisotopes in sediments and suspended particles of the sea. Part B: Methods and experiments. *Neth. J. Sea Res.*, 4 (4), pp. 395-469.
- FISCH, F.G. et DURFEL, H., 1955. — Die papierchromatographische Trennung und Bestimmung der Uron säuren. *Hoppe-Seyler's 2. Physiol. Chim.*, 301, pp. 224-234.
- FRANSSSEN, J. et JEUNIAUX, C., 1965. — Digestion de l'acide alginique chez les Invertébrés. *Cah. Biol. Mar.*, 6, pp. 1-21.
- HUGHES, R.N., 1969. — A study of feeding in *Scrobicularia plana*. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 49 (3), pp. 805-823.
- LONGBOTTOM, M.R., 1970. — The distribution of *Arenicola marina* (L.) with particular reference to the effect of particle size and organic matter of the sediments. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 5 (2), pp. 138-157.
- PÉQUIGNAT, C.E., 1970. — Biologie des *Echinocardium cordatum* (Pennant) de la baie de Seine. *Forma et functia*, 2, pp. 121-168.
- PILLAI, K.C., GANAPATHY, S., DESAI, M.V.M. et GANGULY, A.K., 1970. — Some aspects of the distribution of radionuclides in the coastal environment. I.A.E.A. Panel Meeting on Procedures for establishing limits for radionuclides in the sea, Vienna.
- SCHREIBER, B., TASSI PELATI, L. et MEZZADRI, M.G., 1971. — Radioecology research in Taranto Gulf. Part 1: Radiometric measurements on sea water, plankton, benthic organisms and sediments. *Rev. int. Oceanogr. méd.*, 21, pp. 135-165.
- TRIQUET, C., 1973. — Etude de la contamination d'*Arenicola marina* L. (Annélide Polychète) par le cobalt 60. *C.R. Acad. Se. Paris*, 276, pp. 645-648.