

ÉTUDE DE LA CONTAMINATION RADIOACTIVE PAR L'IODE 131 ET RÉPARTITION DE CE RADIONUCLÉIDE DANS LES DIVERSES PARTIES DU CORPS DE MICROCOSMUS SP.

N. BATTANI, M. Th. BOISDON, M. D. CHAMBOST, M. LEANDRI *
(manuscrit reçu le 8 novembre 1967)

RÉSUMÉ

Les auteurs ont étudié la contamination radioactive de *Microcosmus Sp.* par l'iode- 131 . La contamination est maximale entre le 5^e et le 6^e jour. Elle est préférentielle sur la tunique qui capte dès le premier jour plus de 90 % de l'activité transmise par le milieu à l'animal.

Les facteurs de concentration après 24 jours de contamination, pour cette espèce, sont :

- 555 - 700 à 20 °C,
- 180 - 250 à 4 °C.

Dans le cadre des organismes de Radioprotection et d'Océanographie, de nombreux travaux ont été entrepris pour serrer de plus près la connaissance biologique et physico-chimique du milieu marin et aussi pour circonscrire, quantifier et prévenir le risque encouru par la population, du fait de la pollution radioactive de ce milieu [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18].

Dans les travaux que nous poursuivons depuis plusieurs années [14, 15, 16], nous nous sommes plus particulièrement attachés à élucider l'incidence que peut avoir une pollution par radionucléides sur la chaîne alimentaire provenant des océans, en considérant un facteur très important de cette chaîne : les fruits de mer.

Nous avons ainsi étudié la contamination et la possibilité de décontamination biologique propre, de certains coquillages méditerranéens, notamment *Mytilus galloprovincialis* (Moules) et *Gryphoea angulata* (Huitres). Au cours de nos essais

Ce travail a été effectué dans le cadre du contrat n° 8511/r passé entre le C.E.A. (Département de la Protection Sanitaire, Chef du Département, Dr H. JAMMET), et l'Institut de Recherches et d'Application Médicale des Isotopes radioactifs de l'Université d'Aix-Marseille (Direction Prof. H. ROUX).

(*) Institut d'Hygiène Tropicale et de Médecine sociale, Faculté de Médecine de Marseille (Prof. J. SAUTET).

nous nous sommes aperçus que d'autres animaux marins accumulaient des radionucléides en proportion beaucoup plus grande et, de ce fait, constituaient un facteur beaucoup plus déterminant des risques encourus dans une pollution de la mer par des radionucléides.

Parmi ces animaux figurent les Ascidiés et nous avons choisi comme matériel d'études *Microcosmus Sp.* (Violet) car il est comestible. La partie comestible est constituée par le corps et le liquide interne. C'est un fruit de mer que l'on donne plus facilement aux enfants que les huîtres ou les moules; ceci explique son importance au point de vue de l'hygiène.

1 - TECHNIQUES

Les expériences ont été réalisées dans des bacs en polyéthylène, contenant chacun 10 litres d'eau de mer naturelle et aérée : une aération convenable est réalisée grâce à des diffuseurs, des couvercles empêchent l'évaporation de l'eau et donc la variation du taux de salinité (35 ‰) des bacs.

On a réalisé deux batteries de 5 bacs chacune :

- l'une maintenue à 4 ± 1 °C à l'obscurité (chambre frigorifique),
- l'autre maintenue à 20 ± 1 °C avec alternance normale diurne-nocturne.

On a conservé un bac témoin par batterie et les animaux sont répartis à raison de 5 pour chacun des bacs restants. La durée de chacune des expériences est de 25 jours. Dans cette série d'expériences, nous avons choisi l'Iode-131 sous forme INa (avec $S_2O_3Na_2$), car c'est un produit de fission sans doute de période courte mais qui concerne bon nombre de métabolismes, en particulier l'élaboration de protéines iodées.

Dans une première série d'expériences, nous avons employé une concentration de 5 microcuries par litre, soit 50 microcuries par bac.

Chaque jour un *Microcosmus Sp.* de chaque groupe (4 °C et 20 °C) est soumis à un comptage global puis disséqué et chaque partie est alors comptée séparément : tunique, corps, liquide. Les valeurs obtenues par suite des différences de taille et de poids sont rapportées au gramme de poids frais. De plus, la différence de concentration en Iode 131 entre l'eau des bacs témoins et l'eau des bacs contenant les *Microcosmus*, permet d'évaluer l'activité prise chaque jour par les animaux, et d'établir le facteur de concentration d'iode par cette espèce.

Les variables essentielles sont ici le temps et l'influence de la température, les autres facteurs étant maintenus constants.

L'étude porte plus particulièrement sur :

- la cinétique de l'accumulation et de la rétention,
- le maximum de contamination dans le cas particulier d'une pollution limitée à un seul rejet massif de radionucléides dans le milieu,
- le facteur de concentration de l'iode par cette espèce.

Pour étudier la répartition interne de façon plus précise, nous avons contaminé des individus par l'eau de mer naturelle contenant 10 microcuries par litre et renouvelée chaque jour.

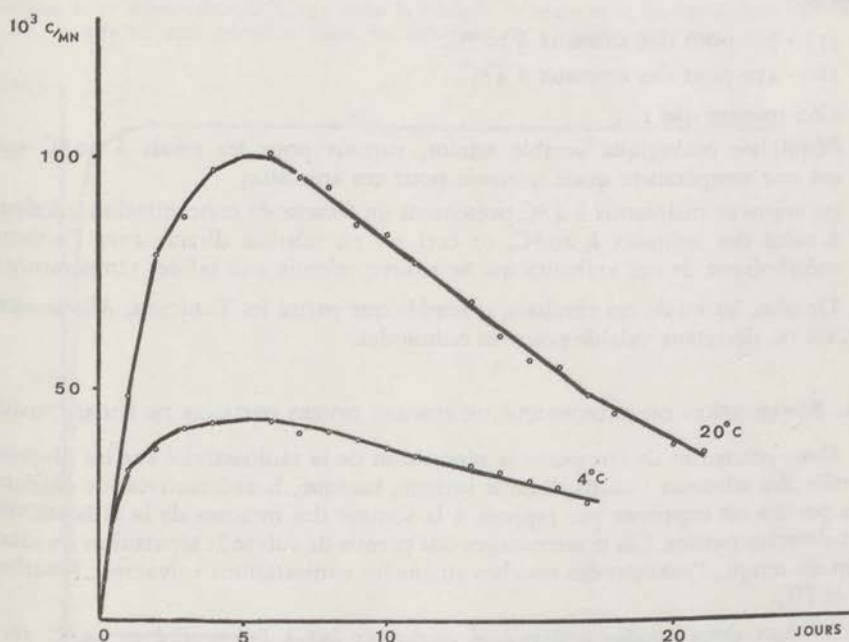
Ces animaux sont ensuite fixés dans une solution formolée à 4 %; déshydratés par la méthode classique (bains d'alcool et de toluène), et alors trempés dans des bains de paraffine jusqu'à imprégnation des tissus, et moulés en des blocs de paraffine. Ensuite, des coupes faites sur ces blocs au microtome (épaisseur 6-8 μ) sont appliqués sur des films radio Kodak pendant 8 jours; le développement de ces films nous fournit des historadiographies qui visualisent la répartition du radionucléide sur les différents tissus.

2 - RÉSULTATS

2.1. CINÉTIQUE D'ACCUMULATION ET FACTEUR DE CONCENTRATION

Nous n'avons pu, dans nos essais, qu'étudier la cinétique d'accumulation et de rétention globale des animaux, car la faible contamination du corps et du liquide comparée à l'accumulation préférentielle du radionucléide sur la tunique de *Microcosmus Sp.* ne permet pas l'étude de leurs cinétiques d'accumulation et de rétention propres.

2.1.1. Les courbes obtenues en portant l'activité des animaux en fonction du temps non corrigée de la décroissance radioactive de l'élément nous montrent que :



COURBE 1 — Activité captée par 2 vases mis dans des bacs de 2 litres d'eau de mer renfermant 5 microcuries/litre d'Iode radioactif, l'un (de 27 g) laissé à température ambiante, l'autre (de 34 g) mis à 4 °C.

- a) le maximum de contamination est atteint entre le 5^e et le 6^e jour après le début de l'expérience;
- b) le temps mis pour atteindre ce maximum n'est pratiquement pas influencé par des conditions différentes d'éclairement et de température, mais le maximum obtenu à 4^o est de l'ordre de 30 à 50 % du maximum obtenu à 20 °C (courbe I).

2.1.2. Les valeurs que nous obtenons pour le facteur de concentration nous permettent de penser que l'équilibre biologique est atteint au bout de 24 jours après le début de la contamination. En effet, à l'équilibre, le facteur de concentration est identique pour l'élément stable et pour son isotope radioactif.

Pour calculer le facteur de concentration de l'Iode stable par le groupe des Tuniciers, nous utilisons les données suivantes :

- en mer Méditerranée, la concentration en Iode stable est de 10 à 50 γ par kilogramme d'eau de mer, soit 10^{-2} à 5×10^{-2} γ par gramme;
- CAMERON, d'après ses déterminations de l'Iode dans de nombreuses espèces marines, montre que le groupe des Tuniciers contient de 1 à 9 γ d'iode par gramme de matière vivante suivant les individus.

Ces résultats nous permettent de voir que le facteur de concentration de l'Iode par les Tuniciers, suivant les individus, peut prendre des valeurs allant de 25 à 900. Or, les valeurs que nous obtenons pour l'Iode 131, au bout de 24 jours, sont de :

- 555 - 700 pour des animaux à 20 °C,
- 180 - 250 pour des animaux à 4 °C.

Ceci montre que :

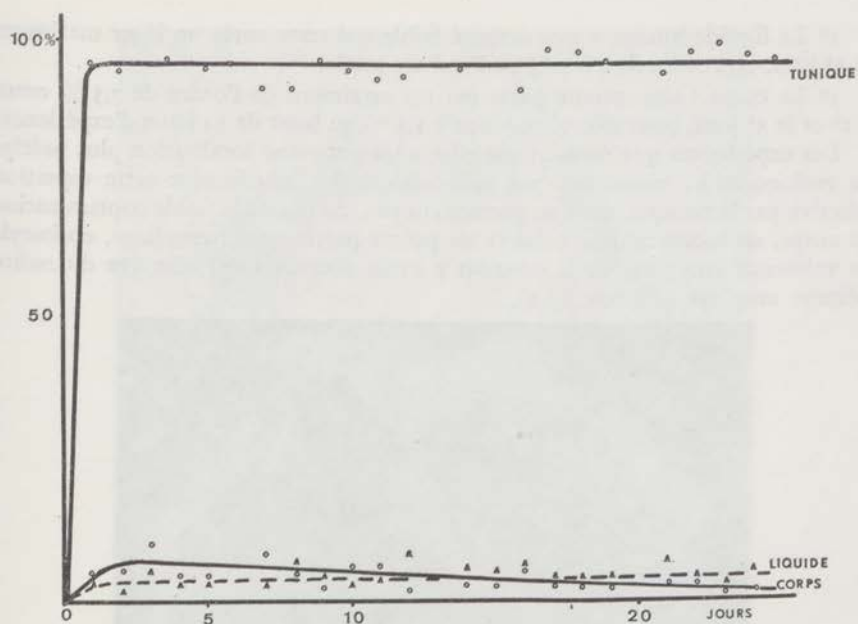
- a) l'équilibre biologique semble atteint, surtout pour les essais à 20 °C qui est une température quasi normale pour ces animaux;
- b) les animaux maintenus à 4 °C présentent un facteur de concentration inférieur à celui des animaux à 20 °C, or ceci est en relation directe avec l'activité métabolique de ces animaux qui se trouve ralentie aux faibles températures.

De plus, au vu de ces résultats, il semble que parmi les Tuniciers, *Microcosmus Sp.* est un détecteur valable pour les radioiodes.

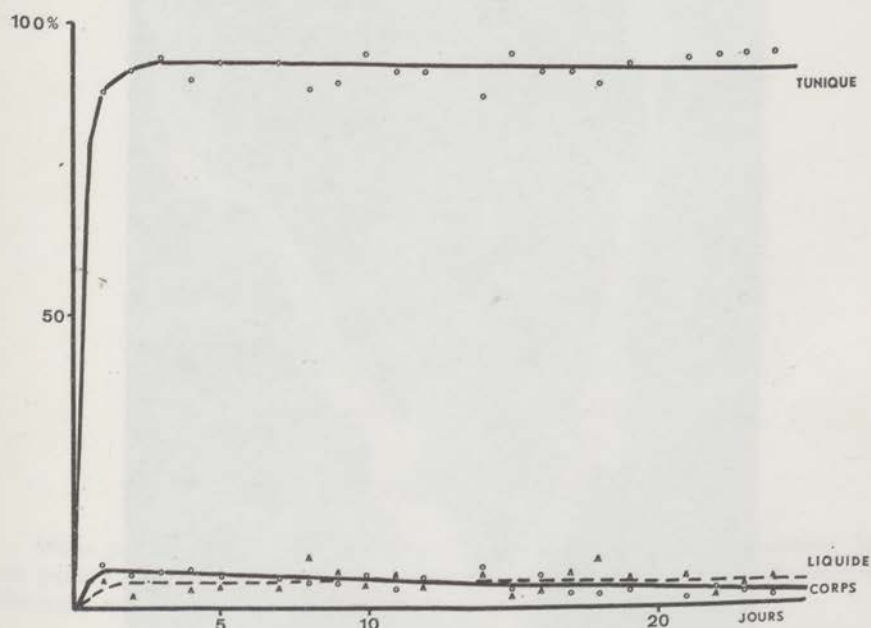
2.2. RÉPARTITION DU RADIONUCLÉIDE SUR LES DIVERS ORGANES DE MICROCOSMUS

Pour permettre de comparer la répartition de la radioactivité sur les diverses parties des animaux : corps, liquide interne, tunique, la radioactivité de chacune des parties est exprimée par rapport à la somme des mesures de la radioactivité des diverses parties. Ces pourcentages ont permis de suivre la répartition en fonction du temps; l'examen des courbes amène les constatations suivantes : (courbes II et III).

1^o Aux deux modes opératoires envisagés (4^o à l'obscurité et 20 °C avec alternance normale diurne-nocturne) correspond une captation sélective de l'iode-131 par la tunique dès les premières 24 heures, et ensuite la tunique retient 87,5 à 95 % de l'activité totale reçue par l'animal entier.



COURBE 2. — Répartition de I_{131} entre la tunique, le corps et le liquide interne de violets mis en contamination dans des solutions de 5 microcuries/litre à 20°C.



COURBE 3 — Répartition de I_{131} entre la tunique, le corps et le liquide interne de violets mis en contamination dans des solutions de 5 microcuries/litre à 4°C.

2° Le liquide interne a une activité faible qui reste après un léger maximum au 2^e jour, de l'ordre de 2 à 5 % de l'activité totale.

3° Le corps : son activité passe par un maximum de l'ordre de 7,5 % entre le 2^e et le 3^e jour, pour décroître jusqu'à 2,5 % au bout de 24 jours d'expérience.

Les expériences que nous avons effectuées pour une localisation plus précise du radionucléide, visualisées par autoradiographie, confirment cette captation sélective par la tunique, mais ne permettent pas, du fait de la faible contamination du corps, de localiser dans celui-ci les points particuliers (œsophage, endostyle ou vaisseaux sanguins) où il pourrait y avoir accumulation sélective du radioélément employé (Photos 1, 2).



FIG. 1 — Historadiographie de *Microcosmus Sp.* en coupe longitudinale.



FIG. 2 — Photographie de la coupe longitudinale (voir photo 1).

3 - DISCUSSION ET CONCLUSION

Nous pouvons dégager de ce travail les points suivants : *Microcosmus Sp.* en présence d'iode- 131 accumule de fortes proportions de ce radionucléide (facteurs de concentration respectivement) :

- 555 - 700 à 20 °C,
- 180 - 250 à 4 °C.

Du point de vue cinétique cette accumulation est maximum au 5^e jour environ de la contamination. Ce résultat peut être important dans le cas de l'iode-131 car c'est un élément à courte période ($T_{1/2} = 8,1$ j) et son importance au point de vue de la contamination des espèces est surtout grande dans les premiers jours suivant immédiatement un rejet massif de radionucléides.

— La fixation du radionucléide semble être préférentielle sur la tunique de *Microcosmus*, ce qui se trouve être en accord avec la localisation de l'iode stable dans les Tuniciers surtout chez les Ascidiés. Le corps et le liquide interne sont faiblement contaminés en comparaison. Les nombreux épiparasites vivant sur la tunique paraissent peu impliqués dans cette fixation de l'iode-131, car par broyage, l'activité par gramme de poids frais ne semble varier que très légèrement.

— La température et les conditions d'éclairement ne semblent pas influencer la répartition du radionucléide iode-131 sur les différents tissus, mais à température basse (4 °C) et à l'obscurité, le maximum de contamination et le facteur de concentration sont plus faibles, ce qui est en relation directe avec l'activité métabolique de cet Ascidié stolidobranche.

— La comparaison avec nos résultats antérieurs montrent que *Microcosmus Sp.* accumule comparativement plus d'iode-131 que ne le font par exemple les Mollusques, tels *Mytilus galloprovincialis* qui ont des facteurs de concentration compris entre 10 et 40.

Ces résultats soulignent l'intérêt de certaines espèces, accumulant intensément les radionucléides présents dans le milieu, comme indicateurs biologiques de la contamination ambiante; l'intérêt de *Microcosmus Sp.* dans ce domaine est renforcé par le fait que cette espèce est largement consommée sur les côtes méditerranéennes.

Nous espérons étendre nos travaux à d'autres radionucléides très importants dans les métabolismes et du point de vue de l'adsorption sur les surfaces offertes par les animaux étudiés tel le Fer 59 et surtout étudier plus précisément l'influence sur ces expériences de nombreux autres paramètres physico-chimiques : la concentration en radionucléides, le pH, le pouvoir tampon, le potentiel d'oxydo-réduction et la force ionique des milieux utilisés et les divers équilibres auxquels participent les radionucléides entre le milieu et les animaux étudiés, et des paramètres géographiques, variations saisonnières et variations climatiques.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BENARD F. — Données écologiques à recueillir dans la perspective de l'étude de l'influence des rejets en mer de déchets radioactifs. Université de Caen. Commissariat à l'Energie Atomique. *Colloque de Radioécologie marine*, Cherbourg, avril 1964.
- [2] BRYAN C.W. — The accumulation of radioactive caesium in crabs. *J. mar. Biol. Ass. United Kingdom*, 41, 551-575, 1961.
- [3] CHIPMAN W.A., BOROUGHS, HOWARD, RICE, T.A. — Laboratory experiments on uptake, accumulation and loss of radionuclides by marine organisms. In : *the effects of Atomic Radiations on oceanography and fisheries*, publication n° 551. National Acad. of Sciences, National Research. Council, Washington, 80-87, 1957.
- [4] CHIPMAN W.A., RICE T.R., PRICE T.J. — Uptake and accumulation of radio-active zinc by marine plankton fish and shellfish. *Fishery Bull.* 135, Fish and Wildlife Service, 58, 279-292, 1958.

- [5] CHIPMAN W.A. — Accumulation of radioactive materials by fishery organisms. *Proc. Gulf and Caribbean Fishery Institute*, 11th Annual Session, 97-100, 1958.
- [6] CHIPMAN W.A. — Biological accumulation of radioactive materials. Proc. on the first Texas conferences on use of Atomic Energy. *Special publication of the Agricultural and Mechanical College Station*, Texas, 36-41, 1958.
- [7] CHIPMAN W.A. — Disposal of radioactive materials and its relation to fisheries. *Proc. National Shell fishery Ass.* 49, 5-12, 1959.
- [8] CHIPMAN W.A. — Some aspects of the accumulation of 51 Cr by marine organisms from *Radioecological Concentration Processes*. Proc. of an Intern. Symposium held in Stockholm, April 1966. Pergamon Press, Oxford and New York, 1966.
- [9] CHIPMAN W.A. — Uptake and accumulation of 51 Cr by the clam, *Tapes decussatus*, in relation to physical and chemical form. In : *Dispositif of radioactive wastes into seas, oceans, and surface water*. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1966.
- [10] FONTAINE Y.A., AEBERHARDT A. — Etude expérimentale de la contamination radioactive par le 144 Cerium d'une communauté complexe d'eau douce réalisée en laboratoire. *Health Physics*, 9, 1047-1056, 1963.
- [11] FONTAINE M., HALLOPEAU C.I., FONTAINE Y.A. — L'action biologique des rejets de résidus radioactifs en milieu marin. Université de Caen-C.E.A. *Colloque de Radioécologie marine*, Cherbourg, avril 1964.
- [12] ILKIDIN D.I., MOSKALEO Y., PETROVA A.I. — De la concentration des éléments dans quelques groupes d'organismes aquatiques. *Atom. Energy (S.S.S.R.)*, 52, 171-174, 1958.
- [13] KETCHAM B.M., BOWEN V.T. — Biological factors determining the distribution of radioisotopes in the sea. *Industrial Radioactive waste Disposal*. Hearings before the special subcommittee on radiation. Joint committee on Atomic Energy, Congress of the United States, 2, 1417-1427, 1954.
- [14] LEANDRI M., CHARREL J. — Essais de décontamination expérimentale des coquillages méditerranéens pollués par les eaux rendues radioactives. *Rev. Hyg. et Med. Soc.*, 11, n° 5, 411-416, 1963.
- [15] LEANDRI M., CHARREL J., OMEZ J. — Etudes sur la contamination expérimentale de certains coquillages méditerranéens de consommation courante. *Rev. Hyg. et Med. Soc.*, 11, n° 5, 401-410, 1963.
- [16] LEANDRI M., OMEZ D. — Etude de la contamination radioactive (131 Iode) et de sa répartition sur les différentes parties de deux mollusques bivalves méditerranéens. *La Presse Médicale*, n° 51, 2910-2917, 1965.
- [17] MICHON G. — Le métabolisme des radioéléments chez les êtres marins. Université de Caen-C.E.A. *Colloque de Radioécologie marine*, Cherbourg, avril 1964.
- [18] POLICARPOV G.G. — Accumulation des radioisotopes du Cerium par des mollusques d'eau douce. Tr. C.E.A. R/1539 de Prordia-Ser-Biol-S.S.S.R. 5, 86-87, 1958.