

International Council for
the Exploration of the Sea

Shellfish Committee
C.M. 1987/K:43

**DETERMINATION DE L'AGE D'ARAIGNÉES DE MER MAIA SQUINADO PAR MESURE
DES RADIOISOTOPES ^{228}Th et ^{228}Ra DE LA CARAPACE**

**AGE DETERMINATION OF THE SPIDER CRAB MAIA SQUINADO
FROM $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ MEASUREMENTS IN CARAPACES**

par

D. Le Foll*, E. Brichet** et J.L. Reyss**

* IFREMER, Laboratoire Pêche, B.P. 337, 29273 BREST Cedex, France

** CNRS, Centre des Faibles Radioactivités, 91190 GIF-SUR-YVETTE, France

RESUME

Les activités en ^{228}Th et ^{228}Ra ont été mesurées dans des carapaces d'araignées de mer adultes. Le rapport $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$, qui sert d'horloge physique utilisable sur une gamme de 0 à 10 ans, permet de calculer le temps écoulé depuis la dernière mue.

L'araignée étant une espèce avec une mue terminale qui correspond à la maturité sexuelle, la mesure radiométrique sur un adulte donne le temps écoulé depuis la mue terminale, donc son "âge adulte".

Nous avons d'abord testé les mesures d'âge obtenues par radiométrie sur des animaux ayant mué en captivité, donc d'âge connu, puis nous avons appliqué la méthode à un échantillon de la population d'araignée de la Manche-Ouest.

ABSTRACT

^{228}Th and ^{228}Ra activities were measured in the carapaces of adult spider crabs. The $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ ratio provides a physical chronometer, good up to ten years, and thus allows the calculation of the time elapsed since the last molt.

The spider crab is a species with a terminal molt which is also the molt of puberty, thus the radiometric measurements give the time elapsed since the terminal molt, that is an "adult age".

We first tested the radiometric ages on individuals that molted in captivity, therefore of known age, and then we applied the method to a sample from the spider crab population of the English Channel.

INTRODUCTION

La détermination directe de l'âge d'un crustacé est impossible du fait de la perte à la mue de toutes les structures dures de l'animal. Les méthodes employées pour contourner cette impossibilité -marquage, distribution de fréquences de taille, critères externes, élevage- présentent des biais ou des limitations importantes.

Bennett et Turekian (1984) ont expérimenté sur des crabes des sources hydrothermales une méthode d'ageage direct par radiométrie, en mesurant les activités d'éléments des chaînes de désintégration naturelles de l'Uranium et du Thorium. Cette méthode permet théoriquement de déterminer le temps écoulé depuis la dernière mue d'un animal.

Nous avons, sur Maia squinado Herbst, utilisé le couple $^{228}\text{Ra} - ^{228}\text{Th}$ qui autorise des mesures d'âges de 1 mois à 10 ans. Le but de ce travail était d'abord de vérifier les mesures d'âge obtenues par radiométrie sur des animaux ayant mué en captivité, donc d'âge connu, puis d'appliquer la méthode à un échantillon de la population naturelle d'araignée de mer de Manche-Ouest.

MATERIEL ET METHODE

- Matériel biologique

Maia squinado a la particularité, commune à la famille des Majidae, de présenter une mue terminale (Teissier, 1935 ; Carlisle, 1957) au-delà de laquelle l'animal est adulte et reste bloqué, à sa taille définitive, au stade d'intermue C_4 selon la terminologie de Drach (1939).

Ce travail a porté sur l'ageage de Maia squinado dans sa phase adulte. Les âges obtenus ont donc pour origine un temps zéro qui est le moment de la mue terminale, qui se passe de juillet à octobre.

Il existe une méthode d'estimation directe de l'âge des araignées adultes utilisant des critères externes tels que : dureté de la carapace, usure des appendices, taux de couverture par l'épifaune (de Kergariou et Véron, 1981).

Cette méthode permet de distinguer grossièrement trois groupes. La relative synchronisation dans l'année des mues terminales permet d'envisager la correspondance entre ces trois groupes et trois classes d'âge :

- C_1 : 2 à 6 mois (âges normalisés au 1er janvier
- C_2 : 14 à 18 mois le plus proche de la date de
- C_{3+} : > 2 ans 2 mois (prélèvement)

- La méthode ^{228}Ra - ^{228}Th

. Principe

Pendant la période qui suit la mue, les décapodes marins absorbent du Calcium de l'eau de mer (Graf, 1978) pour calcifier leur exosquelette, et corrélativement du radium, qui est connu pour suivre en partie le comportement chimique du Calcium. En revanche, le Thorium n'est pas incorporé.

L'isotope 228 du Ra se désintègre ensuite en donnant du ^{228}Th selon une loi physique à constante de temps invariable :

$$A_{\text{Th}} = A_{\text{Ra}} \times 1,496 (1 - e^{-0,2426 t (\text{ans})})$$

La mesure de l'activité en ^{228}Th et ^{228}Ra donne donc le temps écoulé depuis la calcification :

$$t (\text{ans}) = - 4,122 \text{ Log} \left(1 - 0,668 \times \frac{A_{\text{Th}}}{A_{\text{Ra}}} \right)$$

. Méthode

Les carapaces (céphalothorax) entières nettoyées et broyées sont attaquées dans HNO_3 et HClO_4 à chaud jusqu'à dissolution totale. La séparation du Radium se fait par coprécipitation par le nitrate de plomb en milieu nitrique concentré. Ce précipité, constituant la source de Ra, est mesuré au compteur γ (Ge puits).

Le surnageant est alors traité par précipitation des hydroxydes puis redissolution et passage sur résines échangeuses d'ions, de manière à purifier le Thorium. Le Th est extrait par le TTA et déposé sur une plaque métallique qui constitue la source de Th. Cette source est mesurée au spectromètre α .

. Précision

Les mesures sont données (tableaux 2 et 3) en ne tenant compte que des erreurs statistiques de comptage à $\pm 1 \sigma$. La précision des mesures γ de ^{228}Ra est de l'ordre de 10 à 15 % selon l'activité ; le seuil de mesure est de l'ordre de 1 dpm (désintégration par minute). La précision des mesures α de ^{228}Th est de l'ordre de 5 % avec un seuil de mesure de l'ordre de 0,01 dpm. On obtient donc le rapport $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ avec une précision de l'ordre de 15 %.

Pour améliorer la précision des mesures de ^{228}Ra , certaines sources ont été redissoutes après 6 mois à 1 an et le ^{228}Th séparé puis mesuré au spectromètre. Ce ^{228}Th est issu uniquement de la recroissance depuis la séparation du ^{228}Ra . Il permet donc de remonter à la valeur de ^{228}Ra au départ avec une meilleure précision que la mesure, de l'ordre de 7 %, car elle fait appel à la spectrométrie α . Le rapport $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ est alors calculé à ± 10 %.

Du fait de la forme exponentielle de la loi de croissance radioactive, la précision obtenue sur les âges n'est pas linéaire. Elle peut être résumée par le tableau 1.

- Résultats

. Araignées de référence

Tableau 2 - Les valeurs sont données en dpm/g de carapace.

. Araignées du milieu naturel (tableau 2)

Tous les âges sont ramenés au 1er janvier pour être comparables, la précision restant celle calculée au moment de la mesure.

DISCUSSION

Les mesures des araignées de référence donnent des valeurs inférieures aux âges réels de l'ordre d'un mois. Ces écarts peuvent s'expliquer par la durée de la calcification qui donne un temps zéro décalé par rapport à la date de la mue.

On peut considérer néanmoins qu'il y a un bon accord entre les mesures et les âges réels, et compte tenu du niveau de précision accepter que pour les araignées du milieu naturel l'âge calculé représente l'âge réel.

La comparaison entre l'estimation des classes d'âge par les critères externes et l'âge calculé montre un bon accord pour les C_1 . En revanche, la mauvaise distinction entre araignées de classe 2 et de classe 3+ limite pratiquement l'emploi de la méthode des critères externes à la distinction de 2 classes C_1 et C_{2+} .

CONCLUSION

La méthode $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$, que nous avons testée pour la première fois sur des crustacés d'âge connu, donne des résultats corrects dans le cas de Maia squinado.

Cette méthode est néanmoins assez lourde à mettre en oeuvre et ne peut en aucun cas être une méthode de terrain. Son utilité consiste à vérifier la validité d'autres méthodes plus légères ou à vérifier la validité de certaines hypothèses faites, par exemple, sur la durée du cycle d'intermue.

La méthode pourrait dans ce but être applicable à d'autres crustacés décapodes. Néanmoins, il faut d'une part noter que la quantité de matière nécessaire pour dépasser les seuils de mesure est de l'ordre de plusieurs grammes (de l'ordre de 10 g dans le cas des mesures χ sur l'araignée). D'autre part, il serait nécessaire de retester la validité de la méthode pour une espèce différente.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bennett, J.T. et Turekian, K.K., 1984. Radiometric ages of brachyuran crabs from the Galapagos spreading-center hydrothermal ventfield. *Limnol. Oceanogr.* 29(5), 1088-1091.

Carlisle, D.B., 1957. On the hormonal inhibition of moulting in decapod Crustacea. II. The terminal anecdysis in crabs. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 36, 291-307.

de Kergariou, G. et Véron, G., 1981. Distribution de l'araignée de mer, Maia squinado, sur la pêche de mer du golfe normano-breton. International Council for the Exploration of the Sea (C.M. Papers and Reports), K:32, 10 pp.

Drach, P., 1939. Mue et cycle d'intermue chez les Crustacés Décapodes. Ann. Inst. Oceanogr. 19, 103-391.

Graf, F., 1978. Les sources de calcium pour les crustacés venant de muer. Arch. Zool. Exp. Gen. 119, 143-161.

Teissier, G., 1935. Croissance des variants sexuels chez Maia squinado. Trav. Stn. Biol. Roscoff, 13, 99-130.

Age	Précision $\pm 15\%$ (Mesure du ^{228}Ra)		Précision $\pm 10\%$ (Mesure ^{228}Ra par recroissance du ^{228}Th)	
	Ecart inférieur	Ecart supérieur	Ecart inférieur	Ecart supérieur
1 an	- 17 %	+ 17 %	- 11 %	+ 11 %
2 ans	- 18 %	+ 20 %	- 12,5 %	+ 13,5 %
3 ans	- 20 %	+ 24 %	- 14 %	+ 16 %
4 ans	- 23 %	+ 29 %	- 16 %	+ 18 %
5 ans	- 25 %	+ 36 %	- 18 %	+ 22 %
6 ans	- 27 %	+ 47 %	- 20 %	+ 24 %
7 ans	- 30 %	+ 66 %	- 22 %	+ 35 %
8 ans	- 33 %	+ 123 %	- 24 %	+ 48 %
9 ans	- 36 %	+ ∞	- 27 %	+ 74 %

Tableau 1 - Précision obtenue sur l'âge par les deux méthodes de mesure du ^{228}Ra ($\pm 1\sigma$).

Age réel au moment de la mesure	^{228}Th	par mesure χ	^{228}Ra par recroissance	$^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ à partir (^{228}Ra par recroissance)	Age calculé
9 mois	$0,032 \pm 0,0025$	$0,145 \pm 0,020$	$0,144 \pm 0,011$	$0,222 \pm 0,024$	$7,9^{+1}_{-0,9}$ mois
11 mois	$0,044 \pm 0,002$	$0,145 \pm 0,025$	$0,176 \pm 0,013$	$0,250 \pm 0,022$	$9^{+0,9}_{-0,8}$ mois
16 mois	$0,059 \pm 0,003$	$0,165 \pm 0,025$	$0,158 \pm 0,012$	$0,373 \pm 0,034$	$14^{+1,7}_{-1,3}$ mois

Tableau 2 - Mesures sur les araignées de référence

Classe d'âge estimée	^{228}Th	^{228}Ra	$^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$	Age calculé au moment de la mesure	Age au 1er janvier
C ₁	0,0096±0,001	*0,190±0,022	0,051±0,0066	1,7±0,2 mois	3,9±0,2 mois
C ₁	0,031±0,002	0,236±0,025	0,131±0,016	4,5±0,6 mois	2,2±0,6 mois
C ₂	0,083±0,005	0,168±0,022	0,494±0,070	20 mois±4 mois	21,3±4 mois
C ₂	0,067±0,004	0,174±0,025	0,385±0,060	15 mois±3 mois	16±3 mois
C ₂	0,138±0,006	0,240±0,040	0,575±0,099	2 ans±6 mois	2 ans 2 mois±6 mois
C ₂	0,203±0,008	0,187±0,030	1,085±0,179	5 ans 4 mois ⁺²⁸ ₋₁₈ mois	5 ans 5 mois ⁺²⁸ ₋₁₈ mois
C ₂	0,130±0,008	0,148±0,022	0,878±0,140	3 ans 8 mois ⁺¹² ₋₁₀ mois	3 ans 6 mois ⁺¹² ₋₁₀ mois
C ₂	0,150±0,007	0,192±0,030	0,781±0,127	3 ans ⁺¹⁰ ₋₈ mois	2 ans 10 mois ⁺¹⁰ ₋₈ mois
C ₃₊	0,219±0,008	0,290±0,025	0,755±0,070	2 ans 11 mois±5 mois	2 ans 8 mois±5 mois
C ₃₊	0,357±0,020	*0,546±0,040	0,654±0,060	2 ans 4 mois±3 mois	2 ans±3 mois
C ₃₊	0,297±0,097	*0,448±0,032	0,663±0,061	2 ans 5 mois±3 mois	2 ans 1 mois±3 mois
C ₃₊	0,237±0,010	*0,266±0,020	0,890±0,077	3 ans 9 mois±6 mois	3 ans 5 mois±6 mois
C ₃₊	0,178±0,015	0,194±0,025	0,917±0,140	3 ans 11 mois ⁺¹³ ₋₁₁ mois	3 ans 9 mois ⁺¹³ ₋₁₁ mois
C ₃₊	0,263±0,013	0,194±0,025	1,356±0,187	9 ans 9 mois ^{+∞} _{-3 ans 6 mois}	9 ans 6 mois ^{+∞} _{-3 ans 6 mois}

Les valeurs sont en dpm/g. Les mesures de ^{228}Ra précédées d'une * ont été faites par recroissance du ^{228}Th .

Tableau 3 - Mesures sur les araignées du milieu naturel

**DETERMINATION DE L'AGE D'ARAIGNÉES DE MER MAIA SQUINADO PAR MESURE
DES RADIOISOTOPES ²²⁸Th ET ²²⁸Ra DE LA CARAPACE**

by

D. Le Foll*, E. Brichet** et J.L. Reyss**

* IFREMER, Laboratoire Pêche, B.P. 337, 29273 Brest Cedex, France

** CNRS, Centre des Faibles Radioactivités, 91190 Gif-sur-Yvette, France

ABREGE

L'araignée de mer Maia squinado est un crustacé décapode qui présente une mue terminale au-delà de laquelle il est adulte. Notre travail a porté sur l'âgeage d'araignées de mer adultes, le temps zéro étant la date de la mue terminale.

Le but de ce travail était :

- d'une part de tester la méthode ²²⁸Th - ²²⁸Ra sur des araignées ayant mué en captivité, donc d'âge connu (araignées de références),
- d'autre part de valider une méthode d'estimation des classes d'âge par critères externes (usure des appendices, épifaune, dureté de la carapace), sur des araignées du milieu naturel.

Le principe de la méthode est le suivant : pendant la période qui suit la mue, les décapodes marins absorbent du Calcium et corrélativement du Radium, qui a un comportement chimique semblable. L'isotope ²²⁸ du Radium se désintègre en donnant du Thorium ²²⁸ selon une loi à constante de temps invariable. La mesure de l'activité en ²²⁸Th et ²²⁸Ra donne donc le temps écoulé depuis la calcification :

$$t = - 4,122 \text{ Log } \left(1 - 0,668 \times \frac{A_{\text{Th}}}{A_{\text{Ra}}} \right).$$

Les résultats sur trois araignées de référence (de 9 à 16 mois) donnent un âge mesuré inférieur d'environ 1 mois à l'âge réel, ce qui peut être dû à la durée de la calcification après la mue.

Les résultats sur les araignées du milieu naturel montrent que les critères employés pour séparer les classes d'âge ne sont utilisables que pour séparer deux classes C₁ et C₂₊.

La méthode semble prometteuse et pourrait être appliquée à d'autres crustacés. Néanmoins, c'est une méthode lourde qui ne peut pas être employée sur le terrain.