

Contamination des poissons par les corps radioactifs et décontamination.

II. Etude sur la répartition physiologique du ^{45}Ca insoluble chez *Carassius auratus*

M. DUMESTE, R. GARDEL et P. DELAFOLIE

Le travail que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui complète la note technique préliminaire * exposée ici même.

Les conditions générales de nos recherches sont restées les mêmes, seuls les temps d'immersion ont été augmentés et échelonnés entre deux et six jours.

L'eau du bac de contamination est rendue radio-active par mise en suspension de 50 cg de Co_3Ca * par litre d'eau. Le pH de cette suspension est voisin de 7. Il est difficile de maintenir stable et homogène une telle suspension. Malgré l'agitation créée par plusieurs aérateurs, les particules les plus lourdes se déposent rapidement au fond du bac. La radioactivité du milieu subit donc des variations sensibles — comme l'indique le graphique ci-dessous — mais nous pensons que ces variations sont comparables à celles qui seraient rencontrées dans les conditions naturelles : les poussières radioactives insolubles se déposant assez rapidement sur le fond des océans et le lit des fleuves.

Une soixantaine de poissons d'eau douce. *Carassius auratus* — (poisson rouge) — d'un poids moyen de 10 g ont été examinés. Le pH du contenu intestinal de ces poissons varie de 8 à 9,5.

L'étude aussi précise que possible de la répartition physiologique du ^{45}Ca dans les tissus nous a conduit à faire d'abord une dissection très minutieuse comportant un changement d'instrument pour chaque plan de dissection, une décontamination externe de chaque échantillon, un nombre élevé de mesures et pour chaque échantillon, un temps de mesure de l'ordre de trente minutes.

(*) Bull. Acad. vét., 1958, 31, 371-378.

Résultats

Les résultats que nous avons obtenus montrent que, dans les conditions de nos mesures, aucune contamination radioactive n'a pu être mise en évidence dans le muscle et les arêtes alors qu'elle est considérable au niveau de l'intestin.

On peut donc penser, sinon affirmer, que la faible radio-activité relevée au niveau des muscles et des arêtes au cours de la mise au point de notre technique était dûe à des contaminations accidentelles et, en particulier, à une décontamination insuffisante des instruments de dissection et des échantillons.

Les résultats de nos mesures sont rassemblés dans le tableau suivant :

MESURES A LA SORTIE DU BAIN DE CONTAMINATION

1° Après 48 heures d'immersion dans le bain contaminant :

Ecailles	}	3 à 6 000	coups/minute/gramme
Nageoires			
Branchies		3 à 6 000	»
Viscères		20 à 180 000	»
Muscle		0	
Squelette		0	

2° Après 6 jours d'immersion :

On ne note toujours aucune radioactivité du muscle et du squelette. Pour les autres tissus les chiffres sont sensiblement identiques à ceux relevés après 48 heures d'immersion.

On le voit, l'intestin est le réceptacle presque exclusif de l'élément radioactif : le poisson absorbe les particules de carbonate qu'il prend pour des aliments. L'intestin constitue donc, avec l'ensemble de la masse viscérale, le foyer de radio-contamination le plus intense et par là, le plus dangereux pour l'homme. Il est donc nécessaire de prendre le maximum de précautions au moment de l'éviscération pour éviter de souiller la cavité abdominale et, par contiguïté, les tissus avoisinants.

On peut se demander si cette contamination dure longtemps. Aussi avons-nous étudié la décontamination de ces poissons en eau stagnante et en eau courante. Les résultats sont les suivants, pour des poissons maintenus à jeûn.

1° *En eau stagnante.*

Eau renouvelée tous les trois jours. Poissons préalablement contaminés par un séjour de 48 heures dans le bain R. A.

Activité en c/m/g des :	Durée du séjour dans le bain de décontamination				
	3 jours	6 jours	12 jours	15 jours	18 jours
Écailles	0	0	0	0	0
Nageoires ..					
Branchies . . .	0	0	0	0	0
Viscères . . .	1000 à 8000	500 à 2000	100	0	0
Squelette . . .	0	0	0	0	0
Muscle	0	0	0	0	0

2° *En eau courante :*

La radioactivité des écailles, nageoires et branchies disparaît très rapidement (en quelques heures) : celle du tube digestif suit une décroissance comparable à celle observée en eau stagnante.

On a remarqué que le fait d'alimenter les poissons accélère la décontamination, vraisemblablement en augmentant la vitesse du transit intestinal.

Commentaires

Ces mesures montrent que dans une radiocontamination par un corps chimique insoluble, c'est d'abord une radioactivité de contact, qu'il faudra mettre en évidence. Le fait que le Ca insoluble ne franchit pas la barrière intestinale de ces poissons n'est pas surprenant. L'alcalinité du contenu intestinal empêche toute solubilisation du calcium, lequel n'est absorbé par la muqueuse digestive que sous sa forme soluble. Il est nécessaire de souligner que nos mesures ont été effectuées avec une précision statistique de 5 p. 100, une réduction sensible de ce pourcentage aurait nécessité des mesures de longue durée qui ne rentrent pas dans le cadre de ce travail : mesure rapide dans des conditions pratiques. Or pour obtenir une précision de 1 p. 100 il eût fallu des temps de comptage de 15 à 24 heures pour chaque échantillon.

Conclusions

Sans tirer de conclusions générales, et avec toutes les réserves que commande l'extrapolation des cas particuliers que nous

avons observés au cas général de tous les radio-éléments et de toutes les espèces de la faune aquatique, on peut tout de même entrevoir quelles précautions de base il serait utile de prendre, le cas échéant. Les produits de fission issus d'une explosion nucléaire, qui se présentent généralement sous forme d'oxydes, la plupart insolubles, dispersés dans le milieu aquatique, vont se concentrer au niveau de l'intestin des poissons qui traversent ces zones de retombées.

Ainsi lorsqu'il y a des doutes sur la provenance d'un chargement de pêche — ou au cours des opérations même de la pêche, comme épreuve de sondage — il serait indiqué :

1° de faire des mesures de radioactivité à partir de l'eau de fusion des bacs à glace des chambres froides dans lesquels sont entassés les poissons ;

2° de faire des prélèvements de portion d'intestin chez les gros poissons, de la totalité de la masse viscérale chez les petits poissons, de les minéraliser et de les examiner au Geiger-Muller.

**Contamination des poissons
par les corps radioactifs et décontamination.**

**III. Etude sur la répartition physiologique
du ^{45}Ca soluble chez *Carassius auratus***

M. DUMESTE, R. GARDEL et P. DELAFOLIE

Des études ont déjà été entreprises sur l'absorption de ^{45}Ca soluble chez *Carassius auratus* par TOMIYAMA (T.), ISHIO (S.) et KOBAYASHI (K.) en 1956 (1). Ces auteurs, qui ont immergé un lot de poissons dans une solution de Ca^*Cl_2 (11 mg de Ca/litre de solution-radioactivité = 2450 c/cm/ml), notent que le ^{45}Ca se fixe par ordre d'importance, dans les ouïes, les écailles et les viscères.

* * *

Dans le présent travail, nous nous sommes limités à rechercher l'importance du ^{45}Ca soluble dans le muscle, le squelette et naturellement dans les viscères, c'est-à-dire la masse viscérale tout entière. Les ouïes, les écailles et les nageoires sont d'une importance secondaire au point de vue de l'hygiène alimentaire, laquelle reste l'objet principal de nos recherches.

I) Préparation du bain de contamination

L'eau du bac de contamination est rendue radioactive par addition de ^{45}Ca sous forme de chlorure de calcium obtenu par action de l'acide chlorhydrique sur le carbonate de calcium utilisé dans les expériences précédentes *. La concentration de la solution contaminante est de 50 cg de Ca^*Cl_2 par litre d'eau. Le pH est d'environ 7.

(*) Bull. Acad. vét., 1958, 31, 371-378 et communication précédente.

II) Contamination

Cinquante poissons, d'un poids moyen de 10 g, sont immergés dans le bain ainsi préparé. Aucune nourriture ne leur est distribuée pendant leur séjour dans ce milieu.

III) Décontamination

Les poissons préalablement contaminés par un passage de 5 jours dans la solution radioactive, sont placés dans un grand bassin d'eau potable renouvelée quotidiennement. Au cours de cette seconde phase, les poissons sont normalement alimentés.

IV) Dissection — Préparation des échantillons — Mesures

Rien de particulier à signaler par rapport au protocole déjà décrit *. Nous insistons cependant sur la nécessité de décontaminer scrupuleusement la surface des organes prélevés, ceci d'autant plus qu'il s'agit d'un élément radioactif sous sa forme soluble. Dans ce but, nous avons procédé à des lavages répétés dans une solution détergente, de chaque tissu ou organe prélevé.

V) Résultats

A) MESURES EFFECTUÉES A LA SORTIE DU BAIN DE CONTAMINATION.

Tous les résultats sont consignés dans le graphique n° 1. Pour la clarté de ce schéma nous n'avons porté que les valeurs extrêmes de l'activité des divers échantillons examinés après un temps donné. En reliant entre elles les valeurs inférieures et les valeurs supérieures de cette activité, on obtient deux tracés limites entre lesquelles sont compris les différents taux de l'activité du tissu considéré.

Nous préférons ce procédé à l'établissement de la courbe représentant les valeurs moyennes car il rend mieux compte de l'ensemble de nos mesures. De plus — pour les viscères par

exemple — une courbe moyenne ne signifierait rien, étant donné l'extrême diversité des résultats.

1° *Activité du bain de contamination.*

A condition de maintenir un niveau d'eau constant, l'activité de la solution contaminante reste sensiblement invariable au cours d'une expérience de courte durée comme celle que nous avons réalisée. A la différence de la suspension de Co_3Ca^* , la

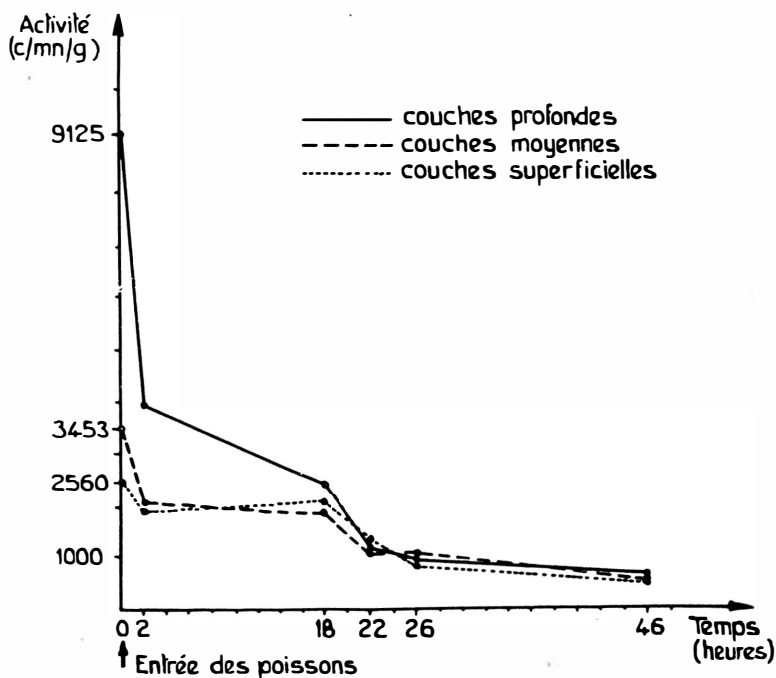


FIG. I. — Radioactivité de l'eau du bassin de contamination.

solution de Ca^*Cl_2 présente une radioactivité identique à tous les niveaux: 3350 c/mn/g. Comme l'attestent les mesures, le volume de solution est suffisamment important pour que l'absorption de Calcium par les poissons ne modifie pas la stabilité de l'activité du bain de contamination.

2° *Activité du muscle.*

Le graphique n° 2 montre que la radioactivité du muscle ne cesse de croître avec le temps de séjour dans le bain contaminant.

A des temps de séjour identiques, correspondent des activités très voisines, ce qui se traduit sur le graphique par un faible écart entre les deux tracés limites.

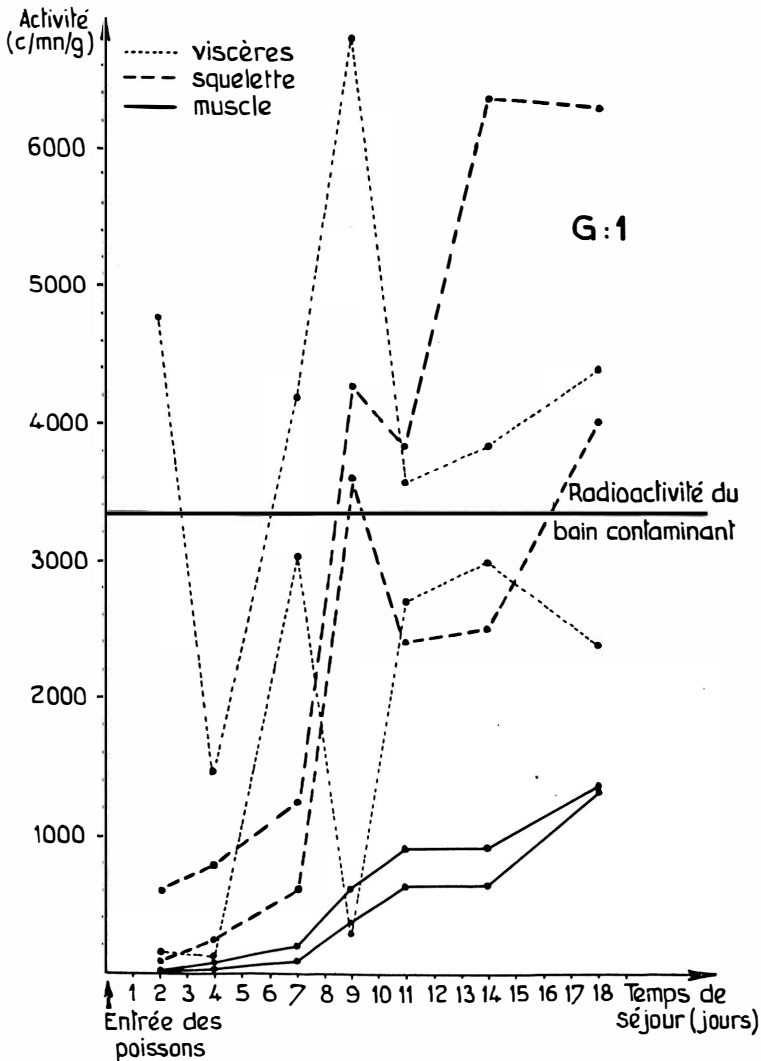


FIG. II. — Radioactivité des viscères, du squelette et du muscle en fonction du temps de séjour dans le bain contaminant (Ca Cl_2).

Notons qu'au bout de 48 heures de séjour avec les appareils utilisés et dans les conditions de nos mesures, le muscle ne présente toujours pas de radioactivité. Il faut attendre quatre jours

pour enregistrer le passage d'une certaine quantité de ^{45}Ca dans le tissu musculaire. Par ailleurs, il est intéressant de remarquer qu'au 18^e jour de contamination, l'activité du muscle atteint 1.150 coups/mn/gramme, soit plus du tiers de la valeur de l'activité de l'eau du bassin.

3^o *Activité du squelette.*

D'une façon générale, l'activité du squelette ne cesse de croître avec le temps de séjour dans le bassin de contamination, comme

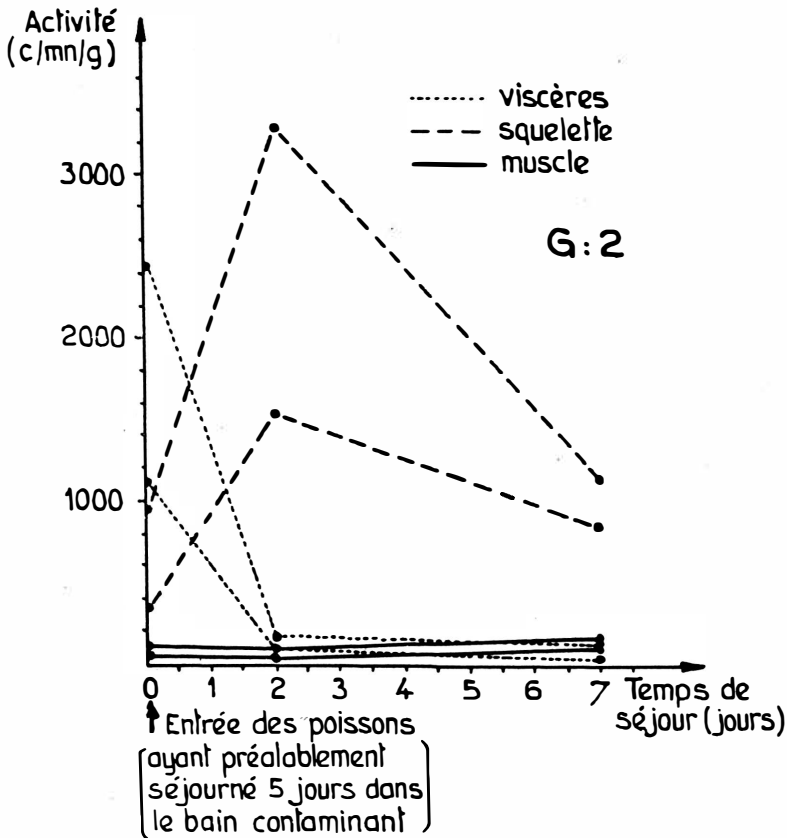


FIG. III. — Radioactivités des viscères, du squelette et du muscle en fonction du temps de séjour dans le bassin de contamination.

celà se produit pour le muscle. Cependant, dans le cas du squelette, les écarts sont importants entre les valeurs extrêmes de la radioactivité de plusieurs échantillons mesurés à l'issue du même

temps de séjour. Il est vraisemblable que ces écarts proviennent du fait que tous les poissons n'en sont pas au même stade de développement de leur squelette.

Déjà après 48 heures de séjour, le passage du ^{45}Ca dans le squelette est très net (activités extrêmes: 61 c/mn/g-380 c/mn/g).

Il faut souligner enfin que dès le 9^e jour, l'activité du squelette devient — en moyenne — supérieure à l'activité de la solution contaminante.

4^o *Activité de la masse viscérale.*

Pour les viscères, les résultats sont extrêmement variables d'un poisson à l'autre. Il est certain que la radioactivité de cette masse — prélevée en bloc — est conditionnée par l'activité propre du contenu intestinal, laquelle est soumise aux aléas de l'état du transit au moment de la sacrification, des fuites inévitables au cours de la dissection...

B) MESURES EFFECTUÉES A LA SORTIE DU BAIN DE DÉCONTAMINATION.

A la lecture du graphique n^o 3 on voit que les viscères (vraisemblablement l'intestin) se décontaminent très rapidement, plus vite qu'avec le ^{45}Ca sous sa forme insoluble, mais gardent une certaine activité encore nette au 7^e jour de décontamination (activités extrêmes: 80 c/mn/g-152 c/mn/g). Quant au squelette et au muscle, ils paraissent continuer à fixer du ^{45}Ca , tout au moins dans les premiers jours. Ce n'est pas pour nous surprendre étant donné qu'il reste une certaine quantité de ^{45}Ca dans les viscères.

VI) **Commentaires**

C'est moins le fait de la possibilité pour les poissons d'eau douce d'absorber le calcium de l'environnement — possibilité déjà mise en évidence par TOMIYAMA (T.), ISHIO (S.) et KOBAYASHI (K.) en 1956 (1) KAPLANSKI (S.), BALDIREWA (N.) en 1933 (2); USUI (Y.), SUKEGAWA (T.) et CHOU (K.) en 1937 — (3); que la répartition et l'élimination de cet élément soluble, comparées à celles du même élément insoluble, qu'il nous paraît intéressant de souligner. En effet, dans les mêmes conditions d'expérience (314 mg de ^{45}Ca soluble et 366 mg de ^{45}Ca insoluble par litre

de solution contaminante) et de mesure, nous n'avons pu mettre en évidence un passage de ^{45}Ca insoluble dans le muscle et le squelette, même après un séjour de 6 jours dans le bassin de contamination ; au contraire, au bout du même temps, mais avec du ^{45}Ca soluble, on retrouve de 4 à 8 mg de cet élément dans 100 g de tissu osseux et environ 1 mg dans 100 g de tissu musculaire. Au 18^e jour de contamination, presque 10 mg de ^{45}Ca sont retrouvés dans 100 g de muscle, soit le quart de la teneur normale (39,8 mg/100 g de poisson d'eau douce frais d'après KATZ (J.) en 1896 (4).

Si le ^{45}Ca soluble se fixe très rapidement dans le muscle et le squelette il paraît mettre beaucoup plus de temps à s'éliminer. On conçoit donc l'importance des produits de fission solubles issus d'une explosion nucléaire dans la contamination des poissons : certes moins nombreux que les produits de fission insolubles, ils n'en constituent pas moins le plus grand danger. En outre, leur lente élimination est un facteur limitant dans le problème de la décontamination des poissons soumis aux retombées radio-actives.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) TOMIYAMA (T.), ISHIO (S.) et KOBAYASHI (K.). — Res. in the Eff. and Inf. Nucl. Bomb. Test Expl., 1956, 2, 1151-1156.
- (2) KAPLANSKI (S.) et BALDIREWA (N.). — Biochem. Z., 1933, 265, 422.
- (3) USUI (Y.), SUKEGAWA (T.) et CHOU (K.). — Bull. Jap. Soc. Scient. Fish., 1937, 5, 315.
- (4) KATZ (J.). — Arch. f. d. ges. Phys., 1896, 63, 1.

Discussion

M. PANTALÉON. — Pourquoi avez-vous choisi le calcium ?

M. DUMESTE. — Parce que nous savons que le calcium se métabolise comme le strontium et que la discrimination naturelle de l'organisme se fait en faveur du calcium. Vous savez en effet, que le strontium constitue le souci permanent des radio-biologistes dans le domaine des contaminations dues aux retombées : par conséquent il nous a semblé intéressant d'étudier le métabolisme du calcium dans les organismes considérés afin de pouvoir juger jusqu'à quel degré cette contamination peut atteindre les parties consommables des poissons.
