

## DOSAGE DU POTASSIUM DANS DIVERS PRODUITS DE PÊCHERIES EN VUE DE LA MESURE DE LA RADIOACTIVITÉ DE CES ALIMENTS

par Jean MORRE et Jean BARRET

Au laboratoire de radiobiologie du Service vétérinaire du département de la Seine nous avons été amenés à procéder au dosage systématique du potassium dans divers aliments d'origine animale. En effet, le potassium naturel est composé en majeure partie de l'isotope 39 inactif et dans une proportion définie, constante et très faible, d'un isotope radioactif, le potassium 40. C'est un élément à vie très longue (sa période est de l'ordre du milliard d'années), il vient donc interférer dans la mesure de la radioactivité. Si l'on désire avoir une mesure exacte de la radioactivité due aux retombées atomiques, il faut, avant tout, doser le potassium et retrancher la radioactivité naturelle dont l'isotope 40 du potassium est responsable.

Le dosage a été effectué grâce à l'emploi du photomètre de flamme. C'est une excellente méthode, rapide et précise. Le prix élevé de l'appareil est rapidement amorti si le nombre des mesures est grand.

### *Minéralisation.*

Comme le dosage doit être fait en milieu liquide, le premier problème était la minéralisation et la mise en solution de la matière organique. La technique de Kjeldahl demande une certaine dextérité, la calcination est peu sûre car les alcalins sont volatils, la minéralisation perchlorique est dangereuse. Nous avons finalement adopté une technique très simple. Nous partons du résidu sec. A un gramme environ de matériel exactement pesé dans un flacon taré à large ouverture, nous ajoutons 2 ml d'acide nitrique concentré et 3 ml d'acide sulfurique concentré. Le flacon est porté sur une plaque chauffante à 40° environ sous une hotte ventilée, il se produit un bouillonnement. Le tout est laissé à digérer pendant 24 heures à 40°. Le lendemain on procède à la filtration sur papier filtre ordinaire, on lave à l'eau distillée et on porte la dilution à 1 pour 5 000. La liqueur est alors prête pour l'emploi au photomètre de flamme.

Notons que l'eau distillée, de même que les solutions étalons dont il est fait mention plus loin, sont conservées en flacons de plastique; le verre est à prohiber car le potassium du verre est susceptible de passer en solution et de fausser ainsi le résultat du dosage.

### *Préparation des étalons.*

Le photomètre de flamme permet le dosage du potassium uniquement par comparaison avec des solutions étalons. Pour qu'elles soient aussi voisines que possible de la liqueur à étudier, nous préparons une gamme contenant 4,5, 4, 3,5, 3, 2,5, 2, 1,5 mg de potassium par litre, sous forme de nitrate de potassium.

Dans la solution mère utilisée pour la préparation de notre gamme, nous avons ajouté une certaine quantité d'acide sulfurique pour que les concentrations de cet acide dans les étalons et dans l'échantillon soient sensiblement égales. La quantité ajoutée a été calculée pour l'étalon moyen contenant 3,5 mg de potassium par litre (voir note ci-dessous).

*Note.* Calcul de la quantité d'acide sulfurique à ajouter à la solution mère pour que la concentration de cet acide dans l'étalon moyen à 3,5 mg de potassium au litre soit la même que celle dans l'échantillon.

On sait que la solution inconnue a été préparée en ajoutant au produit à doser 2 ml d'acide nitrique et 3 d'acide sulfurique. Le premier a pratiquement disparu sous forme de vapeurs nitreuses; ce qu'il en reste est du nitrate de potassium dans une proportion voisine de celle qui existe dans l'étalon.

Pour l'acide sulfurique, le problème est différent, l'anion  $\text{SO}_4^{--}$  n'est pas volatil, il reste dans l'échantillon. Il faut l'introduire dans la solution mère pour qu'il se retrouve dans les divers étalons de la gamme. La mesure au photomètre de flamme n'est exacte que si l'échantillon et les étalons présentent les mêmes ions en solution et avec des concentrations voisines. Comme on ne peut faire l'ajustage pour tous les étalons, on le réalise seulement pour l'étalon moyen dosé à 3,5 mg de potassium au litre.

Dans l'échantillon on a ajouté 3 ml d'acide sulfurique, comme l'échantillon est dilué à 1 pour 5 000, cet acide se trouve y exister à la concentration de 3 ml pour 5 000. La solution mère que nous préparons contient exactement 50 mg de l'ion  $\text{K}^+$  par litre sous forme de nitrate de potassium (solution à 5 p. 100 P/V). Nous en prélevons 7 ml que nous portons à 100 ml pour obtenir l'étalon à 3,5 p. 100. (En effet, nous avons :

$$\frac{50 \text{ mg}}{1\ 000} \times \frac{7}{100} = \frac{3,5 \text{ mg}}{1\ 000}.$$

Il nous faut ajouter 8,6 ml d'acide sulfurique au litre de la solution mère pour obtenir une concentration de 3 ml pour 5 000 dans notre étalon moyen ; nous avons :

$$\frac{8,6 \text{ ml}}{1\ 000} \times \frac{7}{100} = \frac{60,2}{100\ 000} \text{ soit sensiblement } \frac{3 \text{ ml}}{5\ 000}.$$

On procède ensuite à la mesure au photomètre de flamme en encadrant l'échantillon inconnu entre deux témoins consécutifs de la gamme. On calcule par interpolation la teneur en potassium de l'échantillon, compte tenu de la dilution de 1 pour 5 000 et de la prise initiale de résidu sec.

#### *Étude critique de la méthode.*

Pour vérifier notre méthode nous avons procédé à des dosages de contrôle par la méthode de l'acide trichloracétique, qui consiste à faire bouillir pendant 10 minutes une suspension de 10 g d'extrait sec dans 100 g d'une solution à 10 p. 100 d'acide trichloracétique (P/V) ; après filtration et lavage du filtrat avec la solution d'acide trichloracétique à 10 p. 100, on effectue le dosage. Les résultats de ces contrôles ont été identiques aux résultats correspondants obtenus par notre méthode.

Nous avons d'autre part fait des mesures avec adjonction de sels connus de potassium : les résultats ont été précis avec le nitrate, le carbonate et le chlorure de potassium (erreur de 1 à 5 p. 100) ; ils ont été d'une précision moyenne avec l'oxalate et le tartrate de potassium (erreur de 5 à 8 p. 100) et, enfin, les mesures ont été nettement infidèles avec les phosphates (erreur supérieure à 20 p. 100) ; la présence de l'ion  $\text{PO}_4^{---}$  a pour effet de fausser les résultats du dosage du potassium au photomètre de flamme. Nous étudions une technique nous permettant d'éliminer cet ion sans entraîner le potassium ; pour le présent, nous avons retranché de nos résultats toutes les mesures concernant des échantillons à haute teneur en phosphate (coquille, os...)

Nous donnons ci-après, en fin d'article, les résultats de nos mesures sur 118 échantillons classés en quatre groupes : poisson de mer et d'eau douce, crustacés, mollusques, divers (cétacés, batraciens, ascidiacés, échinodermes).

Dans chaque groupe la teneur en potassium est indiquée d'abord pour 100 g de résidu sec, ce résidu sec étant obtenu pour les poissons, à partir de la chair si le poisson est assez volumineux ou de l'animal entier s'il est petit, pour les mollusques et crustacés, à partir de la chair uniquement, sans coquille ni carapace. La teneur en potassium est ensuite indiquée par kilogramme de produit frais. Pour les gros poissons elle est rapportée à un kilogramme de chair, et pour les petits, à un kilogramme de l'animal entier. De même pour les mollusques et crustacés le résultat est exprimé par rapport à un kilogramme de l'animal entier compte tenu, dans ce cas, du poids de la coquille ou de la carapace.

La composition de 100 g de résidu sec de la partie charnue de l'animal renseigne utilement le lecteur sur le rapport : Potassium/valeur alimentaire, car cette dernière dépend directement du résidu sec de la partie comestible ; la teneur en potassium d'un kilogramme du produit frais fournit une base de référence facilement accessible. Ces tableaux pourraient être utilisés pour établir des régimes riches ou pauvres en potassium afin de modifier la kaliémie.

Pour chaque groupe la moyenne a été calculée ainsi que le coefficient de variation. On sait que ce dernier est le rapport :  $100 \times \text{écart type (ou écart quadratique moyen)} / \text{moyenne}$  :  $V = (\sigma/m) 100$ . Ce coefficient caractérise l'homogénéité du lot étudié, ce que ne permet pas la moyenne. Il permet de comparer des lots entre eux.

A côté du nom vulgaire figure le nom latin déterminé à l'aide du livre de M. PRUDHOMME : « Inspection sanitaire des poissons et crustacés ». L'origine du produit a été indiquée à la suite : c'est souvent le port de débarquement, bien qu'il soit parfois éloigné du lieu de pêche.

	Nombre d'échantillons	Moyenne pour 100 g matière sèche	Coefficient de variation <sup>(1)</sup> (en p. 100)	Moyenne par kilo de produit frais	Coefficient de variation (en p. 100)
Poissons de mer .....	62	1 103	36,7	2 417	33,4
Poissons d'eau douce ....	8	1 064	13,6	2 391	27,7
Crustacés .....	27	1 074	41		
Crustacés crus ....	12			1 815	61
Crustacés cuits ....	15			1 758	54
Mollusques .....	24	1 026	24,1	1 158	60 <sup>(2)</sup>

Tableau récapitulatif des teneurs en potassium exprimées en mg. <sup>(1)</sup> Le coefficient de variation est égal au rapport : (écart type/moyenne) 100 ; <sup>(2)</sup> l'état de 5 échantillons n'a pas permis le calcul en produit frais.

Le tableau récapitulatif suscite les remarques suivantes.

1° Les teneurs en potassium sont relativement homogènes dans le lot des poissons de mer (coefficient de variation 33,4 p. 100), le lot des poissons d'eau douce (coefficient de variation 27,7 p. 100) et des mollusques (coefficient de variation : 24,1 p. 100).

2° Les variations sont beaucoup plus importantes pour les mesures ramenées à un kilogramme de produit frais que pour celles qui ont été calculées sur 100 g de résidu sec. Ceci est normal car pour passer du résidu sec au produit frais on fait intervenir la proportion d'eau, variable selon l'espèce. En outre, dans le cas des crustacés et des mollusques, la variabilité du rapport poids de la coquille (ou de la carapace) au poids de l'animal entier vient encore augmenter la dispersion. Dans ce dernier cas, le coefficient de variation double presque : 41 à 54,60 et 61 p. 100 (crustacés), et 24 à 60 p. 100 (mollusques).

3° Les teneurs moyennes en potassium sont du même ordre de grandeur entre les poissons de mer et d'eau douce, les crustacés et les mollusques si on les rapporte au résidu sec préparé à partir de la partie charnue de l'animal, puisqu'elles sont respectivement : 1 103, 1 064, 1 074 et 1 026 mg pour 100 g de résidu sec.

*En conclusion*, de notre étude portant sur 120 échantillons et entreprise à l'origine uniquement pour corriger des mesures de radio-activité, comme il a été indiqué, on peut tirer le résultat d'ordre général : la teneur en potassium des animaux marins ou d'eau douce est relativement constante. Tout ceci n'est pas surprenant quand on sait l'importance de l'ion K<sup>+</sup> dans le mécanisme de la contraction musculaire et cardiaque et dans le métabolisme intracellulaire.

*Travail effectué au laboratoire de Radiobiologie  
du Service Vétérinaire de la Préfecture de Police de Paris.*

#### BIBLIOGRAPHIE

- BRIDGE (J.R.), et MacLeod ROBERT (A.), 1956. — Sodium and Potassium in fish from the Canadian Coast. — *J. americ. dietetic Assoc.*, **32** (7).
- LOZZOU (A.). — Initiation pratique à la Statistique. — Paris, Librairies Eyrolles et Gauthier-Villars, p. 31.
- OGLESBY, Lennic (M.) et BANNISTER, 1959. — Sodium and Potassium in salt water fish. — *J. americ. dietetic Assoc.*, **35**, p. 1163.
- PRUDHOMME (M.), 1957. — Inspection sanitaire des poissons, mollusques et crustacés comestibles. — Paris, Vigot éditeur.
- THURSTON (C.), 1958. — Sodium et potassium dans la partie comestible de 34 espèces de poissons. — *Commerc. Fish. Review*, p. 1 (et *J. americ. dietetic Assoc.*, **34**, p. 396-399).

**Teneur en potassium de quelques espèces**

**I. - Poissons**

Poissons de mer

NOMS VULGAIRES	NOMS LATINS	ORIGINE	MG POUR 100 G DE RÉSIDU SEC	MG PAR KILO DE PRODUIT FRAIS
Aigle bar	<i>Sciaena aquila</i>	La Rochelle	900	1 800
Bar	<i>Labrax lupus</i>	Fromentine (Vendée)	1 460	3 580
Cabillaud	<i>Gadus morrhua</i>	Ecosse	1 490	3 220
Carrelet	<i>Pleuronectes platessa</i>	Boulogne	1 020	2 560
	»	Manche	1 350	2 980
Chien de mer	<i>Acanthias vulgaris</i>	Boulogne	1 000	2 760
	»	Boulogne	1 250	2 670
Dentex	<i>Dentex vulgaris</i>	Lorient	580	1 560
Dorade	<i>Pagellus erythrinus</i>	Lorient	1 050	3 150
Dorade rouge	<i>Beryx splendens</i>	Bretagne	940	2 140
Eglefin	<i>Gadus aeglefinus</i>	Bretagne	1 430	2 990
Equille	<i>Ammodytes tobianus</i>	Granville	1 540	4 070
	»	Morbihan	1 560	3 470
Esturgeon	<i>Acipenser sturio</i>	Var	950	2 840
Farine de poisson	—	France	780	—
Fletan	<i>Psettodes belcheri</i>	Mauritanie	1 270	3 700
Grondin	<i>Trigla gurnardus</i>	Lorient	1 330	2 600
Hareng	<i>Clupea harengus</i>	Norvège	790	1 970
	»	Baltique	1 180	3 160
	»	Boulogne	1 340	2 380
Hareng (filets)	»	Boulogne	200	620
Hareng fumé	»	Boulogne	220	920
	»	Suède	400	2 080
Julienne	<i>Lota molva</i>	La Rochelle	1 630	2 750
Lamproie	<i>Petromyzon marinus</i>	Hollande	780	1 830
Lieu noir	<i>Merlangus carbonarius</i>	Bretagne	1 530	3 120
	»	Bretagne	1 740	3 270
Limande	<i>Pleuronectes limanda</i>	Boulogne	1 200	2 480
Maquereau	<i>Scomber scombrus</i>	Pas-de-Calais	1 010	2 830
	»	Concarneau	1 260	2 240
Merlan	<i>Merlangus vulgaris</i>	Lorient	890	1 620
	»	La Rochelle	930	1 540
	»	Boulogne	1 350	2 110
	»	Boulogne	1 350	2 600
	»	Lorient	1 380	1 990
Merlu	<i>Merluccius vulgaris</i>	Lorient	1 150	2 180
	»	Bretagne	1 390	2 530
	»	Bretagne	1 400	1 990
Mérou	<i>Epinephelus aeneus</i>	Dakar	1 250	2 640
Mulet	<i>Mugil chelo</i>	Royan	1 480	3 560
Œufs de poisson	<i>Cyclopterus lumpus</i>	Islande	170	730
	»	Norvège	220	1 540
Orphie	<i>Belone vulgaris</i>	Finistère	520	2 300
Poisson-lune	<i>Orthogoriscus mola</i>	Bretagne	2 100	2 100
Raie bouclée	<i>Raia clavata</i>	Granville	1 090	2 070
Raie	—	Concarneau	1 480	2 600
	»	Lorient	1 760	3 520
Saint-Pierre	<i>Zeus faber</i>	La Rochelle	690	1 510
Sardine	<i>Alosa sardina</i>	Finistère	1 080	1 620
Saumon	—	Japon	1 250	3 340
	»	Basses-Pyrénées	1 320	3 630
	»	Pacifique	1 560	4 050
Sebaste	<i>Sebastes dactylopterus</i>	Bretagne	1 260	2 370
Sole	<i>Solea vulgaris</i>	Boulogne	690	1 510
	»	Quiberon	860	1 460
	»	Concarneau	910	2 070
Thon	<i>Thynnus vulgaris</i>	Concarneau	430	2 770
	»	U.S.A.	570	2 010
	»	Concarneau	920	1 720
	»	Yougoslavie	1 020	3 580
Turbot	<i>Rhombus maximus</i>	Boulogne	1 350	1 910
Vive	<i>Trachinus draco</i>	Lorient	1 090	2 130

Au total 62 échantillons :

moyenne . . . . .

1 103

2 417

coefficient de variation

36,7

p. 100

33,4 p. 100

Poissons d'eau douce

NOMS VULGAIRES	NOMS LATINS	ORIGINE	MG POUR 100 G DE RÉSIDU SEC	MG PAR KILO DE PRODUIT FRAIS
Anguille .....	<i>Anguilla vulgaris</i>	Vendée	760	2 140
Brochet .....	<i>Esox lucius</i>	Biscarosse (Landes)	1 230	2 230
»	»	Hollande	1 240	2 940
Carpe .....	<i>Cyprinus carpio</i>	Arles	970	1 210
»	»	Côte-d'Or	1 256	2 260
Perche .....	<i>Perca fluviatilis</i>	Yonne	870	2 260
Truite .....	<i>Salmo fario</i>	Belgique	1 060	2 650
»	»	Yougoslavie	1 130	3 440
Au total 8 échantillons :		moyenne .....	1 064	2 391
		coefficient de variation	13,65 p. 100	27,7 p. 100

II. - Crustacés

NOMS VULGAIRES	NOMS LATINS	ORIGINE	MG POUR 100 G RÉSIDU SEC (SQUELETTE EXCLU)	MG PAR KILO PRODUIT CRU	MG PAR KILO PRODUIT CUIIT
Araignée de mer ....	<i>Maia squinado</i>	Finistère	1 250	210	
Crabe (consERVE) ....	—	Jajon	1 640		3 600
Crabe tourteau .....	<i>Cancer pagurus</i>	Finistère	1 430	1 430	
Crevette bouquet ....	<i>Palaemon serratus</i>	Finistère	620	760	
»	»	Bretagne	850		1 950
»	»	Casablanca	800		1 000
Crevette de la Méditer- ranée .....	—	Alpes maritimes	280		730
Crevette grise .....	<i>Crangon vulgaris</i>	Hollande	830		2 900
»	»	Hollande	920		2 980
»	»	Honfleur	1 210	1 430	
Crevette prawns ...	—	Hong Kong	1 190	1 670	
Crevette rose .....	<i>Penæus sp.</i>	Chine	180		220
»	—	Hong Kong	560	1 660	670
»	—	Maroc	750		1 870
»	—	Espagne	750		750
»	—	Suède	850		1 970
»	—	Dakar	890		1 620
»	—	Abidjan	1 030		1 330
»	—	Pacifique	1 040		
»	—	Extrême-Orient	1 340		2 520
»	—	Maroc	810		2 260
Langouste rouge ...	<i>Palinurus vulgaris</i>	Canaries	1 610	3 780	
»	—	Finistère	2 000	1 000	
Langouste verte .....	<i>Palinurus regius</i>	Mauritanie	1 530	1 530	
»	»	Mauritanie	1 660	2 050	
»	»	Dakar	1 770	3 760	
Langoustine	<i>Nephrops norvegicus</i>	Morbihan	1 200	2 970	
Au total 27 échantillons :		moyenne .....	1 074	1 815	1 758
		coefficient de variation	41 p. 100	61 p. 100	54 p. 100

III. - Mollusques

NOMS VULGAIRES	NOMS LATINS	ORIGINE	MG POUR 100 G DE RÉSIDU SEC (SQUELETTE EXCLU)	MG PAR KILO DE PRODUIT FRAIS
Amande de mer .....	<i>Pectonculus glycymeris</i>	Granville	1 120	500
Bigorneau .....	<i>Littorina littorea</i>	St-Pierre et Miquelon	720	
»	—	Pas-de-Calais	1 020	1 020
Buccin .....	<i>Buccinum undatum</i>	Manche	1 320	1 400
Chapeau chinois ou bernique.	<i>Patella vulgata</i>	Manche	700	550
Coque .....	<i>Cardium edule</i>	Isigny	1 020	760
»	»	Isigny	1 190	
Coquille Saint-Jacques .....	<i>Pecten maximus</i>	Quiberon	1 330	450
Coquille Saint-Jacques (con-	»			
serve).	»	Irlande	910	1 820
Encornet .....	<i>Loligo vulgaris</i>	Cherbourg	1 110	1 850
»	»	Concarneau	1 520	3 070
Escargot .....	<i>Helix lactea</i>	Algérie	690	740
Escargot de Bourgogne ....	<i>Helix pomatia</i>	Côte d'Or	700	680
Escargot .....	genre voisin de <i>Helix pomatia</i>	Roumanie	700	1 080
»	»	Yougoslavie	800	1 430
Escargot (petit gris) .....	<i>Helix aspersa</i>	Sarthe	750	
»	»	Deux-Sèvres	750	
»	»	Tunisie	920	1 460
Huitre de la Méditerranée ..	<i>Ostrea edulis</i>	Sète	1 260	
Huitre portugaise .....	<i>Gryphaea angulata</i>	Charente-maritime	990	120
Limace .....	<i>Arion rufus</i>	Oise	760	1 060
Praire .....	<i>Venus verrucosa</i>	Côtes-du-Nord	1 300	350
Seiche .....	<i>Sepia officinalis</i>	Port-en-Bessin	1 250	2 040
Vanneau ou petoncle .....	<i>Chlamys opercularis</i>	Cherbourg	1 800	1 620
Au total 24 échantillons :		moyenne .....	1 026	1 158
		coefficient de variation ..	24,1 p. 100	60 p. 100

IV. - Divers

(cétacés, batraciens, ascidiacés, échinodermes)

NOMS VULGAIRES	NOMS LATINS	ORIGINE	MG POUR 100 G DE RÉSIDU SEC	MG PAR KILO DE PRODUIT FRAIS DE L'ANIMAL ENTIER
Cachalot .....	<i>Physeter macrocephalus</i>	Bretagne	1 330	3 600
Crapaud .....	<i>Bufo vulgaris</i>	Seine-et-Oise	720	1 510
Grenouille verte (cuisses) ..	<i>Rana esculenta</i>	Vendée	380	720
Grenouille verte entière ....	»	Loire-atlantique	460	460
»	»	Charente-maritime	975	2 670
Oursin .....	<i>Paracentrotus lividus</i>	Finistère	950	280
Violet ou figue de mer ....	<i>Microcosmus sulcatus</i>	Sète	760	170