
Sur la distinction des préparations de radium
et des préparations de mésothorium d'inégale
ancienneté au moyen de leur rayonnement.

Par Otto HAHN

[L'Institut de Chimie Empereur-Guidonne, de Baden.]

Le radium et le mésothorium ont pris un intérêt particulier dans ces dernières années à cause de leur application à l'irradiation des tumeurs malignes. Il faut évidemment pour cela en avoir non 100 mgr qu'une seule préparation ne l'ac-

grand sacrifice financier. Or le radium et le mésothorium ne se comportent pas d'une façon tout à fait semblable au point de vue radioactif et physique : leur application médicale peut être, à maints égards, influencée par ces facteurs. On comprend donc l'intérêt qu'il y a à pouvoir distinguer le radium du mésothorium d'une façon simple, autant que possible sans modifier les préparations elles-mêmes.

Dans le cas du mésothorium on a de plus à tenir compte de l'ancienneté plus ou moins grande des préparations. Les préparations fraîches ont commercialement plus de valeur que les anciennes, et il y a donc également intérêt à distinguer d'une façon simple les échantillons de mésothorium d'âge différent. Les différences entre le mésothorium jeune et le mésothorium vieux viennent des variations de son rayonnement. Le radium fraîchement préparé ne donne naissance qu'à l'émanation dont la durée de vie est relativement courte, de sorte que les sels de radium en tube scellé présentent au bout d'un mois une activité pratiquement constante.

Le mésothorium, au contraire, donne naissance à un produit dont la durée de vie est plus longue, le radiothorium, de sorte que la formation progressive du radiothorium, jointe à la disparition progressive du mésothorium, donne lieu à un changement lent d'activité, dont l'allure est telle que le mésothorium commercial commence par augmenter d'activité durant quelques années, puis décroît d'une façon continue. La diminution d'activité jusqu'à la moitié de la valeur initiale peut durer, selon le genre de rayons qu'on considère, de 16 à 20 ans.

C'était une idée assez naturelle de chercher à distinguer les différentes préparations au moyen des rayons pénétrants. Cette méthode est celle qui permet de doser le radium et le mésothorium ; elle a aussi permis, dans des conditions convenables, d'arriver à distinguer les différentes préparations.

On sait depuis longtemps que les rayons γ du radium et du mésothorium présentent des différences au point de vue de la pénétration. On tient compte de ce fait pour le dosage des préparations et pour obtenir des indications comparables on est convenu de spécifier à travers quelle épaisseur de plomb on mesure le rayonnement γ . C'est ainsi qu'on s'est entendu pour mesurer le rayonnement qui pénètre dans l'appareil après avoir traversé 5 mm de plomb. Si par exemple on parle de 50 mgr de mésothorium, cela signifie que l'intensité de la préparation en question, après passage du rayonnement à travers 5 mm de plomb, est exactement la même que celle de 50 mgr de radium pur, étudié à travers la même épaisseur de plomb avec le même instrument de mesure.

Bien qu'on connaisse donc depuis longtemps la différence de pénétration des rayons du radium et du mésothorium, on ne croyait pourtant pas que ces différences

puissent servir de base à une discrimination certaine des produits. C'est pourtant ce qui a lieu, comme nous allons le démontrer.

La recherche a porté sur 5 préparations différentes :

1. Bromure de radium pur (activité 0,845 mgr de radium métal).

2. Bromure de mésothorium commercial, fraîchement préparé (activité 1,15).

3. Bromure de mésothorium vieux de deux ans (activité 2,55).

4. Bromure de mésothorium neuf, exempt de radium (activité 0,82).

5. Radiothorium séparé depuis longtemps du mésothorium et purifié par précipitation (activité 0,90).

Toutes ces préparations ont été scellées dans des tubes de verre mince, de 3 mm de diamètre, de 3 à 5 cm de longueur. Comme instrument de mesure on s'est servi de l'électroscope à rayons γ . On sait quelle influence considérable exercent en radioactivité et en thérapeutique les rayons secondaires excités sur différents métaux par les rayonnements β et γ des substances radioactives. Aussi a-t-on essayé d'abord de voir si les mesures diffèrent quand on change le revêtement intérieur de l'électroscope en le constituant de feuilles des divers métaux.

A cet effet on a utilisé trois électroscopes différents. L'un était entièrement en plomb de 3,3 mm d'épaisseur, et avait la forme d'un cube de 12 cm de côté. Le second avait exactement les mêmes dimensions, mais ses parois étaient en plomb de 2 mm d'épaisseur revêtu intérieurement de 1 mm d'aluminium. Le troisième était un peu plus grand (15 cm de côté), il était en plomb de 2 mm revêtu intérieurement de 1 mm de zinc.

Les mesures faites avec les trois électroscopes présentaient des particularités remarquables. L'effet des rayons γ était toujours notablement plus grand sur l'électroscope en plomb que sur les autres. A égale distance des préparations radioactives, l'électroscope en zinc, pourtant deux fois plus grand que l'électroscope en plomb, donnait des effets à peine supérieurs. L'électroscope en aluminium donnait des effets plus de moitié moindres.

On reconnaît clairement sur cet exemple la nécessité de tenir compte des rayons secondaires dans toutes les expériences thérapeutiques faites avec des substances fortement radioactives et avec des écrans de plomb. Lorsqu'on veut éviter le rayonnement secondaire, il faudra compléter les écrans de plomb par des substances plus légères qui émettent peu de rayons secondaires et absorbent ceux qui proviennent du plomb. Le papier ou le caoutchouc peuvent servir à cet usage.

Ceci posé, pour distinguer entre elles les différentes préparations, on s'est servi exclusivement de l'électroscope en plomb, le plus avantageux au point de

vue de la sensibilité. Les nombres obtenus sont donc directement comparables entre eux. Les courbes d'absorption fournies par les cinq préparations ci-dessus ont été construites à une échelle telle qu'on a toujours pris égal à 100 le rayonnement arrivant directement dans l'électroscope sans interposition d'écrans de plomb. Ces rayons n'avaient donc à traverser que les 5,5 mm de plomb de la paroi de l'électroscope.

L'auteur a construit alors un grand nombre de courbes d'absorption des rayons γ en prenant comme abscisses les épaisseurs de plomb interposés (de 1 à 40 mm) et comme ordonnées les activités observées. Ces courbes ont été dressées d'une manière comparative en associant chaque fois deux des préparations mentionnées ci-dessus. On peut donc déduire immédiatement, pour une épaisseur de plomb quelconque, le rapport des absorptions subies par les rayons γ de deux quelconques de ces préparations.

Comme le montrent les différentes courbes obtenues, on peut distinguer effectivement et d'une manière sûre le radium du mésothorium et les différentes préparations de mésothorium entre elles. Pour avoir cette sécurité, il faut opérer avec des préparations dont l'activité soit à peu près du même ordre que celle des échantillons étudiés ici et qui soient enfermées dans des tubes de formes semblables. Il est probable qu'il n'y a pas d'importance à ce que la préparation soit enfermée dans un tube de verre, d'argent ou d'or. Car l'absorption des rayons γ dans ces couches minces est négligeable à côté de celles que produisent les parois de plomb de l'électroscope. D'ailleurs les rayons secondaires d'inégale intensité produits par les différents métaux servant d'enveloppes sont sûrement absorbés par la paroi de l'électroscope.

Voici un tableau permettant de connaître l'absorption relative des rayons γ pour les cinq types de préparations étudiés.

Tableau I

Mm. plomb.	Radium.	Mésothorium neuf.	Mésothorium vieux.	Mésothorium sans radium.	Radiothorium.
5,5	100	100	100	100	100
5	84,5	86,7	85,5	87,5	86,5
10	57,6	60,7	60,1	60,8	61,1
15	41,9	44	44,6	45,2	47,1
20	31,5	32,1	33,2	31,5	30,8
25	24,2	25,7	25,2	22,8	29,1
50	18,6	17,7	19,4	16,7	25,5
55	14,5	15,4	15,5	12,2	18,8
40	11,5	9,9	11,8	9,2	15,5
45	9,0	7,5	9,1	6,8	12,4

On voit clairement sur ce tableau les différences entre les diverses substances. Le radium et le mésothorium vieux ont sensiblement les mêmes activités initiales et finales, de sorte qu'il est difficile de les distinguer si l'on ne se sert pas d'un écran linéaire approprié les valeurs intermédiaires. Mais celles-ci sont très nettement, surtout entre

10 mm et 20 mm de plomb, que les deux substances sont faciles à distinguer. Il est intéressant de comparer entre elles les valeurs données par la dernière ligne, c'est-à-dire celles qui correspondent à 45 mm de plomb. Si l'on pose ici la valeur 9,0 du radium comme égale à 100, on trouve pour les autres substances les valeurs suivantes :

Radium	= 100
Mésothorium neuf	= 85,4
» vieux	= 101,1
» sans radium	= 75,5
Radiothorium	= 158

Déjà la différence entre 5,5 mm et 5 mm de plomb n'est pas à négliger, comme le montre la comparaison des deux premières lignes du Tableau. Or comme pour le dosage du mésothorium au moyen du radium on emploie, ainsi qu'il a été dit au début, un écran de plomb de 5 mm, et non de 5,5 mm, il y a un intérêt pratique assez grand à connaître les différences d'absorption rapportées à une même activité initiale mesurée à travers 5 mm. de plomb. Les nombres du Tableau I ont été recalculés dans ces conditions et se trouvent rassemblés dans le Tableau II.

Tableau II

Mm. plomb.	Radium.	Mésothorium neuf.	Mésothorium vieux.	Mésothorium sans radium.	Radiothorium.
5,5	118,2	115,5	116,8	114,4	115,2
5	100	100	100	100	100
10	68,1	70	70,5	69,7	71,7
15	49,7	60,07	52,15	49,4	54,2
20	37,5	57	58,8	56,1	42,5
25	28,65	27,5	29,5	26,1	35,5
50	22,0	20,4	22,7	19,14	26,8
55	16,92	15,45	17,65	15,97	21,65
40	15,58	11,42	15,8	10,54	17,6
45	10,65	8,65	10,65	7,75	14,27

Comme on pourrait s'y attendre, dans le Tableau II les différences des valeurs pour 45 mm. de plomb entre le mésothorium neuf, le mésothorium exempt de radium et le radium sont encore un peu plus marquées que dans le Tableau I; les différences entre le radium et le mésothorium vieux sont de l'ordre des erreurs expérimentales, et ce que montre la liste suivante où l'on a de nouveau posé à 100 la valeur relative au radium après passage de 45 mm. de plomb.

Radium	= 100
Mésothorium neuf	= 81,4
» vieux	= 100,2
» sans radium	= 75,5
Radiothorium	= 154,5

L'objet de la présente communication étant pure-

ment pratique, à savoir obtenir une distinction commode entre les différents produits radioactifs. au moyen de leur rayonnement γ , il paraît inutile de reproduire ici les valeurs des coefficients d'absorption, leur variation avec les conditions expérimentales, etc. Rappelons seulement encore une fois, pour terminer, l'effet extraordinaire de la nature du métal de l'électroscope sur les radioactivités mesurées, effet maintes

fois confirmé par l'observation du rayonnement secondaire si intense du plomb. Ce rayonnement secondaire du plomb paraît avoir été la cause de maintes découvertes, voire de maint accident, en radiothérapie.

[Manuscrit reçu le 25 Mars 1914].

[Traduit de l'allemand par L. Bloch.]
