

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft =
Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della
Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 133 (1953)

Vereinsnachrichten: Sektion für Medizinische Biologie

Autor: [s.n.]

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

11. Sektion für Medizinische Biologie

Sitzung der Schweizerischen Medizinisch-Biologischen Gesellschaft

Samstag und Sonntag, den 5. und 6. September 1953

Präsident: Prof. Dr. E. MARTIN (Genève)

Sekretär: PD Dr. F. KOLLER (Zürich)

Gemeinsame Sitzung mit der Isotopenkommission der Schweiz. Akademie der Medizinischen Wissenschaften:

1. GUSTAVE JOYET (Zurich). – *Les méthodes générales d'application des isotopes radioactifs à la thérapie et au diagnostic. Dosage, contrôle, protection*¹.

Dans le nombre considérable d'isotopes radioactifs que l'on produit, soit dans les piles atomiques, soit à l'aide des accélérateurs de particules, un très petit nombre (une demi-douzaine environ) sont utilisés en médecine pour des actions thérapeutiques ou des recherches de diagnostic. En thérapie on sait, par ailleurs, que les quelques isotopes utilisés conduisent à des résultats assez limités et souvent uniquement palliatifs.

Si l'on se souvient des espoirs considérables qu'avait éveillés la découverte de la radioactivité artificielle, la constatation précédente a lieu de surprendre et mérite qu'on lui trouve une explication. Cette explication est complexe. De 1934 – année de la découverte des *Joliot* – et jusqu'après la dernière guerre, les isotopes radioactifs n'ont été accessibles qu'à un très petit nombre de chercheurs et en quantités souvent insuffisantes. Ces chercheurs devaient construire eux-mêmes leurs instruments de mesure et établir leurs méthodes de travail. Ce n'est guère que depuis cinq années (au moins en Europe) que les isotopes radioactifs sont accessibles à tous les laboratoires, en quantités inépuisables, et que d'excellents compteurs, offerts sur le marché, dispensent de longs travaux préparatoires.

D'autre part, un très grand nombre de radioéléments, lorsqu'ils sont injectés, se répandent d'une façon plus ou moins homogène dans la *totalité de l'organisme*. C'est le cas du sodium, du phosphore, du potassium qui exercent partout l'action destructrice de leurs rayonnements. Comme la dose de rayonnement léthale pour l'homme, en irradiation totale, est peu élevée, de l'ordre de 400 röntgens ou équivalents physiques du

¹ Cet article, résumé d'une conférence-rapport présentée à la séance de Lugano de la S. H. S. N. en 1953 paraîtra sous une forme plus complète dans la Revue suisse de Médecine.

roëntgen, l'application de ces isotopes sera limitée au traitement des cancers les plus radiosensibles, ceux du sang principalement. Les isotopes à *répartition générale* dans l'organisme ne sont pas non plus utilisables pour le traitement des *maladies infectieuses* parce que les bacilles pathogènes, pour être détruits, exigent en général des doses de rayonnement qui sont de 10 à 1000 fois plus élevées que la dose léthale de l'homme.

Restent les isotopes à *accumulation préférentielle dans un organe ou un tissu*. Ce sont les isotopes de l'iode ou du brome qui se localisent dans la thyroïde, ceux du calcium et du strontium qui se fixent dans les os. Ces isotopes pourront être utilisés dans une certaine mesure pour la thérapie, soit pour une réduction de la fonction de l'organe, dans lequel ils se fixent — c'est le cas de la maladie de Basedow — soit pour une tentative de traitement des tumeurs, dont le tissu dérive du tissu d'accumulation. Mais là encore, cette thérapie est limitée: l'application du strontium aux tumeurs osseuses a donné peu de résultats jusqu'ici en raison du voisinage de la moelle osseuse. Il faut quelques milliers d'unités d'énergie pour arrêter le développement d'une tumeur, mais quelques centaines seulement, absorbées par la moelle, suffisent à provoquer une atteinte grave du sang. Cette atteinte limite à un niveau insuffisant la quantité de strontium 89 que l'on peut injecter. Les tentatives d'application du calcium 45 et du gallium 72 (qui se fixe également dans les os), se sont heurtées aux mêmes difficultés.

Un certain nombre d'autres isotopes ont bien une affinité préférentielle pour un type de tissus, c'est le cas de ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{231}Pa , ^{239}Pu , ^{241}Am , ^{242}Cm qui se fixent dans les os, mais cette fixation est dangereuse en raison des longues périodes de ces isotopes. Ou bien ils irradieront la moelle voisine, ou bien, à la longue, ils provoqueront la formation de sarcomes.

En résumé, une répartition générale dans l'organisme, une sélectivité dangereuse pour le système hématopoïétique ou une fixation à longue échéance dans les os, sont les raisons fondamentales qui ont limité jusqu'ici l'application des isotopes à la thérapie.

Si l'on tente de changer, par voie physiologique, la concentration d'un isotope, dans un tissu déterminé, on s'aperçoit qu'on ne peut le faire que dans des limites assez étroites. La *figure 1* montre une telle tentative pour la répartition du ^{42}K dans les tumeurs spontanées (cancer de la mamelle) d'une souche de souris R_3 . La surrénalectomie, un traitement à l'acétate de désoxycorticostérone, un traitement préalable au CaCl_2 ne produisent qu'un changement de 20 à 40% dans la sélectivité, changement insuffisant pour justifier un traitement. Par ailleurs, l'alimentation carencée en potassium réduit simplement le taux de ^{42}K accumulé.

L'échec des tentatives que l'on a effectuées jusqu'ici pour localiser un radioélément dans la tumeur, ne doit pas être considéré comme définitif. Il doit au contraire rester un but à poursuivre par les radiobiologistes, car les recherches réalisées sont encore peu nombreuses et incomplètes.

Sélectivité des tumeurs

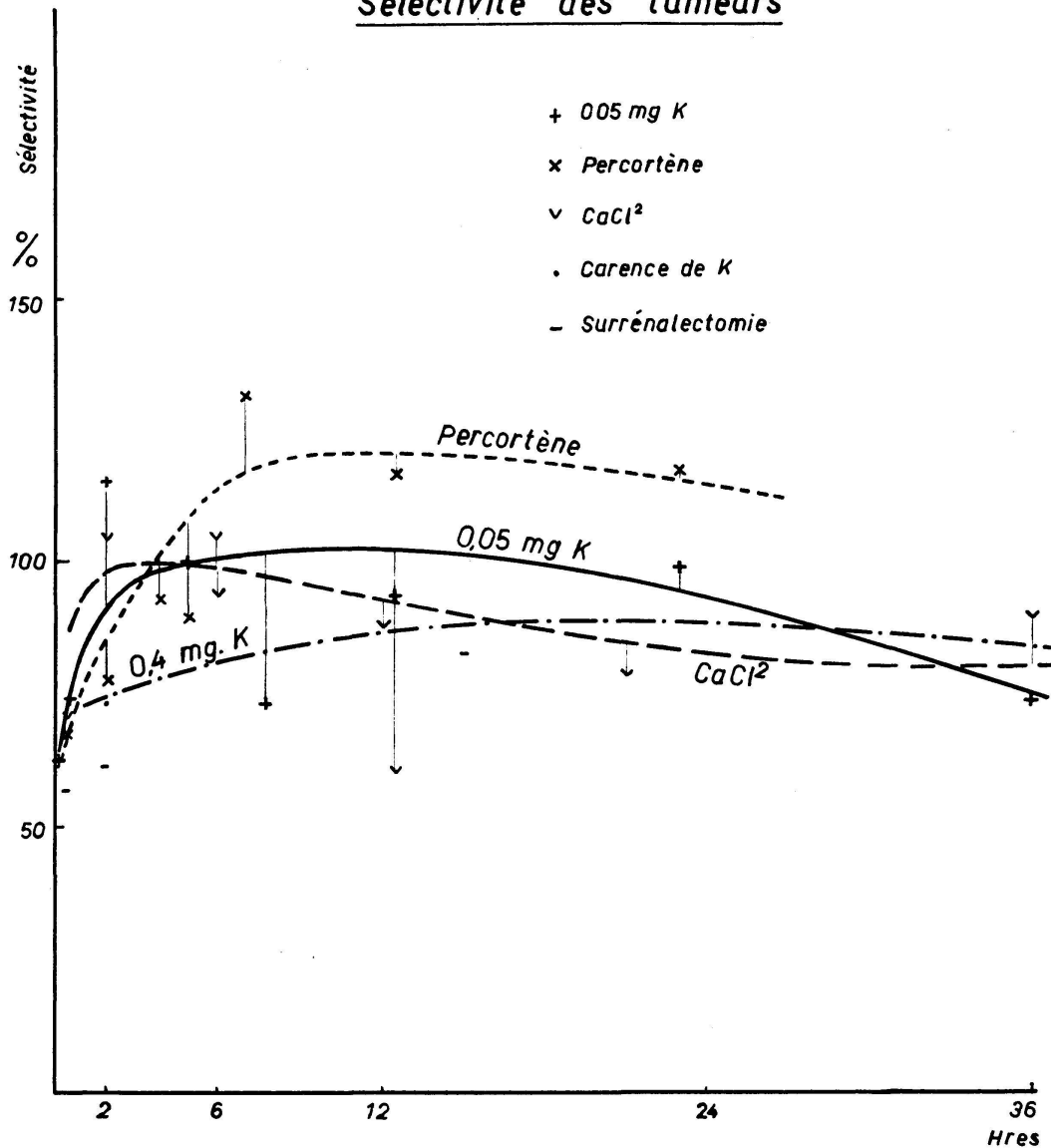


Fig. 1

Ce sont ces succès, actuellement encore limités, d'une localisation par voie physiologique qui ont conduit à des *applications locales* d'un certain nombre d'isotopes: l'or 198 sous forme colloïdale, par exemple, pour des traitements intrapleuraux ou intrapéritonéaux ou pour des imprégnations de tumeurs (méthode de *Hahn*); c'est ici la forme colloïdale de l'or qui l'empêche de diffuser d'une façon importante dans le reste de l'organisme.

Enfin, les *applications endocavitaires d'isotopes*, où la solution radioactive est contenue dans un ballon de caoutchouc à l'intérieur de la cavité à traiter: méthode de *J.-H. Müller* avec le cobalt 60 ou de *Mayneord* et de ses collaborateurs avec le brome 82.

Nous laissons de côté l'emploi des aiguilles ou des perles de cobalt 60; elles ne diffèrent guère dans leur mode d'application et dans leur action thérapeutique des aiguilles de radium employées jusqu'ici, sinon qu'elles sont vingt fois moins coûteuses.

Malgré leurs succès limités, les isotopes sont cependant entrés dans la pratique de l'hôpital et il convient de pouvoir les doser, de suivre les traitements avec les méthodes physiques qui sont utilisables et d'appliquer correctement les radioéléments au diagnostic. Enfin, au cours des applications, il convient d'utiliser des méthodes de protection adéquates du personnel.

Le dosage

L'action locale d'un rayonnement pénétrant dépend, avant tout et principalement, de l'énergie absorbée que l'on exprime en unités de 100 ergs par gramme de tissu, ou *rads* selon la décision de l'International Commission on Radiological Units prise à Copenhague en 1953. Une unité röntgen de rayonnement γ dur dissipe dans un gramme d'eau une quantité d'énergie égale à 0,93 rad. Pour les radioéléments, l'énergie principale est généralement fournie par le rayonnement bêta. La formule ci-dessous donne l'énergie dissipée par l'émission bêta dans un gramme de tissu jusqu'à désintégration complète et en négligeant l'élimination ou la diffusion. Le tableau indique, pour l'énergie bêta moyenne, les valeurs calculées par *Marinelli* et quelques valeurs déterminées expérimentalement par *Caswell*. On voit l'importance considérable de la période pour la dissipation d'énergie et pourquoi les isotopes à longue vie sont dangereux lorsqu'ils sont accumulés par l'organisme.

$$D_{\beta}^{\infty} = 73,9 A T \bar{E}_{\beta}$$

A = Activité en microcuries par g de tissu.

T = Période en jours.

$\bar{E}_{\beta}$ = Energie bêta moyenne en MeV.

D_{β}^{∞} = Energie dissipée par g de tissu en unités *rad*.

1 rad = 100 ergs par g de tissu.

1 röntgen-équivalent physique, r e p = 0,93 rad

1 röntgen-gramme (Mayneord) = 0,83 rad.

Isotope	Période T	$\bar{E}_{\beta}$, MeV		Energie dissipée par $\mu\text{C/g}$ en <i>rads</i>
		Calculé Marinelli	Expér. Caswell	
^{14}C	5700 y	0,05	—	7 700 000
^{24}Na	15,1 h	0,54	—	25,1
^{32}P	14,3 d	0,695	0,696	735
^{45}Ca	152 d	0,075	0,0746	837
^{59}Fe	45,5 d	0,12	—	403
^{60}Co	5,3 y	0,10	—	14 300
^{131}I	8,0 d	0,189	0,189	112
^{198}Au	2,69 d	0,32	—	64,7
^{210}RaE	4,85 d	—	0,33 ¹	118

¹ Autre détermination.

Comme le dosage de l'énergie dissipée dépend de l'activité concentrée par gramme de tissu, il convient de connaître, d'une part, l'activité absolue de la quantité d'isotope administrée au sujet, et, d'autre part, sa répartition dans les tissus. L'activité absolue peut être déterminée par un compteur à 4π ou un dispositif où la préparation active atteint le compteur sous un angle solide bien déterminé. Dans les deux cas, la préparation doit être assez mince pour que l'autoabsorption de la couche émissive et la rétrodiffusion soient négligeables (couches de $50\text{ }\mu\text{g}/\text{cm}^2$ pour un rayonnement bêta pas trop mou). Enfin, on peut déterminer l'activité absolue des radioéléments émettant simultanément des rayons bêta et gamma et dont le spectre de désintégration est bien connu, à l'aide de deux tubes compteurs montés en coïncidence. La première et la dernière de ces méthodes sont les plus précises.

Les valeurs du dosage en unités d'énergie absorbée sont très différentes selon qu'il s'agit d'un isotope à répartition générale ou à répartition localisée dans l'organisme.

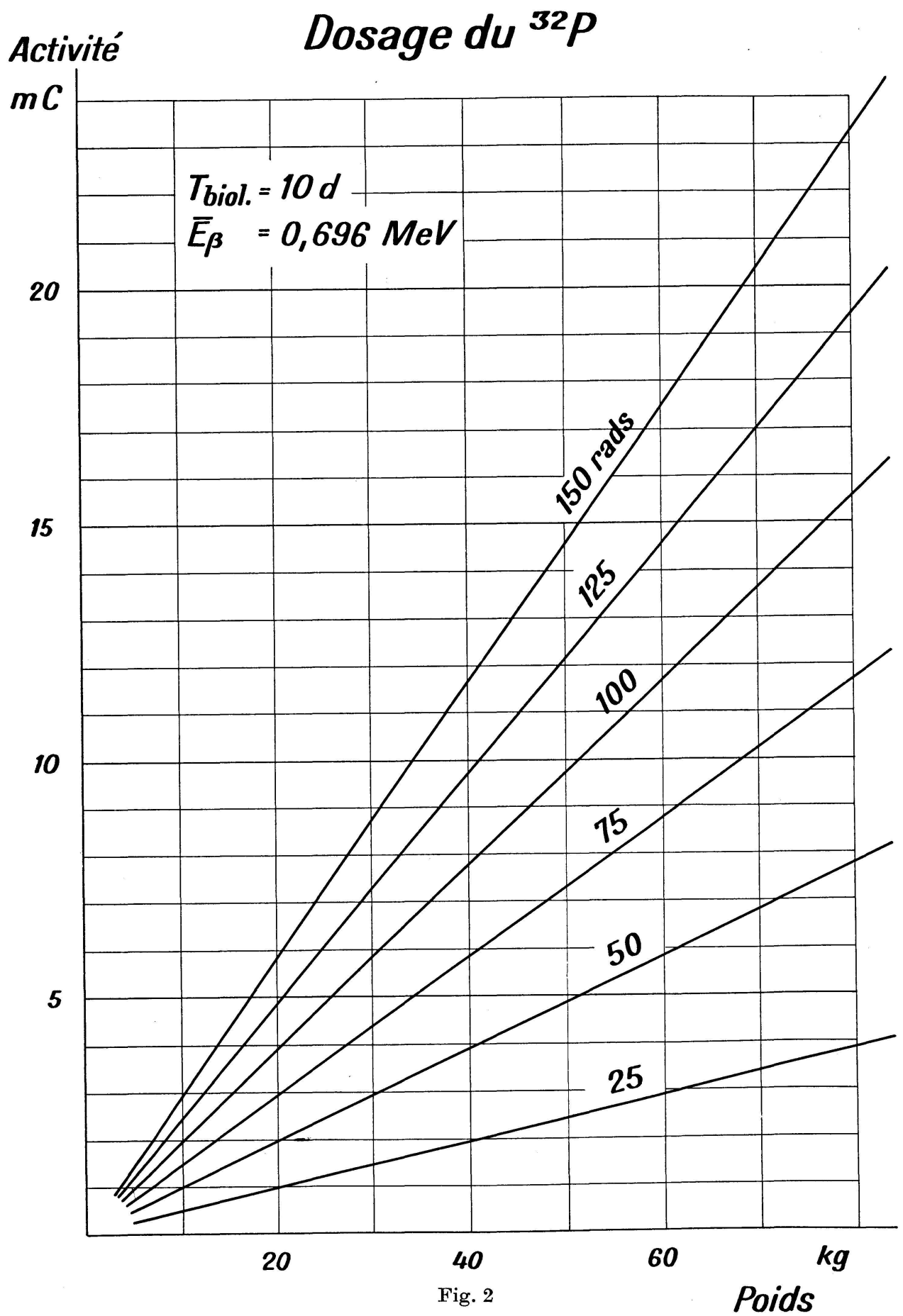
Pour le traitement d'une leucémie myéloïde par le *phosphore 32* par exemple, une activité de 3 millicuries injectée à un sujet de 62 kg correspond à une dissipation d'énergie moyenne de 25 rads. Le foie, la rate, les ganglions lymphatiques, recevront des doses environ trois fois plus élevées, le sang total, une dose inférieure de moitié. On remarque que dans un tel traitement, la rate reçoit une énergie de l'ordre de 75 rads qui correspond à un traitement localisé d'environ 100 roentgens par rayons X¹.

Le diagramme de la *figure 2* indique, pour une dose de rayonnement fixée, l'activité à injecter en fonction du poids du sujet. Ce diagramme tient compte de l'élimination, à l'aide de la période biologique de dix jours que l'on observe lorsqu'on enregistre l'activité du sujet, au moyen d'un compteur à fenêtre mince, en divers points à la surface de l'organisme.

Un diagramme analogue au précédent permet de doser l'énergie bêta de l'*or 198* utilisé pour les traitements intrapéritonéaux ou intrapleuraux. Là, cependant, comme l'or colloïdal diffuse peu en dehors du volume à irradier, on pourra donner des doses locales beaucoup plus élevées. Pour un volume à traiter de 800 cm^3 , on appliquera 4000 à 8000 rads correspondant à 50 ou 100 millicuries. La dose ainsi indiquée est celle dissipée dans le *volume* imprégné d'or. La *surface* de ce volume reçoit une dose moitié moindre. On néglige ici la dose d'énergie dissipée par le rayonnement gamma. Selon la forme et l'extension du volume, elle peut atteindre de 5 à 15% des valeurs précédentes.

Le dosage de l'*iode 131* pour le traitement des hyperthyroïdoses ou des cancers d'origine thyroïdienne, est un peu plus complexe. On donne tout d'abord au sujet une dose d'indicateur et l'on mesure l'élimination urinaire et la montée de l'iode à la thyroïde à l'aide de dispositifs comp-

¹ D'une façon générale, une dose de rayonnement de 50 rads en injection unique, doit être considérée comme un maximum après lequel on introduira un temps d'observation de 3 à 4 semaines.



**Collimateur de plomb
pour compteur G.-M.**

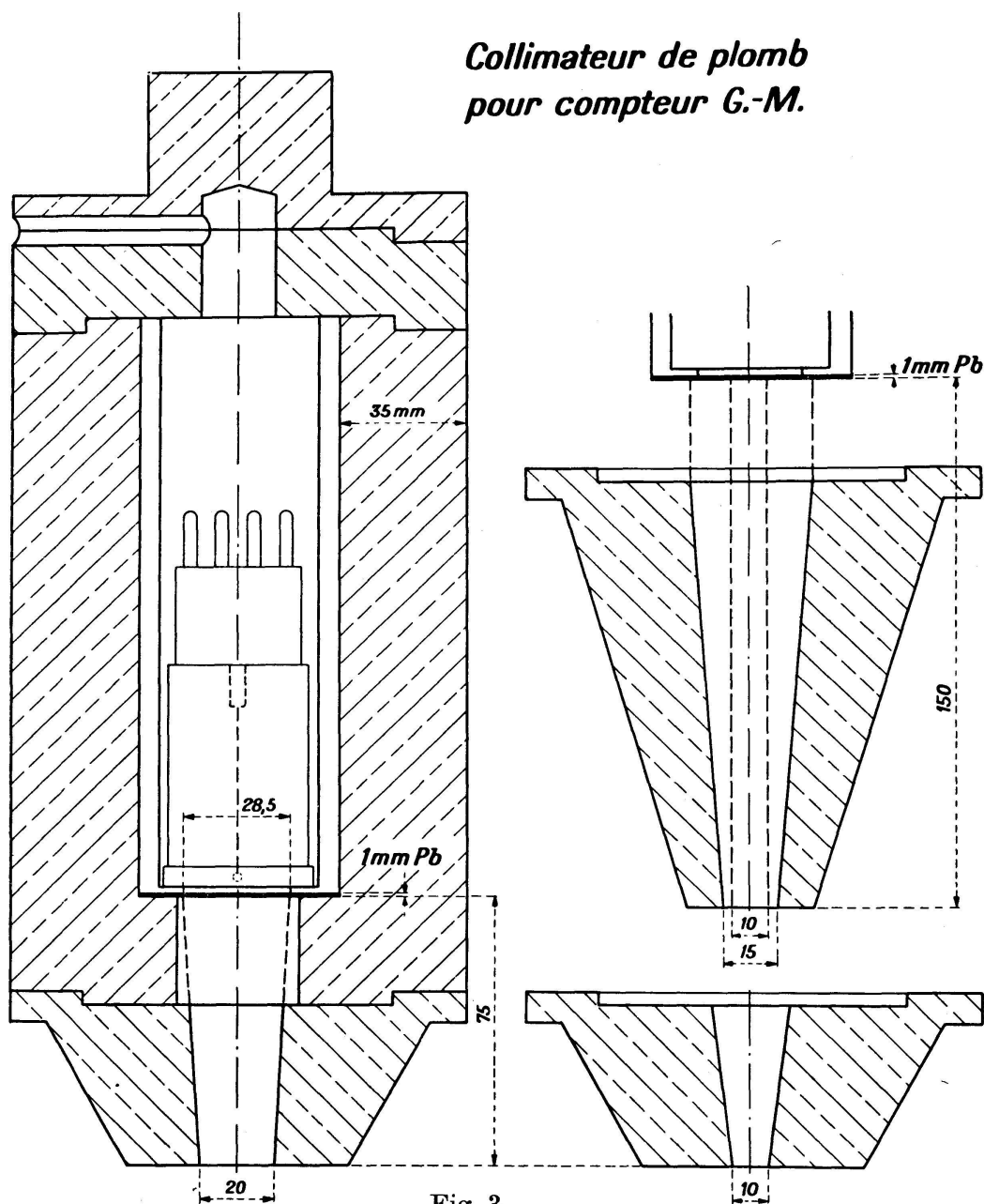


Fig. 3

teurs construits dans ce but. Trois ou quatre jours après l'administration de l'indicateur, on explore la région thyroïdienne, le squelette et les métastases connues, à l'aide du compteur à collimateur de plomb de la figure 3. Ce dispositif, construit en collaboration avec M. Mauderli, est suspendu sur une fourche à rotules orientable, fixée elle-même sur un support mobile. On détermine ainsi les activités relatives de la thyroïde et des métastases, en tenant compte de leur profondeur sous la peau. D'autre part, on effectue une évaluation du volume à traiter dans lequel l'iode s'accumule. Enfin, à l'aide du diagramme de la figure 4¹, après

¹ Un premier projet de ce diagramme a été réalisé par M^{me} Trümpy-Egger.

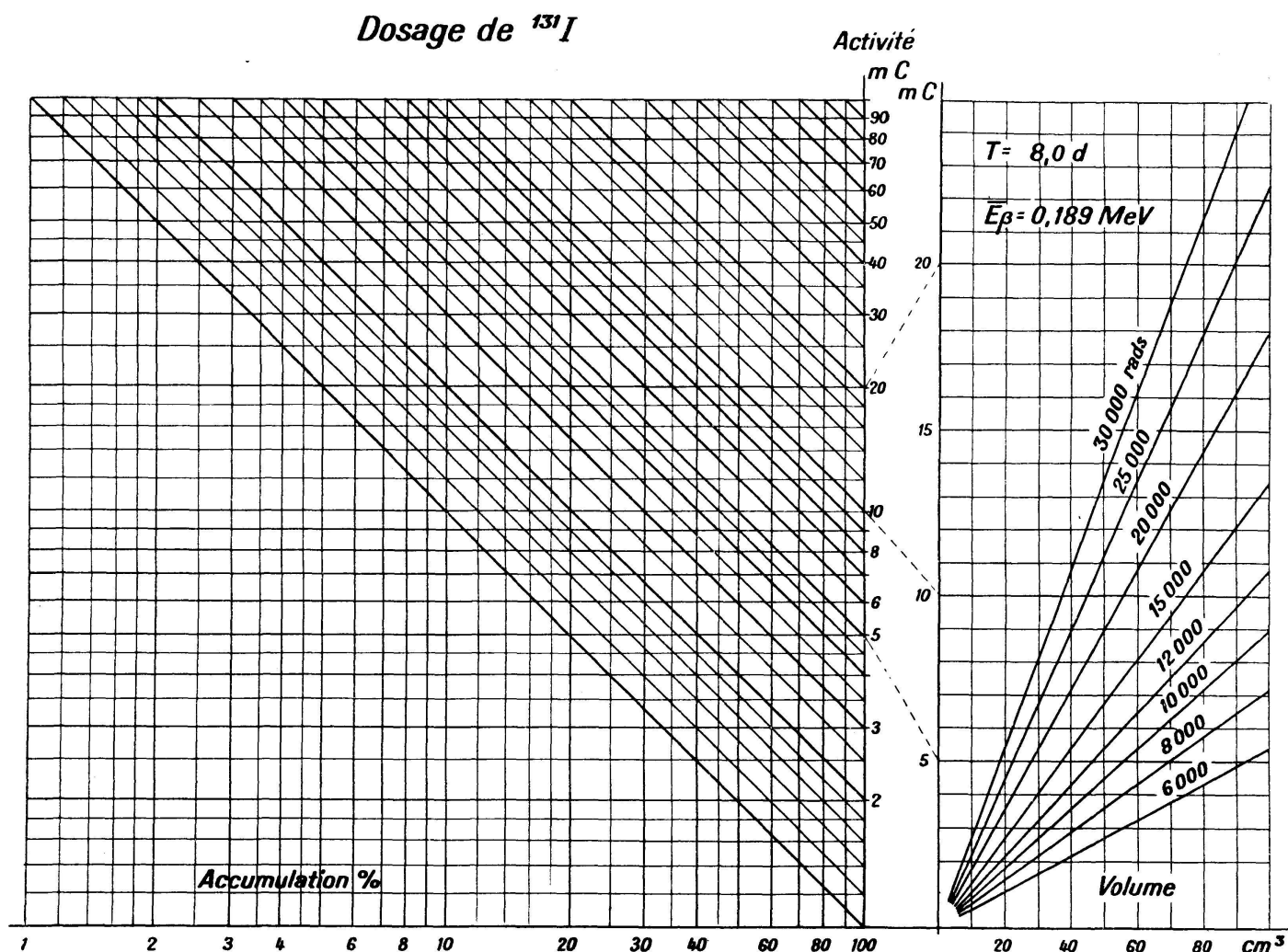


Fig. 4

avoir fixé la dose de traitement en rads on peut, en fonction du volume et de l'élimination, déterminer l'activité totale nécessaire pour le traitement. Ce sera par exemple, pour 80 cm^3 et 25 000 rads, une quantité d'activité de 72 millicuries avec une élimination de 75% pour une tumeur. Les doses sont donc considérables et peuvent être répétées. Pour le traitement d'une hyperthyroïse, on donnera de 6 à 10 000 rads.

La figure 5 donne par exemple le schéma des intensités mesurées à la surface d'un patient ayant une tumeur de la thyroïde, avec une importante métastase située derrière la clavicule gauche et d'autres métastases pulmonaires. Le même patient était porteur d'une métastase lombaire, invisible radiologiquement, mais dont l'activité était voisine de celle de la thyroïde.

Le rayonnement gamma des isotopes utilisés en grandes quantités (^{60}Co ou ^{198}Au) est dosé à l'aide du dispositif représenté par la figure 6 construit avec M. Schmid. La source est placée sur un support adéquat, au centre d'un cercle dont de petites chambres d'ionisation occupent la

périphérie. Le support permet aisément le réglage du rayon de mesure sans introduire une diffusion appréciable (moins de 2%). On étalonne ainsi les solutions de cobalt 60 qui sont utilisées pour le traitement des cancers de la vessie après introduction dans un ballon de caoutchouc qui figure au centre de la photographie (méthode de *J.-H. Müller*). Comme le dosage est basé sur la loi du carré de la distance, il convient de tenir compte de la différence de répartition du rayonnement entre la sphère homogène et

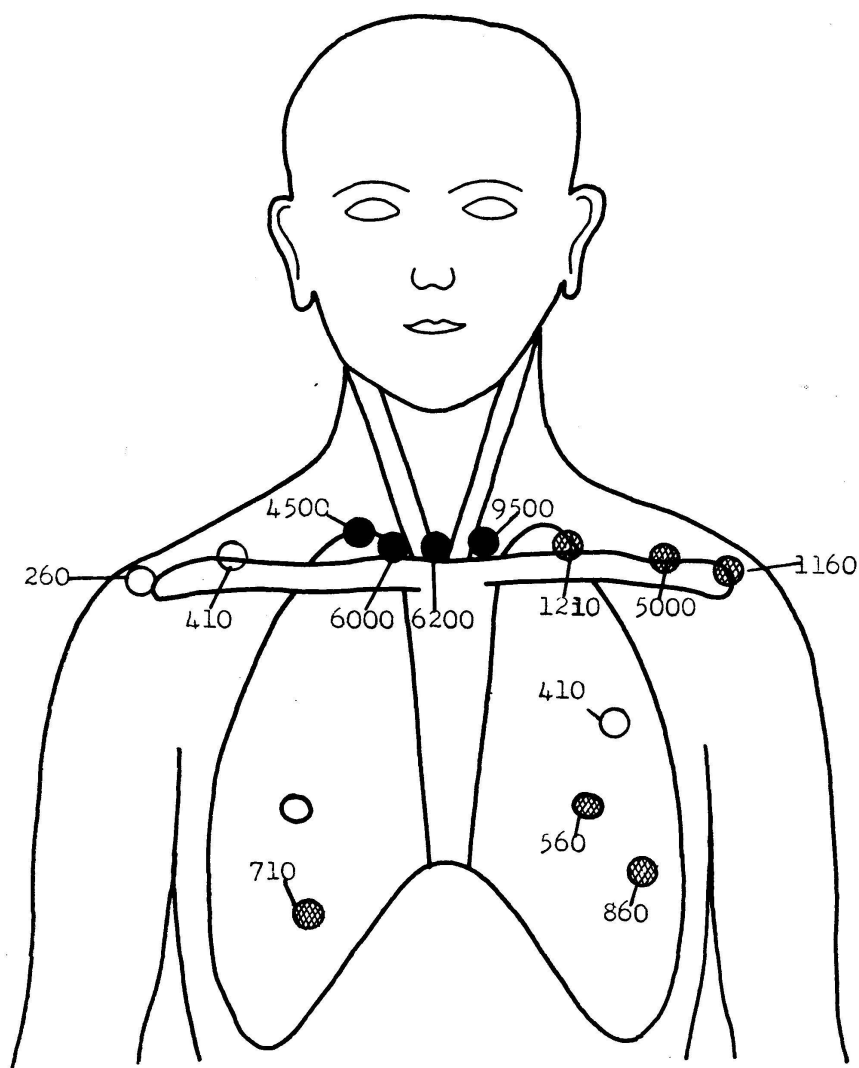


Fig. 5

la source ponctuelle de même activité totale. Cette différence de répartition est indiquée, selon une formule de *Mayneord* qui néglige l'absorption, par le schéma de la *figure 7*. La décroissance de l'intensité est plus rapide au voisinage de la surface de la sphère homogène qu'avec une source ponctuelle. Avec le cobalt 60 en solution, on utilise pratiquement une sphère de 60 cm³, de 2,45 cm de rayon qui donne à 2,5 mm de profondeur, une dose de rayonnement de 1200 r environ par jour, appliquée durant huit jours pour le traitement d'un cancer.

Low Beer évite les dangers considérables de contamination présentés par la solution de cobalt au cours des manipulations, en utilisant une source de ^{60}Co encapsulée et fixée au centre du ballon rempli d'eau. L'action en profondeur est alors un peu plus élevée si l'on prend une source qui donne à la surface de la sphère la même intensité que la sphère homogène.

Diagnostic

Parmi les applications des radioéléments au *diagnostic*, l'iode ^{131}I figure en première place, pour l'examen de la fonction thyroïdienne. L'isotope, avec une masse négligeable, est administré par voie orale ou endoveineuse, sous forme inorganique, et l'on observe sa montée à la thyroïde où il est transformé en différentes formes d'iode organique,

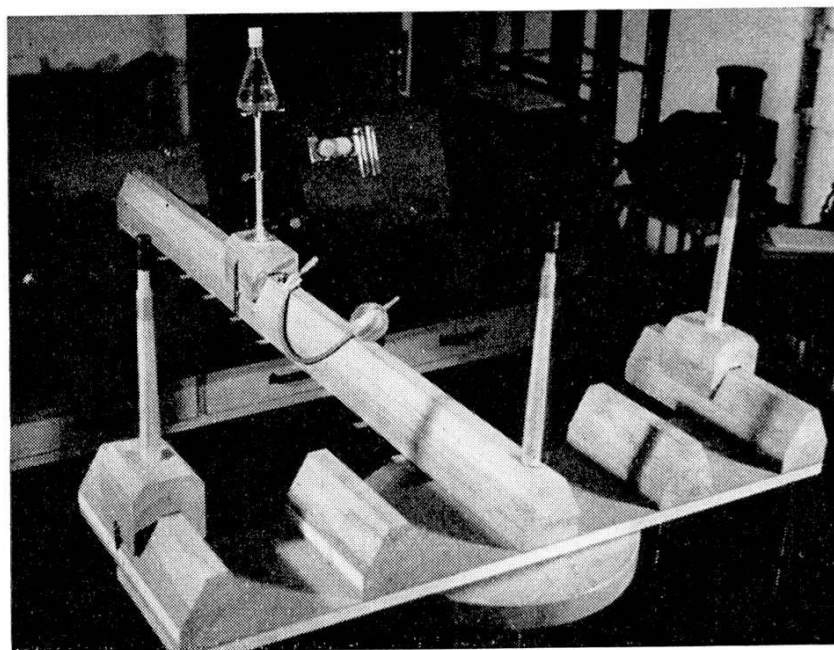


Fig. 6

principalement en thyroxine, avant d'être rendu au sang. La *figure 8* indique le schéma simplifié de la montée de l'iode à la thyroïde, de son retour dans le sang sous forme organique et de l'élimination rénale, chacun de ces transports d'iode étant proportionnel respectivement aux coefficients α , λ et η pour un sujet déterminé. On peut écrire les équations différentielles de transport de l'iode radioactif et les intégrer. La fonction $T(t)$ de l'iode actif total de la thyroïde passe par un maximum, dont la valeur est une fonction compliquée des trois coefficients α , λ et η . En revanche, on montré facilement que la tangente à l'origine est simplement et directement proportionnelle au coefficient α , c'est-à-dire au pouvoir d'absorption de l'iode inorganique du sang par la thyroïde. C'est la raison pour laquelle on trouve une mauvaise corrélation entre la valeur du métabolisme du sujet et le maximum atteint par la

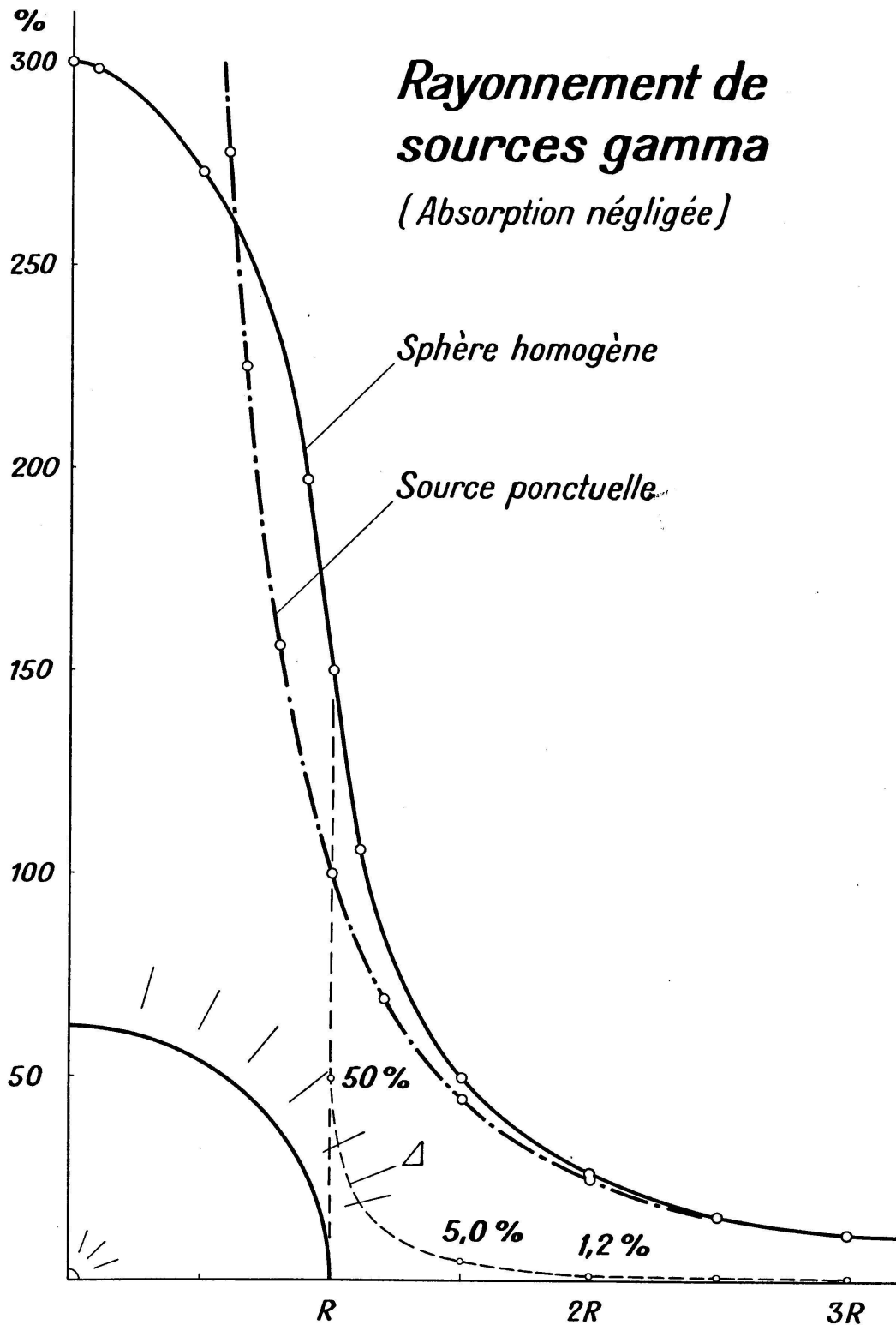
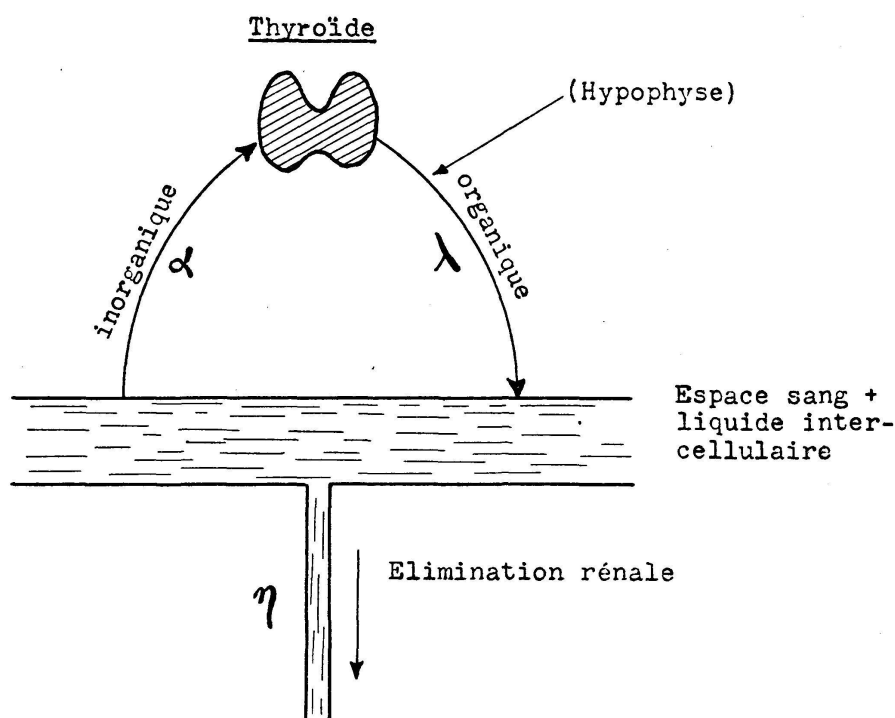


Fig. 7

courbe d'ascension thyroïdienne (coefficient de corrélation 0,48) parce que ce maximum est une fonction compliquée de l'activité thyroïdienne α , de l'élimination rénale η et de la libération dans le sang de l'iode organique λ . En revanche, on trouve une bonne corrélation entre le

Circulation de l'Iode



$T = T(t)$, Iode radioactif total de la thyroïde

$S = S(t)$, Iode radioactif total du sang et de l'espace inter-cellulaire

$U = U(t)$, Elimination rénale

Equations différentielles du régime permanent.

$$dT = \alpha S \cdot dt - \lambda T \cdot dt$$

$$dS = -\alpha S \cdot dt + \lambda T \cdot dt - \gamma S \cdot dt$$

$$dU = \gamma S \cdot dt$$

Fig. 8

métabolisme et la vitesse d'ascension initiale (exprimée en pour-cent par heure)¹.

La *figure 9* illustre, par un exemple frappant, ce qui distingue les courbes d'ascension à la thyroïde $T(t)$ d'une fonction normale et d'une hyperthyroïdisme. La région initiale de chaque courbe est reportée à une échelle agrandie de l'abscisse. Les maxima atteints sont peu différents, de même que les pentes moyennes d'ascension à 5 h. En revanche, les différences des *pentés initiales* rendent tout à fait compte des différences des valeurs du métabolisme.

¹ Ces recherches sont effectuées en collaboration avec Mme *Gautier* et seront publiées in extenso prochainement.

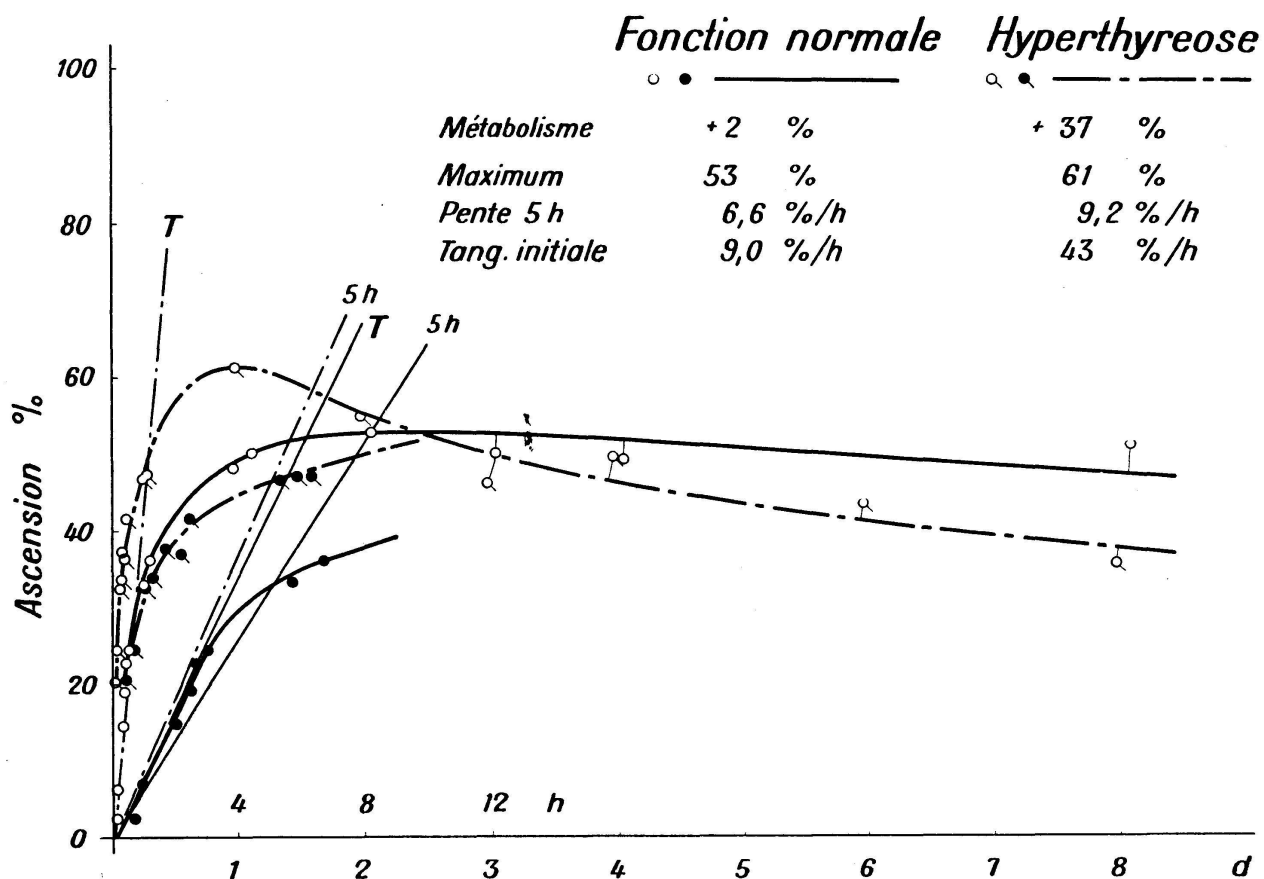


Fig. 9

Le compteur de Geiger, pourvu d'un collimateur de plomb approprié, (fig. 3) peut servir à la détection de très petites quantités de substances radioactives à émission γ introduites par inadvertance dans l'organisme. Le tableau ci-dessous indique chez quatre patients, l'accumulation de *thorotrast* (oxyde de thorium en suspension colloïdale) dans le foie et la rate, dix à quinze années après l'injection par voie endoveineuse. Dans deux cas on retrouve du thorium au lieu d'injection où, dans un cas, un sarcome est apparu (T).

Accumulation de thorium après injection de thorotrast

Inj. thoro-trast	Patient	Mvt propre (Mollet)	Foie		Rate		Reins	Lieu injection Δ
		I/min	I/min	Δ	I/min	Δ	Δ	
1939	O.W.	30,7	36,6	5,9	36,0	5,3	0	—
1938	Th.K.	66	126	60	266	200	0	—
1941	G.H.	45	60	15	50	5	—	55 T
1940	R.S.	45	60	15	55	10	—	10

Comme les activités relatives Δ au-dessus du mouvement propre sont parfois peu élevées, il faut effectuer des mesures de durée suffisamment longue et s'assurer dans chaque cas, par le calcul de la fluctuation statistique, que la différence observée est bien significative.

En raison des rapports contradictoires qui sont publiés, nous n'avons pas encore introduit, au laboratoire, la méthode de la *diiodo-fluorescéine marquée à l'¹³¹I* pour la localisation des tumeurs cérébrales.

La détermination du volume du sang par les globules rouges marqués au ³²P est en cours d'étude.

Protection

L'emploi de radioéléments en quantités importantes dans les hôpitaux et les laboratoires, expose le personnel aux dangers principaux du rayonnement pénétrant gamma, du rayonnement bêta et du danger encore plus sérieux de l'introduction de l'isotope dans l'organisme par voie buccale, par la respiration, par la peau ou une blessure des téguments.

Pour préciser ces dangers, le National Bureau of Standards a établi une table d'isotopes divisée en trois groupes auxquels correspondent, dans chaque groupe, selon leurs quantités, trois niveaux d'activité: «peu dangereux», «modérément dangereux» et «très dangereux». Le premier groupe comprend des isotopes à période courte et faible accumulation dans l'organisme, le 3^e des isotopes à vie longue et longue accumulation dans l'organisme, le second groupe est un groupe intermédiaire entre les précédents.

Groupe	Niveaux d'activité		
	Peu dangereux	Modérément dangereux	Très dangereux
<i>Groupe I.</i> ²⁴Na, ⁴²K, ⁶⁴Cu, ⁵²Mn, ⁷⁶As, ⁷⁷As, ⁸⁵Kr, ¹⁹⁷Hg.	Jusqu'à 1 mC	de 1 à 10 mC	au-dessus de 10 mC
<i>Groupe II.</i> ³H, ¹⁴C, ³²P, ²²Na, ³⁵S, ³⁶Cl, ⁵⁴Mn, ⁵⁹Fe, ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁵Cb, ¹⁰³Ru, ¹²⁷Te, ¹²⁹Te, ¹³¹I, ¹³⁷Cs, ¹⁴⁰Ba, ¹⁴⁰La, ¹⁴¹Ce, ¹⁴³Pr, ¹⁴⁷Nd, ¹⁹⁸Au, ¹⁹⁹Au, ²⁰³, ²⁰⁵Hg.	Jusqu'à 0,1 mC	de 0,1 à 1 mC	au-dessus de 1 mC
<i>Groupe III.</i> ⁴⁵Ca, ⁵⁵Fe, ⁹⁰Sr, ⁹¹Y, ⁹⁵Zr, ¹⁴⁴Ce, ¹⁴⁷Pm, ²¹⁰Bi, ²²⁶Ra, ²³⁹Pu.	Jusqu'à 10 μ C	de 10 à 100 μ C	au-dessus de 100 μ C

Le niveau d'activité *très dangereux* est principalement celui des laboratoires ou cliniques qui utilisent des radioéléments en sources ouvertes pour l'usage thérapeutique et celui des laboratoires où l'on prépare des peintures lumineuses radioactives. Le niveau *peu dangereux* est généralement celui des instituts de physique où l'on étudie les propriétés des noyaux et celui des laboratoires de mesure, de chimie ou de biologie, où l'on emploie la méthode des indicateurs.

Au niveau «très dangereux», les salles de travail sont réservées exclusivement à cet usage; le sol, les tables et les chaises sont recouverts de matériaux imperméables et lavables (verre, acier inoxydable, textolite, certains bitumes), et le personnel ne pénètre dans ces salles que muni de blouses et de chaussures spéciales étanches, de gants de caoutchouc et éventuellement de lunettes. Les isotopes sont manipulés à l'aide d'instruments de travail à distance et derrière une paroi formée de briques de plomb de 5 cm d'épaisseur au minimum pour les émetteurs gamma et de 15 mm d'épaisseur de plexiglas pour les émetteurs béta purs. Les poudres radioactives et les solides effritables, tout particulièrement dangereux, sont manipulés dans une boîte spéciale étanche. Les opérations chimiques sont effectuées dans une hotte ventilée.

Des précautions analogues sont prises pour l'administration de radioéléments au patient: salle spéciale, dispositifs d'injection avec manipulation à distance et écrans de plomb, vêtements spéciaux du personnel. Les urines et les déchets radioactifs sont immédiatement enfermés dans des chariots de transport blindés de 3 cm de plomb. Ils sont conservés en un lieu réservé à cet usage s'il s'agit d'isotopes à vie longue, ils sont conduits aux lieux habituels de vidange, avec éventuellement addition d'une certaine quantité d'élément stable, s'il s'agit d'isotopes à période courte (moins de quinze jours). Les réserves de radioéléments sont enfermées dans un coffre à cellules de plomb, séparément protégées, et disposé en un lieu où la durée de présence du personnel est très réduite.

L'expérience montre que le personnel hospitalier en contact avec les patients traités avec des isotopes à émission gamma (Radium, ^{198}Au , ^{60}Co) reçoit des doses de rayonnement qui avoisinent ou même dépassent la dose de tolérance de 300 milliröntgens par semaine. Le tableau ci-dessous donne les doses de rayonnement hebdomadaires reçues par un groupe de gardes-malades en contact avec ces patients à la Clinique radiothérapeutique de l'Hôpital cantonal de Zurich. Les doses de rayonnement reçues ont été mesurées chaque jour, à l'aide de deux chambres d'ionisation portées l'une à la taille et l'autre sur la poitrine. L'isolement des chambres est contrôlé dans la nuit qui suit l'enregistrement de chaque valeur élevée.

*Doses de rayonnement reçues par le personnel exposé aux patients traités
par isotopes*

Semaine du 27 juillet au 2 août 1953
(Clinique radiothérapeutique, Prof. Dr H.-R. Schinz)

Infirmière	Isotopes	Activité	Dose hebdomadaire		Jours ou min
			Bassin	Poitrine	
O.F.	Cobalt	25 mC	165 mr	205 mr	4
H.B.	Radium	50 mC	300 mr	300 mr	5
R.M.	Radium	25 mC	130 mr	124 mr	5
E.S.	Cobalt	25 mC	405 mr	287 mr	6
F.W.	Cobalt	2 × 25 mC	70 mr	75 mr	7
	Radium	25 mC			
		+ 50 mC			
H.M.	Radium	50 mC	15 mr	5 mr	10'
R.L.	Cobalt	25 mC	16 mr	19 mr	50'
	Radium	24 mC	(Main : 50 mr)		

Le tableau suivant résume les doses de rayonnement hebdomadaires reçues par huit des gardes-malades les plus exposées de la même clinique, au cours de quinze semaines. Les valeurs absentes indiquent que le personnel n'était pas exposé aux radiations.

Traitements par ^{60}Co , ^{131}I , ^{198}Au , Ra
Doses de rayonnement hebdomadaires

Date 1953	Gardes-malades							
	O.F.	R.M.	E.S.	F.W.	K.V.	R.B.	M.L.	M.M.
	Millircentgens							
4. -10. 5.	—	—	—	—	—	263	—	151
11. -17. 5.	—	—	—	—	—	162	—	50
18. -25. 5.	—	48	—	—	—	—	—	—
26. -31. 5.	—	98	234	—	—	—	—	12
8. -14. 6.	—	156	—	—	45	81	2	20
15. -21. 6.	—	—	—	—	51	90	20	87
22. -28. 6.	—	22	—	—	33	—	—	—
29. 6.- 5. 7.	—	79	—	—	41	—	—	—
7. -12. 7.	140	70	—	20	—	—	—	—
13. -20. 7.	—	23	—	30	—	—	10	—
21. -26. 7.	276	—	188	70	—	—	—	—
27. 7.- 2. 8.	205	130	405	75	—	—	—	—
3. - 9. 8.	140	—	100	68	—	—	—	—
10. -16. 8.	—	242	141	150	215	—	—	—
17. -23. 8.	317	116	117	—	—	—	—	—

(Mesures de M^{lle} E. Roesch)

Ces mesures montrent que le personnel exposé au niveau de radiation élevé doit être constamment contrôlé. Ici les mesures de protection doivent être complétées et améliorées.

L'emploi des radioéléments tend à se répandre non seulement dans les cliniques, mais dans les laboratoires et dans l'industrie. Ils soumettent une partie croissante de la population aux effets nocifs des radiations pénétrantes: effets nocifs sur le sang, effets sur l'hérédité. On peut et on doit apprendre aux usagers à maintenir à l'aide de moyens techniques et d'une stricte discipline, la dose de rayonnement reçue à un niveau inférieur à la dose de tolérance.

2. H. STAUB (Basel). — Ca^{45} bei Stoffwechseluntersuchungen.

99% des Calciums sind im Skelett. Das Skelett-Calcium ist auch Depot und Lieferant im Ca-Stoffwechsel. Bei Stoffwechselversuchen mit Ca-Bilanzen ist zu berücksichtigen, daß einer relativ geringen Menge Nahrungs-Calcium von zirka 1 g täglich beim Menschen ein disponibles Ca-Depot im Knochen von zirka 1 kg gegenüber steht. Um am Lebenden über zeitlichen Verlauf von Resorption und Ausscheidung, während einer bestimmten Versuchsperiode, bilanzmäßig Genaueres aussagen zu können, verwendet man heutzutage mit Vorteil Salze von Ca^{45} , mit einer Halbwertszeit von 152 Tagen und einer weichen β -Strahlung.

Auf Grund solcher Untersuchungen mit markiertem Calcium konnten über *Resorption*, *Verteilung* und *Ausscheidung* die folgenden wichtigen Befunde erhoben werden. An der Ratte erscheinen innerhalb 69 Stunden nach Schlundsondenzufuhr 10,8% der Aktivitäten im Stuhl und 65,6% im Urin. In der Niere werden innerhalb der ersten 9 Stunden mehr als 50% ausgeschieden. 20% werden im Knochen retiniert. (Campbell, W. und Greenberg, D. M.: Proc. Nat. Acad. of Science USA, 26, 176, [1940].)

An Malignom-Kranke haben Bellin, J. und Laszlo, D. (Science 117, 331, [1953]) kürzlich große Dosen von $\text{Ca}^{45}\text{Cl}_2$ intravenös gegeben. Während 14 Tagen wurden im Urin 32%, im Stuhl 6,8% ausgeschieden. 35 μC von insgesamt 57,6 zugeführten μC wurden in Knochen und Myelom-Tumoren des Skeletts zurückgehalten. Mit Äthylendiamintetraessigsäure (EDTA) können Komplexsalze mit Erdalkalitionen dargestellt werden. (Schwarzenbach, G. und Ackermann, H.: Helv. chim. Acta, 31, 1029, [1948]). Bellin und Laszlo haben diesen Komplexbildner ihren Versuchspersonen intravenös zugeführt und danach eine zehnmal größere Ca^{40} - und Ca^{45} -Ausscheidung durch die Niere nachgewiesen.

Innerhalb 60 Stunden werden 4–5% intraperitonäal appliziertes Ca^{45} durch die Galle ausgeschieden. (Greenberg, D. M. und Troescher, F. M.: Proc. Soc. exper. Biol. a. Med., 49, 488, [1942]. Gallenfistelratten.)

Aus Rattenversuchen geht hervor, daß Ca^{45} nach Schlundsondenapplikation sehr rasch, d. h. innerhalb 4 Stunden, aus proximalem Dünndarm resorbiert wird. Aus den distalen Teilen des Darmes werden innerhalb 24 Stunden weitere Mengen aufgenommen, so daß im ganzen

innerhalb 24 Stunden 65% resorbiert werden. Ältere Tiere zeigen eine geringere Resorption. Es ist also die Tatsache festzuhalten, daß Ca auch vom distalen Darmabschnitt resorbiert wird (ausgenommen Rectum). (Harrison, H. E. und Harrison, H. C.: J. Biol. Chem., 188, 83, [1951].) Nach intramuskulärer Injektion an Ratten wurde die Sekretion in den Magen-Darm-Kanal von Wallace, H. D., Tweedy et al. (J. Nutrition, 43, 469, [1951]) untersucht. Innerhalb der ersten 15 Minuten nach Injektion sind die Aktivitäten über die Wandungen des ganzen Darmes gleichmäßig verteilt. Nach 6 Stunden oder später findet sich die größte Konzentration im Inhalt des Dickdarmes. Sekretion und Rückresorption, auch aus dem Dickdarm, gehen nebeneinanderher. Junge Tiere zeigen bessere Retention im Körper, eventuell auch bessere Rückresorption aus dem Darm.

Bei den Beziehungen zwischen *Knochensystem* und Ca-Umsatz sind besonders Austauschvorgänge zu berücksichtigen. Es ist bekannt, daß in einem System, wo feste Kristalle in einer Lösung liegen, welche ein Isotop eines der Elemente enthält, welche die solide Phase bilden, das Isotop an das Kristall adsorbiert wird, ohne daß die Masse der soliden Phase zunimmt. Gleichzeitig wird nicht aktives Element in die Lösung abgegeben. Die Geschwindigkeit dieses Austausches hängt von Kristallgröße und Oberfläche ab. Solche Austauschvorgänge lassen sich z. B. auch mit Knochenpulver in einer $P^{32}O_4$ -haltigen Lösung nachahmen. Sie gelten auch für Hydroxyapatit-Kristalle und Ca^{45} -Austausch in Knochen, Dentin und Schmelz. Dieser «turnover», an Phosphat gemessen, ist am raschesten beim Knochen, langsamer beim Dentin und am langsamsten beim Schmelz. Er ist dort am raschesten wo die Oberflächen am größten sind, d. h. im Knochen. Im Knochen ist von Wood jr. (Falkenheim, M. et al.: J. Biol. Chem., 169, 713, [1947]) eine spezifische Oberfläche von 99 m² pro Gramm gemessen worden. Der Ca-«turnover» an der Ratte, zwischen Skelett-Ca und Serum-Ca, umfaßt innerhalb 45 Stunden 50%. Bei älteren Tieren ist der Austausch langsamer. Man kann eine erste rasche Phase von etwa 2 Stunden und eine langsame Phase, die länger als 72 Stunden dauert, der Ca^{45} -Adsorption im Knochen unterscheiden. (Harrison, H. E. und Harrison, H. C.: J. Biol. Chem., 185, 857, [1950].) Diese Zweiphasigkeit der Austauschreaktion ist bereits 1935 für P^{32} von Hevesy und Mitarb. (Nature, 136, 754, [1935]; Biochem. J., 34, 532, [1940]) gefunden worden. Oberflächenstrukturen und vasculäre Verhältnisse in Epiphyse und Diaphyse beeinflussen die Austauschgeschwindigkeit.

Von Leblond sind außerordentlich instruktive Befunde über Einlagerung markierter Salze im Knochen mit Hilfe von Radioautogrammen publiziert worden. (Leblond, C. P. et al.: Am. J. Anat., 86, 289, [1950].)

Rachitische Tiere haben einen langsameren Ca-«turnover». Durch *Vitamin D* wird er beschleunigt. Die kurative Vitamin D-Wirkung zeigt sich besonders eindrucklich an rachitischen Tieren. Vitamin D fördert auch die Ca-Resorption aus dem distalen Darm. Beim jetzigen Stand des Wissens ist anzunehmen, daß Vitamin D die intestinale Ca-Resorp-

tion, selbst unter den ungünstigen Bedingungen geringer Konzentrationen löslicher Ca-Salze in der Darmflüssigkeit, fördert. Im Bereiche von *Knochenfrakturen* findet nach Ca^{45} -Applikation eine Aktivitätszunahme statt.

Über *Hormon-Wirkungen* auf den Ca-Stoffwechsel hat die Ca^{45} -Anwendung nichts besonders Wichtiges ergeben. Untersucht wurden Parathyreoidextrakt, Wachstumshormon und ACTH.

An der Basler Klinik wurden von *Geißberger, W., Baur, H., und Striebel, A.* (Helv. med. Acta, 17, 465, [1950]) und *Geißberger, W.* (Zschr. ges. exper. Med., 119, 111, [1952]) in zahlreichen Versuchen *am Menschen mit Ca^{45} -Glukonat Bilanzuntersuchungen* durchgeführt. Wir haben sehr niedrige Aktivitätsdosen von $0,17 \mu\text{C}$ verwendet, was bei Umrechnung auf 70 kg schwere Menschen etwa $0,024 \mu\text{C}$ pro kg Knochen ausmacht. Das sind weniger als $\frac{1}{1000}$ der Dosis, der nach einer amerikanischen Faustregel gestatteten Aktivität pro kg. Es kann also mit gutem Gewissen behauptet werden, daß die Anwendung dieser Aktivitätsdosis beim Menschen keine Schädigungen macht. Einige Nachkontrollen, 1 bis 2 Jahre nach der Applikation, an unseren früheren Versuchspersonen, haben Wohlbefinden und normalen Blutstatus ergeben.

Geißberger hat die *Ca-Ausscheidung in Urin und Stuhl nach intravenöser, oraler und rectaler Applikation* untersucht und festgestellt, daß nach oraler Applikation innerhalb 4 Tagen 60 bis 80% in den Faeces wieder erscheint, im Urin zirka 1 bis 6% wieder ausgeschieden wird. Die entsprechenden Zahlen nach intravenöser Zufuhr sind 4 bis 15% im Stuhl und 10 bis 20% im Urin. Bei rectaler Applikation wird praktisch alles Ca^{45} im Stuhl ausgeschieden. Es wird nichts resorbiert. Im Urin lassen sich keine Aktivitäten auffinden. Nach intravenöser und oraler Ca-Zufuhr kommt es zu positiver Ca-Bilanz; die Ca-Retention ist nach intravenöser Eingabe rund 80%, nach Einnahme per os 20 bis 25%.

Die gute Retention nach intravenöser Applikation ist auch in *Versuchsreihen mit achttägiger chronischer Ca^{45} -Zufuhr* deutlich. Zehn Tage nach oraler Zufuhr besteht noch eine positive Bilanz von 25%, 13 Tage nach intravenöser Zufuhr ist sie aber noch 46%.

Die Geißbergerschen sorgfältigen Untersuchungen haben einerseits zum Verständnis der Ca-Resorption und Ausscheidung beim Menschen beigetragen, andererseits aber auch die therapeutisch wichtige Tatsache geliefert, daß Ca-Therapie am wirksamsten intravenös durchgeführt wird und daß *rektale Calciumapplikation eine symbolische Handlung darstellt*.

3. A. VANOTTI (Lausanne). — *L'iode radioactif et la fonction thyroïdienne.**

4. K. BERNHARD (Basel). — *Untersuchungen auf dem Gebiete des Lipidstoffwechsels mit Hilfe der Isotopentechnik.**

5. J. H. MÜLLER (Zürich). — *Erfahrungen mit der intraperitonealen (und intrapleurales) Applikation von künstlichen radioaktiven Isotopen (Zn^{63} , Au^{198}) für die Behandlung der vom Ovar ausgehenden Carcinosen, seit 1945.**

* Erscheinen in extenso in der Schweiz. Mediz. Wochenschrift.

6. G. MAYOR (Zurich). — *Le radiocobalt dans le traitement des tumeurs malignes de la vessie.*

Le traitement par application locale de radiocobalt a été entrepris depuis trois ans chez 60 malades atteints de tumeurs vésicales. Au point de vue technique ce traitement consiste à remplir un ballon monté sur sonde et introduit au préalable par les voies naturelles dans la vessie, avec une solution de chlorure de radiocobalt 60. La solution radioactive est laissée au contact de la tumeur pendant un temps déterminé variant suivant la nature histologique de la tumeur. La durée moyenne de l'application est de 8 à 10 jours avec une dose totale de 10 000 à 12 000 r. Le traitement par le radiocobalt est indiqué dans la papillomatose récidivante ou multiple dont l'abord chirurgical est malaisé et nécessite de multiples interventions transurétrales. Il est indiqué d'autre part dans les cas de carcinomes papillaires à condition de réséquer par voie transurétrale ou transvésicale une tumeur exophytique jusqu'au niveau de sa base d'implantation avant l'application locale du traitement par le radioisotope. Pour les tumeurs malignes térébrantes infiltrant très tôt les couches profondes de la paroi vésicale, il convient de préférer au traitement par le radiocobalt la cure chirurgicale avec application ultérieure d'un rayonnement très pénétrant dans le genre du rayonnement électronique du bétatron. L'application locale de radiocobalt est impossible si la capacité vésicale est inférieure à 100 cmc en raison des ténesmes et des douleurs provoquées par la mise en demeure du ballon dans une vessie présentant le plus souvent une infection associée.

Les résultats thérapeutiques immédiats sont caractérisés par le fait que les hématuries cessent dans la grande majorité des cas après l'ablation du ballon. Les phénomènes de cystite s'amendent sous l'influence d'un traitement antibiotique qui dépend des résultats de l'épreuve de résistance des urines aux agents antibiotiques actuellement connus.

Les résultats thérapeutiques tardifs sont encore trop récents pour être jugés de façon définitive et objective. Ils donnent jusqu'à l'heure actuelle une guérison locale sans récurrence et sans troubles de cystite dans 37% des cas. Dans 35% des cas, les malades sont améliorés pendant un certain temps au terme duquel une récurrence est à nouveau décelable, ou il subsiste une cystite persistante avec guérison des lésions qui nécessite un traitement conservateur suivi. Chez 8 malades, nous avons observé des phénomènes de radionécrose qui se manifestent un an au moins après l'application du radiocobalt. Ces lésions dont le diagnostic cystoscopique est difficile à poser en raison de leur ressemblance avec des

lésions inflammatoires résiduelles ou une récurrence tardive, régressent sous l'influence d'un traitement local conservateur qui doit se poursuivre pendant plusieurs mois. Dix-sept de nos malades (28%) sont décédés le plus souvent par métastases multiples, par récurrence étendue locale avec métastases secondaires ou des suites d'une affection intercurrente.

Le traitement par application locale de radiocobalt associé au traitement chirurgical nous a permis d'obtenir des résultats thérapeutiques supérieurs aux procédés employés communément pour lutter contre une affection dont le pronostic est d'emblée toujours d'une extrême gravité.

Mitteilungen :

1. S. NEUKOMM, J. RIVIER, P. LERCH et P. DESBAILLETS (Lausanne).
— *A propos de la rétention du radiophosphore chez l'homme normal et cancéreux, mesurée par l'élimination urinaire (1^{re} communication).*

On montre que l'élimination urinaire du radiophosphore mesurée pendant les quatre jours qui suivent son injection intraveineuse est en grande partie dépendante de l'état fonctionnel de la moelle osseuse mesuré par le nombre de leucocytes circulants. Il existe apparemment une relation étroite entre ces deux fonctions qui peut être représentée par l'équation d'une hyperbole équilatère suivant laquelle plus la production de leucocytes est grande, plus faible est l'élimination du radiophosphore. Celui-ci est donc retenu en quantité importante dans la moelle osseuse, centre de prolifération cellulaire intense. Chez des cancéreux, sans atteinte primaire de la moelle, le radiophosphore pourra se fixer dans la tumeur en évolution. Le degré de cette fixation dépendra de la nature et de la vitesse de développement du tissu cancéreux ainsi que du volume qu'il occupe dans l'organisme. Il y aura probablement compétition entre les deux centres de prolifération, moelle osseuse et tissu cancéreux, en ce qui concerne la rétention du radiophosphore. On montre par deux exemples que lorsque la sélectivité du tissu cancéreux est plus grande que celle de la moelle, on peut apprécier par ce «test» l'évolution du cancer.

2. P. LERCH et S. NEUKOMM (Lausanne). — *Le dosage des substances radioactives séparées par chromatographie et électrophorèse.*

On décrit un appareil automatique permettant la mesure de la répartition de la radioactivité sur un chromatogramme ou un électrophosogramme.

Il comprend :

- a) un chariot porteur de la bande de papier, entraîné par un moteur synchrone,
- b) un château de plomb abritant le détecteur de Geiger-Müller, et où passe le chariot,

- c) une source de haute tension alimentant le détecteur,
- d) un intégrateur qui reçoit les impulsions du détecteur,
- e) un milliampèremètre enregistreur à plume qui inscrit la valeur du courant sortant de l'intégrateur,
- f) un dispositif de commande assurant la liaison entre les diverses parties de l'appareil.

Le dispositif a été plus particulièrement étudié pour la mesure de faibles activités avec une précision suffisante et une bonne reproductibilité.

Un premier exemple d'application a trait à la mesure d'un radio-électrophorogramme d'albumines iodées marquées à l'iode-131; il permet de conclure que toute l'albumine utilisée est constituée par une seule substance, marquée à l'iode-131, et qu'elle est exempte d'iodure libre.

Un second exemple concerne la mesure d'un radiochromatogramme de fluorescéines iodées marquées à l'iode-131. La comparaison entre le chromatogramme avant et après révélation à l'amidon d'une part, et l'autoradiogramme et la courbe donnée par l'appareil d'autre part, permet de déterminer les activités relatives de l'iodure libre et de trois fluorescéines iodées, et montre qu'une partie de la fluorescéine n'est pas iodée.

Un dernier exemple montre bien l'intérêt présenté par un lecteur de radiochromatogramme doué de bonnes précisions et reproductibilité. On a pu déterminer la masse limite d'une substance à chromatographier, au-delà de laquelle le RF cesse d'être constant et les taches se déforment en s'allongeant, ceci pour de l'iodure de potassium dans le système acétone/ammoniaque diluée.

3. S. NEUKOMM, P. LERCH, J. RIVIER (Lausanne). — *Comportement et action de l'or colloïdal radioactif dans les épanchements pleuraux et péritonéaux.* (Résumé.)

On étudie un cas de carcinose péritonéale avec ascite évoluant à partir d'un épithélioma germinatif de l'ovaire. On étudie en détail la cytologie de l'ascite avant et après administration d'une dose de 50 mc. d'or colloïdal radioactif, ainsi que la fixation du colloïde dans les histocytes (par autohistoradiographie). On a par ailleurs déterminé l'évolution de la radioactivité totale de l'ascite et de l'urine. On démontre que les radiations émises par l'or entraînent une inhibition nette mais temporaire de l'évolution du processus cancéreux. Sur la base des observations faites, on propose un schéma général de traitement des carcinoses péritonéales (et pleurales) avec épanchement.

4. JOS. KOPP (Ebikon). — *Biologische Bodenfaktoren.*

Vor zwei Jahren habe ich an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß geophysikalische, mit Meßgeräten erfaßbare Bodenreize, welche über unterirdischen Wasserläufen oder Verwerfungen auftreten, bei Mensch und Tier sehr oft pathogene Effekte hervorrufen. Diese Wirkungen werden einerseits durch manche Tierexperimente erhärtet und ander-

seits durch zahlreiche Beobachtungen von Ärzten, Geologen und Physikern bekräftigt. Im letzten Herbst wurde in Eberbach am Neckar ein Ärztekongreß über *Geopathie* abgehalten, an dem das Problem der krankmachenden Bodenreize von Ärzten, Geologen und Physikern in positivem Sinne diskutiert wurde. In einer Resolution wurden *Standortskrankheiten* als Tatsachen anerkannt, und es wurde deren Erforschung auf breiter wissenschaftlicher Basis anempfohlen. Der von v. Gonzenbach stammende Ausdruck biologische Bodenfaktoren beruht demnach auf realen wissenschaftlichen Grundlagen.

Zu den biologischen Bodenfaktoren sind nicht nur die Reizeffekte über Verwerfungen und Wasseradern zu rechnen, sondern auch die *niederfrequenten Wechselströme*, welche den Bahn- und Tramschienen entweichen und sich in guten geologischen und metallischen Leitern über große Strecken fortpflanzen. Sie konzentrieren sich in den Eisen- und Eisenbetonkonstruktionen moderner Büro-, Fabrik- und Wohnbauten und erzeugen bei den ihnen ausgesetzten Personen pathologische Effekte, die eine gewisse Ähnlichkeit mit meteorotropen Erscheinungen zeigen (Müdigkeit, Nervosität, Schlaflosigkeit, Rheumatismus usw.). Die Untersuchungen von Prof. S. W. Tromp, Begründer der Stiftung für psychische Physik an der technischen Hochschule Delft, haben ergeben, daß die niederfrequenten Wechselströme in Eisenbalken von rutenempfindlichen Personen wahrgenommen werden. Durch Veränderung von Arbeits- oder Schlafplätzen wurden exponierte Personen in kurzer Zeit beschwerdefrei. Die pathogene Wirkung der niederfrequenten Wechselströme ist übrigens auch durch Tierexperimente festgestellt worden.

Bei der Untersuchung moderner Häuser mit Eisenkonstruktionen habe ich starke Abweichungen der Magnetnadel beobachten können. In diesem Zusammenhange ist es aufschlußreich, daß auch bei den pathogenen Auswirkungen auslösenden Reizstreifen magnetische Anomalien auftreten.

Da die Biologen viele neue Erscheinungen gefunden und nachgewiesen haben, bevor es physikalische Mittel zu ihrer Feststellung gegeben hat, ist es berechtigt, dem in vielen europäischen Ländern gesammelten Erfahrungsschatz über pathogene Reizstreifenwirkungen eine gewisse Beweiskraft zuzuerkennen. An dieser Stelle sollen aus zahlreichen ähnlichen Fällen nur einige besonders interessante herausgegriffen werden, die sich auf eigene Beobachtungen stützen.

Auf dem Zugerberg wurde durch die Korporation ein neuer, großer Viehstall gebaut. Es zeigten sich bald Tiererkrankungen, hauptsächlich Lahmen der Rinder. Meine Untersuchung ergab, daß unter dem Stall durch 5 Quellen verliefen, und die Kontrolle des Standortes der erkrankten Tiere bestätigte den Zusammenhang mit den Reizstreifen. Auf meinen Ratschlag wurde darauf längs des Stalles ein 6 m tiefer Graben erstellt, um alle Wasserläufe abzufangen und zu fassen. In 4 bis 6 m Tiefe stieß man in der Moräne auf die Quellen, und nach Fertigstellung der Fassungen ergab sich ein Gesamterguß der Quellen von zirka 30 l/min. Erkundigungen einige Monate nach der Quellfassung

ergaben, daß die Tiererkrankungen stark zurückgegangen waren und wieder normale Verhältnisse vorherrschten, was durch den behandelnden Tierarzt bestätigt wurde, der auf Grund eigener Erfahrungen ebenfalls in den Quellen die Ursache der gehäuften Krankheitserscheinungen erblickte.

Es ist sehr rasch möglich, in Ställen die Orte immer wiederkehrender Tiererkrankungen durch Reizstreifenuntersuchungen zu bestimmen.

In einem andern Falle zeigte sich, daß unter dem Kopf eines Pferdes, das erblindet war, eine Quelle verlief. Bei einer Reihe von Fällen haben sich solche Zusammenhänge gezeigt. Ziemlich häufig zeigt sich bei Pferden unter Reizstreifenexposition Blutzersetzung. Bei Rindern tritt oft Nichtaufnehmen oder Verwerfen ein.

Derartige praktische Erfahrungen sind in den letzten Jahren durch mehrere Tierexperimente bestätigt worden.

In Holland werden zurzeit unter Mitwirkung von 20 Naturwissenschaftlern Forschungen über den Einfluß von Reizstreifen auf Pflanze, Tier und Mensch mit besonderer Berücksichtigung des Krebsproblems durchgeführt. Das ist der Weg, der auch in unserem Lande durch ein Teamwork von Ärzten, Geologen und Geophysikern beschritten werden sollte, um zur Abklärung der medizinischen Seite des Erdstrahlenproblems zu gelangen.