

# LA MÉDECINE NUCLÉAIRE A TANANARIVE

par J. MANAMBELONA

## INTRODUCTION

*« Nous saurons la physiologie lorsque nous pourrons suivre pas à pas une molécule de carbone ou d'azote, faire son histoire, raconter son voyage dans le corps d'un chien, depuis son entrée jusqu'à sa sortie ».*

(Claude BERNARD)

On ne saurait mieux évoquer et mieux introduire la « Médecine Nuciéaire » qu'en citant cette parole célèbre de l'auteur de « L'introduction à la Médecine expérimentale ».

A l'heure actuelle, cette prophétie est dans son esprit parfaitement accomplie. Bien plus, le nombre de molécules marquées augmente de jour en jour, en même temps qu'on fabrique artificiellement des isotopes radioactifs. L'évolution prodigieuse et féconde de l'électronique a permis de détecter efficacement les moindres traces de radio-éléments et ainsi de « suivre pas à pas » les molécules marquées, non seulement « dans le corps d'un chien » — ce qui est déjà dépassé — mais dans le corps de l'homme.

On peut alors définir la médecine nucléaire comme la science de l'utilisation des molécules marquées aux isotopes radioactifs en physiologie et de-là en diagnostic (1).

L'établissement d'un diagnostic repose sur l'analyse du fonctionnement de tel ou tel organe ou système, la comparaison de la physiologie normale avec la pathologie. Par ailleurs, certaines modifications fonctionnelles s'accompagnent d'altérations morphologiques.

---

(1) L'utilisation des radioisotopes en thérapeutique est plutôt une branche de la radiologie.

Ainsi, les isotopes radioactifs ont contribué :

- 1) à élucider des problèmes physiologiques,
- 2) à apprécier les modifications de forme d'un organe.

Comment cela est-il possible ?

- 1) Grâce à l'identité de comportement chimique des isotopes radioactifs et de leurs homologues stables non radioactifs.
- 2) Grâce à l'efficacité de détection de ces éléments, même à dose traceuse.

On peut pour ainsi dire prospecter les zones radioactives, point par point dans un organe donné et établir une carte indiquant la variation de la concentration radioactive dans cet organe.

Bien entendu, il ne faut pas toutefois espérer remplacer tous nos tests éprouvés par des examens aux isotopes : très souvent les isotopes confirment ou complètent les examens courants. Parfois ils s'avèrent irremplaçables.

La visualisation d'un organe trop petit ou trop profond est toujours un gros problème. Par ailleurs, même si le marquage d'une molécule est techniquement possible, la mesure de la radioactivité peut poser de sérieux problèmes si le rayonnement est de trop faible énergie ou l'isotope de vie trop courte.

Cette réserve fait sentir nos possibilités en même temps que nos limites, ces limites pouvant être plus ou moins temporaires.

## DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT DE BASE

Le matériel de base pour les examens médicaux de routine est le scintigraphe. Il sert aussi bien dans les épreuves fonctionnelles que dans les épreuves de visualisations d'organes.

Il se compose essentiellement des organes suivants (Fig. 1) :

- 1) Un *détecteur à scintillation*,
- 2) Un *ensemble électronique* : servant à amplifier les signaux électriques provenant du détecteur, à traiter ces impulsions d'une manière spéciale avant qu'elles n'attaquent les organes de mesure proprement dit :
  - une échelle de comptage,
  - un enregistreur d'informations : galvanomètre,  
inscripteur à plume,  
marteau électro-mécanique.
- 3) Un moteur permettant le déplacement automatique du détecteur dans le sens longitudinal et transversal, à vitesse et à interligne variables.

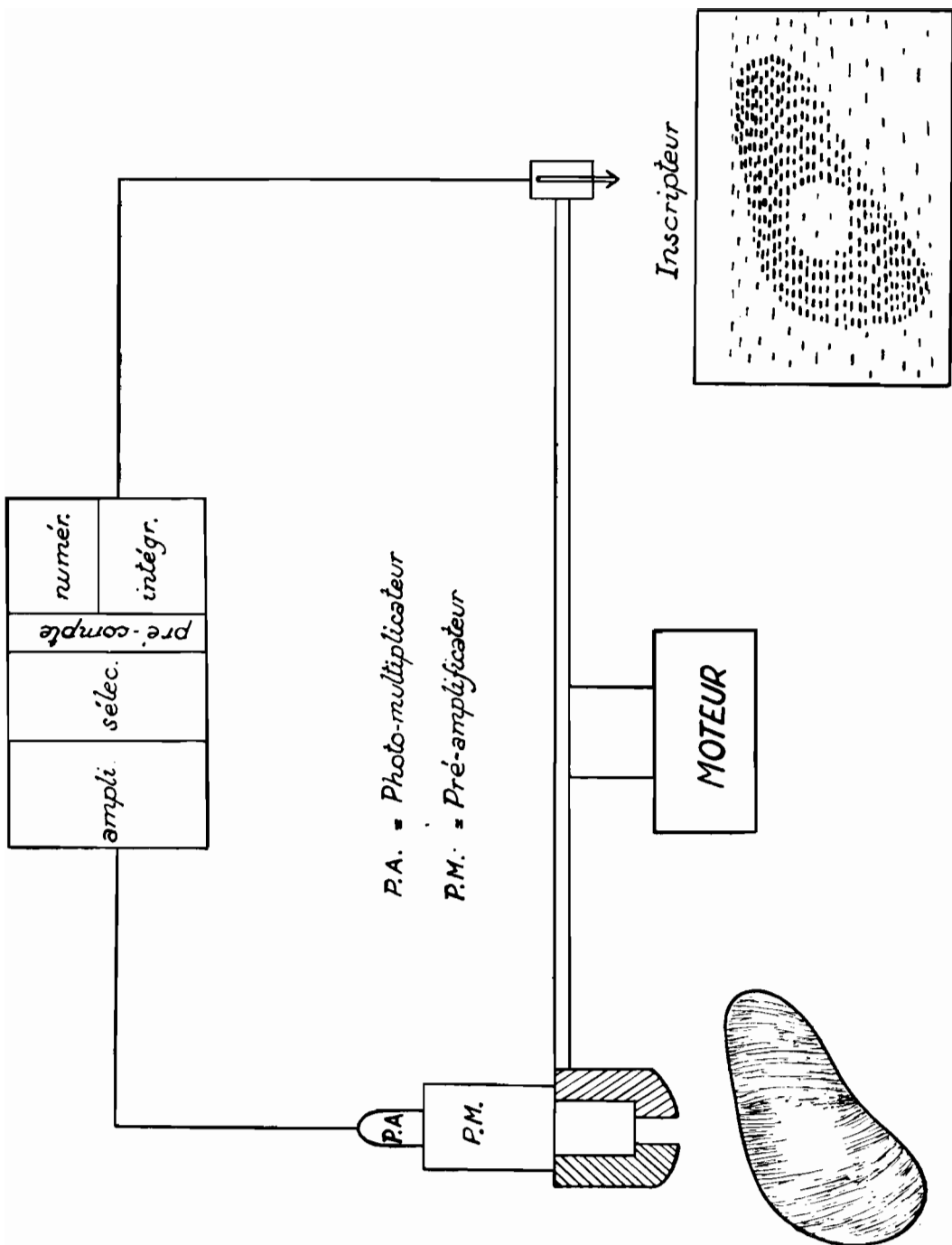


Fig. 1

**Principe du Scintigraphe**

## I) — Fonctionnement en détecteur fixe

Fonctionnant en détecteur fixe, (détection externe, qui ne nécessite pas une prise de sang) au-dessus d'un organe donné, le détecteur permet de suivre la cinétique de la concentration radioactive au sein de cet organe, en fonction du temps.

En comparant la courbe obtenue à celle d'un sujet sain, on peut estimer s'il y a ou non intégrité d'une certaine fonction de cet organe.

On comprend que la validité du test suppose :

1) Un rendement de détection suffisant, d'où rayonnement assez énergétique pour sortir du corps sans atténuation importante, mais pas trop énergétique pour donner lieu à une absorption suffisante au niveau du détecteur. (Optimum de 50 à 500 Kev pour détecteur INa).

2) La conservation des phénomènes biologiques, sans modification de comportement par l'emploi de l'indicateur employé ; d'où l'impératif des doses dites traceuses ne comportant qu'une quantité pondérale négligeable de substance pour une radioactivité suffisante. C'est ainsi qu'il est possible de suivre « la marche » d'un isotope radioactif

- dans une glande thyroïde,
- dans un foie ou dans les voies biliaires,
- dans les cavités cardiaques,
- dans les reins, etc...

Bien entendu, ces épreuves fonctionnelles ne dispensent pas des épreuves classiques.

## II) — Fonctionnement en détecteur mobile

Le fonctionnement en détecteur mobile permet la visualisation de l'organe où se trouve une concentration sélective d'une certaine substance marquée. On obtient alors une image qu'on appelle scintigramme, et la technique correspondante porte le nom de scintigraphie.

Alors qu'en radiologie, la visualisation repose sur une différence d'absorption de rayons par les tissus (différence naturelle ou provoquée par une substance de contraste), ici cette visualisation repose sur la différence d'affinité des organes pour telle ou telle substance, rendue détectable par les rayonnements nucléaires qu'elle émet.

Nous pouvons toujours continuer le parallélisme avec la radiologie :

- La radiologie donne l'ombre « portée » de l'organe ; c'est une image négative.
- La scintigraphie donne l'image directe de la source rayonnante qui est l'organe lui-même.

## POSSIBILITES ACTUELLES DU LABORATOIRE EN MEDECINE NUCLEAIRE

Notre médecine nucléaire est en pleine croissance, car nous nous équipons à la demande, progressivement.

Si des examens commencent à être familiers à Tananarive, d'autres sont à l'étude pour les années qui viennent.

Voici succinctement les examens de routine qui nous sont présentement possibles :

- 1) Examens de la glande thyroïde.
- 2) Examens du foie et des voies biliaires.
- 3) Examens de la rate.
- 4) Examens des reins.

### 1) Examen de la glande thyroïde.

*Principe* : La glande thyroïde est l'organe qui a le premier bénéficié de la technique nucléaire, pour les raisons suivantes :

1) On connaît depuis longtemps son rôle dans le métabolisme de l'iode. D'où l'idée d'utiliser les isotopes radioactifs de l'iode, dont l'obtention est relativement simple. En particulier l'iode-131 (2) dont la période de 8 jours se prête assez bien aux études biologiques et dont l'énergie (364 Kev) se trouve situé dans la zone intéressante précédemment dite (50 — 500 Kev).

2) Son siège superficiel en fait un organe de choix pour la détection externe.

#### *Conduite de l'examen :*

Le malade reçoit le matin une dose traceuse d'iode-131 de l'ordre de 50 microcuries. On prépare un flacon contenant une dose identique (témoin ou standard). On procède à un comptage comparé de l'organe et du témoin dans les mêmes conditions géométriques, pendant les heures qui suivent l'administration du produit par voie buccale.

Il est alors possible de savoir quel pourcentage de la dose administrée la glande a fixé au bout de telle heure ou tel jour. Certains auteurs font la mesure pendant une seule demi-journée, d'autres pendant quelques jours ou une semaine ou même 10 jours, chacun suivant son optique ou ses possibilités d'hospitalisation.

Voici à titre d'exemples les courbes fonctionnelles relatives à un certain nombre d'affections thyroïdiennes, ainsi que quelques images de la glande. (Fig. 2 à 5).

---

(2) Dans certains cas, on emploie aussi l'iode-132, l'iode 125, l'iode 128.

## COURBES-TYPES DE FIXATION THYROIDIENNE D'IODE 131 EN POURCENTAGE DE LA DOSE ABSORBÉE

(Les courbes de fixation permettent de se rendre compte de la cinétique de l'hormonogénèse, sous l'angle macroscopique).

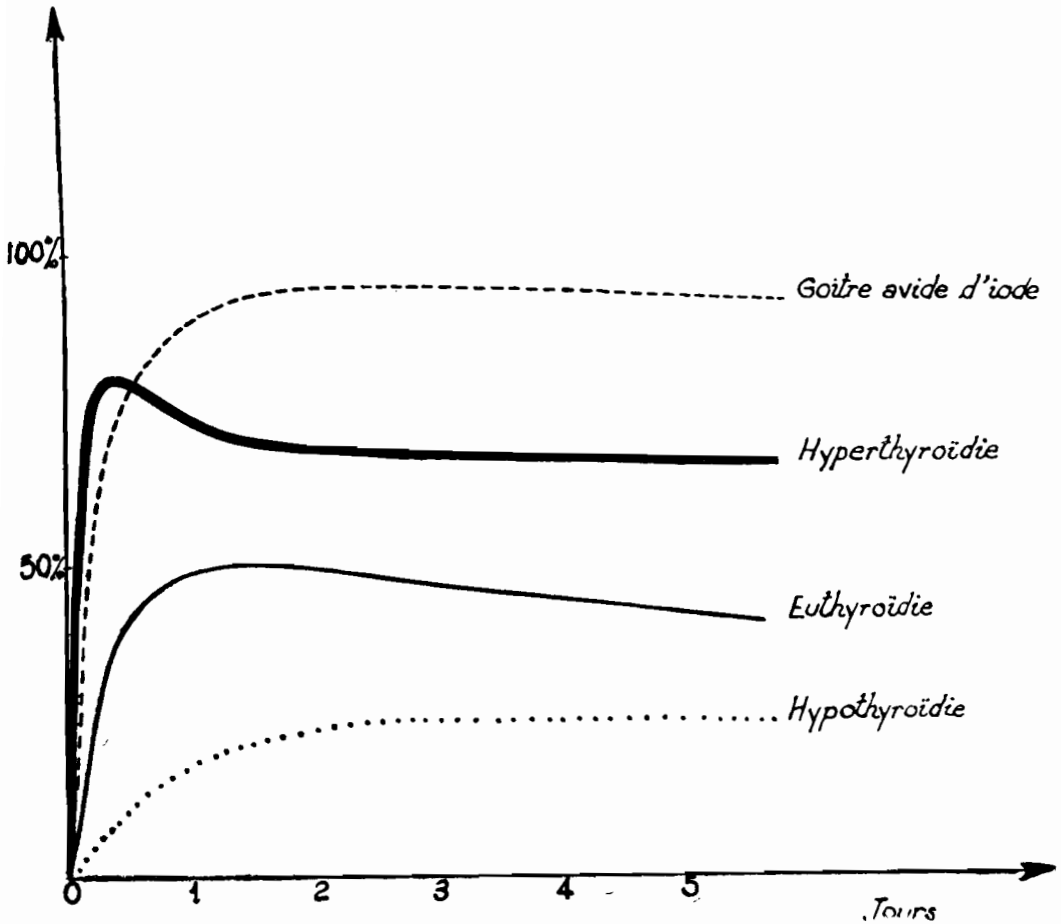


Fig. 2

Thyroïde normale

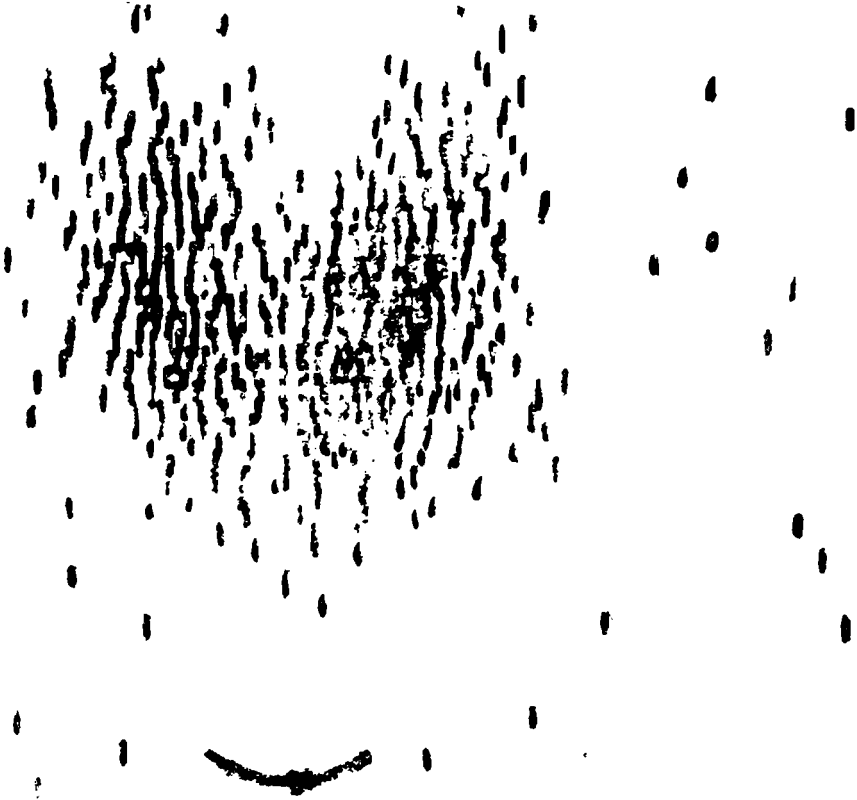


Fig. 3

Thyroïde (Nodule froid)

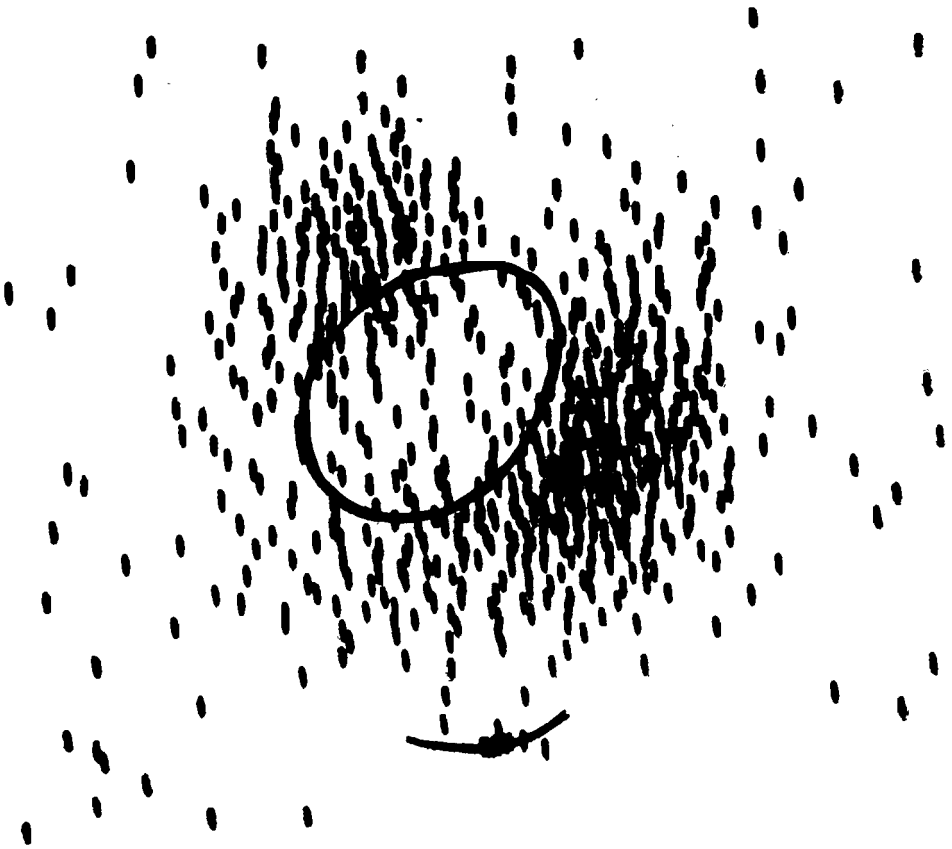


Fig. 4



Thyroïde (Goitre averse d'iode)

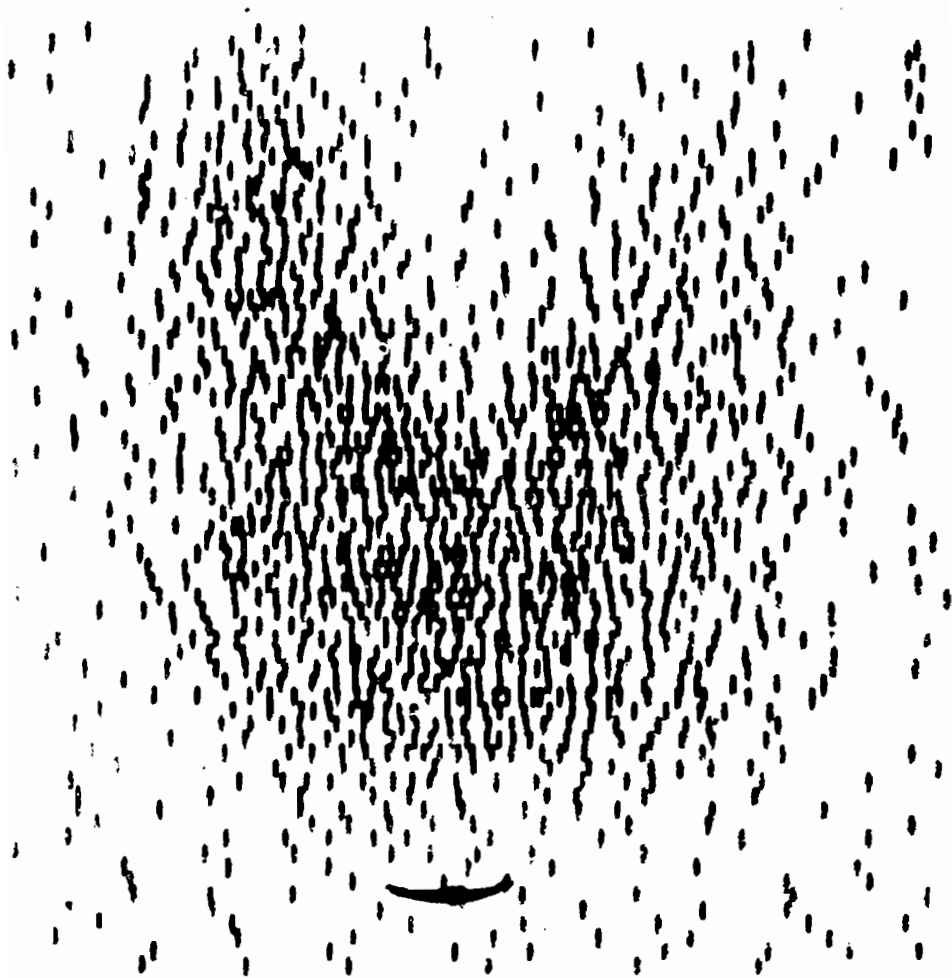


Fig. 5

## 2) Examen du foie et des voies biliaires.

### 1. *Emploi des substances colloïdales marquées.*

*Principe* : Ici, on met à profit la propriété colloïdo-peuxique du système réticulo-endothélial du foie. Les colloïdes dont la taille est comprise entre 200 et 300 Angstroms, sont fixés par les cellules de ce système. Injectées par voie intraveineuse au pli du coude, les particules colloïdales se fixent et se concentrent progressivement au niveau du foie. Chez le sujet normal, la fixation atteint son maximum au bout de 30 minutes, après quoi on peut commencer la scintigraphie de l'organe. La mesure de la vitesse de fixation peut servir de test fonctionnel. Au moins, à son début, la courbe d'épuration sanguine de la substance colloïdale présente une allure exponentielle et permet de calculer la période d'épuration hépatique.

*Conduite de l'examen* : On injecte par voie intra-veineuse au pli du coude une dose traceuse de 300 microcuries d'or-198 colloïdal.

Un détecteur placé au niveau de la cheville permet de suivre la variation en fonction du temps de la concentration sanguine de la substance. Cette concentration diminue en fonction du temps et permet de déterminer le moment optimum pour effectuer la scintigraphie.

La scintigraphie peut être commencée vers le 30<sup>e</sup> minute après l'injection. On peut voir ainsi la texture du parenchyme hépatique. Nous présentons ci-contre :

- Le cheminement de l'or colloïdal radioactif, depuis le lieu d'injection jusqu'au foie (Fig. 6) ;
- ainsi que quelques scintigrammes hépatiques. (Fig. 7 et 8).

### 2) *Emploi d'un colorant marqué (2).*

*Principe* : On met à profit la fonction chromagogue des cellules hépatiques.

Un colorant, tel le rose bengale marqué à l'iode-131, peut servir d'indicateur.

Cette matière colorante se fixe sur les cellules hépatiques et de là s'évacue rapidement vers les voies biliaires pour regagner l'intestin.

Un détecteur visant la lumière des anses grêles constaterait l'apparition intestinale du produit : ce test permet donc d'interroger la perméabilité des voies biliaires et en même temps le fonctionnement des cellules hépatiques.

*Conduite de l'examen* : Sujet à jeun.

Deux détecteurs sont mis en place simultanément :

- l'un sur le début des anses grêles (flanc gauche),
- l'autre en regard de l'oreille (contrôle de l'épuration sanguine).

---

(2) Le problème du marquage rend le test impossible avec la bromo-sulfonephtéline (B.S.P.). Mais la comparaison des résultats obtenus avec les deux colorants est très instructif : B.S.P. non radioactif et Rose bengale marqué à l'iode-131.

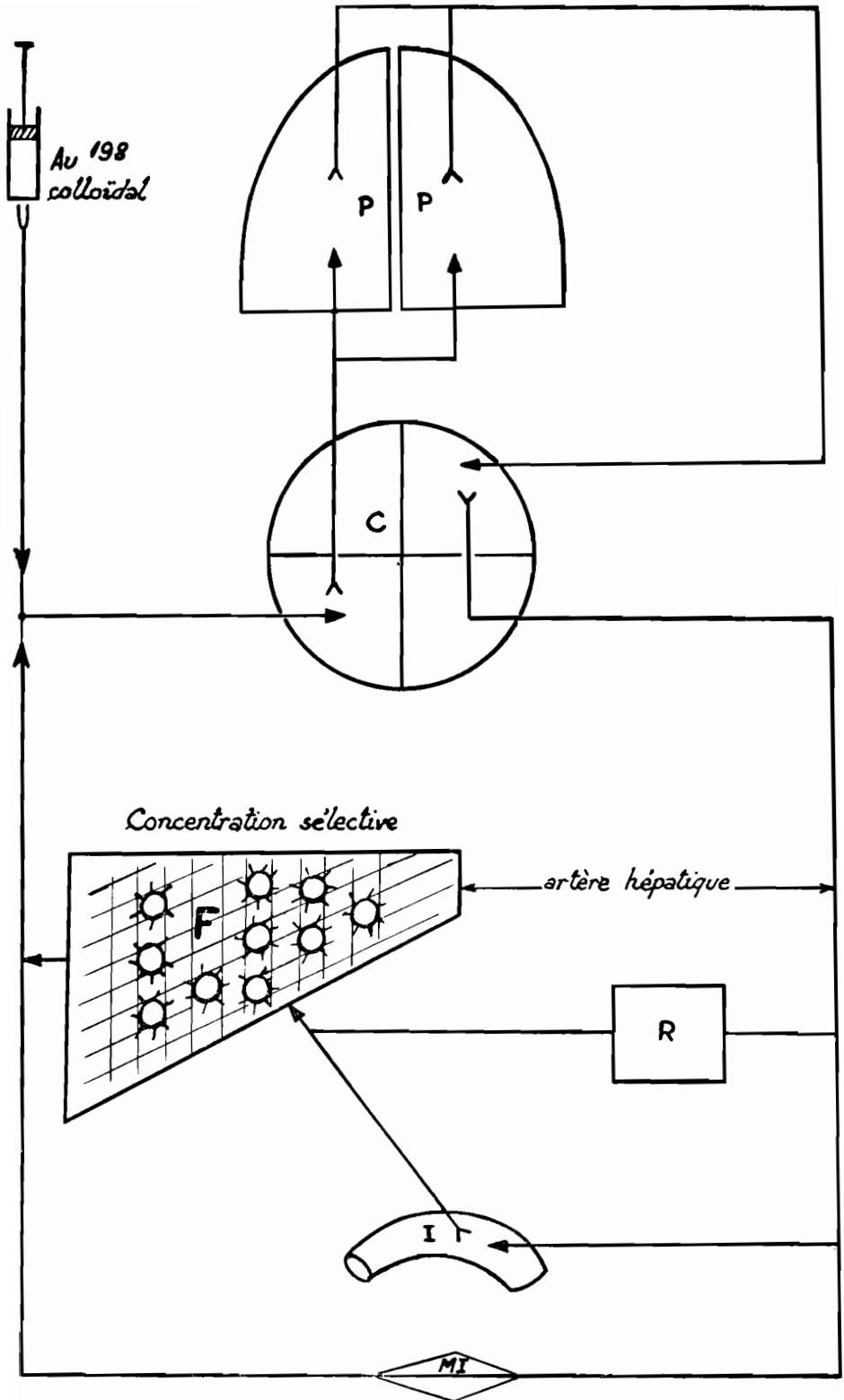


Fig. 6

*F* : (Foie) , *R* : (Rate)  
*C* : (Coeur) , *P* : (Poumons)  
*I* : (Intestin) , *MI* : (Membres inf.)

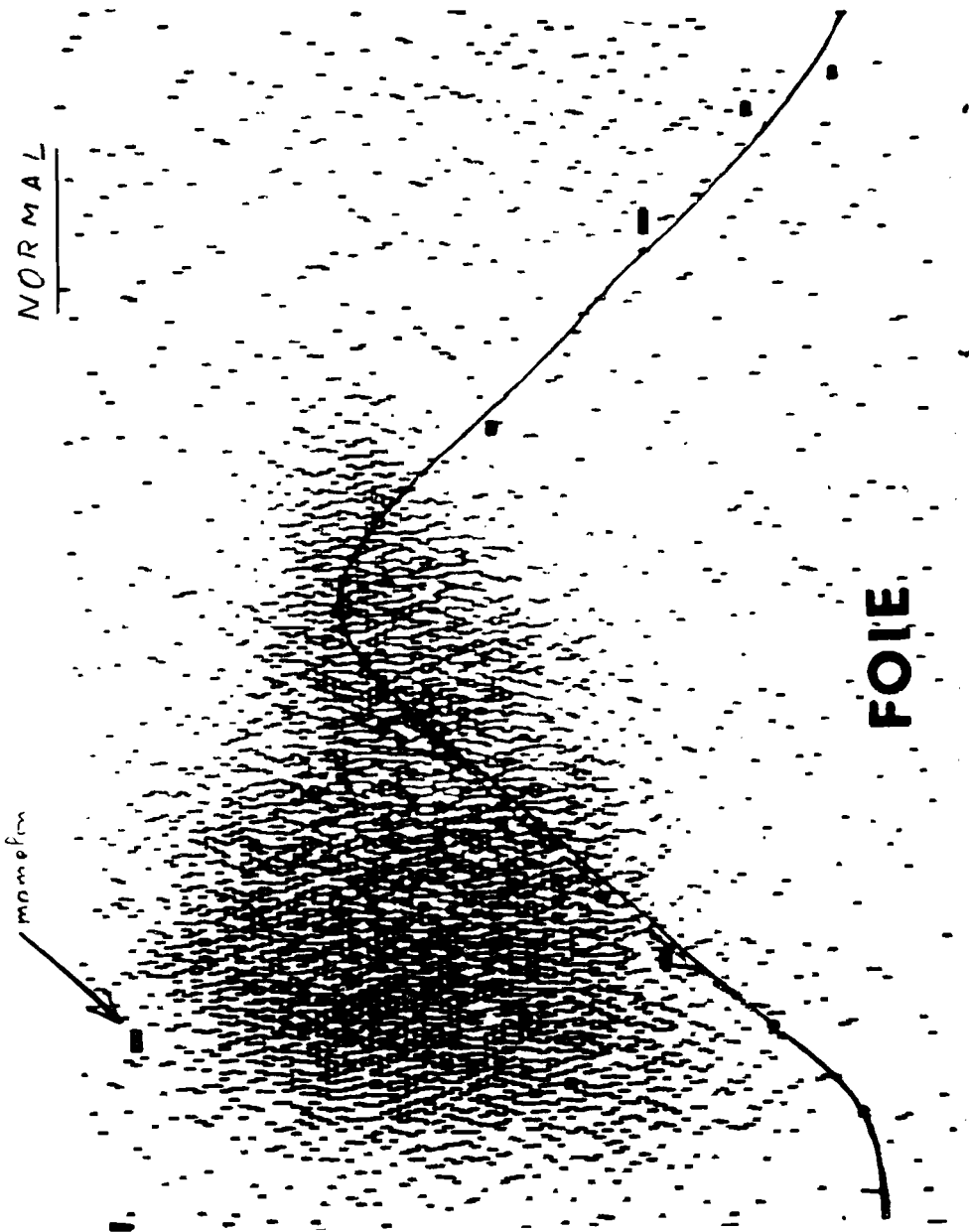


Fig. 7

Tumeur primitive du Lobe gauche

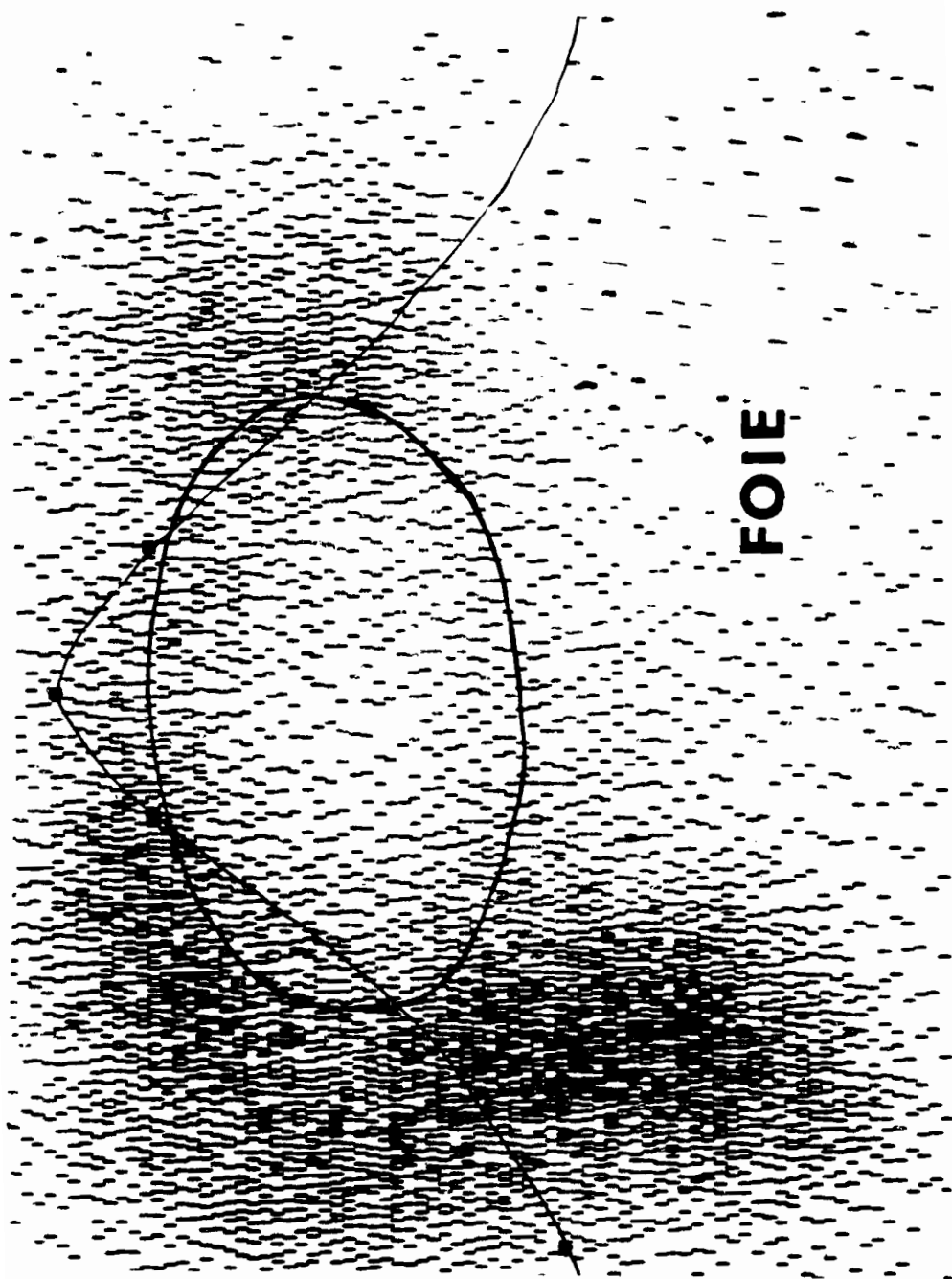


Fig. 8

On injecte alors 50 microcuries de Rose bengale marqué à iode-131.

On fait le comptage toutes les minutes. L'épreuve dure au maximum une heure.

Le temps normal d'apparition intestinal est en moyenne de 15 minutes ; il est retardé dans les obstructions des voies biliaires, précoce mais faible dans les hépatites. (Fig. 9).

### 3) Examens des reins.

Au début des applications, on utilisait le diodrast, qui donnait alors de mauvaises images rénales.

Plus tardivement, on pensait aux diurétiques mercuriels, à dose traceuse infrapharmacologiques et ne présentant pas par conséquent les mêmes dangers de toxicité.

Ainsi est employé la néohydrine marqué au mercure-203.

L'utilisation du bichlorure marqué soit au Hg-203, soit au Hg-197 se justifie par l'élimination rénale du mercure.

*Conduite de l'examen* : Le test peut être effectué chez un malade sans préparation, et sans contre-indication azotémique (une urée sanguine dépassant 0,70 gramme par litre peut être une contre-indication d'un examen radiologique, mais les isotopes sont toujours utilisables en pareil cas).

On injecte par voie intraveineuse au pli du coude 200 microcuries de produit marqué au Hg-203 (néohydrine ou bichlorure) ou au Hg-197.

La scintigraphie s'effectue à la 24<sup>e</sup> ou 48<sup>e</sup> heure.

*Résultats* : Contrairement aux examens radiologiques qui visualisent surtout les voies excrétrices, les isotopes permettent plutôt de voir le parenchyme rénal. (Fig. 10 et 11).

Ces deux examens sont donc l'un complément de l'autre.

### 4) Examen de la rate.

Les grosses rates sont plus ou moins visibles par l'or-198 colloïdal employé en scintigraphie hépatique.

Mais depuis deux ans, on emploie de préférence les globules rouges du malade lui-même, marqués au mercure-197, sous forme de mercure-hydroxy-propane.

L'adjonction d'une petite quantité de bromo-mercuro-hydroxy-propane non radioactif fragilise les globules rouges à leur passage splénique, sans toutefois provoquer d'hémolyse in-vitro.

*Conduite de l'examen* :

Prélèvement de sang au pli du coude de 5 centimètres cubes.

Adjonction du produit marqué et de la substance fragilisante.

3 minutes d'attente. Réinjection du sang.

Scintigraphie 30 minutes après la réinjection.

## COURBES-TYPES POUR L'ÉTUDE DE LA PERMÉABILITÉ DES VOIES BILIAIRES

- APPARITION INTESTINALE DU RBI <sup>131</sup> (15 minutes) Normal
- ⊙ APPARITION INTESTINALE RETARDÉE : Obstruction
- ⊗ APPARITION INTESTINALE PRÉCOCE : Hépatites.

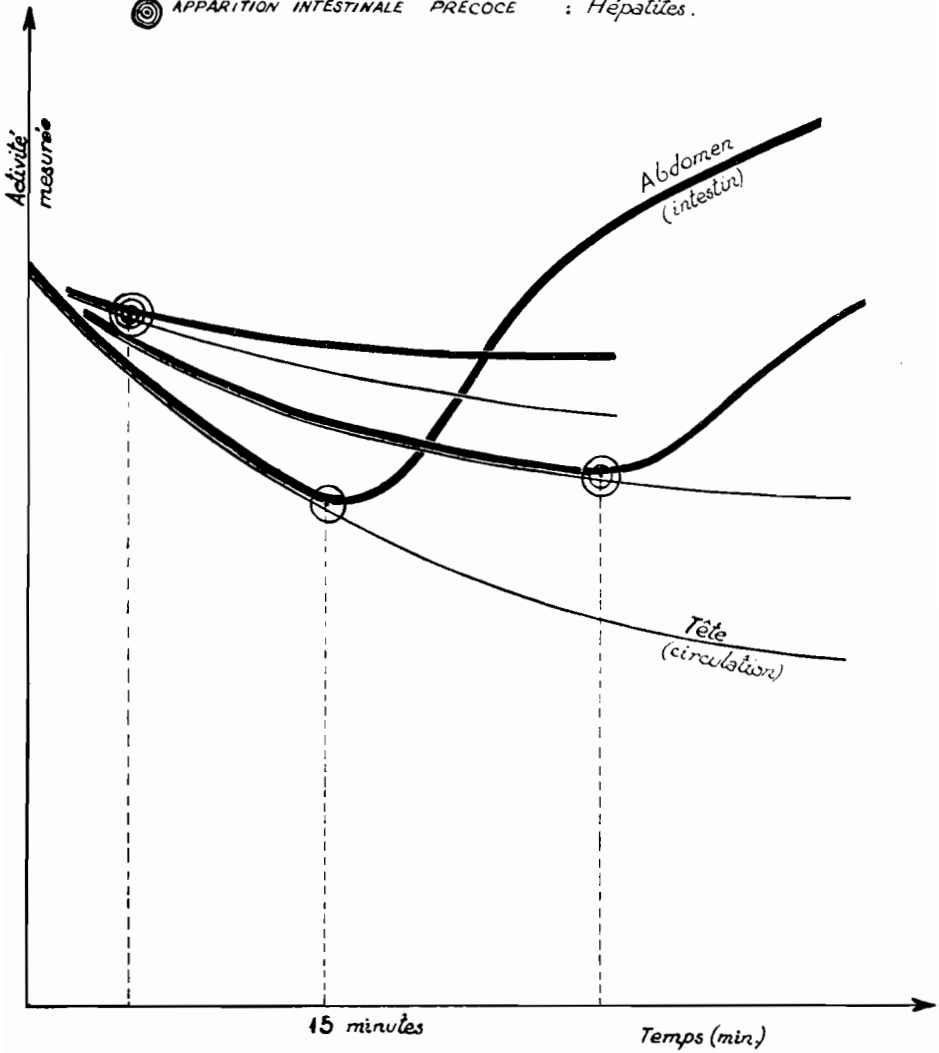


Fig. 9

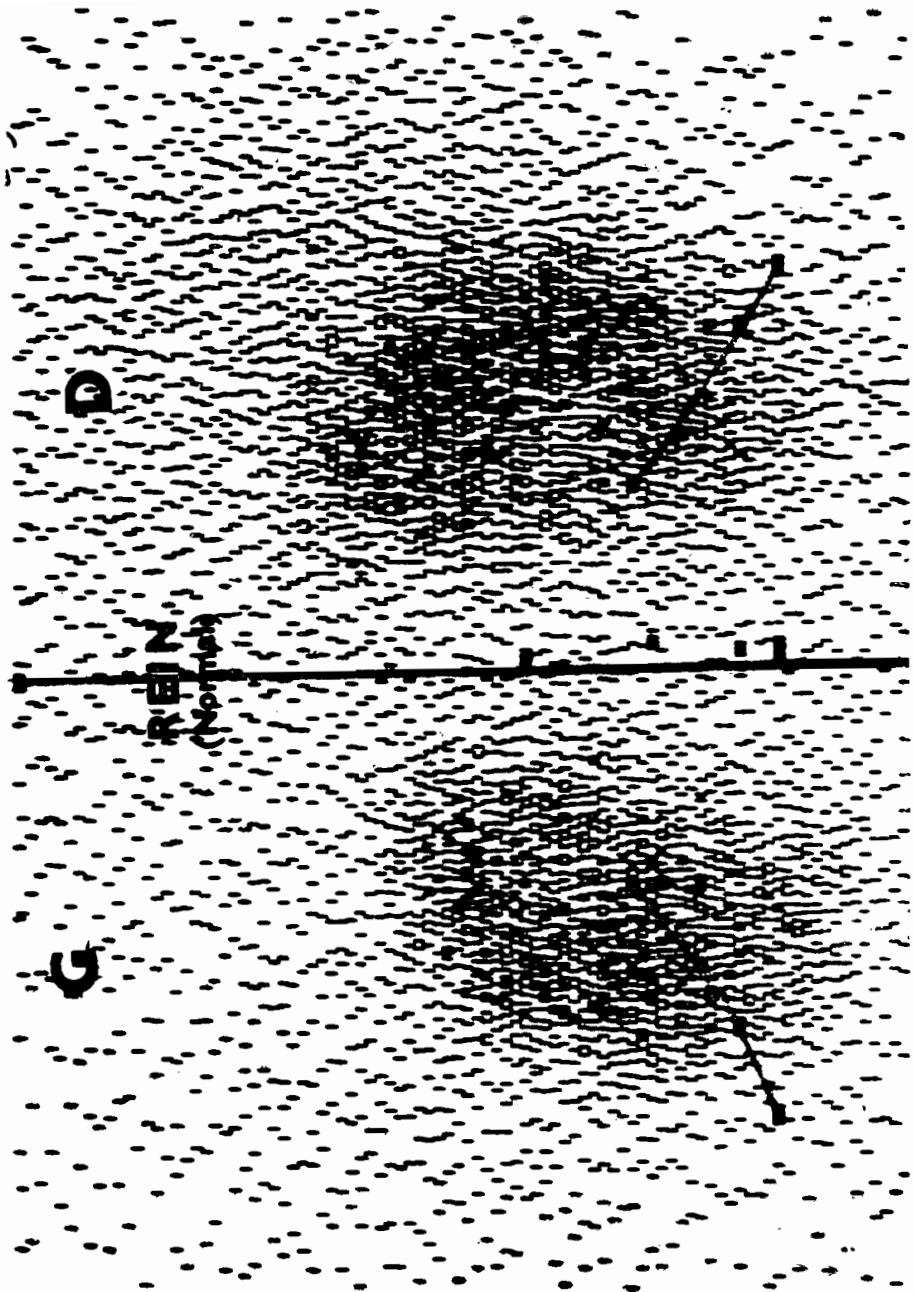


Fig. 10.

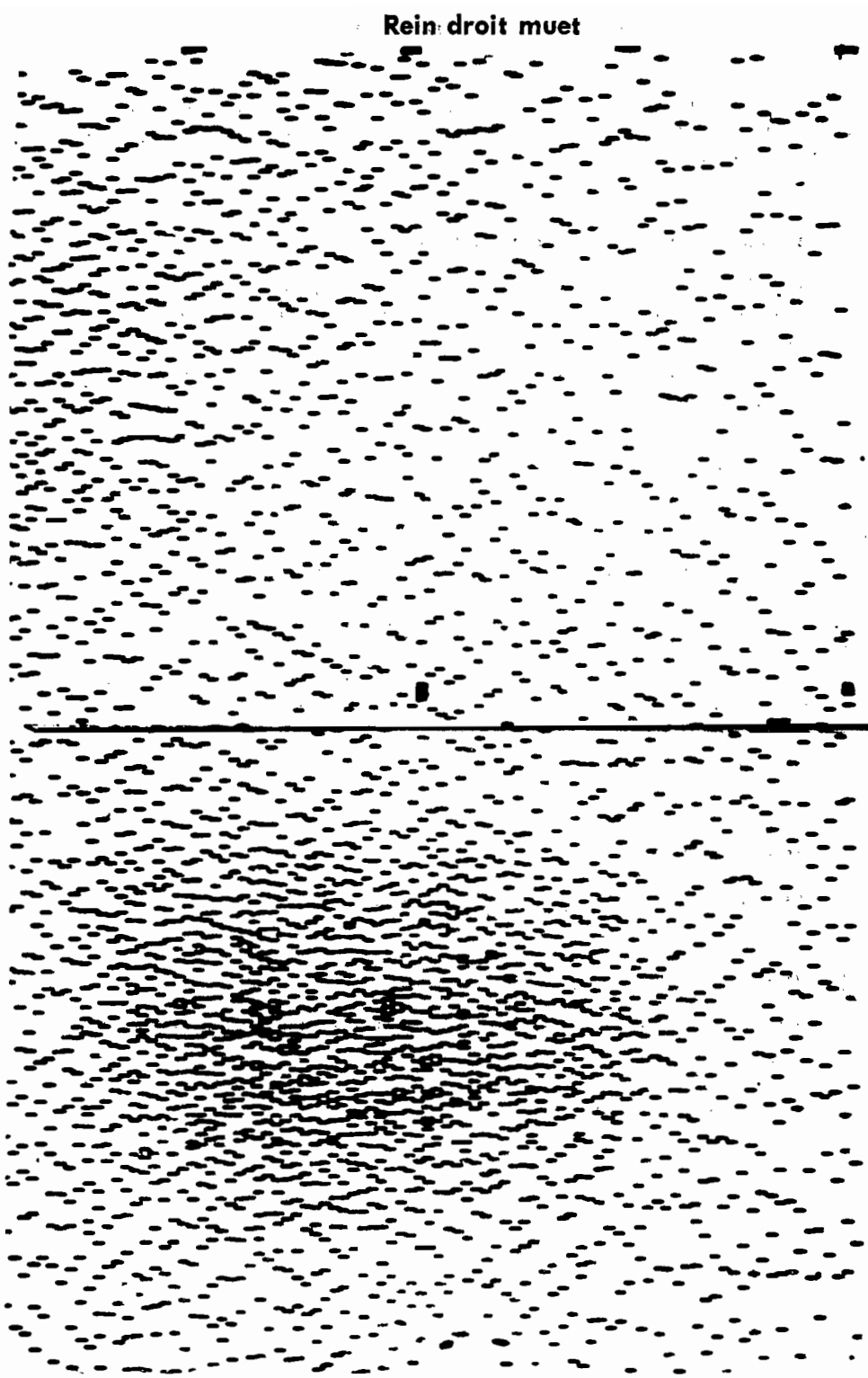


Rein: droit muet

DROITE

GAUCHE

Fig. 11.



## PERSPECTIVES DE DEMAIN

Bien que les examens les plus importants et les plus facilement réalisables soient actuellement pratiqués au Laboratoire, d'autres sont envisagés dans un proche avenir, par exemple :

### 1) Etude des électrolytes et des minéraux.

Calcium, potassium, fer, soufre. Quelques uns de ces minéraux peuvent être étudiés au moyen d'une technique de laboratoire non nucléaire.

On pourra alors constater soit sur l'homme, soit sur l'animal :

- des phénomènes de carence (carence calcique sur les Plateaux en particulier),
- ou des phénomènes de surcharge, ou viciations métaboliques.

### 2) Etude cardiologique par la Radiocardiographie.

La courbe de variation de la concentration d'un indicateur nucléaire dans les cavités cardiaques permet d'obtenir des renseignements, tels que : débit cardiaque, volumes des cavités cardiaques, existence d'une communication des cavités dans le sens droite-gauche ou gauche-droite. Ces tests sont en outre facilement reproductibles sans risque de sclérose vasculaire.

### 3) Hématologie.

Mesure de la durée de vie des hématies au chrome-51.

### 4) Physiologie digestive.

Etude de l'assimilation des protides et des lipides ou d'autres acides aminés.

Cette énumération rapide quoique incomplète donne la possibilité d'expansion future du Laboratoire.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 — *Les Isotopes Radioactifs en Médecine*. (Michel VISSHER et Christian BECKERS). Albert de VISSHER. Edit. Gauthier Vilars et Cie, Paris, 1961.
- 2 — *Diagnostic Radioisotopes*. (Charles A. Owen, J.R., M.D., Ph. D.), 1959, by Charles C. THOMAS, Publisher, Springfield, Illinois, U.S.A.
- 3 — *Medical Radioisotopes Scannin*. (IAEE and WHO). Published by the International Atomic Energy Agency, Vienna, 1959.
- 4 — *Radioisotopes*. (Revue du Praticien, 11 sept. 1958, Tome VIII, n° 23).
- 5 — *Chimie Nucléaire et Radiochimie*. (G. Friedlander et J.W. Kennedy). Editions Dunod, 1960, Paris.
- 6 — SCHWIEGK H. — *Künstliche Radioaktive Isotope in Physiologie, Diagnostik und Therapie* (Schwiegk H., Springer-Verlag, 1952).
- 7 — HAHN P.F. — *Therapeutic Use of Artificial Radioisotopes*. Edit. John Wiley and Sons, New-York, 1956.