

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: 115 (1934)

Artikel: Radiations et Radiobiologie

Autor: Rosselet, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-90399>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

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

Radiations et Radiobiologie

Par

A. ROSSELET

D^r ès Sciences physiques et D^r en Médecine, Prof. à l'Université de Lausanne

La radiologie médicale donne à ceux qui la servent de nombreuses possibilités d'extérioriser leurs tendances profondes et leurs goûts personnels. Les uns se bornent à prendre de beaux clichés radiographiques; les autres recherchent la façon la plus judicieuse de rythmer leurs irradiations, espérant augmenter ainsi le pourcentage de leurs malades guéris; enfin, il en est qui, sans oublier leur responsabilité vis-à-vis de ceux qui souffrent, sont, par la tournure de leur esprit, plus spécialement attirés vers des problèmes où se heurtent et se pénètrent des sciences diverses. A ceux-ci sont interdits les succès faciles.

Ils interrogent les physiciens pour connaître leurs opinions sur l'origine et la structure des radiations; ils interrogent les biologistes, pour essayer de mieux comprendre les phénomènes nombreux et variés par lesquels se manifeste l'absorption de l'énergie radiante dans la matière vivante. Ils espèrent découvrir dans leurs réponses le secret qui leur permettra de toujours mieux soigner leurs malades.

C'est dans tous les domaines de l'activité humaine, et toujours, que nous voyons se confronter ces deux formes d'esprit qui ne s'excluent point, mais se complètent: celle du technicien seulement tenté par le résultat et celle du savant qui voudrait essayer de comprendre le mécanisme de sa réalisation. De cette dernière attitude, l'on s'est parfois moqué; déjà RABELAIS disait de ceux qui voulaient savoir le mode d'action des eaux minérales: «et je m'ébahis grandement d'un tas de fols philosophes et médecins qui perdent temps à disputer où vient la chaleur de ces dites eaux, ou si c'est

à cause du borax, ou du soufre, ou de l'alun, ou du salpêtre qui est dedans le minière.»

Sans trop nous ébahir, «perdons temps» à nous poser les questions pouvant surgir dans l'esprit du médecin qui fait tomber les radiations sur le corps de ses patients. Écoutons en les réponses essentielles, toujours mouvantes, incomplètes et fragmentaires qui leur sont données.

* * *

Un demi siècle a passé depuis que MAXWELL — dont le nom domine encore, avec celui de FARADAY, tout le monde des radiations — prononça cette phrase, bien souvent transmise et répétée: «si je tenais au bout de mon doigt une charge électrique et que je lui communique un mouvement oscillatoire suffisamment rapide, je ferais de la lumière.»

Nous savons aujourd'hui que son exactitude n'est pas absolue si l'on croit y découvrir l'opinion que la technique finira bien par réaliser des oscillations électroniques de période assez courte ou de fréquence assez grande pour que d'elles naissent des radiations lumineuses, ou peut-être même des rayons X ou des rayons Gamma. Sans doute qu'en provoquant le déplacement toujours plus rapide des électrons libres d'un circuit oscillant, qui est la partie essentielle d'un appareil de diathermie, elle peut en faire l'origine de radiations de longueur d'onde de plus en plus courte. Mais leurs dimensions ne furent jamais inférieures à 1 mm. Elles sont exprimées dans la formule suivante

$$\lambda = c \cdot 2 \pi \sqrt{L \cdot C}$$

où c est la vitesse de propagation d'une radiation, soit 300,000 km par seconde, L , le coefficient de self-induction du circuit oscillant dans lequel se décharge le condensateur de capacité C .

A ce propos, il convient de bien préciser que si ces ondes courtes sont employées en radio-télégraphie, la thérapeutique se sert seulement des oscillations électriques qui sont à leur origine et non pas encore d'elles, ou fort peu d'elles, comme le laisse volontiers croire la désignation de «traitements par les ondes courtes» qui vient introduire dans nos esprits une confusion regrettable. Pour cette raison, nous ne partageons pas l'avis de ceux qui proposent de les appeler «D'Arsonvalisation par ondes courtes» alors qu'il serait plus juste, pensons-nous, de recourir à l'expression de «D'Ar-

sonvalisation par oscillations électriques de très hautes fréquences ».

Ces ondes n'appartiennent donc pas à la radiologie médicale. L'origine de celles qu'elle utilise soit les rayons de Röntgen, les rayons Gamma des substances radio-actives et la lumière, doit être recherchée dans des états électriques successifs et variables se passant dans la structure de l'atome et seulement, en première approximation, dans une oscillation de ses électrons. Mais elle n'est plus directement produite par la technique, comme MAXWELL paraissait le prévoir, mais indirectement par la température élevée du corps qui rayonne, ou mieux encore, par le bombardement de ses atomes par des électrons venus de l'extérieur.

L'expression mathématique de la longueur d'onde de ces radiations atomiques est :

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{e} \cdot \frac{1}{V}$$

où c est encore la vitesse de propagation d'une radiation, e , la charge de l'électron, V , la différence de potentiel qui le projette contre l'atome, et h , l'importante constante universelle de PLANCK dont la valeur est égale à $6.55 \cdot 10^{-27}$ erg. sec.

Cette formule est donc très différente de celle qui nous donne la longueur d'onde de la radiation émise par un circuit oscillant, nous montrant ainsi que leur origine comme leur structure respectives ne sont pas identiques, ainsi que l'ont bien mis en évidence de nombreux physiciens et surtout les travaux de PLANCK, d'EINSTEIN, de BOHR et de LOUIS de BROGLIE. Dans cette dernière expression est en effet présente la constante universelle de PLANCK qui ouvre le domaine des phénomènes se passant à l'échelle atomique, et ferme celui de ceux qui sont encore régis, comme les circuits oscillants, par les lois fondamentales de la mécanique et de l'électrodynamique classiques.

Seules les actions thérapeutiques des radiations émises par les atomes vont nous intéresser ; nous nous occuperons d'elles plus en médecin qu'en biologiste, puisque dans ce domaine, comme dans beaucoup d'autres, la plupart des expériences de laboratoire n'ont pas encore franchi le fossé qui les sépare du lit du malade.

Avant de pénétrer dans le domaine de la radiobiologie, il nous est particulièrement agréable de rappeler la part importante qu'ont

pris à son développement les travaux de nos collègues zurichoïses, et plus spécialement ceux de MIESCHER, de SCHINZ et VON ALBERTINI.

* * *

L'on a souvent raconté que l'une des préoccupations du radiologue était de faire de la micro-chirurgie; l'action des rayons X et des rayons Gamma serait simplement comparable à celle d'un bistouri microscopique; leur rôle, de faire disparaître la cellule malade de notre organisme, comme celui du chirurgien est parfois d'en extirper une tumeur maligne. Nous savons aujourd'hui que cette opinion n'est pas toujours exacte, et même qu'elle est, beaucoup plus rarement qu'on ne le suppose, l'expression de la vérité; que la destruction d'une cellule n'est pas toujours, comme elle le laisse croire, la conséquence directe de l'absorption dans sa masse de l'énergie radiante.

Cependant, comme sur cette idée se basent encore plusieurs traitements importants, nous voudrions en rappeler les principaux aspects, puis aussi parce qu'il nous sera plus facile de montrer ensuite les domaines nouveaux qui s'ouvrent à l'activité du radiologue. A cette conception beaucoup trop morphologique de l'action biologique des radiations, sont liés deux problèmes dont l'un est celui de l'existence et des raisons de la radio-sensibilité augmentée de certaines cellules, par rapport à celles qui forment les tissus généraux, soit le tissu conjonctif, les vaisseaux, les nerfs et les muscles. L'autre est celui de la technique des irradiations.

Si nous en sommes les maîtres, il nous est plus difficile d'agir sur la radio-sensibilité des cellules; c'est ainsi que nous ne pouvons pas augmenter celle des cancers, ce qui est regrettable, car il est probable que l'efficacité de nos traitements en serait accrue. Nous devons donc nous borner à toujours mieux préciser les conditions naturelles de ces variations. Elles sont d'abord liées à l'espèce cellulaire puisqu'une cellule du thymus est plus radio-sensible qu'une cellule nerveuse, que la cellule d'un ostéosarcome résiste davantage au choc des radiations que celle d'un séminome ou d'un lymphosarcome.

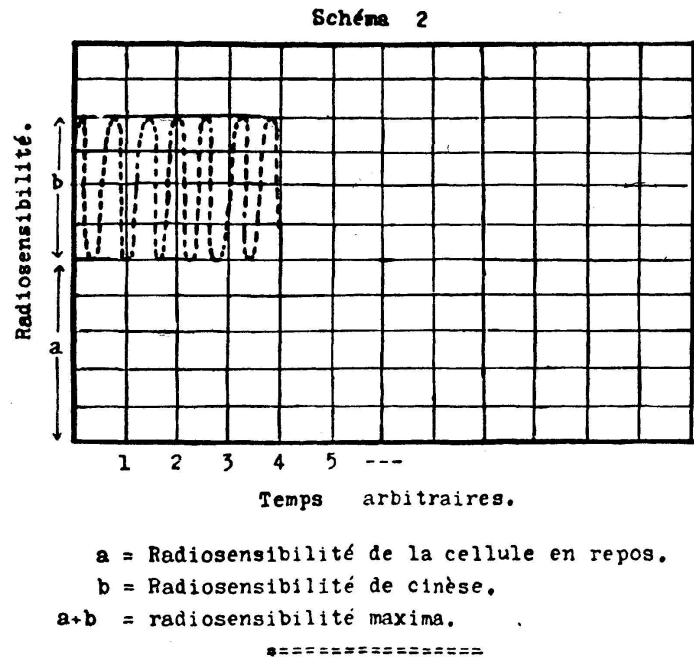
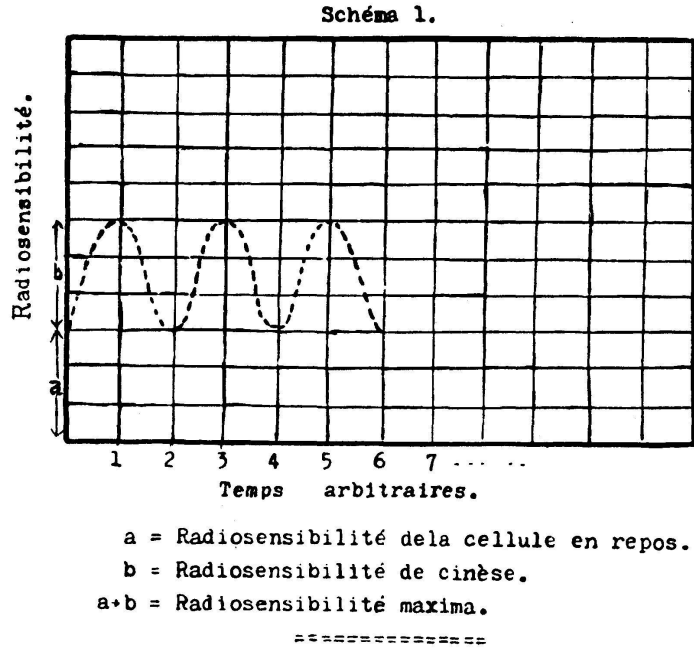
Il devenait ainsi tentant de satisfaire au besoin de notre esprit de toujours vouloir classer nos connaissances, et dans ce cas, les divers tissus ou les cellules de notre organisme, par ordre croissant ou décroissant de leur radio-sensibilité. Cependant, l'on

ne tarda pas à s'apercevoir que se brisaient les cadres dans lesquels l'on voulait ainsi les enfermer ou du moins, qu'il convenait d'en augmenter l'élasticité dans des proportions qui diminuait beaucoup leur intérêt. Ce qui veut dire que la radio-sensibilité d'une cellule n'a pas la fixité d'un fait histologique, mais présente la variabilité inhérente à toutes les manifestations de la vie, qu'elle est modifiée par diverses circonstances dont la mieux connue est la division cellulaire.

Nous pensons que les schémas suivants, dont la valeur scientifique est nulle, pourront quand même illustrer avec une clarté suffisante,

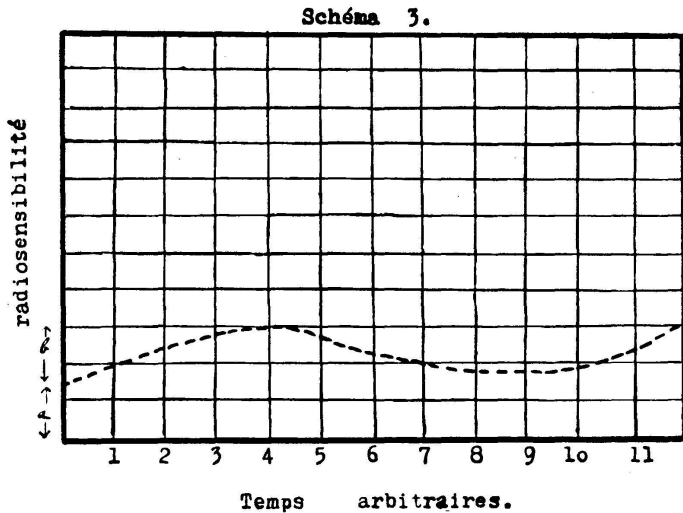
la double influence de l'espèce cellulaire et de la cinèse sur la radio-sensibilité. Ils sont obtenus en portant sur l'axe des y d'un système de coordonnées les radiosensibilités a et $a + b$ acquises aux temps arbitraires 1, 2, 3, etc. représentés sur l'axe des x et correspondant aux moments où la cellule entre alternativement et successivement en état de repos puis de division (schéma 1).

L'un des schémas d'une cellule très radio-sensible, car il peut y en avoir d'autres, serait le schéma 2 et sa dé-



finition: une cellule dont le nombre de cinèses dans l'unité de temps est considérable et grandes aussi sa radio-sensibilité de cinèse et sa radio-sensibilité maxima.

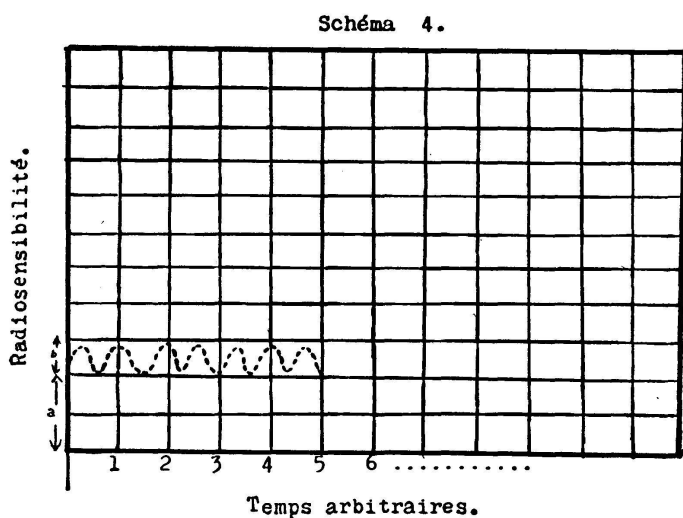
L'un des schémas d'une cellule radio-résistante serait le schéma 3 et l'une de ses définitions: une cellule dont le nombre



a = Radiosensibilité de la cellule en repos.
 b = Radiosensibilité de cinèse.
 a+b = Radiosensibilité maxima.
 =====

petites sa radio-sensibilité de cinèse et sa radio-sensibilité maxima.

Ce dernier schéma nous montre que la radio-sensibilité d'une cellule peut être petite malgré le nombre élevé de ses états de



a = Radiosensibilité de la cellule en repos.
 b = Radiosensibilité de cinèse.
 a+b = Radiosensibilité maxima.
 =====

de temps est petit et petites aussi sa radio-sensibilité de cinèse et sa radio-sensibilité maxima.

Il est particulièrement intéressant de faire remarquer que la faible radio-sensibilité d'une cellule peut être encore donnée par le schéma 4 et que sa définition peut être ainsi formulée: une cellule dont le nombre de cinèses dans l'unité de temps est considérable, alors que restent

petites sa radio-sensibilité de cinèse et sa radio-sensibilité maxima. Ce dernier schéma nous montre que la radio-sensibilité d'une cellule peut être petite malgré le nombre élevé de ses états de division; il nous explique l'apparente contradiction pouvant exister entre une coupe microscopique où sont présentes de nombreuses cinèses, laissant ainsi supposer la grande radio-sensibilité du tissu d'où elle fut extraite, alors que la thérapeutique démontre, au contraire, qu'il n'est pas influencé beaucoup par les radiations.

En résumé, nous pouvons dire que la radio-

sensibilité d'une cellule n'est pas un phénomène statique, mais dynamique; qu'elle est la résultante, en première approximation, de la radio-sensibilité a liée à son espèce cellulaire et de la radio-sensibilité b que lui confère son pouvoir de division.

L'on oublie trop que ce dernier fait fut pour la première fois, en 1903, expérimentalement démontré par GEORGES BOHN qui provoqua, par des doses variables de rayons X et de rayons Gamma un amoindrissement de la taille, la destruction ou l'accélération de la croissance de larves, de crapauds et de grenouilles. Il prouvait ainsi, comme l'ont fait après lui beaucoup d'autres biologistes (PERTHÈS, KOERNICKE, BERGONIÉ, REGAUD, LACASSAGNE, etc.) que le siège de la radio-sensibilité d'une cellule n'est pas dans son cytoplasme ou dans une portion quelconque de son noyau, mais surtout dans sa chromatine.

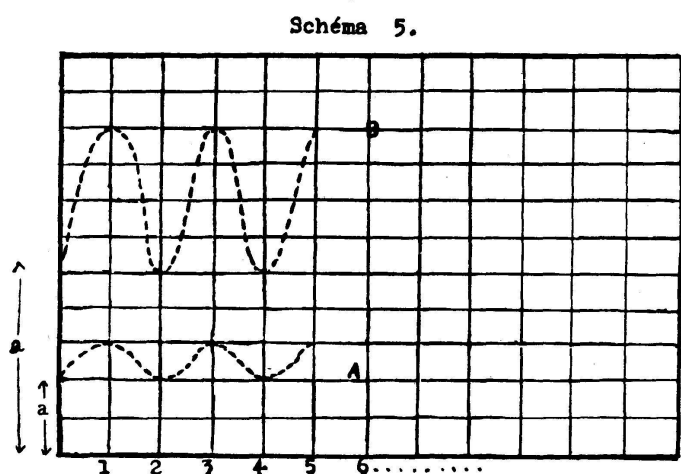
La simplicité de ces schémas et de ces définitions est beaucoup plus qu'on ne le suppose, l'expression de celle avec laquelle l'on a jugé, pendant longtemps, la radio-sensibilité d'une cellule. En effet, il peut paraître bizarre que la cellule à détruire nous ait été si souvent présentée comme si les raisons de sa radio-sensibilité étaient seulement enfermées à l'intérieur de sa membrane, sans nous laisser entrevoir qu'au travers d'elle pouvait aussi s'exercer l'influence de l'ambiance.

Pourtant nous savons que toutes les modifications d'un milieu finissent toujours par agir plus ou moins sur les organismes qu'il entoure et pénètre et dans lequel se passe leur existence, depuis le milieu de culture d'un microbe dont la constitution influence sa vie, jusqu'à celui dans lequel nous vivons, formé par les facteurs du climat dont nous subissons les variations. Ces observations élémentaires auraient dû nous permettre de nous débarrasser plus tôt d'une conception trop morphologique de la radio-sensibilité cellulaire, et nous engager à plus harmonieusement combiner l'importance de la biologie et de l'histologie.

Du rôle de cette ambiance, nous avons de multiples preuves: celle des tissus morts qui ne sont plus modifiés par les rayons X ou les rayons des substances radio-actives; celle du lambeau cutané qui, après greffe, retrouve sa radio-sensibilité normale, malgré les fortes doses de radiations auxquelles il fut soumis; celle de la radio-sensibilité réduite d'une peau comprimée ou d'un organe que des ligatures artérielles comme l'ont bien démontré JOLLY et FER-

ROUX sur le thymus et le ganglion poplité du lapin; celle de la radio-sensibilité très diminuée des globules blancs en dehors de l'organisme, comme l'a prouvé LACASSAGNE.

Il nous faut donc bien convenir que l'intervention de l'ambiance vient singulièrement compliquer la notion simple que nous nous étions faite d'une radio-sensibilité seulement dépendante de l'espèce cellulaire, et qu'elle ne peut plus nous être toujours donnée par une coupe histologique. Si nous voulions encore nous représenter cette influence de l'ambiance par un nouveau schéma, nous pourrions recourir aux deux courbes suivantes (schéma 5).



- A = Courbe de la radiosensibilité des cellules en dehors de l'organisme ou privées de leurs vascularisation normale.
- B = Courbe de la radiosensibilité des cellules dans l'organisme ou normalement vascularisées, a et a, leur radiosensibilité de repos.
- =====

Il convient de faire remarquer que nous avons dû modifier la valeur des radio-sensibilités de repos puisqu'il serait difficile de concevoir que leurs changements ultérieurs ne soient pas la conséquence d'une modification préalable de leur chromatine.

Si l'irradiation est d'abord faite sur des cellules placées en dehors de l'organisme, ou privées de leur vascularisation normale, puis ensuite sur des cellules situées dans

leur milieu habituel, le déplacement de leur radio-sensibilité respective se fera dans le sens de la courbe A vers la courbe B.

C'est aussi dans ce sens qu'aura lieu le déplacement de la radio-sensibilité réduite d'une cellule en état de vie latente lorsqu'elle passe dans celui de vie active, comme le fait une graine desséchée dont on provoque la germination ou certaines cellules du cancer qui se réveillent après être restées longtemps endormies.

Au contraire, si l'irradiation est faite, d'abord sur les cellules de notre organisme et normalement vascularisées, puis ensuite sur des cellules placées en dehors de lui, ou privées de leurs connexions

vasculaires, le déplacement de leur radio-sensibilité respective se fera dans le sens de la courbe *B* vers la courbe *A*.

Toujours dans leur simplicité, ces deux schémas qui sont l'expression bien raisonnée d'expériences bien faites, nous montrent que sous l'influence de l'ambiance se réalise une véritable oscillation de la radio-sensibilité cellulaire, qu'il faut donc toujours la concevoir comme un phénomène dynamique et rythmique, et pas comme un phénomène statique. Ce dynamisme ressort aussi d'autres expériences, comme celles de LACASSAGNE, qui démontrent que l'ovocyte est radio-sensible dans le follicule primordial de l'ovaire, mais qu'au cours de son évolution vers l'état de follicule de GRAAF, sa radio-sensibilité diminue, alors que ne cesse pas de s'accroître celle des cellules de l'épithélium folliculaire. L'on pourrait donc aussi dire que dans l'ovaire existe comme une oscillation des radio-sensibilités respectives de ces deux éléments.

La complexité de ces faits ne paraît pas avoir beaucoup gêné le radiologiste voulant seulement expliquer l'efficacité de ses traitements par la destruction d'une cellule, ce qui l'oblige d'augmenter les doses utiles à mesure que diminue la radio-sensibilité. Si elle est grande, la technique de l'irradiation sera simple, et les doses administrées très variables; si elle est petite, cette technique se complique, devient plus serrée et plus uniforme, et les doses données par plusieurs radiologistes sont moins différentes les unes des autres.

La difficulté du traitement d'une lésion radio-résistante et non superficielle, consiste à lui faire absorber une dose suffisante d'énergie sans léser la peau; dans la réalisation de ces deux conditions essentielles et contradictoires, réside toute l'évolution d'une technique radio-thérapeutique.

Pour en comprendre la conclusion, il faut se souvenir qu'un traumatisme violent et de courte durée peut causer des désordres prononcés, alors que plus léger et souvent répété il ne provoque aucun dommage; cette observation élémentaire est un des aspects de la grande loi de l'accoutumance ou de l'adaptation. Appliquée à la radio-thérapie, elle attire notre attention sur le danger d'une dose élevée d'énergie radiante donnée sur la peau en un temps trop court, et l'innocuité de cette même dose étalée et fractionnée sur un temps plus ou moins long. (COUTARD.)

L'expérience a confirmé l'exactitude de cette conception, c'est ainsi que nous savons bien que 2500 R. internationaux donnés en une séance ne manqueraient pas de produire des lésions graves de la peau, alors que fractionnés en séances journalières de 500 R., séparées l'une de l'autre par cinq jours, ils deviennent presque inoffensifs. De nombreuses observations cliniques et des expériences comme celles que REGAUD, puis SCHINZ et SLOTOPOLSKY effectuèrent sur les testicules de rats et de béliers, ont aussi montré qu'à cet étalement des doses correspondait une destruction beaucoup plus complète et plus sûre des spermatogonies. Il est incontestable que cette méthode a permis d'améliorer le pourcentage des guérisons d'un certain nombre de lésions, qui sont surtout des cancers, où n'était présente qu'une radio-sensibilité réduite de leurs cellules.

Les succès de cette méthode sont généralement et simplement attribués à la dose élevée de l'énergie radiante, cependant nous pensons que cette manière trop statique, ou trop mécanique, parfois trop chirurgicale de nous les représenter, s'accorde mal avec le dynamisme des tissus qui l'absorbent. Pour cette raison, nous croyons qu'il est impossible d'exclure absolument des résultats obtenus, l'influence du rythme propre des irradiations, de leur alternance hebdomadaire, journalière ou bi-journalière, de celui qui s'exerce, non pas seulement dans la profondeur, mais encore à la périphérie de notre organisme et surtout dans le revêtement cutané.

Il ne faut pas compter sur la radiation très pénétrante pour nous démontrer l'importance de l'énergie retenue dans la peau, puisque ses effets doivent être constamment voilés par ceux qui s'exercent aussi sur le reste de son trajet à travers notre corps; mais nous pouvons quand même la faire ressortir d'observations cliniques et d'expériences faites avec des radiations de pénétration successivement décroissante.

Le souci de cette démonstration nous conduit tout naturellement à vous parler d'abord de ce que l'on nomme la radio-thérapie fonctionnelle. Elle peut utiliser des doses minimales de rayons de Röntgen de pénétration moyenne, sous la forme d'irradiations paravertébrales cervicales ou dorsolombaires afin d'agir sur la peau, et les ganglions sympathiques situés au-dessous d'elle, sur des glandes à sécrétion interne, comme le pancréas, les capsules surrénales, la glande thyroïde et l'hypophyse. Avec cette radio-thérapie un champ

nouveau s'est ouvert à l'activité du radiologiste et qui fut tout particulièrement exploré par GOUIN et BIENVENUE, ZIMMERN et COTTENOT, LANGERON et DESPLATS, DELHERM et DIDIÉE, LANGER, etc. Il se distingue nettement de celui que nous avons déjà parcouru en ce sens que la guérison d'une lésion traitée n'est jamais la conséquence de la destruction d'une cellule où vient directement s'absorber l'énergie radiante.

Par cette méthode, l'on découvrit l'heureux effet des rayons X sur des prurits et des dermatoses comme l'eczéma et le lichen plan, sur des algies essentielles comme la sciatique, sur la maladie de Basedow et d'autres hyperthyroïdies; l'on s'aperçut que l'on pouvait modifier l'hypo- ou l'hyperfonctionnement des ovaires et d'autres glandes à sécrétion interne, agir sur certains spasmes bronchiques produits par l'asthme et la coqueluche, sur des spasmes artériels accompagnant des hypertensions et des artérites, et guérir ainsi la claudication intermittente et certaines gangrènes des membres.

La radio-thérapie fonctionnelle peut encore modifier le taux de certaines substances présentes dans le sang, comme le glucose, et troubler la courbe classique de la glycémie alimentaire. A ce propos, nous voudrions citer une observation que firent LANGERON et DESPLATS avec PAGET et QUEMERRE. Ils ont constaté qu'une seule dose de 1000 à 1250 R. français d'un rayonnement de pénétration moyenne pouvait provoquer une hausse de la calcémie de 30 à 60 % au-dessus de son taux initial, et durant de 24 heures à 5 à 6 jours, ensuite une baisse de ce taux jusqu'à 15 à 25 % au-dessous du taux initial, puis de nouveau une réascension atteignant une valeur égale ou légèrement inférieure à celui-ci et s'y maintenant pendant 20 à 30 jours.

Désireux de savoir comment ce rythme de la glycémie était influencé par des irradiations successives, ces auteurs sont arrivés à la conclusion qu'il ne l'était véritablement que si les séances ultérieures étaient séparées les unes des autres par 5 à 6 jours. « Tout se passe », écrivent-ils, « comme si l'excitation primitive ayant été réalisée, un certain délai était nécessaire pour qu'une nouvelle sollicitation puisse être à nouveau suivie des mêmes effets. » De semblables constatations nous prouvent encore l'influence du rythme des irradiations sur le résultat que l'on veut obtenir.

Si l'on utilise les rayons de БÜCKY, rayons de RÖNTGEN produits sous une tension de 6 à 12 kW et ne pénétrant qu'à une profondeur de 3 mm., il est intéressant de constater que la nature des lésions guéries, comme de nombreuses viscéralgies, n'est pas très différente de celle qui permet les succès de la radio-thérapie fonctionnelle.

Enfin, nous savons que les radiations des sources lumineuses, déjà retenues par l'épiderme dont l'épaisseur moyenne est de $\frac{6}{10}$ mm. ne peuvent pas agir directement sur des lésions profondes; leur guérison semble due à la synergie de facteurs variés et complexes; l'on a signalé l'accélération du pouls, la diminution de la pression artérielle pouvant atteindre 5 à 10 mm., de mercure, l'abaissement, puis une régularisation de la fréquence respiratoire, l'existence d'une légère leucopénie, d'une hyperglycémie, d'une hypercalcémie, etc. Par la lumière l'on peut améliorer ou guérir, sinon toutes, du moins une partie des affections traitées par la radio-thérapie fonctionnelle et le rayonnement de БÜCKY.

Elles paraissent si différentes les unes des autres, leur polymorphisme est si fortement accentué, qu'il nous semble devoir renoncer à les placer sous l'égide d'une pathogénie commune; cependant un examen plus serré de leur nature nous montre qu'elles sont presque toutes des aspects différents d'un déséquilibre neuro-végétatif, c'est-à-dire de cette instabilité biologique que ne traduit pas une coupe histologique. Les livres nous le représentent volontiers sous la forme d'une balance dont l'une des forces est le tonus du nerf vague et l'autre, celui du sympathique, afin d'illustrer par l'équilibre de son fléau celui du système neuro-endocrino-sympathique et par son inclinaison dans le sens d'une sympathicotonie ou d'une vagotonie le déséquilibre de cet important système de notre organisme. Cette idée, comme cette image, traduisent bien notre effort à vouloir essayer de représenter par un mouvement ou, mieux encore, par une oscillation les multiples et très complexes manifestations que nous avons décrites.

Nous savons que ce déséquilibre est influencé par l'excitation des terminaisons sympathiques de la périphérie ainsi que le prouvent des réflexes simples (réflexe oculo-cardiaque, réflexe pneumo-cardiaque d'origine pituitaire, etc.). Il est donc naturel de penser que le heurt des radiations contre elles peut expliquer aussi les conséquences de la radio-thérapie fonctionnelle, du rayonnement de БÜCKY

et de la lumière; comme il se produit encore sur toutes celles que rencontre le rayonnement très pénétrant, nous pouvons conclure à la collaboration constante, plus ou moins importante et variable, du système nerveux neuro-glandulaire aux résultats de la radiothérapie.

L'énergie radiante retenue dans la peau ne se borne pas à produire une lésion histologique, mais aussi de la vaso-dilatation périphérique, qui est la manifestation d'une perturbation d'origine sympathique se traduisant par la rougeur de la peau.

L'on a souvent discuté le mécanisme de son origine: est-il dû à l'action directe des radiations sur le tissu nerveux, ou à son action indirecte par l'intermédiaire des ions et des substances diverses qui, sous leur influence, naissent dans le revêtement cutané. En faveur de la première hypothèse, il faut mentionner les recherches de CARDOT, BONNET et RICHARD, démontrant que sous l'influence de l'éclairement, se produisent des modifications de l'excitabilité du pneumo-gastrique de la grenouille; elles se manifestent surtout par un « abaissement de la chronaxie des fibres inhibitrices du cœur, par un aplatissement de la courbe des intensités liminaires en fonction de la fréquence des excitations. » AUDIAT et FESSARD faisant tomber sur le nerf sciatique de la grenouille les radiations émises par une lampe à vapeur de mercure ou celles d'un arc à charbons polymétalliques, démontrèrent leur influence sur la chronaxie de ce nerf, c'est-à-dire la possibilité d'une action directe de la lumière sur les éléments nerveux.

En faveur de la seconde hypothèse sont les travaux récents de BOURGUIGNON prouvant que des ions divers introduits dans la circulation sanguine par électrolyse provoquent aussi de la vaso-dilatation par leur action sur les nerfs des parois artérielles. A ce propos, il ne faut peut-être pas oublier qu'Auguste LUMIÈRE explique le choc anaphylactique, et plus spécialement la diminution de la pression sanguine, par l'irritation des nerfs sous l'action du flocculat des substances injectées ou produites par l'organisme. Puisque l'analyse de l'action de la lumière sur les nerfs nous laisse entrevoir la possibilité de ces deux mécanismes, il est probable que l'un et l'autre se réalisent dans la peau.

Sans nier l'importance de ces recherches, nous croyons que plus grande encore est celle des belles observations de MIESCHER

montrant l'existence d'un rythme dans l'intensité de la vaso-dilatation périphérique pouvant se produire pendant les deux mois qui suivent l'application des rayons X (schéma 6).

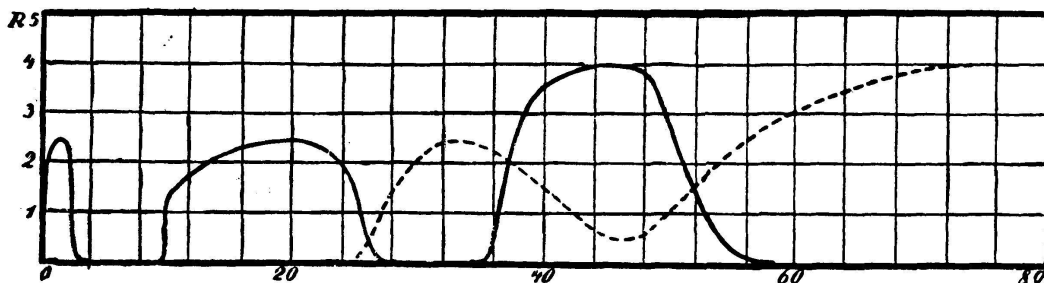
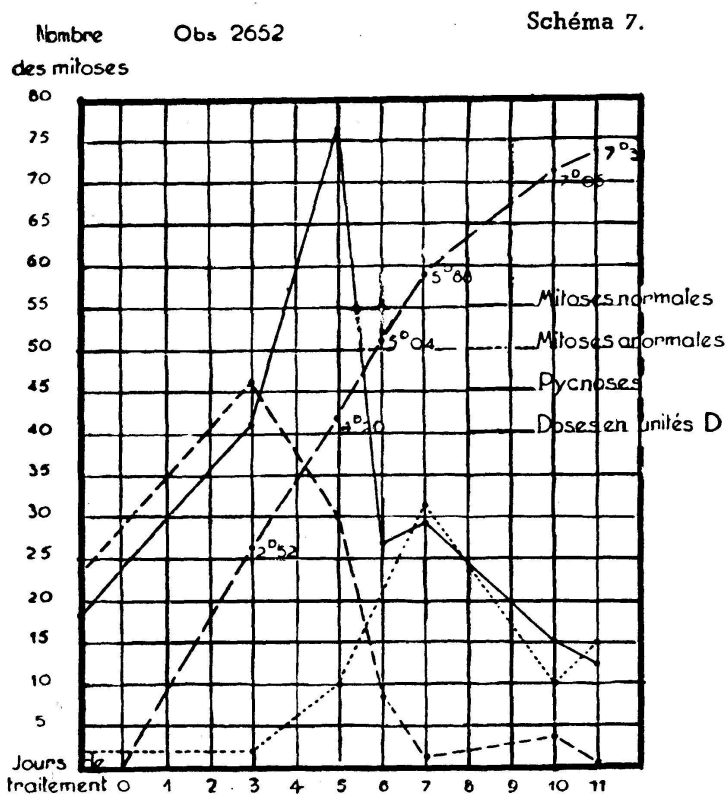


Schéma 6.

Strahlung II. Bestrahlungsdauer 20'.
----- Pigmentkurve.

En se souvenant combien sont nombreuses les répercussions cutanées de lésions profondes, il est naturel de se demander si le rythme de l'érythème ne peut pas se superposer à d'autres rythmes. Sans oser l'affirmer, nous croyons cependant qu'il est intéressant de

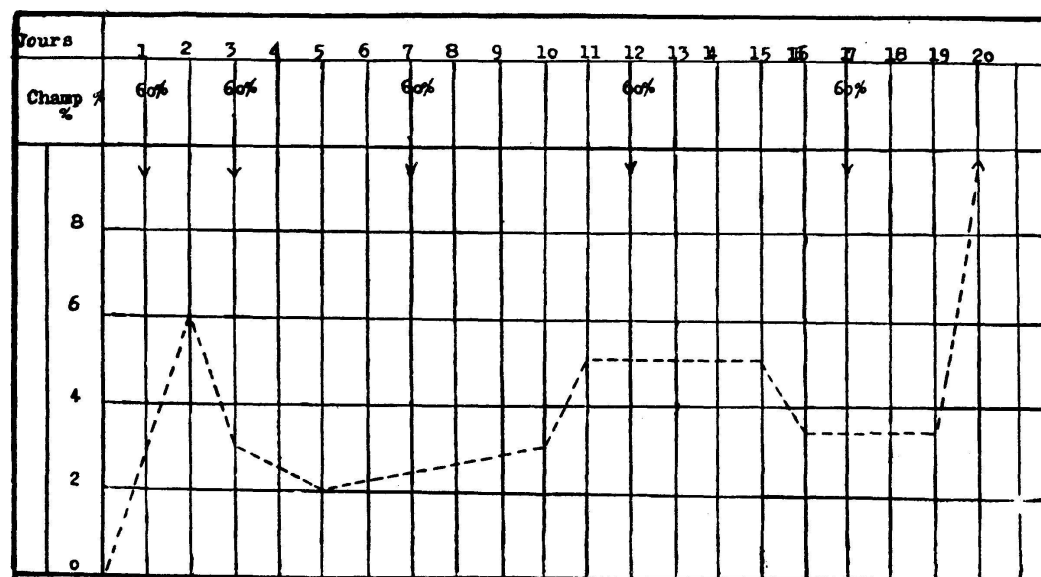


montrer par la figure tirée, d'un travail du Prof. DUSTIN (schéma 7), l'existence d'un rythme profond de la division cellulaire produit par le rayonnement du radium dans un cancer profond et qu'il est bien

difficile d'expliquer seulement par l'absorption d'une dose d'énergie radiante sans songer à lui associer l'intervention du système nerveux sympathique.

Il est intéressant de savoir si la succession de nos irradiations thérapeutiques ne peut pas être dirigée par le rythme de l'érythème cutané. A ce propos, nous devons mentionner qu'HOLFELDER et REISSNER s'en servirent, non pour influencer des rythmes comme ceux que DUSTIN mit en évidence, mais pour augmenter la dose profonde sans léser la peau. C'est dans ce but qu'une irradiation n'est donnée que lorsque sont terminés, ou très réduits, ou stabilisés, les effets de l'irradiation précédente, ce que montre bien la courbe suivante (schéma 8).

Schéma 8.



Courbe du rythme d'érythème sous l'influence de diverses irradiations s'exerçant sur un champ.

Il nous faut encore signaler les intéressantes recherches du Prof. VON ALBERTINI sur l'action comparée des rayons X et des poisons caryoclasiques sur les centres germinatifs des ganglions lymphatiques et plus spécialement celles qui, encore inédites, démontrent les oscillations du nombre des globules blancs sous l'influence d'une dose unique ou fractionnées de rayons X.

Le fait que l'éveil de tous ces rythmes est la conséquence de l'influence des rayons X et des rayons Gamma sur le système nerveux végétatif ou système neuro-endocrinien-humoral, nous oblige à nous souvenir d'elle pour l'explication des résultats obtenus par

la radiothérapie, à ne pas oublier qu'ils ne sont pas toujours et seulement la conséquence de la destruction directe d'une cellule, que ces formes de l'énergie radiante sont comme la lumière, comme d'autres médicaments, capables de modifier le milieu dans lequel vivent nos organes et nos cellules.

Si l'on réfléchit aux rythmes multiples dont il est encore le siège et dont les manifestations vont des rythmes cachés de la division cellulaire jusqu'à ceux, plus facilement observés, de la respiration et de la circulation, on ne peut s'empêcher de penser que le rythme de nos irradiations, auquel sont soumis la lésion profonde, comme le revêtement cutané, comme les régions qui les séparent, n'est pas indifférent aux guérisons que nous souhaitons à nos malades.