

Fig. 111. — Excitateur utérin double annulaire du docteur Apostoli.

Fig. 112. — Excitateur bipolaire pour la paupière.

77. *Production de l'ozone.* — L'ozone ou oxygène électrisé est un agent thérapeutique, dont la respiration donne de bons résultats dans l'asthme et dans l'anémie. Toutes les machines statiques produisent l'ozone pendant leur fonctionnement; son odeur caractéristique révèle sa présence dans l'atmosphère qui environne ces machines. La production de l'ozone accompagne aussi la création des courants faradiques, au moyen de la bobine de du Ruhmkorff.

Pour obtenir l'ozone en abondance, on peut recourir au système suivant, que préconisent MM. Ducretet et Lejeune. Un courant alternatif à 110 volts, distribué par une station centrale d'électricité, est envoyé dans le circuit primaire d'un transformateur dont le circuit induit est relié à un *ozonogène*. Cet ozonogène se compose d'une caisse rectangulaire dans laquelle sont superposées, avec vides entre elles, des lames de verre dont une surface est garnie d'étain et paraffinée; les feuilles d'étain communiquent alternativement avec les bornes du circuit induit du transformateur.

§ 5. — AUTOCONDUCTION

Appareil de M. d'Arsonval. — Effets physiologiques des courants de haute fréquence. — Applications thérapeutiques de l'autoconduction.

78. *Appareil de M. d'Arsonval.* — Pour obtenir les courants alternatifs à haute fréquence, M. le professeur

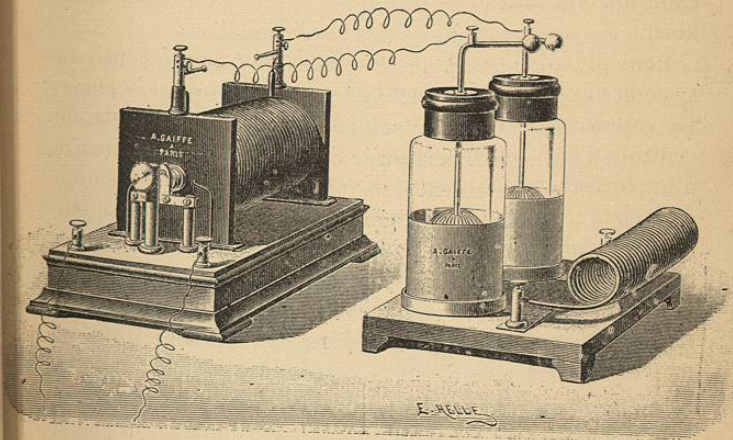


Fig. 113.

d'Arsonval a adopté le dispositif suivant (fig. 113), qui diffère sensiblement de l'appareil de Tesla précédemment décrit (n° 44).

Une bobine de Ruhmkorff, ordinairement actionnée par des piles ou des accumulateurs et pouvant donner des étincelles de 20 centimètres, envoie son courant induit dans

les armatures de deux bouteilles de Leyde montées en cascade. Ces armatures intérieures sont reliées entre elles par un excitateur à boules. Les armatures extérieures sont, de leur côté, reliées entre elles par un solénoïde à gros fil.

Les bouteilles de Leyde chargées par la bobine produisent entre les deux boules de l'excitateur, des *décharges oscillantes* (n° 14), de manière à faire traverser le solénoïde par des courants alternatifs de haute fréquence. On peut recueillir ces courants en attachant des conducteurs au solénoïde ; on obtient alors une action d'autant plus énergique que le nombre des spires comprises entre les deux attaches est plus grand.

Si l'on trouvait insuffisante la tension d'environ 20.000 volts (correspondant à des étincelles de 4 centimètres) que l'on obtient dans le solénoïde à gros fil, on pourrait l'augmenter en faisant agir ce solénoïde sur un autre solénoïde à fil fin, immergé dans l'huile de naphte ou la valvonine pour assurer l'isolement de ses spires.

Si l'on disposait d'un courant alternatif d'éclairage à la tension de 110 volts, on pourrait brancher sur ce courant un transformateur de tension, analogue à une bobine de Ruhmkorff sans interrupteur ni condensateur, et employer le courant induit de ce transformateur pour charger les bouteilles de Leyde. Dans ce cas, un arc permanent tend à s'établir entre les deux bouteilles de décharges ; on y remédie facilement au moyen d'une insufflation d'air qui éteint cet arc dont la présence empêcherait les décharges oscillantes de se produire.

79. *Effets physiologiques des courants de haute fréquence.* — Ces effets ont été très nettement décrits par M. d'Arsonval dans une note insérée aux Archives de physiologie en avril 1898. Voici un extrait de cette magistrale communication :

« On peut utiliser de deux façons différentes les courants de haute fréquence : 1° soit en leur faisant traverser directement les tissus qu'on veut soumettre à leur action ; 2° soit en plongeant ces tissus dans l'intérieur du solénoïde, mais sans aucune communication avec lui.

« Au point de vue physiologique, les effets sont sensiblement les mêmes dans les deux cas, Voici les principaux : 1° Action nulle sur la sensibilité générale et sur la contractilité musculaire. C'est le phénomène le plus frappant. On a des courants capables de porter à l'incandescence une série de lampes électriques. Ces lampes, placées entre deux personnes complétant le circuit, s'allument sans que l'on ressente aucune impression sensorielle. Si le courant est très fort, on éprouve simplement un peu de chaleur aux points d'entrée et de sortie du courant. J'ai pu faire traverser mon corps par des courants de plus de trois mille milliampères, alors que des courants d'une intensité dix fois moindre seraient extrêmement dangereux si la fréquence, au lieu d'être de 500.000 à 1 million par seconde, était abaissée à cent, comme cela a lieu pour les courants alternatifs industriels.

« On s'est beaucoup inquiété de l'explication à donner de ce résultat paradoxal que j'ai le premier signalé dans mes Leçons du Collège de France (1890) et à la Société de biologie (24 février, 25 avril et 2 mai 1891). — Dans mes communications à la Société de biologie, j'avais émis deux hypothèses : 1° ou bien ces courants, à cause de leur énorme fréquence, passent exclusivement à la surface du corps (on sait, en effet, que les courants à grande fréquence ne pénètrent pas et s'écoulent à la surface des conducteurs comme le fait l'électricité statique) ; ou bien 2° les nerfs sensitifs et moteurs sont organisés pour répondre seulement à des vibrations de fréquence déterminée. C'est ce

que nous voyons par exemple pour le nerf optique dont les terminaisons sont aveugles pour les ondulations de l'éther d'une période inférieure à 497 trillions par seconde (rouge) et supérieure à 728 trillions par seconde (violet).

« Le nerf acoustique se trouve dans le même cas pour les vibrations sonores. En deçà et au delà de certaines périodes vibratoires, les sons musicaux n'existent plus et l'oreille reste insensible à ses excitations. On verra ci-dessous que le corps humain ne se comporte pas comme un conducteur métallique. Les courants à haute fréquence, au lieu de s'écouler par la surface du corps, pénètrent dans l'organisme et vont influencer des centres nerveux profondément situés, soit directement, soit en produisant des courants induits. Que ces excitations soient directes ou induites, la somme d'énergie qui traverse l'organisme reste la même. Et la conclusion est la même dans les deux cas. En employant un courant à haute fréquence, l'organisme est traversé, sans manifester aucune réaction, par des courants dont l'énergie le détruirait si la fréquence était abaissée. On peut expliquer cette innocuité par l'absence d'excitation ou mieux encore en admettant que ces courants exercent sur les centres nerveux et sur les muscles cette action particulière si remarquable étudiée par Brown-Sequard sous le nom d'inhibition. L'expérience démontre en effet, de la manière la plus frappante, cette action inhibitoire des courants à haute fréquence, comme nous allons le voir :

« 1^o Les tissus traversés par ces courants deviennent rapidement moins excitables aux excitants ordinaires. Cette diminution se traduit même par une analgésie remarquable qui frappe les points par où le courant pénètre dans le corps. Cette analgésie persiste, suivant les cas et les sujets de une à vingt minutes ;

« 2^o Le système nerveux-vaso-moteur est fortement in-

fluencé. Si l'on place, par exemple, un manomètre à mercure dans la carotide d'un chien, on voit la pression artérielle tomber de plusieurs centimètres sous l'influence de ce genre d'électrisation. On peut constater le même phénomène chez l'homme à l'aide du sphymographe de Marey. Il y a donc inhibition manifeste du système nerveux vaso-moteur en dehors de toute sensation consciente. Ce fait prouve que les courants à haute fréquence pénètrent profondément dans l'organisme, comme je l'affirmais plus haut ;

« 3^o En continuant un temps assez long, on voit, chez l'homme, la peau se vasculariser et se couvrir de sueur, conséquence naturelle de l'action sur les vaso-moteurs. On arrive au même résultat en plaçant le sujet sur un tabouret isolant en communication avec un des pôles de la bobine à haut potentiel, le second pôle étant en communication avec une plaque métallique isolée supportée à une certaine distance de la tête. Le sujet est soumis de la sorte à l'action d'un champ électrique oscillant.

« 4^o En soumettant un animal entier à ces courants, soit directement, soit en le plongeant dans le solénoïde, on constate une augmentation dans l'intensité des combustions respiratoires. Le thermomètre montre qu'il n'y a pas élévation de la température centrale. L'excès de chaleur produit est perdu par rayonnement et évaporation, ainsi qu'on le constate en plaçant l'animal dans un des calorimètres que j'ai décrits antérieurement dans ce recueil, année 1890 ».

80. *Applications thérapeutiques de l'autoconduction.*

— On trouve dans le Compte rendu de la Séance du 18 mars 1895 à l'Académie des Sciences une importante communication du docteur Apostoli concernant l'influence des courants alternatifs de haute fréquence, prenant nais-

sance par induction dans le corps humain, sur l'état général du sujet dans diverses manifestations pathologiques.

Le solénoïde à gros fil de l'appareil d'Arsonval, employé pour les recherches de M. Apostoli, avait d'assez grandes dimensions pour qu'il fut possible de placer un homme à l'intérieur. Le sujet immergé dans ce solénoïde subissait chaque jour un traitement par autoconduction pendant une vingtaine de minutes.

L'hystérie et les névralgies localisées se sont montrées réfractaires, c'est-à-dire qu'elles n'ont subi aucune amélioration. Mais on a obtenu des résultats positifs pour un grand nombre d'affections d'une autre nature, comme l'indique l'extrait suivant de la communication de M. Apostoli.

« La plupart des malades qui ont bénéficié très nettement de ces soins sont des ralentis de la nutrition : arthritiques, goutteux, rhumatismaux, glycosuriques, etc.

« Chez presque toutes, une amélioration très marquée a été acquise, mais celles qui ont éprouvé le plus grand bienfait sont surtout des arthritiques présentant des phénomènes, soit articulaires, soit névralgiques.

« Dès les premières séances, avant même toute influence locale apparente ou toute action sur la sécrétion urinaire, c'est l'état général qui a été tout d'abord heureusement influencé, et voici le schéma d'ensemble de l'amélioration symptomatique telle nous l'avons notée au jour le jour, en faisant abstraction des nuances qu'a pu comporter chaque cas particulier.

« *Restauration des forces ;*

« *Réveil de l'appétit ;*

« *Retour du sommeil ;*

« *Réapparition de la gaieté et de l'énergie au travail ;*

« *Sédation de certains malaises nerveux ;*

« *Marche plus aisée, facies meilleur, etc.*

« Ultérieurement, les troubles locaux, douloureux ou trophiques se sont progressivement amendés ; ainsi, une malade, qui s'était vu réduite à une impotence presque complète par une arthrite coxofémorale, a repris le fonctionnement de ses jambes. Une autre, que des douleurs vives empêchaient de fermer les mains, a complètement récupéré ses mouvements, etc... Parallèlement à cette amélioration symptomatique, l'examen de la sécrétion urinaire a démontré que la diurèse devenait plus satisfaisants et que les déchets organiques étaient plus facilement éliminés. Les combustions étaient augmentées et on en avait la preuve par la diminution du chiffre de l'acide urique, en même temps que le taux de l'urée devenait plus élevé. Le rapport entre ces deux substances, qui, avant tout traitement, était très fort, diminuait peu à peu, au point de se rapprocher du rapport moyen de 1/40.

« L'élimination des éléments minéraux était elle-même influencée, mais d'une manière moins évidente.

« Nous rappelons également, tout en nous réservant de compléter nos premiers résultats sur d'autres malades du même genre, que, chez trois diabétiques, la quantité de sucre a diminué considérablement, au point même de disparaître, après un certain nombre de séances, sans aucun traitement additionnel. »

« En résumé, les faits nombreux que nous avons observés depuis un an nous permettent d'apporter, dès aujourd'hui, une confirmation clinique nouvelle aux découvertes physiologiques de M. d'Arsonval sur l'action des courants alternatifs de haute fréquence, prenant naissance, par induction, dans les tissus.

« Ces courants ont une influence puissante sur l'activité nutritive et, à ce titre, ils constituent une indication de premier ordre dans un grand nombre de troubles fon-

tionnels, provoqués par un ralentissement ou une perversion de la nutrition ».

Plus récemment le docteur Guimbail, médecin-directeur des Thermes-Valentia, à Monaco, a constaté l'action curative des courants à haute fréquence pour toutes les formes de la sciatique.

§ 6. — RADIOGRAPHIE ET FLUOROSCOPIE

Appareils de production des rayons X. Effets thérapeutiques et actions consécutives.

81. *Appareils de production des rayons X.* — Nous avons exposé précédemment (n° 45) l'histoire de la découverte des rayons Röntgen ainsi que les principales propriétés de ces rayons.

Nous avons indiqué sommairement comment on peut les produire, soit au moyen de la bobine de Ruhmkorff, soit au moyen d'une machine électrostatique. Il nous paraît utile de donner ici quelques développements à ce sujet.

La radiographie et la fluoroscopie ont chacune leurs avantages spéciaux. La première permet une étude approfondie du sujet soumis à l'observation et livre un précieux document photographique ; la seconde permet de faire *de visu* un examen rapide.

La figure 117 indique comme matériel à employer une bobine de Ruhmkorff B, actionnée par une source d'électricité voltaïque, un tube de Crookes spécial T soutenu par une pince articulée fixée elle-même à un support spécial, et un châssis C, renfermant la plaque photographique qui doit fournir la radiographie d'un objet (une main humaine, par exemple) placé entre le châssis et le tube. Ce châssis spécial est fermé hermétiquement par une feuille de celluloid opaque ; la surface sensible doit être placée au-dessus, vis à vis du tube T, afin que les rayons X ne soient pas absorbés en partie avant d'arriver jusqu'à elle. La position du châssis C dépend de la nature du sujet à radio-

graphier ; s'il s'agit d'un sujet vivant, d'un malade, il

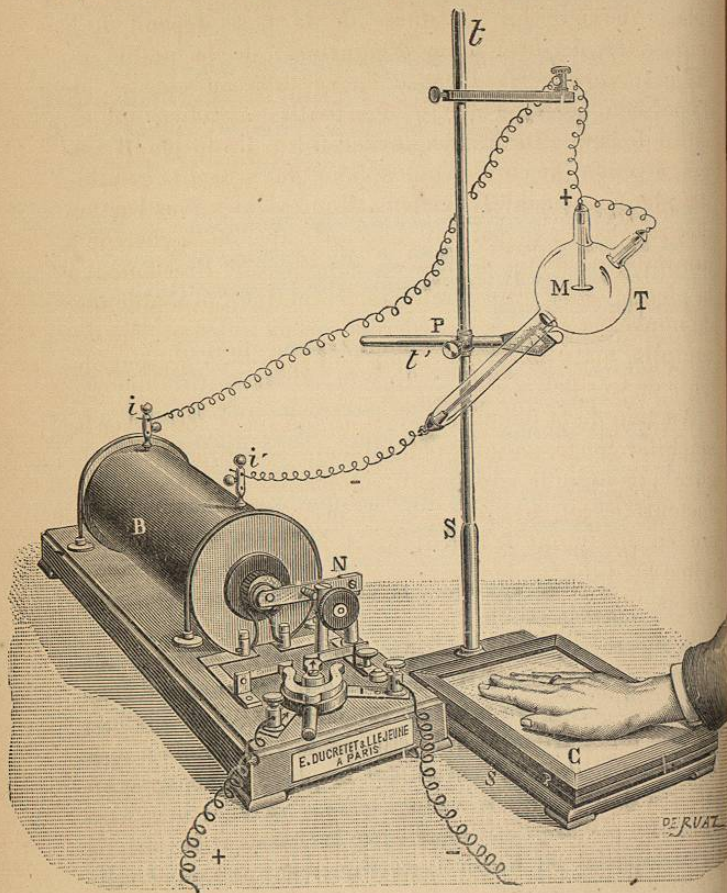


Fig. 117.

faut que celui-ci puisse supporter, sans trop de fatigue, l'immobilité complète pendant la durée assez longue de la

pose. Ordinairement le sujet est couché ; le châssis est placé derrière lui. La durée de la pose dépend de la puissance de la bobine d'induction, de la qualité du tube à vide, de la distance de ce tube au châssis, de l'épaisseur et de l'opacité des parties à radiographier, enfin de la qualité des plaques sensibles. Le docteur Röntgen a remarqué en 1895 que la lame de verre et la gélatine des plaques sensibles deviennent fluorescentes sous l'action des rayons X ; en partant de ce principe, on a cherché à diminuer les temps de pose en superposant directement à la plaque sensible un écran fluorescent. Il est probable que de nouveaux progrès succéderont à ceux qui sont déjà accomplis, mais il est certain que l'on sait dès à présent obtenir de très belles radiographies (1).

Au lieu de la bobine d'induction, on peut employer la machine électrostatique pour obtenir les rayons X. La figure 118 indique le dispositif adopté par M. Bonetti. Le docteur Descot, de Lyon, a eu, le premier, l'idée de rompre en un point le circuit direct formé par la machine reliée au tube, et de placer au point d'interruption deux boules dont l'écartement variable permet de régler la tension et la fréquence de la décharge dans le tube ; l'emploi de ce *détonateur* donne de bons résultats, mais on peut obtenir mieux encore au moyen de deux détonateurs, placés respectivement de chaque côté de l'ampoule, comme l'indique la figure. Chacun de ces détonateurs a deux boules inégales ; il faut que le détonateur relié au pôle positif de la machine ait sa petite boule en communication avec celle-ci et sa grosse boule reliée aux deux anodes de l'ampoule ; le détonateur relié au pôle négatif de la machine doit au contraire, avoir sa grosse boule en commu-

(1) Le musée radiographique Radiguet met en vente, pour conférences ou pour leçons, des collections de radiographies tirées sur papier ou sur verre.

nication avec celle-ci et sa petite boule en communication avec la cathode de l'ampoule. On règle empiriquement l'écartement des boules, suivant le tube employé et les conditions de fonctionnement de la machine. Ce dispositif per-

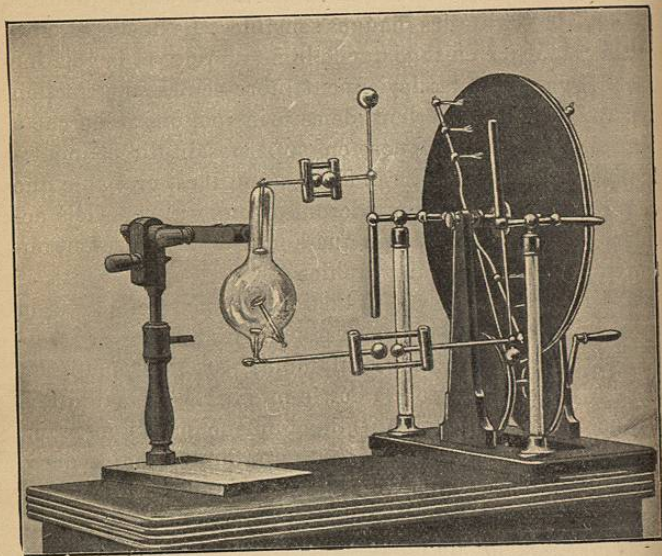


Fig. 118.

met d'obtenir de bonnes radiations sans jamais échauffer les tubes.

On peut obtenir un écran destiné à la fluoroscopie en déposant une couche mince de platinocyanure de baryum sur un bristol entouré d'un cadre en bois et vernissant ensuite cette couche. La luminosité de ces écrans est supérieure à celle que donne soit le tungstate de calcium, soit le fluorure double d'uranyle et d'ammonium. Il est bon de recouvrir l'écran fluorescent par un verre préserva-

teur qui n'altère pas l'observation des détails et permet au besoin de faire des repérages. Le corps à examiner doit naturellement être placé entre le tube actif et l'écran. Si l'on opère dans une pièce bien obscure, l'image de l'organe exploré devient visible pour tout un auditoire ; lorsqu'il est impossible de faire l'obscurité dans la pièce, on doit recouvrir d'un grand voile noir imperméable l'écran et la tête de l'observateur.

Un habile constructeur, M. Seguy, fabrique, un appareil portatif pour la production et l'utilisation des rayons X ; voici la description qu'il donne lui-même de cette *lorgnette humaine*.

Elle se compose d'une caisse à poignées renfermant dans les compartiments séparés :

- 1^o Une batterie mobile d'accumulateurs de 8 éléments, soit 16 volts, 75 ampères-heures ;
- 2^o Un transformateur spécial pour courant de haute tension donnant une étincelle de 20 centimètres ;
- 3^o Une ampoule bi-anodique montée sur un support articulé, mobile le long d'une glissière ;
- 4^o La lorgnette proprement dite constituée par une chambre noire pliante et un écran fluorescent.

Pendant l'opération, les accumulateurs, le transformateur et l'ampoule sont laissés en place dans leurs compartiments respectifs.

La lorgnette est tenue à la main par l'observateur qui en applique directement le viseur capitonné sur ses arcades sourcilières et sur l'arête du nez, de manière à intercepter le passage des rayons lumineux ambiants, tandis qu'il dirige du côté de l'ampoule génératrice des rayons X, le bout muni de l'écran fluorescent. On interpose le corps à observer entre l'ampoule et l'écran en l'appliquant le plus près possible de ce dernier.

Chaque appareil est muni d'un plomb fusible formant coupe-circuit qui, intercalé dans le circuit des accumulateurs, empêche la batterie de se décharger à l'excès sur le transfor-

mateur. Il suffira en cas de fusion de le remplacer pour que l'appareil soit en état de marcher à nouveau.

La mise en marche se fait à l'aide d'un interrupteur spécial qui, en fermant le circuit, donne au marteau trembleur son premier mouvement et empêche ainsi l'adhérence dangereuse à la bobine. En outre, un rhéostat placé à portée de l'opérateur et d'un maniement extrêmement doux permet de régler la marche de l'appareil, de façon à faire donner à l'ampoule son maximum de rendement.

Un voltmètre placé dans le circuit primaire permet de s'assurer que les accumulateurs sont toujours convenablement chargés. De plus, toutes ces pièces sont interchangeableables,

Le prix de l'appareil complet, accumulateurs, bobine ampoule, etc., est de 1250 francs.

La *Lorgnette humaine* permet de faire toutes les observations médicales du ressort de la radiologie.

La longueur d'étincelle est suffisante pour actionner une ampoule n° 2 et permettre d'examiner aussi bien la cavité thoracique que les membres, à l'aide de l'écran fluoroscopique contenu dans la jumelle.

On peut, en outre, avec cet instrument faire toutes les épreuves de radiographie, même celles qui se rapportent au bassin.

Les recherches des corps étrangers, balles, etc., et les examens de fractures et de luxations sont les plus facilement faits soit à l'aide de l'écran, soit à l'aide de la plaque sensible ; les examens des organes contenus dans la cavité thoracique se font aussi avec beaucoup de succès, tels : la recherche de la tuberculose pulmonaire, l'étude des épanchements des cavités pleurales, des indurations ganglionnaires, des modifications du volume du cœur, de la constitution des anévrysmes aortiques et les péricardites, etc...

On parvient aussi à reconnaître certaines lésions des organes sous diaphragmatiques : telles que les modifications du volume du foie et les ampliements de l'estomac, surtout du côté de sa petite courbure ; l'examen des organes du bassin, grand et petit, peut-être aussi fertile en résultats avec la *Lor-*

nette Humaine, à condition d'orienter convenablement le malade, de façon à éviter l'obstacle créé par la ceinture iliaque.

82. Effets thérapeutiques et accidents consécutifs. — Les docteurs Lortet et Genoud ont montré, (C. R. Académie des Sciences du 22 juin 1896), que l'action des rayons X modifie le développement aigu de la tuberculose et en transforme heureusement les allures chez des cobayes tuberculisés expérimentalement. Comme les rayons X traversent facilement, chez l'homme et surtout chez l'enfant, les parois thoraciques et les poumons, MM. Lortet et Genoud concluaient de leurs expériences que ces rayons pourraient exercer une action bienfaisante sur les tuberculoses superficielles et limitées à la plèvre.

Le Docteur Despeignes a démontré l'action révulsive des rayons X sur le cancer de l'estomac. Ces rayons traversent facilement les masses intestinales, alors même qu'elles sont remplies de matières alimentaires.

L'électrothérapie pourra certainement tirer, dans l'avenir, un grand parti des rayons Röntgen. Il faut d'ailleurs apporter beaucoup de prudence dans les applications de ces rayons, à cause des accidents consécutifs qui sont à redouter.

Les rayons X, en agissant sur la peau, peuvent produire une éruption superficielle érythémateuse, à laquelle succèdent des eschares profondes et douloureuses ; une action révulsive analogue pourrait, non sans danger, se produire dans l'intimité des tissus. Ajoutons que les rayons X exercent une action épilatoire énergique. Ils agissent aussi sur la rétine et irritent les yeux.

Pour atténuer autant que possible ces inconvénients, il convient de placer le tube à vide à 15 centimètres au moins de distance de la peau ; d'interposer une mince feuille

d'aluminium reliée au sol, laquelle, transparente pour les rayons X, conduit au sol les décharges électriques du tube à vide ; placer une plaque de cuivre ou de plomb sur la partie du corps que l'on veut soustraire à l'action des rayons ; employer, pour les observations fluoroscopiques, des lunettes à verre très dense.

TROISIÈME PARTIE

APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ

par le docteur André LUCAS