

Ces deux malades, j'en ai la conviction, seraient morts avec n'importe quelle technique.

Les résultats dépendent aussi de la qualité des soins donnés.

Dans la plupart de mes cas personnels, la guérison a été obtenue en une trentaine de jours. Dans ceux de l'hôpital le drainage a duré de quarante à soixante jours.

Je crois donc pouvoir dire que le facteur principal de la guérison des pleurésies purulentes aiguës est la mobilisation du poumon par la gymnastique respiratoire sous toutes ses formes et que l'idéal auquel doit tendre le chirurgien est non seulement la guérison sans fistule, mais la guérison sans déformation du thorax; c'est le poumon qui doit seul faire tous les frais de l'effacement de la cavité suppurante, et ce résultat on peut l'obtenir avec le drainage le plus simple.

COMMUNICATIONS

Emploi des courants de haute fréquence en chirurgie.

(Seconde communication¹).

Mécanisme d'action

*et effets des courants produits par les appareils à lampes :
leurs applications chirurgicales².*

par M. Heitz-Boyer.

Je veux vous entretenir de l'utilisation chirurgicale des courants de haute fréquence dits à ondes entretenues qu'on obtient avec les nouveaux appareils à lampes. Je vous montrerai, à la fin de la séance, un modèle que j'ai pu réaliser grâce au concours de mon collaborateur et ami Gondet et de mes vieux amis Beaudoin³. Cet appareil a déjà été présenté en octobre dernier au Congrès français d'Urologie. Si j'ai tardé à le soumettre à votre Société, c'est que je voulais vous exposer en même temps les recherches histologiques et électriques poursuivies avec mes collaborateurs, MM. Champy et Gondet, et qui nous ont permis d'élucider par quel mécanisme

1. Cette communication fait suite, après un intervalle de neuf ans, à un premier travail présenté à votre Société en 1920, intitulé : « Emploi des courants de haute fréquence pour la destruction des tumeurs de vessie : utilisation de ces courants en chirurgie urinaire et générale », 12 mai 1929.

2. Cette communication, inscrite à la séance du 13 décembre, a été remise successivement jusqu'à celle du 9 janvier, et complétée par des projections fixes et cinématographiques à la séance du 31 janvier; un retard dans les figures la fait paraître seulement dans ce bulletin. D'autre part, les recherches exposées dans ce travail ont pu être poursuivies grâce à la donation La Redorte faite à l'Institut Pasteur.

3. Je tiens à exprimer une fois de plus à MM. Beaudoin et Gondet ma gratitude pour leur dévouement infatigable, et pour leur compétence sans prix.

nisme très particulier ces courants à ondes entretenues détruisent les tissus.

Ce mécanisme est fort différent de celui des courants à ondes amorties produits par les appareils à éclateurs, dont je vous ai présenté il y a neuf ans un modèle, partout employé aujourd'hui; et cette année encore, mon ami Ravaut vous rapportait les remarquables résultats obtenus avec cet appareil dans certaines lésions de la face, en particulier les lupus. En 1920, j'avais profité de cette présentation pour envisager les utilisations que pourrait avoir en chirurgie générale cet agent thérapeutique vraiment merveilleux, que depuis dix ans déjà j'employais en chirurgie urinaire; mais j'avais rencontré parmi vous un réel scepticisme, et provoqué même quelques sourires, quand j'avais prédit qu'il pourrait un jour servir « à tout » en chirurgie, et « remplacer au besoin non seulement le thermocautère et le galvanocautère, mais aussi la curette, les ciseaux, le bistouri ».

Cette prédiction va d'autant mieux pouvoir s'accomplir à présent grâce aux progrès réalisés par les récents appareils à lampes, qui apportent en effet au chirurgien de précieuses ressources nouvelles, sans prétendre remplacer les anciens appareils à éclateurs qui conservent leurs indications.

Je voudrais aujourd'hui envisager alternativement devant vous les effets des deux sortes d'appareils, et le mécanisme biologique et physique par lesquels ils agissent respectivement. Cette étude comparative permettra de comprendre les avantages réciproques des deux modalités de courants à ondes amorties et à ondes entretenues, et d'en déduire leurs indications particulières en chirurgie. Enfin, je montrerai en dernière analyse que si l'on associe les deux modalités de courants en superposant leurs effets, on obtient une troisième modalité de haute fréquence, encore plus nouvelle et dont l'action semble devoir être particulièrement précieuse pour le chirurgien.

Je vais faire cette étude parallèle des différents courants de haute fréquence ainsi réalisés, au triple point de vue macroscopique, microscopique et électrique.

I. COURANTS À ONDES AMORTIES (APPAREILS À ÉCLATEURS).

A. — Au point de vue macroscopique, quand on applique une électrode en forme de couteau telle que celle-ci sur un tissu, en utilisant un appareil à éclateur en forte intensité et faible voltage, c'est-à-dire en action thermique pure ou électro-coagulation, on constate :

a) la formation, au contact de l'électrode, d'une zone, blanchâtre d'abord, qui commence à fumer, pour devenir ensuite noirâtre, et qui formera finalement autour de l'électrode, si l'on insiste, un véritable manchon de tissu carbonisé, manchon qui fait bloc avec elle et l'immobilise complètement. D'autre part, cette zone de charbon constitue un isolant qui empêche dès lors le courant de passer et arrête automatiquement l'action du couteau diathermique. On comprend qu'un mode de section,

ainsi rapidement limitée par la carbonisation, perd singulièrement de ses avantages : au bout d'une minute de destruction, il faut s'arrêter, retirer l'électrode, la nettoyer ou la changer. Cet inconvénient m'avait beaucoup gêné lors de ma série de prostatectomies par haute fréquence à vessie ouverte, faites en 1919 et 1920 dans le service de M. Michon, et que j'ai présentées au Congrès de Chirurgie de 1920.

b) Deuxième inconvénient au moins aussi important : la zone de destruction autour de l'électrode s'étend loin, diffuse rapidement à 2 et 3 centimètres et même plus, comme on peut le constater simplement par le changement de coloration des tissus et leur élévation de température. Dans certains organes très vasculaires, comme la verge, cette propagation peut même atteindre un périmètre de 4 à 5 centimètres : j'ai vu ainsi un pénis chez un jeune homme se coaguler complètement à la suite de la destruction d'un épithélioma du gland et tomber en entier. Outre le danger que présente ce défaut de limitation de l'action, la diffusion de la nécrose ne permet pas la suture immédiate des tissus ainsi sectionnés ; et cela encore restreignait beaucoup l'emploi de ce mode de section des tissus, puisqu'il empêchait, dans la plupart des cas, leur réunion par première intention, contrairement aux règles actuelles de la chirurgie.

c) Enfin, troisième inconvénient grave, ces larges nécroses produites aux alentours de l'électrode entraînaient, les jours suivant l'opération, des résorptions massives : j'avais été frappé, dans mes essais de prostatectomie, de voir l'état de mes opérés devenir beaucoup moins bon à partir du sixième ou huitième jour, alors qu'il n'y avait ni hémorragie, ni infection ; ils étaient intoxiqués par ces tissus mortifiés, dont la résorption et la phagocytose entraînaient à la fois un gros effort d'absorption et un véritable empoisonnement, tout comme nos shockés de guerre après les grands écrasements des membres.

B. — Les constatations microscopiques, faites avec M. Champy sur des coupes histologiques, confirment et expliquent ces observations macroscopiques. On peut les résumer ainsi, en les étudiant sur cette pièce provenant d'une tumeur de vessie électro-coagulée :

1° Il y a une couche superficielle large, où les cellules sont coagulées violemment : point d'être complètement détruites et méconnaissables (voir fig. 1) : les couches les plus superficielles peuvent même être transformées en une croûte de carbonisation, dont une partie s'élimine souvent immédiatement, en s'effritant.

2° Au-dessous, se retrouvent des formes cellulaires reconnaissables, dans lesquelles le protoplasma est cependant encore coagulé, mais où il a surtout une *élongation* considérable et tout à fait typique des cellules dans la direction du courant (voir par comparaison les fig. 2 et 3).

Or, l'ensemble de ces couches cellulaires coagulées à différents degrés,

1. Ce phénomène a paru à M. Champy d'une importance extrême au point de vue biologie cellulaire : c'est la première fois qu'il a constaté un phénomène semblable, en histologie expérimentale, et nous nous réservons de l'étudier en détail.

depuis la carbonisation jusqu'à une simple modification du protoplasma difficile à reconnaître pour un œil non exercé, atteint toujours plusieurs millimètres, allant même sur des coupes faites immédiatement après l'application, jusqu'à 20 et 30 millimètres, et au-delà (fig. 1).

C'est dire la brutalité d'action de cette destruction foudroyante, que dénote l'étendue de la zone congelée, où les albumines profondément transformées deviennent de véritables corps étrangers à l'organisme et



FIG. 1. — Tumeur de vessie détruite avec l'appareil à solénoïdes par ondes amorties de haut voltage et forte intensité, en diathermo-coagulation (Bordier). — Grossissement faible.)

a) En haut de la figure, couche de sclérose superficielle par coagulation thermique ayant atteint par endroits la carbonisation ; elle mesure plus de 800 μ , occupant à peu près le 1/3 supérieur de la préparation, et cependant (vers la droite) il y en a déjà toute une partie qui s'est détachée, tombée immédiatement après l'application du courant (plage claire en haut de la figure à droite) ; b) Au-dessous de cette couche en grande partie carbonisée, plus du 1/3 moyen de la coupe est occupé par une zone de coagulation stérile, avec élongation des cellules (voir le détail fig. 2), qui sont encore reconnaissables ; c) Enfin, tout en bas et à droite apparaît dans le coin de la figure une zone de tissu peu touchée et restée presque normale. — Cette coupe montre bien la brutalité et la diffusion à grande distance des effets des courants à ondes amorties sur les tissus.

toxiques pour lui. Si, en effet, les jours qui suivent l'acte opératoire, les couches superficielles de cette zone immédiatement détruite peuvent s'éli-

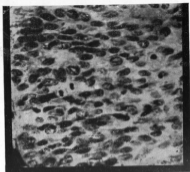


FIG. 2. — (Grossissement moyen). Elle montre la même tumeur à p'us fort grossissement, dans une partie qui n'a pas été touchée par la haute fréquence : aspect habituel des cellules néoplasiques.

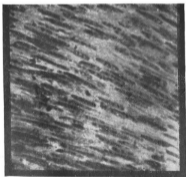


FIG. 3. — (Même grossissement). La même tumeur dans une partie qui a été détruite par les courants à ondes amorties : zone de dégénération simple, avec formation des cellules. Cet étirement est tout à fait typique, et il s'est fait dans le sens du courant. Cet aspect constitue un phénomène histologique tout à fait remarquable, et qui n'avait jamais été observé jusqu'ici en biologie cellulaire : il semble devoir conduire à des constatations très importantes, et que nous sommes en train d'étudier.

miner en partie sous forme de la chute d'une escarre, les couches profondes se trouveront nécessairement phagocytées par les éléments cellulaires adjacents, avec phénomènes de résorption intense.

La cicatrisation se fera donc en pareil cas par un double mécanisme, en partie après élimination des cellules superficielles les plus mortifiées, mais aussi en partie après absorption des cellules plus profondes simplement coagulées. Il en résulte un double inconvénient au point de vue chirurgical : d'abord possibilité d'une hémorragie secondaire consécutive à la chute précoce de l'escarre, ensuite fatigue ultérieure imposée à l'organisme

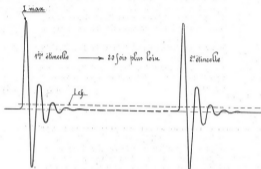


FIG. 4. — Graphique électrique caractérisant le mode de production des courants à ondes amorties ou interrompues. — On voit deux trains d'ondes, séparés par un long intervalle nul, où il ne passe pas de courant : le temps utile correspond à peine au $1/10$ de temps total de passage du courant du secteur. Noter d'autre part l'amplitude extrême de la première onde produite, les suivantes s'amortissant avec une telle rapidité qu'après la quatrième ou cinquième onde elle tombe à rien. Cette figure fait comprendre le gaspillage d'énergie existant dans cette modalité de courants de haute fréquence, en même temps qu'elle montre l'intensité formidable qu'elle atteint dans le bref laps de temps où elle agit ; ainsi s'expliquent au point de vue biologique sa brutalité d'action sur les tissus, en même temps que sa diffusion à grande distance à leur intérieur.

par suite de la résorption des couches profondes demeurées en place et constituant un foyer toxique.

Enfin, notons qu'entre la zone détruite et la zone intacte, il n'y a pas de transition : la démarcation se fait brusquement, ce qui explique que, lorsque l'escarre tombe, il n'y ait pas toujours une oblitération des vaisseaux suffisamment organisée pour éviter l'éventualité d'une hémorragie secondaire.

Ces inconvénients de l'électrocoagulation diathermique, obtenue au

moyen des appareils éclateurs utilisés en courants de haute intensité, m'avaient fait préconiser en beaucoup de cas l'emploi des courants de faible intensité et de haute tension, de ce que j'ai appelé l'*étincelage*, par étincelles froides ou demi-froides; mais il faut reconnaître que, si elles ne présentent pas tous les inconvénients de diffusion et de nécrose étendues des courants de forte intensité, elles n'ont pas en revanche un pouvoir de destruction aussi prononcé.

C. — Au point de vue électrique, tous ces phénomènes biologiques de diffusion et de nécrose étendues s'expliquent par le mode de production de ces courants de haute fréquence dits à ondes amorties ou encore interrompues, que produisent les appareils à éclateurs. Ils se traduisent sur des graphiques électriques par une série de trains d'ondes successives, progressivement décroissantes, avec des intervalles nuls où il ne passe pas de courant (voir fig. 4).

L'effet utile correspond strictement à la série de trains d'ondes, c'est dire qu'elle représente à peine le dixième du temps total de passage du courant du secteur. En revanche, l'effet produit, en ce court laps de temps, atteint une intensité formidable et se propage à grande distance, engendrant dans les tissus avoisinants des phénomènes de nécrose à la fois profonde et largement diffuse. Il y a donc un véritable gaspillage d'énergie avec ce courant qui agit par décharges intermittentes et brutales, véritables « coups de bélier successifs »; elles sont terriblement traumatisantes pour les éléments cellulaires, surtout si elles se répètent; or, précisément, avec ces appareils à éclateurs utilisés en intensité, il faut, pour arriver à des effets thermiques suffisants, une durée d'application prolongée, puisque l'action locale s'exerce à la fois pendant un très court laps de temps et avec une puissance inversement proportionnelle à sa grande diffusion.

Nous avons cherché avec Gondet à connaître les températures qui se produisaient à l'intérieur des tissus dans ces phénomènes de diathermo-coagulation, et nous sommes arrivés à constater des chiffres de 300°!

En résumé, avec les appareils à éclateurs dans leur utilisation en électrocoagulation, c'est-à-dire en forte intensité sans l'intervention d'un résonateur (c'est-à-dire en basse tension), les caractéristiques électriques et biologiques seront les suivantes :

- 1° Nécessité de très hautes températures atteignant 300° pour obtenir une action vraiment destructive;
- 2° Nécessité pour obtenir cet effet destructif de prolonger l'action locale;
- 3° Action locale ne se limitant jamais, de par la nature même du courant, au point d'application, mais se diffusant au loin;
- 4° Pas de zones de transition entre les parties coagulées et les parties saines, cette absence de démarcation tenant à la brutalité même de l'action de ces courants.

II. COURANTS À ONDES ENTRETENUES (APPAREILS À LAMPES).

Avec les courants à ondes entretenues que produisent les appareils à lampes, les effets sur les tissus et leur mécanisme de production vont être tout différents. Et c'est l'histologie qui nous en donnera l'explication.

A. — **MACROSCOPIQUEMENT**, on voit les tissus se modifier très peu au contact de l'électrode. A peine note-t-on un peu de blancheur; il n'y a pas ou peu de chaleur dégagée, pas ou guère de zone noirâtre adjacente; et, pour arriver à produire une mince couche de carbonisation, il faut prolonger longtemps l'application en un même point et se servir d'une électrode fine, type aiguille. Lorsqu'on veut faire une section, l'électrode progresse aisément à travers les tissus aussi bien en surface qu'en profondeur; elle reste libre et mobile dans les chairs, s'y déplaçant même avec trop de facilité: on dirait que la chair s'entr'ouvre devant elle et en quelque sorte la happe. Aussi, lorsqu'on sectionne pour la première fois par ce procédé, on éprouve véritablement une étrange impression à sentir sa main, habituée à la résistance qu'opposent les tissus au tranchant du bistouri, entraînée comme dans une substance semi-fluide trop rapidement. Trop rapidement, en effet, car ainsi que nous le constaterons sur les coupes microscopiques, la rapidité de la section pratiquée ainsi ne laisse pas à l'effet hémostatique le temps de se produire.

En revanche, faite rapidement ou lentement (à condition de ne pas exagérer cette lenteur), la section sera toujours *linéaire* et aussi rigoureusement étroite que celle d'un bistouri: on peut donc vraiment, en pareil cas, parler de *bistouri électrique*; mais je me refuse à dire « bistouri diathermique », puisque, comme nous allons le voir par l'étude des phénomènes histologiques, les effets thermiques produits avec ces courants restent normalement minimes et peuvent même être presque inexistants; en pareil cas, la destruction ne se produit plus essentiellement par la chaleur, mais par une action tout à fait curieuse qu'ont pu éclaircir nos constatations microscopiques.

B. — Au point de vue microscopique, voici (fig. 5, 6, 7 et 8) les coupes d'un rein de cobaye, qui a été sectionné au moyen du couteau à haute fréquence par ondes entretenues:

A. Ce premier prélèvement a été fait aussitôt après l'opération (voir fig. 5 et 6). On est frappé avant tout par la *limitation* de la destruction, qui contraste avec la diffusion et l'étendue des lésions produites par les courants à ondes amorties: la couche détruite par les courants à ondes entretenues reste toujours mince, ne dépassant pas quelques μ . D'autre part, dans cette minime zone où les cellules sont plus ou moins détruites, elles le sont par un double mécanisme: en partie encore par coagulation (pouvant même aller superficiellement jusqu'à la carbonisation), mais surtout par *dislocation cellulaire, sans intervention de phénomènes thermiques notables*. Le rapport entre ces deux facteurs, ainsi que l'étendue de la destruc-

tion, vont d'ailleurs varier en fonction de la lenteur ou de la rapidité de la section.

e) Lorsque la section est *rapidement* faite, la couche détruite totalement arrive à être extrêmement réduite, atteignant à peine 20 μ , au lieu de 1.000 à 3.000 μ qui étaient le minimum avec l'électrocoagulation diathermique : on peut mesurer ainsi l'énorme différence d'action qui existe entre les deux variétés de courants. Voici le détail de ce qu'on peut observer sur une telle coupe.

1° En surface, on constate une zone, où il y a coagulation et même carbonisation, mais elle reste elle-même *tout à fait limitée*, puisqu'elle



FIG. 5. — *Rein sectionné au moyen de couteau à haute fréquence avec l'appareil à intervalles par ondes entrecroisées* (Grossissement faible). — La coupe a été prélevée immédiatement après l'application du courant : a) En haut de la figure, couche de nécrose superficielle par coagulation thermique, avec en quelques points seulement une pellicule de carbonisation ; cette couche mesure à peine 8 à 14 μ (au lieu de 800 constatés avec l'appareil à éclateurs par ondes amorties). On voit la différence si grande d'action des ondes amorties et des ondes entretenues ; b) au-dessous, petite zone de tissu (indiqué par le trait n. él), où il y a encore élévation simple des cellules, mais sans la moindre coagulation thermique ; les cellules des tubuli sont encore reconnaissables. Cette zone, également détruite mais sans intervention de chaleur, mesure de 14 à 15 μ ; c) au-dessous, tissu du rein presque normal, avec cependant par places allongement des cellules : c'est la « zone limite » qui sera si intéressante à étudier à propos de l'action des courants de haute fréquence sur les vaisseaux (voir fig. 9 et 10). Tout en bas de la coupe, aspect normal du rein.

correspond souvent à *une ou deux couches de cellules* seulement, au maximum 8 ou 10.

2° Au-dessous de cette couche de destruction totale existe une zone plus étendue, où le tissu est également atteint et nettement modifié, mais sans qu'il y ait coagulation : les cellules présentent les mêmes phénomènes d'élongation cellulaire observés avec les courants à ondes amorties ;

seulement, ces modifications sont d'ordre *purement mécanique*, relevant d'une sorte d'ébranlement moléculaire, qui disloque la cellule; et ces cellules sont capables de réparation, ainsi que nous l'a révélé l'étude des processus de régénération. Autre conséquence importante: ces cellules modifiées, mais *non coagulées*, ne constitueront pas pour l'organisme des corps étrangers qu'il aura à résorber, avec les phénomènes toxiques qui s'ensuivent et la fatigue qui en résulte. On comprend d'autre part que, vu

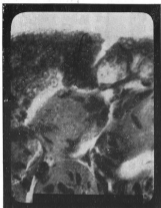


FIG. 4. — *Même coupe du rein sectionné avec ondes entretenues, mais à très fort grossissement.*

a) On voit en haut de la figure la zone détruite coagulée par la chaleur, où les cellules ne sont pas reconnaissables; b) Au-dessous (1/3 moyen) un tube du rein, où les cellules sont disloquées et éclatées, mais le tube a encore conservé sa structure. Plus à droite, quelques cellules plus reconnaissables et nettement allongées; c) Enfin, en bas, on voit un tube urinaire presque normal, avec cellules conservées.

Cette figure permet encore mieux de saisir la *stricte limitation* des effets des courants à ondes entretenues, contrastant avec la diffusion si étendue des courants à ondes amorties (voir fig. 1).

l'extrême minceur de la zone modifiée et escarrifiée, il soit possible d'obtenir la réunion par première intention des tissus ainsi sectionnés et qu'on puisse suturer immédiatement, comme après une section sanglante.

Ce nouveau mode de courant de haute fréquence présente ainsi d'évidents avantages sur celui produit par les appareils à éclateurs exclusivement employés jusqu'à ces dernières années.

b) Lorsque la section est pratiquée *lentement*, en faisant cheminer plus doucement le couteau à haute fréquence, l'aspect est un peu différent et se rapproche davantage de celui de l'électrocoagulation produite par les courants à ondes amorties : en effet, la coagulation atteint également la zone des cellules présentant les phénomènes d'élongation, qui ne sont plus alors seulement perturbées par des phénomènes d'ordre mécanique, c'est-à-dire produits par une simple dislocation avec éclatement cellulaire. Néanmoins, et c'est là un fait capital, cette zone de destruction, même lorsque la destruction y est intense, reste toujours limitée et localisée, mesurant au maximum 600, 800 μ , parfois, ne dépassant 1 centimètre que si on insiste longtemps sur un même point. Cette prolongation de l'action du courant n'aurait d'utilité que si l'on voulait obtenir l'hémostase de vaisseaux déjà assez gros, et cela ne se produira que dans des cas spéciaux, tels que section de parenchymes très vasculaires (reins ou même foie), et dans ce cas nous verrons qu'une solution meilleure consistera à combiner l'action simultanée des deux sortes de courants.

En résumé, les constatations histologiques *immédiates* faites après l'application dans un but chirurgical des courants à ondes entretenues montrent :

a) La destruction strictement limitée à une couche minime, qui en un laps de temps égal atteint à peine le dixième ou même le vingtième de celle produite par les courants à ondes amorties ;

b) Le peu d'intensité des phénomènes thermiques qui, lorsque la destruction est rapide, peuvent être réduits à presque rien, et qui, même après une section lente, ne produisent jamais qu'une croûte superficielle et très mince de coagulation ;

c) L'intervention habituellement prépondérante, dans cette action destructive, de phénomènes mécaniques de dislocation cellulaire, modifiant les cellules, en dehors de toute coagulation thermique et n'en faisant pas des corps étrangers pour l'organisme.

B. L'étude des phénomènes histologiques *ultérieurs*, observés à quelques jours de distance de l'application, au cours de la *cicatrisation*, vient confirmer ces constatations, (en opposition presque complète avec celles faites après la destruction par les appareils à lampes).

Voici deux coupes du même rein de cobaye, sectionné par le couteau à haute fréquence à ondes entretenues ; mais prélevées cette fois quinze jours après l'application de l'électrode ; l'une est à faible et l'autre à fort grossissement (fig. 7 et 8).

Elles montrent que la mince couche, coagulée immédiatement, est tombée, sans qu'il se soit produit à son voisinage de phénomènes de réaction violente, ni de cicatrisation épaisse ou rétractile : la cicatrice est réduite à une zone tout à fait minime. Au-dessous, on retrouve la couche de cellules *allongées* observée aussitôt après la destruction, cellules simplement disloquées et non coagulées : ces cellules n'ont pas été résorbées et n'ont provoqué aucun trouble, preuve qu'elles n'étaient pas très

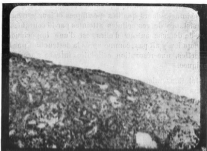


FIG. 7. — Corps du même rein sectionné par les courants à ondes entretenues, mais prélevés quinze jours après l'opération, en période de cicatrisation (faible gr.).

On est frappé par la minceur de la cicatrice, réduite à une mince pellicule. Au-dessous d'elle, le tissu est presque normal sans trace de réaction cellulaire vis-à-vis des corps étrangers, et avec absence de tout phénomène de résorption pouvant entraîner des troubles d'absorption toxique pour l'organisme. Les cellules ont presque repris leur aspect normal: en particulier, vers la droite, un tube urinaire redevenu presque normal, et, tout en bas, il y en a un qui présente l'aspect habituel. On voit combien le tissu n'a été modifié à peu de distance par la destruction de haute fréquence.

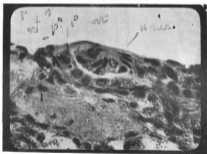


FIG. 8. — La même coupe du rein prélevée après cicatrisation, mais à fort grossissement.

On voit d'une façon encore plus saisissante la limitation extrême de la zone de destruction produite par les courants à ondes entretenues. Même à ce grossissement, la couche cicatricielle se réduit à un ou deux p et immédiatement au-dessous d'elle, un tube urinaire en voie de réparation: ses cellules « allongées et disloquées » n'ont pas été résorbées: elles persistent (comme un corps étranger bien toléré).

modifiées au point de vue chimique, et que l'action mécanique qu'elles ont subie a laissé intactes leurs qualités spécifiques et leur pouvoir de réparation. La persistance de ces cellules atteintes par le courant, l'absence de phénomènes de défense autour d'elles, est d'une importance capitale; cela explique qu'il n'y ait pas, comme après la destruction par les courants à ondes amorties, une résorption cellulaire intense s'accompagnant de troubles toxiques.

Ces constatations microscopiques sont déjà d'un grand intérêt pour nous faire comprendre le mécanisme général (vraiment un peu étrange) de cette destruction des tissus par les nouveaux courants à ondes entretenues. L'étude histologique va nous apporter encore d'autres éclaircissements très précieux, concernant leur action particulière sur les *vaisseaux sanguins et lymphatiques*, action d'ailleurs qui est commune dans ses grandes lignes¹ aux deux variétés de courants à ondes amorties et à ondes entretenues², et aura un effet d'hémostase sur les artères et les veines et d'obstruction sur les voies lymphatiques. Or, c'est cela, je crois, qui intéressera le plus le chirurgien général dans l'emploi de la haute fréquence: pouvoir couper des tissus dans les conditions ordinaires du bistouri sanglant (section linéaire, réunion *per primum*), sans qu'ils saignent et en caufatant leurs lymphatiques ouverts: un tel résultat constituerait certainement un grand progrès pour beaucoup d'opérations.

Dans quelle mesure les courants à ondes entretenues le réalisent-ils? Dans une très grande mesure certes, mais qu'il ne faudrait pas exagérer: je tiens à insister sur ce point, et l'histologie va justifier et expliquer cette réserve. En effet, la minceur de la couche de coagulation immédiate, qui, avec ces courants employés à la vitesse de section normale, reste toute superficielle, nous montre qu'il ne faut pas escompter toujours avec eux une hémostase complète et immédiate: on ne pourra l'obtenir dans certains cas qu'en sectionnant avec une telle lenteur, en coagulant si profondément les lèvres de la plaie, que l'on retombera partiellement dans les inconvénients des appareils à éclateurs. (Aussi bien une meilleure solution sera, nous le verrons plus loin, d'associer les deux courants, en juxtaposant leurs effets par la réalisation d'un nouveau courant « mixte » si intéressant.) De l'examen histologique des effets des courants à lampes, nous allons pouvoir tirer des constatations bien instructives en ce qui concerne cette influence élective des courants de haute fréquence sur les vaisseaux.

a) Pour les *lymphatiques*, leur diamètre infime, et la difficulté de les reconnaître sur les coupes rendent peu démonstratives les preuves histolo-

1. Elle ne l'est pas en effet dans les détails, qui diffèrent sur plusieurs points, en particulier sur la répartition inégale des zones de coagulation immédiate thermique, et de coagulation plus lente d'ordre mécanique par dislocation cellulaire: il en résultera des conséquences importantes pour la réalisation de l'hémostase secondaire précoce et de la tardive définitive. L'expliquerai ces termes plus loin.

2. Mais avec, en plus pour les courants à ondes entretenues, cet avantage si précieux de pouvoir trancher comme avec un bistouri ordinaire et de faire des sutures immédiates.

giques; mais il n'est pas douteux que la lymphe ne soit coagulée comme le sang des petits vaisseaux.

b) En ce qui concerne les *vaisseaux sanguins*, les coupes (fig. 9 et 10) montrent bien cette action élective sur eux, aboutissant à leur oblitération, et par suite réalisant l'hémostase soit immédiate, soit ultérieure (j'ai déjà fait allusion à cette distinction, et je vais y revenir plus loin).

Dans la zone coagulée, les vaisseaux, paroi et contenu, sont, comme tout le reste du tissu, coagulés brutalement; le fait est évident et se passe de commentaires. Par contre, il est très intéressant d'étudier avec détail la zone adjacente, ou « zone limite », qui présente les phénomènes d'*élon-*

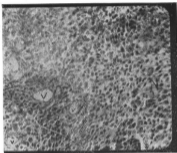


FIG. 9. — Portion de foie, qui a été sectionnée par le courant à haute fréquence avec anodes entretenues : la coupe prise à distance de la zone détruite, dans la zone adjacente, ou « zone limite ». On est frappé par l'agglomération des cellules autour des deux vaisseaux surtout du plus gros d'entre eux : tout autour de lui, les cellules sont comme attirées vers sa lumière, allongées et étirées dans sa direction, en même temps qu'elles sont éclatées et comme éraillées les unes contre les autres. Il se constitue ainsi un véritable « manchon périvasculaire » dont l'aspect est typique.

gation des cellules, si caractéristiques de l'action des courants de haute fréquence. Or, on constate que ces phénomènes ont lieu *électivement* autour des *vaisseaux*, donnant la preuve que c'est à leur niveau que le courant se propage avec le plus d'intensité. On voit alentour les cellules allongées et étirées se disposer en groupes, comme attirées par la lumière vasculaire, et leur allongement se faire vers elle; il se crée ainsi autour des artérioles et des veinules un véritable « manchon » de ces cellules modifiées, qui aboutira, lorsque le processus aura été particulièrement intense, à la formation d'une cicatrice progressive, arrivant à oblitérer leur lumière. Cette oblitération se faisant peu à peu, elle aura, dans cette zone limitrophe, déjà fini le plus souvent de se constituer lorsque l'escarre de coagulation tombera : ce qui évitera les hémorragies secondaires. Cette

heureuse évolution a d'autant plus de chances de se produire avec les courants à ondes entretenues, que ceux-ci ont un rayon d'action destructive bien circonscrite et qu'on n'a pas avec eux à redouter les nécroses largement diffusées des courants à ondes amorties : ce sont ces nécroses qui risquent en effet de provoquer, les jours suivants, la chute prématurée d'escarres volumineuses, chute trop précoce parfois pour que cette hémostasie secondaire et définitive ait eu le temps de s'organiser.

Ainsi donc, après toute destruction par la haute fréquence, se réalise un double processus d'hémostasie dans les tissus touchés par ces courants : une hémostasie *immédiate*, du fait de la coagulation instantanée et bru-

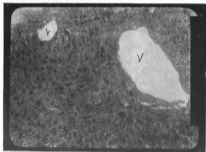


FIG. 14. — La même coupe de foie dans la « zone limite » mais à fort grossissement. — On voit le détail de ce manchon périvasculaire, et on y distingue bien les cellules, étirées, allongées, s'écrasant mutuellement contre la lumière du vaisseau, vers lequel elles ont subi une « attraction ». Les cellules endothéliales vasculaires sont elles-mêmes très modifiées et on comprend que de cet ensemble de corps cellulaires vasculaires et juxta-vasculaires disloqués et éclatés, soient mis en liberté les ferments coagulants qui y sont contenus.

Ainsi nous est révélé le mécanisme de l'hémostasie *secondaire* propre caractéristique des courants de haute fréquence, mécanisme double, par organisation et rétraction progressive de ces « manchons périvasculaires », sortes de « ligatures vivantes », se formant à distance notable de la zone de destruction, et par mise en liberté du fibrinogène de ces cellules disloquées et éclatées.

tales, qui obstrue de suite les vaisseaux ouverts par des effets thermiques, comme le ferait un cautère (cautère simple, galvano ou thermocautère), et une hémostasie *secondaire*, d'un caractère très spécial, dont nos coupes montrent l'existence et le mécanisme probable : elle est d'abord préparée (et sans doute aussi réalisée) par cette « attraction », cet « étirement » vers les vaisseaux des cellules allongées, attraction qui se produit dans la zone non coagulée, et qui aboutira à la formation de véritables « manchons périvasculaires », dont l'organisation, puis la rétraction aboutiront à l'étouffement et l'occlusion du vaisseau ; mais elle doit être aussi le résultat

de la dislocation, de la disruption des cellules vasculaires et périvasculaires, dont l'éclatement met en liberté leur ferment coagulant, avec production de thrombose des vaisseaux. D'autre part, l'existence de cette hémostase secondaire précoce s'appuie sur la constatation clinique, que dans les opérations par la haute fréquence, même si le saignement immédiat est assez abondant, il se tarit dans les heures suivantes avec une rapidité qu'on ne rencontre pas dans les opérations sanglantes.

Ce processus si curieux, évoluant en dehors de tout phénomène thermique, est plutôt le fait des courants à ondes entretenues, et un rapport avec la présence dans la couche profonde modifiée, mais non coagulée, de ces « manchons périvasculaires » de cellules étirées et éclatées. Or, le même processus histologique se produit et peut être constaté après l'application des courants à ondes amorties, à condition qu'ils soient utilisés en *haute tension et faible intensité*. Ainsi cette variété spéciale de courants produits par les appareils à éclateurs provoque les mêmes avantages de limitation dans les effets destructifs et de sécurité dans l'évolution que donnent les appareils à lampes, avantages que la clinique nous a fait leur attribuer et que l'histobiologie nous a permis de vérifier et d'expliquer. Il y a longtemps déjà, dès mes premières recherches avec Oudin en 1910, j'avais insisté dans l'utilisation de ces appareils à éclateurs, seuls existant alors, sur ces propriétés heureuses et bienfaisantes pour toute une série de cas de ce que j'ai appelé l'*étincelage* par étincelles tièdes et froides (ou presque froides) plus scientifiquement dénommables étincelles de moyenne et haute tension (ou voltage); dans de nombreuses publications et communications faites depuis dix-huit ans, je n'ai cessé de préconiser cet étincelage pour toute une série de cas, particulièrement en chirurgie urinaire, en le préférant à l'électrocoagulation à effets beaucoup plus brutaux et susceptibles d'amener ces nécroses diffuses avec larges eschares, elles-mêmes capables de produire des hémorragies secondaires. Mes collègues urologues ont certainement trouvé fastidieuse cette insistence de ma part, et bien subtile probablement cette distinction que je rappelais inlassablement: or voici que ces nouveaux courants d'appareils à lampes en apportent la lumineuse démonstration, et il est curieux de retrouver, réalisés par eux dix-huit ans après, ces avantages que je préconisais, et réalisés, il faut le reconnaître, avec des effets destructifs beaucoup plus énergiques et puissants, mais en restant limités et conservant les mêmes garanties de sécurité.

C. — L'étude des propriétés ÉLECTRIQUES des courants à ondes amorties va nous faire mieux comprendre encore leur mode d'action biologique, et les propriétés si particulières qu'ils présentent pour détruire les tissus.

Leur caractéristique électrique est la *continuité de leur effet mile*. Sur des graphiques, ils se présentent sous la forme d'une succession régulière et ininterrompue d'ondes (voir fig. 11) de même grandeur, si le courant reste égal.

Il n'y a pas, comme dans les courants à ondes amorties, ces espaces nuls, séparant par de longs intervalles des trains d'ondes successifs (chaque

train commençant par une onde d'amplitude maxima pour finir à rien), et nous avons vu que dans ces conditions à peine un dixième du temps de passage du courant absorbé était efficient. Outre ce gaspillage de courant, il en résulte aussi, nous l'avons vu, une mauvaise répartition de son énergie qui dans ce court laps de temps doit se développer avec une intensité décaplée, d'une brutalité extrême pour les tissus, dans lesquels elle diffuse à grande distance : c'est un peu comme si pour réduire une fracture, on procédait par chocs successifs et violents sur le fragment saillant en ébranlant sans nécessité les os et articulations adjacents. Enfin cet éparpillement de l'action du courant rend nécessaire, pour obtenir en chaque point une destruction suffisante, de prolonger considérablement sur chacun d'eux cette énergie « désordonnée et intempestive ».

Au contraire, la continuité d'action des courants à ondes entretenues, permet une très notable diminution des énergies mises en jeu instantanément : avec dix fois moins de courant ou en dix fois moins de temps, elles



FIG. 11. — Graphique électrique, caractérisant le mode de production des courants à ondes entretenues.

Les ondes sont produites successivement d'une façon régulière et ininterrompue, le courant restant semblable. Leurs amplitudes sont égales, et leurs intervalles sont identiques, il n'y a pas d'espace nul. Le courant est produit « en une continuité et une constance absolues ». On voit la différence complète entre cet aspect et celui donné par le graphique des ondes amorties, avec ses irrégularités et ses grands intervalles séparés par des trains d'ondes (voir fig. 4).

produisent des effets égaux aux points touchés, et qui sont d'autant plus efficaces qu'ils restent cantonnés dans une zone très circonscrite. Il n'y a plus cet effet pour ainsi dire « explosif », diffusant à grande distance, des courants à ondes amorties.

Ainsi la physique explique et confirme la limitation et le caractère peu thermique des effets histologiques produits par les appareils à Lampes.

De cet ensemble de constatations macroscopiques, microscopiques et électriques concernant les courants à ondes entretenues, nous pouvons conclure qu'ils se caractérisent :

1° Et avant tout, par la *limitation* de leur action destructive, la zone détruite, mesurant toutes les choses égales (temps et intensité) à peine le 1/10 et le plus souvent même le 1/20 de celle produite par un appareil à éclateurs.

2° Par la *rapidité* d'action, qui est fonction de la non diffusion du courant, et permet dans le même laps de temps d'obtenir dix fois plus vite un effet destructif d'égale étendue.

3° Par la *limitation de l'effet thermique*, localisé à une croûte superficielle extrêmement mince, alors que les éléments sous-jacents n'ont subi qu'une perturbation mécanique, ne modifiant pas leurs propriétés chimiques, et ne provoquant pas de réaction sur l'organisme.

4° Il en résultera, en même temps que l'absence d'escarres larges, — d'où *section linéaire possible*, — et des phénomènes de résorption d'albumines coagulées toxiques pour l'organisme, la possibilité de réunir *immédiatement* les tissus sectionnés.

5° Quand à l'action *hémostatique*, nous avons vu qu'elle existait et par quel double mécanisme elle se produisait. Mais ici, il faut faire des réserves : l'action hémostatique dans les conditions habituelles d'application, après une incision faite à vitesse normale, est souvent insuffisante dans les tissus très vasculaires, la couche de coagulation se réduisant, comme nous l'a montré l'histologie, à une mince pellicule de 2 à 4 μ parfois, le plus souvent de 5 à 7 μ , incapable d'obstruer des vaisseaux pour peu que la pression y soit un peu élevée.

Voici la réserve qu'il convient de faire en ce qui concerne les applications chirurgicales de ces courants à ondes entretenues : action complètement efficace sur les voies lymphatiques pour les obstruer, action souvent insuffisante sur les vaisseaux sanguins pour les coaguler. On peut y pallier en prolongeant leur application, mais alors la nécrose s'étendrait largement de part et d'autre de l'électrode, et on retrouvera, quoique atténués, les inconvénients des courants à ondes amorties. Les observations cliniques, comme les pièces histologiques, mettant en lumière cette insuffisance relative de l'hémostase des courants à ondes entretenues, on est ainsi conduit¹ à recourir à une troisième modalité mixte qui est l'association des deux autres sortes de courants de haute fréquence ; cette combinaison semble devoir réunir les avantages des deux méthodes précédentes, en évitant leurs inconvénients ; mais cette communication est déjà trop longue pour que je décrive en détail les effets macroscopiques, microscopiques et électriques de ce courant mixte, et je n'en dirai qu'un mot aujourd'hui.

III. COURANTS MIXTES.

On peut les définir en deux lignes : ils possèdent le pouvoir de diffusion de l'action hémostatique des courants à ondes amorties (appareils à éclateurs), tout en gardant la stricte limitation des effets de coagulation des courants à ondes entretenues (appareils à lampes). Ils réalisent donc la forme de haute fréquence la plus efficace pour éviter le saignement au cours d'une opération chirurgicale et empêcher ultérieurement une hémorragie secondaire. Cette action hémostatique qui, je le répète, me semble devoir séduire avant tout le chirurgien lorsqu'il laissera le bistouri pour recourir à la haute fréquence, rendra ce courant mixte particulièrement précieux pour les régions et surtout les viscères très vascularisés (rein, foie, rate) ou difficiles à hémostasier (poumon, cerveau).

1. Je tiens à dire la part qui revient à de Martel dans la réalisation de ce courant mixte « coupant et coagulant », qu'il réclamait à M. Gondet pour l'ablation des tumeurs cérébrales suivant la technique de Cushing, et qui lui a rendu des services inappréciables pour faire cette exérèse sans hémorragie.

CONCLUSIONS PRATIQUES

Dans cet exposé plus ou moins théorique, je me suis efforcé de mettre en lumière les caractéristiques biologiques et électriques des deux modalités différentes de courants de haute fréquence, à ondes amorties et à ondes entretenues; et il en résulte (en dépit de mon plaidoyer final pour une troisième modalité mixte) que la *réalisation des appareils à lampes a apporté en chirurgie des ressources nouvelles importantes*: ces appareils ne sauraient certes se substituer aux appareils à éclateurs dont certains effets sont irremplaçables; mais ils vont pouvoir étendre singulièrement le champ chirurgical de la haute fréquence, jusqu'ici resté trop cantonné dans le domaine des spécialistes, des urologues surtout.

Je résumerai ainsi ces nouveaux avantages *pratiques*:

a) Le couteau à haute fréquence utilisé avec les appareils à lampes peut remplacer avantageusement dans beaucoup de cas le bistouri sanglant, puisque, à l'inverse du couteau « diathermique », il permet des *incisions fines* et susceptibles de *suture immédiate*. Avec ces courants, la zone de carbonisation géante et empêchante reste microscopique.

b) Cette section à la haute fréquence est en général suffisamment hémostatique (à condition de ne pas la faire trop rapidement), pour constituer un réel avantage dans la section des organes très vasculaires, où l'hémorragie deviendra minime. On pourrait d'ailleurs augmenter cette action *hémostatique* en sectionnant plus lentement;

c) Ce mode de section, même rapidement faite, suffit dans la plupart des cas pour *coaguler les lymphatiques* et produire, par conséquent, un véritable calfatage de leurs conduits;

d) Enfin l'action destructive ainsi produite garde les avantages de *désinfectain*, de souplesse de maniement (tout particulièrement de maniement à distance dans les organes creux), d'indolence d'évolution, de sécurité de cicatrisation, inhérents à toute utilisation de haute fréquence en chirurgie, et cela non plus ne sera pas négligeable, nous allons maintenant le voir dans l'énoncé des applications chirurgicales proprement dites.

APPLICATIONS CHIRURGICALES. — Pour sectionner simplement la *Peau* et le tissu cellulaire sous-cutané, on ne voit pas en principe d'avantage à recourir au bistouri de haute fréquence à ondes entretenues. On peut continuer à s'en servir pour cet usage, lorsqu'on l'a déjà en mains pour une utilisation plus justifiée; mais en dehors de cette éventualité, il ne semblerait pas y avoir de raison pour le préférer au bistouri sanglant.

Et pourtant si, il y en a une indirecte et qui n'est pas sans intérêt. En effet, grâce au bistouri à haute fréquence, on peut réaliser au cours de toute incision (peau, muscles ou viscères), ce que j'appellerai *l'émoussement sans ligatures*, technique que d'ailleurs permettent également les ondes amorties. La manœuvre en est très simple; elle consiste, après avoir

pincé comme à l'ordinaire tous les vaisseaux importants qui saignent dans l'incision faite, à mettre l'électrode de haute fréquence au contact de chaque pince maintenue par l'autre main, le contact pouvant être fait en un point quelconque de la pince : il se produira à l'extrémité pincante une zone de coagulation ; un léger bouillement et un claquement indiquent que la coagulation hémostatique est suffisante, et on peut enlever alors chacun des clamps. A l'endroit du vaisseau pincé s'est formée une tache noirâtre, et le saignement se trouve arrêté définitivement. Cette technique dans une incision des parties molles n'apporte pas grand avantage ; en revanche, elle devient très précieuse si l'on a à sectionner des viscères vasculaires, où il est difficile de poser des ligatures, tels que le poumon, le cerveau. Mais nous rentrons alors dans une des grandes indications générales du bistouri à haute fréquence, découlant de l'exposé fait plus haut et que je vais préciser.

De ces indications, deux me paraissent essentielles pour le chirurgien général ; une série d'autres, pour être très intéressantes, demeurent accessoires.

1^o L'indication capitale est la *section de parenchymes très vasculaires*, tels que le rein, le foie, la rate, ou bien moyennement vasculaires, tels que le poumon et le cerveau, mais où il est difficile pour ne pas dire impossible de placer des ligatures. Cette action coagulante ne sera pas non plus négligeable pour la section des viscères creux, tels que la vessie, lorsqu'on y pratique une large résection, et où dans le fond de la plaie des ligatures peuvent être très difficiles à placer.

L'avantage de l'incision à la haute fréquence est double : la section même par l'électrode empêche d'abord l'hémorragie en nappe, siennuyeuse et gênante dans tous les parenchymes vasculaires, et le pincement avec coagulation sans ligature complète l'hémostase des vaisseaux plus importants : la haute fréquence est seule capable de réaliser cette double action qui est d'un intérêt inappréciable pour le chirurgien. Je vous ai déjà communiqué en décembre le très beau résultat obtenu dans la *néphrotomie* et montré un très gros calcul enlevé ainsi ; la chirurgie de la lithiase rénale, et la redoutable et si redoutée *néphrotomie*, sont vraiment transformées par le couteau à la haute fréquence. De même, la chirurgie du *Cerveau* ; et mon ami de Martel vous le démontrera par toute une série d'observations. La chirurgie du *Foie* pourra aussi en bénéficier, pour éviter par exemple l'hémorragie en nappe au cours de la *cholécystectomie*, ou même pour une résection partielle du foie ; nous avons pu réaliser celle-ci avec M. Champy sur le lapin sans saignement.

Dans le *Poumon* également, la section par la haute fréquence me semble devoir être très avantageuse ; en particulier, le pincement coagulant apporte une grande commodité, puisqu'il évite de laisser les pinces à demeure dans ce tissu friable où les ligatures sont presque impossibles à placer.

Enfin, une indication particulière, concernant l'obstétrique, semble intéressante, ce serait l'incision de l'utérus dans l'*opération césarienne* : bien que l'enfant une fois retiré, la paroi cesse spontanément de saigner

le plus souvent, l'incision hémostatique serait une assurance de plus contre les dangers d'hémorragie.

On peut d'ailleurs déduire de multiples indications de cette propriété hémostatique des courants à ondes entretenues, qui, sans être je le répète toujours très complète et immédiate, constitue déjà un bénéfice considérable, inestimable même, sur les incisions au bistouri. Si dans ce but d'hémostase on doit préférer le courant mixte, il n'en reste pas moins que grâce à ces appareils à lampes, on diminue les risques d'hémorragie de 50 à 70 p. 100 dans la plupart des cas; c'est bien quelque chose déjà.

2° La seconde indication essentielle concerne l'action *coagulante et obstruante sur les Lymphatiques*, et elle prendra toute sa valeur dans la chirurgie des *Cancers*.

On connaît les travaux d'Handley sur l'essaimage des cellules cancéreuses par les lymphatiques cutanés, et d'autre part, les précautions que prennent certains chirurgiens pour ne pas contaminer les tissus par leurs bistouris ayant été en contact avec les cellules néoplasiques. Par l'incision à haute fréquence, on évitera ces dangers de contamination directe ou indirecte, en particulier en réalisant dans ce but ce que j'appelle le « calfatage » des voies Lymphatiques.

Inutile d'insister sur les avantages de ce mode de section comme sécurité ultérieure; une opération de cancer de la langue serait ainsi complètement modifiée. Or, cet avantage, il faut bien le dire, est l'apanage et la conséquence directs des nouveaux appareils à lampes, produisant ces ondes entretenues : ce sont eux qui ont rendu pratique cette incision au bistouri de haute fréquence, alors qu'avec le couteau diathermique elle était d'une technique difficile et si peu satisfaisante que la plupart des chirurgiens l'avaient abandonnée. Il faut, cependant, faire encore une réserve à ce point de vue dans les effets des ondes entretenues : elle découle de nos constatations histologiques. Nous savons, en effet, combien peut être mince la couche coagulée lorsqu'on sectionne rapidement; elle peut même être inexistante si on sectionne trop vite; et alors le bouchage des voies lymphatiques ne se produisant plus, le chirurgien n'aura eu que l'illusion d'avoir créé ce calfatage qu'il recherchait. J'insiste beaucoup sur ce point, et il faut reconnaître que là encore le courant mixte constitue un progrès en donnant une sécurité absolue et la certitude que toute voie lymphatique sectionnée a été coagulée et obstruée.

3° Parmi les indications secondaires, mais pourtant très précieuses, il en est une très importante, c'est la possibilité d'utiliser avec ces courants une anse fine, qui sectionnera les tissus, non seulement aussi bien, mais même mieux que le bistouri ou les ciseaux.

Et tout d'abord, ce mode de section rendra des services inappréciables dans un cas qui se présente souvent, je veux dire dans les *biopsies*, pour prélever un fragment d'un tissu suspect. C'est véritablement merveille de voir avec quelle aisance se fait la section d'un fragment de tumeur, par exemple sur la langue, dans le fond d'un pharynx, sur un col utérin.

Mais l'anse de haute fréquence a bien d'autres applications : par

exemple, dans la cavité rectale, ou vésicale, ou nasale, ou laryngée, pour sectionner un polype à sa base; pour enlever un lobe médian prostatique, pour abraser toute une portion du col vésical dans la « maladie du col » de Marion, au fond d'une gorge pour enlever les amygdales. Mais, dans tous ces cas, il convient de sectionner très lentement pour laisser à l'effet hémostatique le temps de se produire.

Je me suis borné à citer quelques emplois seulement de cette anse de haute fréquence qui rendra de grands services.

4° Comme autre indication secondaire du bistouri à haute fréquence, il faut tenir compte de son pouvoir de désinfection. Et je pense à la section des hémorroïdes en la combinant avec leur destruction directe par électrocoagulation, ainsi que j'ai été le premier à le faire il y a dix-sept ans. (Qu'on excuse cette revendication de paternité.)

Je pense aussi à la section d'un utérus très infecté dans une hystérec-

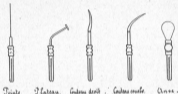


FIG. 12. — La série d'électrodes chirurgicales pour ondes catodiques, reproduisant, en surface restreinte, les électrodes créées en 1912 et 1919 pour les courants à ondes amorties.

tomie pour salpingite. Je pense surtout à la libération d'un cancer rectal dans son extirpation complète, comme l'a si bien réglé mon maître Curoy; vraiment, dans ce cas, on mettra à profit tous les avantages de la section par haute fréquence, puisqu'on bénéficiera à la fois de son action hémostatique, de son action obstruante des voies lymphatiques et de son action désinfectante; je la crois propre à transformer heureusement cette chirurgie des cancers rectaux et sigmoïdiens, si redoutables de par le milieu même où on travaille.

Je n'ai fait que signaler quelques-unes des utilisations de ce bistouri à haute fréquence dans toutes les régions profondément septiques où on aura à travailler. On peut les multiplier à l'infini.

5° Enfin, d'autres utilisations se présenteront dont l'intérêt sera moindre ou plus discutable, par exemple pour sectionner un intestin, pour coaguler un pédicule, pour obturer un conduit (uretère ou bronche), ces dernières applications pouvant se faire par l'intermédiaire d'une pince rendue coagulante par contact avec l'électrode. Peut-être aussi la section au bistouri de haute fréquence sera-t-elle utile pour extirper des lésions tuberculeuses (?).

En résumé, le champ des applications de la haute fréquence, grâce à ces appareils à lampes (dont l'action pourra être encore renforcée par leur association avec les appareils à éclateurs), s'ouvre très grand, je n'ose pas dire illimité pour le chirurgien. Et ainsi se confirme la prédiction que je faisais devant vous en 1920 et que je me suis permis de vous rappeler au début de cette communication.

INSTRUMENTATION. — Je parlerai très succinctement de l'instrumentation chirurgicale, permettant d'appliquer ces courants à ondes entretenues. Elle est représentée ci-contre (voir fig. 12) et inspirée de celle que j'avais créée

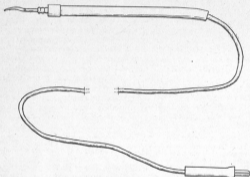


FIG. 12. — *Partie-électrode stérilisable*, pour recevoir les électrodes chirurgicales.

pour les courants à ondes amorties, d'abord en 1912, puis en 1919 et 1920.

Elle se compose essentiellement comme celle-ci d'un *couteau* droit, d'un *couteau* coudé, d'une *pointe*, d'un *plateau*, de modèles et de formes un peu variables, — mais tous ces instruments étant d'un modèle *beaucoup plus réduit* que ceux pour les appareils à éclateurs, du fait que la surface de passage du courant doit être aussi restreinte que possible avec ces ondes entretenues. D'autre part, y est adjointe une *anse* qui n'avait guère d'utilité pour les ondes amorties et dont de Martel avait tout particulièrement besoin pour sa chirurgie cérébrale.

Enfin est représenté un *partie-électrodes*, très simple et stérilisable par la chaleur, sur lequel se montent instantanément tous les instruments énumérés plus haut.

Quant à l'*Appareil* producteur des courants, le voici devant vous : c'est un appareil à deux lampes, dont les caractéristiques électriques ne sauraient vous intéresser.