

ou la suit plus ou moins loin du côté du sommet du chapeau de dentine, en approchant duquel elle apparaît ; elle tapisse l'ivoire en formant à sa surface de légères bosselures ou ondulations transparentes, très-déli- cates ; 5° en dehors d'elle et contiguës à sa face externe, se voient les cellules de l'émail, qui s'en détachent très-facilement et ne lui res-

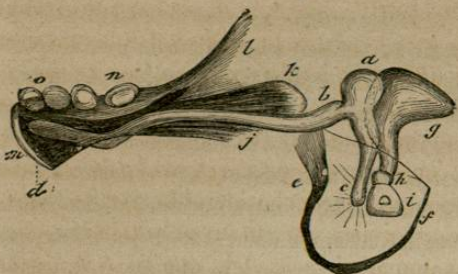


Fig. 192*.

tent pas adhérentes dans la plupart des préparations. (Voy. Ch. Robin et Magitot, *Journal de la physiologie*, 1861: *Genèse et développement des follicules dentaires*, p. 185 et suivantes.)

835. *Conservation des préparations microscopiques.* — Le procédé qui mérite la préférence consiste à placer le follicule dans son entier, entre deux lames de verre, ou dans une cellule (voy. p. 230). Lorsqu'on a isolé une série de follicules ou un follicule qu'on veut garder de cette façon en respectant son adhérence à la gencive et ses rapports vasculaires, on le dispose au centre d'une lame de verre au sein du liquide, puis on recouvre la première lame d'une seconde plus mince, fixée par ses quatre coins à la première par des gouttelettes de cire, de résine ou de cire à cacheter fondue ; les deux lames ainsi fixées l'une à l'autre interceptent une cavité occupée par la préparation et qu'on achève de clore à l'aide

* Cartilage de Meckel, maxillaire inférieur et anneau tympanique chez un embryon de deux mois et demi. *b d.* Portion extra-tympanique et maxillaire de la moitié gauche du cartilage de Meckel présentant trois courbures alternativement en sens inverse. *b.* Renflement de cette portion du cartilage près du point où elle se continue avec le col du marteau. *d.* Extrémité antérieure un peu élargie de ce cartilage. *a.* Tête du marteau, ou partie intra-tympanique du cartilage. *c.* Extrémité de la longue branche du marteau adhérente à la membrane du tympan qui forme de très-petits plis radiés autour de cette extrémité. *g.* L'enclume. *h.* L'os lenticulaire. *i.* L'étrier. *e f.* Début de l'arc tympanique osseux. *jm.* Corps du maxillaire inférieur, formant au-dessous de la concavité de la courbure moyenne du cartilage un angle obtus qui plus tard devient l'angle de la mâchoire. *k.* Indique la portion du maxillaire qui devient plus tard la partie condylienne. L'extrémité opposée ou symphysaire de l'os (*m*) est plus opaque, marquée d'aréoles à bords foncés ; le bord supérieur de cette extrémité est irrégulier par suite de la présence de dépressions qui logent les follicules des deux incisives, de la canine et de la première petite molaire (*o, n*). *j.* Extrémité libre de la lame interne du corps de la mâchoire, ou mieux de la gouttière alvéolo-dentaire ne représentant encore qu'une mince aiguille (*aiguille de Spix*), facile à détacher du reste de l'os. *l.* Portion de la branche ascendante du maxillaire inférieur qui deviendra l'apophyse coronéide. Des traînées osseuses radiées unissent son bord inférieur à la portion (*k*) qui deviendra la partie condylienne.

du bitume de Judée. Ainsi déposée dans un liquide convenable, une préparation peut être gardée sans la moindre altération pendant plusieurs années. On peut aussi conserver dans son intégrité le follicule dans ses rapports avec le cartilage de Meckel et les organes de l'oreille moyenne (fig. 192) avec leur disposition intérieure.

La glycérine pure ou mélangée avec une dissolution de gomme arabique, et les baumes nous paraissent être les substances préférables quand il s'agit de conserver des préparations épaisses, sans rien perdre par l'évaporation, ni altérer considérablement les tissus, elles leur donnent une transparence souvent très-favorable.

Quant aux éléments anatomiques frais, tels que les cellules de l'émail, l'organe de l'émail, le tissu bulbaire ou phanérophore, les cellules de la dentine, c'est dans les liquides de Pacini (page 577), et dans la gélatine glycérimée (p. 572) qu'il faudra les conserver.

CHAPITRE IV

De l'emploi du microscope en physiologie animale.

836. L'emploi du microscope est indispensable à la plupart des études physiologiques, soit d'une manière indirecte, pour arriver à déterminer la nature des parties agissantes ou modifiées, soit d'une manière directe, pour constater l'existence des actes mêmes.

Sous le premier point de vue, les deux chapitres précédents donnent toutes les indications nécessaires touchant la marche à suivre pour que le physiologiste puisse connaître la nature glandulaire, testiculaire, ovarique, nerveuse, musculaire, etc., des organes sur lesquels il expérimente ou qu'il dissèque avant d'étudier leur manière d'agir.

Ils les donnent également en ce qui regarde les procédés à employer pour déterminer les causes de la couleur et des changements d'aspect des humeurs, quand ils sont dus à des éléments anatomiques ou autres particules, en suspension dans un fluide variant d'une période à l'autre de l'accomplissement de telle ou telle fonction ; pour juger de la nature et des degrés des modifications subies par les divers aliments durant leur trajet intestinal ou après leur déjection. Il en est encore de même pour ce qui concerne l'étude des phases de la pénétration des corpuscules graisseux au travers des cellules épithéliales de l'intestin et de la sub-

stance des villosités, la présence ou l'absence d'orifices au travers des membranes et des tubes naturels ou artificiels sur lesquels on observe le passage des liquides.

Les données exposées en étudiant la manière de préparer les ovules, etc. (pages 552, 553, 692 et 720), suffisent pour montrer comment on doit procéder en embryogénie pour suivre les phases d'évolution de l'ovule et de ses parties, celles de la fécondation, les modifications consécutives du vitellus, la production des globules polaires et du noyau vitellin, la segmentation, la formation des parties de l'embryon et leurs changements successifs de rapports, de forme, de volume et de structure; car l'embryogénie est une division de la physiologie dont l'étude repose inévitablement sur l'emploi incessant des loupes et des microscopes.

Étude du mouvement des cils vibratiles.

857. Pour observer ces mouvements sur les muqueuses, on en enlève un mince lambeau superficiel à la surface de la trachée ou des fosses nasales des mammifères ou des oiseaux, dans le voisinage de l'orifice laryngien des batraciens, à la surface des branchies des mollusques, etc. On enlève ces lambeaux par abrasion avec un bistouri ou des ciseaux courbes, ou par déchirure avec de bonnes pinces fines. On les place dans du mucus, du sérum sanguin ou toute autre sérosité, s'il s'agit des animaux à vie aérienne; on cherche à avoir des lambeaux repliés montrant les cils sailants sur ce bord. Pour les êtres qui vivent dans l'eau, on peut les mettre dans le liquide où se trouvait l'animal. Si les mucus sont trop denses, on peut les étendre avec une sérosité fluide ou même avec un peu d'eau à 25° ou 50°. Les mouvements ciliaires s'arrêtent en général quand la température descend au-dessous de 40° et même avant, mais elle reprend si on chauffe la préparation; en maintenant la température à 55° ou 40° on les active beaucoup. (Voy. aussi pages 257 et 741.)

Quand les mouvements cessent, on voit les *cils vibratiles* sous forme de filaments très-fins, hyalins, très-transparents, homogènes, en forme de *cils* d'une extrême petitesse (0^{mm},005 à 0^{mm},050), dressés sur toute la surface ou une partie seulement de certaines *cellules épithéliales* des vertébrés et invertébrés, des embryons des divers animaux et de quelques algues (*zoosporées*). Les cils vibratiles, se contractant par eux-mêmes, se meuvent d'un *mouvement vibratile* très-vif et continu qui chasse le liquide et les corpuscules

qu'il tient en suspension. Le fait a lieu sans que des nerfs arrivent aux parties qui en possèdent, et même pendant vingt-quatre ou soixante heures hors de l'animal, lorsqu'on tient les éléments anatomiques ou les fragments d'êtres qui les portent dans des conditions d'humidité et de température convenable. L'application locale des narcotiques et de beaucoup de principes végétaux actifs sur les muscles ne modifie ni n'arrête ce mouvement, dans lequel il n'y a pas raccourcissement de tout le cil, mais inclinaisons ou courbures alternatives, soit par torsion de la base de l'organe, soit par raccourcissement borné à l'un des bords, puis venant ensuite à l'autre bord.

On distingue deux sortes de cils, d'après les parties ou les êtres qui les portent : 1° *Cils vibratiles* proprement dits ou *des éléments anatomiques*. On les trouve : *a.* chez les animaux à sang chaud, sur les cellules d'épithélium prismatique seulement; *b.* chez les autres animaux, en outre, sur les cellules sphériques, les pavimenteuses, et même sur des épithéliums nucléaires (fig. 195 *c.*); ceux des spermatozoïdes et des *zoospores* des algues (à 2 ou 4 cils), des cryptogames vasculaires et des mousses (à cils nombreux), ne diffèrent pas essentiellement des cils vibratiles précédents. Ce fait appuie la comparaison de la *queue* des spermatozoïdes avec des cils. 2° *Organes ou filaments vibratiles* (*flagellum*, etc.) situés sur la surface du corps des animaux sans être sur des cellules, mais bien en continuité de substance avec la matière homogène, granuleuse ou non, de la surface de ces organismes, tels que des infusoires à divers degrés de développement, les planariées, les tentacules des mollusques bryozoaires, etc.



Fig. 195.

Étude de la contraction musculaire et du cours du sang.

858. Tous les observateurs ont signalé depuis longtemps comment l'étude sous le microscope des animaux invertébrés transpa-

* Cellules épithéliales presque réduites à un noyau portant un ou plusieurs cils vibratiles, dont le mouvement entraîne l'élément quand il est libre. On les trouve à la surface de divers organes des *Rhizostoma* Cuvieri et autres acalèphes. *a.* Très-petits noyaux que leurs cils entraînent. *b.* Noyau à 4 cils. *c.* Noyau unicilié. *d.* Noyau bicilié. Ils tapissent leurs conduits gastro-vasculaires, etc.

rents, des embryons des vertébrés et autres, permet de suivre directement, soit sur les faisceaux striés, soit sur les faisceaux de fibres lisses ou sur ces fibres isolées même (voy. p. 674) les phénomènes de leur contraction. C'est surtout en étudiant la circulation dans la langue de la grenouille, étudiée comme il est dit (p. 756) qu'on peut voir le raccourcissement avec gonflement des faisceaux striés de cet organe se propageant sur toute la longueur ou sur une portion seulement de ceux-ci. Le fait est surtout nettement saisissable, ainsi que l'a depuis longtemps décrit M. Donnè (*Cours de microscopie*, Paris, 1844, in-8°, p. 114), quand on parvient à enlever l'épithélium lingual sans causer trop d'hémorrhagie.

859. Aux faits déjà exposés (p. 5 et suiv.) concernant la marche à suivre pour étudier la circulation sur des animaux vivants, nous ajouterons les suivants. (Voy. V. Feltz, *Sur le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires*, in *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, Paris, 1870, p. 45.)

*Circulation dans le mésentère de la grenouille*¹. On fixe la grenouille sur le dos contre une plaque de liège à l'aide de fortes épingles, après lui avoir préalablement lié ensemble les pattes de derrière. A chaque membre antérieur, on attache un petit lac qui permet de le tirer à volonté et de le maintenir aussi immobile que possible. La tête est retenue par des épingles qu'on passe dans la mâchoire supérieure sans le moindre inconvénient.

La grenouille établie sur la planchette de liège², il s'agit d'avoir sous le microscope une partie suffisante du mésentère, sans saignement des parois de l'abdomen et surtout sans dilacération de la séreuse à examiner.

Pour ce faire, on fend l'abdomen sur le côté gauche, dans une étendue de 2 centimètres, par incision successive des couches et très-lentement, pour laisser aux petites hémorrhagies inévitables le temps de s'arrêter par le contact de l'air ou par l'application

¹ Joblot a décrit et figuré plusieurs sortes de *porte-objets*, cadres ou supports destinés à étaler et immobiliser la queue et le corps des têtards et des petits poissons, afin, dit-il, de mettre hors de contestation, à l'aide du microscope, le fait de la circulation du sang, de son passage des artères dans les veines, son arrêt, sa reprise, etc. (*Observations d'hist. naturelle*, Paris, 1716 et 1755, in-4°, t. II, pages 61 et 74, et pl. 18, 21 et 22.)

² Adams (*Micrographia illustrata*, London, 1746, petit in-4°, p. 45, pl. XIII, fig. 48) a figuré un appareil en laiton, avec la manière d'y étaler le mésentère de la grenouille pour observer sur lui la circulation du sang à l'aide du microscope.

d'un corps froid. Le péritoine ouvert, on déroule l'intestin en le tirant hors de la cavité abdominale. De cette manière, on obtient une portion de mésentère suffisante, qu'on étale sur une plaque de verre légèrement échauffée, soit au soleil, soit sur une lampe à alcool. On choisit la lame de verre de façon que l'intestin la déborde, puis on place cette dernière chargée du mésentère sur la moitié encore inoccupée du liège auquel l'animal est attaché, et l'on fixe l'intestin sur cette table au moyen de petites épingles. De la sorte, il est de toute impossibilité qu'une goutte de sang puisse tomber sur la plaque de verre qui supporte le mésentère.

Avant d'établir d'une manière fixe le mésentère, il faut avoir soin de faire au liège une fenêtre correspondant à la place où devra se trouver la lame de verre; car cette dernière devra être libre dans toute l'étendue de la partie moyenne de sa face inférieure. L'observation microscopique sera ainsi très-facile, lorsque l'on aura fixé le petit verre porte-mésentère à l'aide d'un mastic quelconque.

Pour le nettoyage des parties, on se sert d'un pinceau très-mou et d'eau distillée pure et tiède. On n'emploie aucun réactif, parce qu'il faut éviter l'action d'agents étrangers sur les substances coagulables qu'ils pourraient rencontrer dans les tissus.

On peut procéder à volonté avec ou sans couvre-objet.

On se sert des faibles grossissements pour suivre l'ensemble des courants (objectif n° 1 de Nacet), et les objectifs 2 à 5, avec divers oculaires, pour observer les autres particularités.

On voit les leucocytes progresser plus lentement que les hématies; ils sont toujours plus rapprochés de la zone transparente de plasma que de l'axe du courant occupé par les globules rouges. Il est des capillaires où les globules passent un à un; c'est en ces points qu'il est facile d'établir par l'observation que les globules blancs passent, chez la grenouille, dans le rapport d'un pour quinze rouges, et au maximum un pour vingt.

On voit encore, dans le mésentère, un certain nombre de vaisseaux incolores, peu réguliers, souvent accolés aux artéριοles, à circulation très-lente, centripète, avec des leucocytes ronds, sans globules rouges; ce sont des *vaisseaux lymphatiques*.

Quant aux autres parties constituantes du péritoine, il est aisé de les voir et même de les étudier. L'épithélium se montre sous forme d'une lame unique et mince, formée de cellules plus ou moins régulièrement polyédriques, juxtaposées les unes aux autres, sans

interposition de quoi que ce soit. Ces cellules épithéliales sont très-transparentes, et ont chacune un noyau distinct.

A de faibles grossissements, on ne voit pas d'éléments cellulaires dans la trame fibrillaire, mais à 350 diamètres déjà on remarque çà et là quelques renflements allongés et fusiformes, sans noyaux, ni nucléoles, avec des granulations très-fines qui réfractent peu la lumière et qui font que les éléments fibro-plastiques dont il s'agit se découpent sur le fond clair des préparations sous forme de fuseaux plus ou moins opaques. Dans le voisinage des vaisseaux, existent de loin en loin quelques cellules adipeuses.

Pour la membrane interdigitale, on peut se servir du *frog plate* de Goadby. C'est une plaque de cuivre, ayant sur les côtés une rangée de trous. La grenouille est maintenue dans un sac attaché à la plaque de cuivre par un lien, la patte de la grenouille est étendue sur un verre, à l'aide de fils que l'on enroule dans des chevilles, qui se placent dans les trous. Ce moyen est facile à employer.

Circulation dans la langue de la grenouille. On fixe solidement l'animal sur une plaque de liège, en procédant comme ci-dessus. L'immobilité une fois obtenue, on écarte les deux mâchoires de l'animal, et avec une pince mousse on tire la langue au dehors. Cette manœuvre réussit mieux si l'animal est couché sur le dos que sur le ventre; il y a moins de torsion du pédicule, et par conséquent moins de gêne dans les troncs vasculaires qui pénètrent dans la langue par sa base d'insertion.

La langue est ensuite étalée sur une lame de verre plus ou moins circulaire, à bords mousses, mesurant à peu près 1 centimètre carré: celle-ci est disposée et fixée sur une fenêtre pratiquée dans la lame de liège, au devant de la bouche de la grenouille; tout autour du support de verre, on fixe les bords de la langue à l'aide de fines épingle plantées dans le liège. De cette manière, on a sous le tube du microscope une certaine étendue de la langue bien étalée sur une plaque de verre; on peut y placer un couvre-objet ou s'en passer; l'observation sera aussi facile dans ce cas que dans l'autre.

En examinant l'état des choses immédiatement après les dispositions ci-dessus mentionnées, on verra très-facilement l'épithélium de la langue présentant de distance en distance des solutions de continuité résultant probablement de l'étirement que l'organe a subi dans les préparations préliminaires. Le tissu musculaire se distingue très-aisément, ainsi que la trame qui forme la charpente de l'organe.

Comme pour le mésentère, il sera aisé de séparer le système ar-

tériel, le veineux et les différents ordres capillaires. La circulation centrifuge est plus rapide que celle de retour; entre ces deux courants, on remarquera sans peine la circulation capillaire qui se caractérise par sa moindre rapidité et la direction des courants en divers sens.

Les artères, les veines et même les gros capillaires présentent de chaque côté de la colonne courante des globules rouges, la zone latérale transparente formée du liquide hyalin ou plasma avec ou sans leucocytes, qui est surtout bien accusée dans les vaisseaux centrifuges où le torrent *central* ou *axile* est très-accentué. Cette zone est aussi appelée *espace blanc*, *couche globulaire inerte*. Les pulsations cardiaques retentissent dans tout le système artériel, mais ne se font nullement sentir dans les capillaires proprement dits ni dans les veines. Ce n'est que lorsque la circulation s'est très-ralentie ou presque suspendue dans les capillaires et qu'elle reprend qu'on voit l'impulsion cardiaque se faire sentir jusque dans les capillaires.

Il sera toujours facile à l'observateur de trouver des ramuscules vasculaires où les éléments passent pour ainsi dire un à un, et de compter ces derniers pendant quelques secondes et même pendant quelques minutes. On peut admettre assez rigoureusement que dans une minute il passe dans un capillaire une dizaine de globules blancs pour cent rouges.

840. *Circulation dans le mésentère de la souris.* On saisit la souris avec deux pinces pour ne pas être mordu; avec l'une on prend la peau du cou, avec l'autre celle de la partie inférieure du tronc. On place l'animal sur une mince plaque de liège et on le renverse sur le dos. Un aide étend les quatre pattes et les fixe sur le support avec de petits blocs de poix préalablement ramollie. Il reste encore à immobiliser la tête, ce qui se fait par le même moyen en plaçant de petites masses de la matière gluante sur les oreilles et les poils qui garnissent le museau.

A ce moment, on taille dans le liège une grande fenêtre latérale qui arrive jusqu'à l'un des flancs de l'animal en expérience; elle servira ultérieurement à rendre possible l'observation microscopique. On dispose une plaque de verre qui s'adapte sur la découpe et qui est assez longue pour la dépasser de quelques millimètres à droite et à gauche et prendre point d'appui sur les côtés. Cette plaque ne doit pas être trop large.

On saisit alors la peau du ventre avec une pince à mors très-fins,

on l'incise sur une ligne qui part du milieu des côtes et qui descend directement jusqu'au bassin. On coupe avec précaution les plans musculaires sous-jacents qui sont très-fins, et on ouvre la cavité péritonéale. L'écoulement de sang qui résulte de ce traumatisme s'arrête au bout de quelques secondes. Quand il a cessé, on retire à l'aide de deux petites pinces les intestins de leur cavité ; on procède lentement et en les déroulant avec précaution pour ne rien déchirer et pour n'avoir aucun épanchement sanguin qui puisse entacher d'erreur les recherches à faire. On choisit la partie d'intestin dont le mésentère est le plus lâche, c'est ordinairement la portion inférieure de l'iléon, à quelques millimètres au-dessus du cæcum, qui présente les conditions les plus favorables.

On étale alors sur la lame du verre le péritoine qui vient s'insérer sur cette section du tube alimentaire ; on s'arrange de façon à faire dépasser le porte-objet par l'intestin qu'on retient en position à l'aide de petits crochets. Ces instruments pourront être facilement fabriqués : il suffit de recourber la pointe d'une fine épingle à suture et d'envelopper la tête d'une petite boule de poix molle pour avoir un instrument très-commode et facile à fixer dans toutes les positions que l'on voudra par une simple pression exercée avec un doigt sur la petite masse visqueuse.

En prenant ces précautions, on arrivera à n'avoir sur le porte-objet que du péritoine. Les parties intestinales qui servent de point d'appui aux crochets et qui, étant blessées par eux, pourraient saigner, sont en dehors du support.

Il faut avoir soin, si l'on veut que la circulation se continue normalement, de mettre dans l'abdomen, ainsi que sur la préparation, quelques gouttes d'eau distillée tiède. On évitera ainsi le dessèchement si rapide produit par le contact de l'air. On place au besoin sur la séreuse ainsi disposée un couvre-objet en verre mince, ce qui se fait très-aisément quand il est de dimension convenable.

En procédant ainsi, Feltz a constaté que l'accumulation des globules blancs le long des parois se fait lentement et irrégulièrement ; peu à peu, dix, vingt globules blancs se fixent sur l'un ou l'autre point de la paroi interne de la veinule ; ils restent pendant un certain temps mobiles les uns sur les autres ; quelques-uns d'entre eux sont de nouveau entraînés par la circulation pour aller se fixer plus loin ; puis, de sphériques qu'ils étaient, ils prennent des formes différentes, si bien que dans l'amas qu'ils constituent on en verra de polyédriques, de fusiformes et de coniques.

Au bout d'un certain temps apparaîtront sur la limite externe du vaisseau une ou deux, et même plusieurs petites aspérités qui, analysées avec soin, ne montrent autre chose que de petits tas de leucocytes semblables en tous points à ceux de la paroi interne.

Ces petits amas extérieurs, composés d'éléments parfaitement indépendants les uns des autres, peuvent se produire tout aussi bien sur des points correspondants aux mamelons internes que sur d'autres ; on peut voir des amas de quinze, vingt et trente globules se faire dans des points où il n'y avait à l'intérieur du vaisseau qu'une seule et simple couche d'éléments blancs.

Ni sur la langue, ni sur le mésentère de grenouille, on ne voit des leucocytes étranglés d'abord dans des canalicules et devenir libres ensuite en conservant pendant un temps plus ou moins long un prolongement filiforme, dernier vestige de l'étranglement subi ; comme l'a admis Conheim, toujours les globules restent parfaitement libres dans tout leur pourtour.

Après quatre, cinq et six heures d'observation, tout l'espace transparent ci-dessus signalé se trouve rempli de leucocytes si nombreux qu'ils finissent par ne plus pouvoir être comptés, si abondants qu'ils dépassent certainement en quantité les globules blancs qui sont renfermés dans le tronçon du vaisseau examiné et même le nombre de ceux qui y ont passé durant tout le cours de l'expérience. Il y a des globules blancs qui d'emblée ne touchent même pas la paroi extérieure du vaisseau.

Dans le mésentère de souris vivant de trois à cinq heures, on voit, après la contraction des vaisseaux, survenir la dilatation avec la formation lente et progressive de la couche dite inerte de globules blancs immobiles.

Comme chez la grenouille, il se forme de petits amas de quatre, cinq et même dix globules blancs le long de la paroi interne des veinules ou des capillaires ; mais jamais ces aspérités ne deviennent aussi considérables, soit en nombre, soit en volume, que celles que l'on observe dans les rameaux vasculaires de la grenouille.

Le long de la paroi externe il n'apparaît pas d'amas chez les souris ; tout se borne à la présence de quelques globules blancs toujours parfaitement circulaires, parce qu'il n'y a pas, comme chez la grenouille, tassement des éléments les uns sur les autres.

Quant à une infiltration nucléaire des parois ou à la constatation de l'existence de stomates ou de lacunes pariétales, il n'y a pas à y songer, quelque minutieusement que l'on puisse observer les mem-

branes limitantes des vaisseaux. On ne voit jamais de passage de globules blancs dans la paroi, ni leur émigration dans des stomates admises par Conheim. (V. Feltz.)

Sur les batraciens, après avoir vu les couronnes de leucocytes autour des vaisseaux et l'infiltration nucléaire de tout le tissu, on détache l'animal de la planchette d'opération et on le remet dans l'eau. D'habitude, il continue à vivre, n'ayant pas subi de traumatisme grave. Après quelques heures de séjour dans l'eau, on retire la grenouille d'expérience et on la réinstalle pour l'observation de la circulation dans la langue. L'organe étant bien tendu et desséché à l'aide d'un pinceau, on ne rencontre plus de globules là où quelques heures auparavant il y avait des couronnes très-épaisses de leucocytes autour des vaisseaux veineux et capillaires. (Voy. aussi p. 4 et 5.)

841. *Étude de la circulation du sang dans le tube digestif, les glandes et le rein.* Pour étudier la circulation dans le tube digestif, on cautérise, avec le tranchant d'un bistouri rougi à blanc, l'estomac ou l'intestin suivant une ligne parallèle à l'insertion du mésentère, et placée à deux millimètres au moins de lui. Tous les vaisseaux d'une des faces du canal digestif sont oblitérés en cet endroit, sans que pourtant la circulation cesse, en raison du cours du sang par les vaisseaux de la face opposée. On incise sur le milieu de la ligne cautérisée, et on étale l'organe pour observer, comme s'il s'agissait de la langue de grenouille ou du mésentère. On maintient les parties humides à l'aide de l'eau salée ou sucrée. On facilite ces opérations en cautérisant et incisant d'abord transversalement le tube digestif au-dessous de la partie qu'on veut étaler, pour y introduire une sonde uréthrale élastique d'un volume approprié, sur laquelle on pratique la cautérisation et l'incision linéaires.

Cet ingénieux procédé, dû à M. le docteur L.-C. Boulland¹, permet d'observer les muqueuses, leurs glandes, leurs villosités et le cours du sang dans ces parties de l'estomac et des divers intestins chez les poissons, les batraciens, les reptiles, les petits oiseaux et les jeunes lapins, cochons d'Inde, etc., éthérisés ou chloroformisés. Il permet, par une belle lumière, d'arriver à se servir de grossisse-

¹ *Recherches microscopiques pour servir à l'étude de la circulation du sang dans les glandes* (Bulletin de la Société anatomique, Paris, 1848, in-8°, p. 366), et surtout *Recherches microscopiques sur la circulation du sang et sur le système vasculaire sanguin dans le canal digestif, le foie et les reins.* (Thèse: Paris, 1849, in-4°, p. 16, etc. et planches.)

ments de 400 diamètres, et de suivre dans ces organes les principaux phénomènes de l'inflammation, l'arrêt complet du cours sanguin dans la muqueuse, alors que ce dernier continue dans le tissu lamineux sous-muqueux, et dans la tunique musculuse.

M. Boulland a montré aussi qu'en fixant convenablement les tritons et autres batraciens sur une lame de liège percée, on peut attirer et placer entre deux lames de verre les minces lobes de leur foie, de manière à suivre le cours du sang dans les capillaires porte et sus-hépatiques entre les cellules propres du foie. On maintient l'organe humecté avec de l'eau salée.

M. Boulland a aussi observé, figuré et décrit le cours du sang dans les capillaires et les glomérules de Malpighi. Sur les grenouilles, pour faire ces observations, on ouvre la cavité abdominale cautérisée pour éviter les hémorrhagies. On cautérise le rectum et on le coupe transversalement pour le renverser ainsi que la masse intestinale. On enlève avec précaution le péritoine pré-rénal. On repousse les reins, et, derrière eux, on cautérise aussitôt en travers les muscles, etc. On incise avec des ciseaux la ligne cautérisée, et l'écartement des lèvres de la plaie laisse à découvert les bords de la moitié inférieure du rein, sur lequel on peut observer le cours du sang, en procédant comme pour le foie.

842. *Étude de l'inflammation.* Si on étale le mésentère d'une grenouille sur une plaque de verre, six, douze et seize heures après l'opération préliminaire, on pourra s'assurer de l'état de la circulation dans les cas de phlogose. Au bout de six heures déjà, les capillaires et les veines se sont fortement engorgés d'hématies et de leucocytes. La circulation ne persiste plus, si toutefois elle n'est pas complètement suspendue, que dans les parties centrales des vaisseaux dilatés outre mesure et présentant de distance en distance des renflements moniliformes remplis d'éléments du sang. A côté des branches, où la circulation continue, il y en a d'autres, où tout mouvement est arrêté et où, au sang fluide, se sont substitués de petits amas de globules rouges agglutinés.

Dans les points où des canalicules remplis de ces concrétions sanguines et par conséquent privés de toute impulsion cardiaque sensible s'abouchent avec des canaux encore libres et traversés par le torrent circulatoire, on ne sera pas longtemps sans voir le liquide coulant entraîner des conglomerats d'hématies occupant l'embouchure des rameaux où tout stagne. Ces dépôts caillots déterminent dans d'autres vaisseaux situés plus loin et encore perméables

des arrêts de circulation; on y voit quelques mouvements oscillatoires, puis le bouchon se fixe et tout s'arrête. Quelquefois même, des ruptures se produisent ainsi, elles ne tardent pas à se marquer par des flaques de sang au milieu des tissus.

Un autre mode de production d'hémorragies se rencontre quelquefois: des capillaires engorgés cessent d'être perméables et se déchirent sous les yeux même de l'observateur par suite de l'excès de tension ou de la pression exagérée du contenu sur le contenant. On peut démontrer la disparition des épithéliums dans le péritoine enflammé le mouillage des préparations avec une solution au quart de nitrate d'argent, comme le dit Conheim. (Voy. Feltz.)

Ainsi le premier phénomène apparent est une dilatation progressive, jusqu'à un certain maximum, des artères et des artérioles. Ces vaisseaux peuvent ainsi gagner un diamètre double. Une certaine élongation ne tarde pas à se produire: d'où, au lieu d'un trajet rectiligne, des courbures et des sinuosités latérales très-appreciables. Ces changements de forme dans le système artériel, déterminant une augmentation de capacité, sont d'habitude effectués au bout d'une heure. Les veines se distendent à leur tour, un peu plus tardivement que les artères, mais plus rapidement, une fois que la dilatation a commencé. Elles peuvent ainsi doubler, et même tripler de volume. Quant aux capillaires, ce changement de calibre, comparativement aux artères et aux veines, est à peine appréciable. On voit en même temps la circulation se ralentir dans les artères et les veines, et la stase devenir de plus en plus manifeste dans le système capillaire¹.

La couche transparente des artérioles et des veinules disparaît progressivement, elle est envahie par des globules blancs, si bien qu'au bout de deux à trois heures, quelquefois plus rapidement encore ces globules touchent les parois vasculaires sur presque tous les points. Ce phénomène se voit surtout dans les veines où les pulsations cardiaques ne se font point ou peu sentir; les pulsations artérielles le rendent plus tardif et même impossible d'une manière absolue dans le système artériel proprement dit, à cause de la propulsion régulièrement intermittente qu'elles impriment aux parois des vaisseaux rouges, qui fuient à chaque saccade la colonne sanguine y contenue.

Dans les veines, la couche de leucocytes acquiert, au bout d'une

¹ Voy. Ch. Robin, *Leçons sur les capillaires et l'inflammation*, Paris, 1867, in-12, p. 35.

à deux heures, une épaisseur assez considérable pour simuler sinon partout, du moins dans quelques points, de véritables aspérités coniques faisant notablement saillie dans la lumière des vaisseaux. Au niveau de ces nodosités globulaires internes s'aperçoivent, dans les éléments qui les constituent, des changements de forme très-appreciables. De globulaires, nous voyons les leucocytes devenir polyédriques, fusiformes et même plus ou moins pédiculés, en un mot, il se dessine dans ces amas de globules des mouvements, des étirations dits amiboïdes. (Voy. Feltz, *Journ. de l'anat. et de la physiologie*, t. IV, 1869 p. 47 et suivantes.)

Les globules blancs que l'on voit dans l'intérieur des vaisseaux une fois accolés à la membrane interne des vaisseaux, ne remuent plus et ne changent de formes qu'autant que d'autres éléments viennent s'y joindre. Quelquefois cependant, il arrive qu'après un moment de repos, de stagnation, un certain nombre de leucocytes se détachent encore sous l'influence du courant sanguin pour être entraînés un peu plus loin, mais jamais ils ne rentrent franchement dans le torrent circulatoire; ils vont toujours s'adjoindre à des amas globulaires blancs existant déjà sur d'autres points de leur parcours. Ici donc, simple stagnation de quelques globules blancs; plus loin, tassement de ces éléments et changements de formes; plus loin encore, mamelons faisant très-fortement saillie dans l'intérieur des vaisseaux et ressemblant à des piles de boulets. Ce dernier phénomène se voit surtout au niveau des courbures et aux points d'intersection des veinules et des capillaires.

Dans ces derniers, la stagnation est telle au bout d'un certain temps, qu'ils sont totalement remplis de globules blancs ou rouges indistinctement; même contre les parois, les deux espèces d'éléments se voient indifféremment.

A partir de cette phase, différents cas peuvent se présenter:

1° Il peut se faire des hémorragies par déchirure des capillaires, soit par distension directe et excessive des parois des ramuscules vasculaires, sous l'influence de l'engorgement devenant de plus en plus considérable par l'apport incessant des matériaux artériels, d'une part, et par le défaut d'écoulement veineux, d'autre part (environ six fois sur trente), soit, comme nous l'avons vu plus haut, par déplacement de petits blocs hématiques entraînés par la circulation collatérale et déposés plus loin dans des canalicules qu'ils ne peuvent traverser pour cause de leur volume. L'effet du sang circulant sur ces points développe une tension exagérée en

arrière de l'obstacle, d'où possibilité de rupture et par suite épanchement sanguin dans l'épaisseur de la membrane.

2° S'il ne se produit pas d'hémorragie, on peut continuer l'observation au point de vue des phénomènes inflammatoires.

Au moment de la formation de la couche blanche dite inerte dans les veines et de la stase commençante dans les capillaires, en un mot, quand le ralentissement de la circulation sera effectué, c'est-à-dire de deux à cinq heures après le commencement de l'expérience, on verra se produire, tout autour des vaisseaux veineux et capillaires, des éléments ressemblant absolument aux leucocytes. Ces éléments sont d'abord peu nombreux et se laissent facilement compter. Les premiers sont tout contre la paroi externe du vaisseau; peu à peu de nouveaux éléments venant à s'ajouter aux premiers, il en résulte çà et là de petits amas ayant les formes les plus bizarres. Avant qu'une ou deux heures soient écoulées, tout le tissu ambiant sera envahi par de semblables productions, elles infiltreront bientôt tout le tissu de la séreuse et se montreront même sur la surface épithéliale, comme il est aisé de s'en assurer en colorant celle-ci avec une goutte de nitrate d'argent. Ces leucocytes, n'ont ni les mêmes formes, ni les mêmes diamètres: on en voit de globulaires, d'ovoïdes, et d'autres enfin qui ont des prolongements filiformes nettement accentués au nombre de deux ou de trois. Pour les diamètres, ils varient entre $0^{\text{mm}},0087$ et $0^{\text{mm}},012$.

3° Les parois des canaux veineux ou de capillaires ne subissent pas de modification, on ne les voit ni s'épaissir, ni s'amincir, et dans les points où elles sont le plus chargées de globules, elles restent toujours nettement limitées. (Voy. Feltz.)

Emploi de l'électricité sous le microscope.

845. Dans un certain nombre d'expériences physiologiques, on est obligé de soumettre les organes observés à l'aide du microscope à l'influence des courants continus ou interrompus.

On trouve des appareils destinés à faciliter cet emploi de l'électricité tel que celui de Plössl, de Chevalier et autres. Tous consistent en un porte-objet muni de deux porte-aiguilles non conducteurs de l'électricité, traversés par des aiguilles pouvant s'incliner en divers sens de manière à permettre de toucher par un bout tel ou tel point de l'organe, une fois que leur extrémité opposée a été mise en communication avec l'un des pôles de la pile.

Le mieux est d'avoir des aiguilles mobiles pouvant se joindre fa-

cilement aux fils conducteurs des courants et avec lesquelles on va toucher les points voulus des organes étalés sous le microscope, comme nous venons de le rappeler dans les paragraphes précédents. Ces aiguilles peuvent être à pointe aiguë, recourbée au besoin de manière à être accrochées au tissu des organes qu'on veut soumettre à une action électrique prolongée.

On peut de la sorte observer les contractions des muscles de la langue des grenouilles sous d'assez forts grossissements.

Pour étudier l'influence de l'électricité sur les fibres musculaires des vaisseaux et par suite sur la circulation, on procédera ainsi qu'il suit. On découvre, chez une grenouille, le nerf sciatique, et on examine au microscope une veine et une artère de la membrane interdigitale disposé comme il a été dit plus haut (§ 4, page 5). Quand la circulation devient languissante, on électrise avec les courants continus (10 piles Remak). Le courant s'accélère immédiatement, l'artère semble diminuer de volume, mais le calibre de la veine augmente. Après avoir suspendu l'électrisation, l'accélération persiste pendant dix à quinze minutes, puis elle se ralentit.

En employant les courants d'induction, la circulation s'arrête complètement et presque immédiatement. On cesse l'électrisation avec les courants d'induction; la circulation reprend. On emploie les courants continus, la circulation s'accélère.

On peut encore examiner au microscope la membrane interdigitale d'une grenouille, et, sans découvrir le nerf sciatique, sans inciser la peau, on électrise la patte avec les courants continus. La circulation capillaire devient aussitôt plus active. On emploie la faradisation¹ et la circulation s'arrête aussitôt dans les artères et dans les veines.

L'arrêt de la circulation par les courants d'induction a lieu pour deux raisons: la contraction des artères, qui empêche l'arrivée du sang, et la contraction des muscles, qui arrête la circulation dans les veines. On obtient les mêmes phénomènes, lorsque, au lieu de courants d'induction, on emploie des courants constants avec de rapides interruptions.

Lorsqu'on détermine en un point de l'inflammation, et qu'on

¹ Voy. Legros et Onimus, *De la contractilité artérielle dans la circulation, journal d'anat. et de physiologie*, 1868, p. 586; Ch. Robin et Hiffelsheim, dans Hiffelsheim, *Applications médicales de la pile de Volta*. Paris, 1861, in-8°, p. 11.

constate l'arrêt de la circulation, on peut également la rétablir au moyen des courants constants et continus.

En examinant une membrane interdigitale au microscope, si on irrite le point examiné avec un fer rouge ou une goutte d'acide, on remarque tout d'abord que l'artère diminue de volume, mais que la circulation devient, pendant les premiers instants, bien plus active. Tout le réseau capillaire fonctionne, puis, peu à peu il se gorge de sang, les globules circulent plus lentement et finissent par s'arrêter. L'artère augmente de diamètre, elle devient souvent près de deux fois plus volumineuse, et le sang y progresse très-lentement. En employant, dans ces cas, les courants d'induction, la circulation reste arrêtée après une accélération éphémère. Les courants constants et continus rétablissent la circulation et l'activent pendant tout le temps de leur action. Chaque fois que, dans des inflammations provoquées, la circulation est arrêtée, on peut la rétablir par l'électrisation au moyen des courants constants, pourvu toutefois que les globules rouges ne soient point encore agglutinés.

Sur les annélides, les courants interrompus rétrécissent l'artère et arrêtent la circulation et les battements de l'artère. En même temps, tout le corps de l'animal se contracte et devient moniliforme. Les courants continus accélèrent la circulation, de telle sorte que le nombre des battements, c'est-à-dire des contractions, par exemple, de l'artère, qui était de 24 à la minute, est de 34 pendant qu'on fait passer le courant sur la *naïs filiformis*.

On peut aussi chloroformiser un chat ou autre mammifère, et on examine son péritoine au microscope. La circulation est activée par l'action des courants constants et continus. L'électrisation par les courants d'induction détermine d'abord une légère augmentation de la circulation, puis le calibre des artères diminue, et quelquefois se resserre complètement. Lorsque l'animal est épuisé, la circulation marchant très-faiblement, les courants interrompus l'arrêtent complètement. (Legros et Onimus.)

CHAPITRE V

Des applications du microscope aux recherches médico-légales.

844. L'emploi du microscope a déjà éclairé plus d'un point de médecine légale.

Dans tous les tissus, les éléments anatomiques ont des caractères parfaitement déterminés qui permettent de les distinguer les uns des autres à tous les âges de la vie intra et extra-utérine. Les liquides de leur côté, les différentes humeurs de l'économie, renferment, non-seulement des parties élémentaires qui leur sont propres, visibles seulement à l'aide du microscope, mais il en est qui contiennent souvent encore quelques-uns des éléments de la surface des muqueuses sur lesquelles elles sont versées et qu'elles entraînent. Tels sont les épithéliums qui sont en voie continuelle de renouvellement, et qui diffèrent les uns des autres, d'une région du corps à l'autre, et dont par suite l'origine peut être facilement déterminée.

La structure et la disposition des éléments anatomiques étant bien connues, nul caractère n'est plus sûr pour déterminer la nature des divers tissus et humeurs du corps. C'est en ce sens que l'examen à l'aide du microscope donne des résultats plus certains que tous les autres moyens d'investigation en médecine légale, comme en anatomie pathologique.

En effet, il fait voir directement les parties constituantes organisées de ces tissus, et non point les réactions provenant de leur décomposition chimique, comme le font la plupart des moyens employés jusqu'à présent. Or, nous le répétons, rien dans les corps, soit inorganiques, soit d'origine végétale, par exemple, ne peut être confondu avec les éléments anatomiques organisés des animaux, lorsqu'on tient compte de leur structure propre, de leurs caractères chimiques, physiques, de leur forme, etc. Mais il n'en est pas de même si, au lieu d'observer les parties constituantes des tissus et des humeurs, on agit sur les produits de leur décomposition, comme il arrive dans les analyses chimiques de ces parties.

Un avantage non moins considérable de l'examen microscopique, c'est que, si minime que soit la quantité de matière à examiner, il n'y a point là pour le microscope obstacle à une démonstration complète. Ce que la chimie ne peut reconnaître, faute de quantité ou de réactions spéciales et tranchées, peut être déterminé avec toute certitude par l'examen microscopique. Tel est le cas, par exemple, des petites lamelles d'épiderme ou des portions de tissu graisseux, etc.

Ajoutons qu'il n'y a d'autres limites, au nombre des applications de ce moyen, que le nombre des tissus et des humeurs du corps