

che de verre protégera les oculaires, les objectifs tenus dans leur boîte ou étui, à côté de tous les ustensiles d'un usage fréquent.

Chaque fois qu'on se sera servi du microscope, on fera bien (le commençant surtout) de l'examiner attentivement avant de le replacer sous le globe. S'il existe des taches sur les pièces de laiton, on les enlèvera avec un morceau de drap. Ces soins occasionnent une perte de temps, mais on ménage ainsi l'instrument tout en lui conservant sa valeur primitive, surtout si on ne néglige pas de constater, chaque fois, l'état des objectifs qu'on vient d'employer.

Pour nettoyer les objectifs tachés, en particulier on frotte la lentille avec un morceau de linge très-fin, comme nous l'avons vu. On peut également employer au même usage une peau de gant, très-douce, ou de la moelle de sureau. Il est des taches qu'on enlève avec de l'eau distillée; d'autres, telles que celles provenant de la glycérine, des térébenthines, des luts exigent qu'on ait recours à un morceau de linge imprégné d'alcool. Il faut éviter l'emploi d'une trop grande quantité de ce liquide, parce qu'il pourrait s'en glisser une partie dans la sertissure des lentilles et atteindre la térébenthine du Canada, qui unit le crown et le flint.

On évitera, autant que possible, de recourir aux acides chlorhydrique et azotique concentrés, qui attaquent le flint. Quand une lentille a été mouillée par un réactif, il faut éviter de la plonger dans l'eau, contrairement à ce que recommandent quelques observateurs, parce que celle-ci s'infiltrerait dans les pas de vis de la monture. Il faut essuyer l'instrument avec le linge fin humecté d'alcool, ou mieux d'ammoniaque si c'est un acide qui a mouillé le verre et sa monture.

Malgré tous les soins donnés au microscope, il devient indispensable de nettoyer à fond, de temps en temps, sa partie optique, attendu qu'il se forme sur les lentilles et les oculaires une sorte de couche grasseuse qui assombrit considérablement l'image. Les instruments dont on ne s'est pas servi depuis plusieurs années portent, presque toujours, cette couche de matière adhérente. On peut être sans inquiétude sur le résultat du nettoyage, car il est tout à fait inoffensif pour les verres, si l'on se sert d'un bon pinceau et d'une étoffe très-fine et molle humectée d'alcool et d'ammoniaque alternativement.

Du reste, après plusieurs années de séjour dans un laboratoire, l'instrument a besoin d'être revu par le constructeur, surtout s'il s'agit d'un laboratoire de chimie; dans ceux-ci malgré toutes les

précautions, les vapeurs acides finissent toujours par altérer les montures des objectifs sans parler des vis micrométriques, etc.

Toutes les fois qu'on fait des recherches chimiques, il faut se servir, autant que possible, d'objectifs faibles, possédant une grande distance focale; si on doit pousser plus loin ce genre de travail, il sera nécessaire de faire la préparation sur de larges porte-objets qu'on fixera avec des chevalets, si la platine en est pourvue. Quand ces lames de verre sont assez grandes, elles protègent suffisamment la platine dans le plus grand nombre des cas.

CHAPITRE II

De l'éclairage des objets observés sous le microscope.

562. Le microscope sera placé avant toute observation, sur une table et installé d'aplomb, le miroir tourné vers la partie la plus lumineuse du ciel ou vers la lampe. Après avoir descendu dans l'anneau où il doit glisser, le tube du microscope portant l'objectif et l'oculaire adoptés pour l'observation qu'on veut faire, on cherche à ramener dans l'axe de ces derniers le maximum possible de lumière en tournant le miroir réflecteur alternativement dans tel ou tel sens, du côté de la source lumineuse. Il faut, au début des études, à l'aide du microscope, s'exercer d'abord à atteindre avec sûreté et rapidement ce résultat, qui ne s'obtient pas toujours aisément quand la source de lumière est peu étendue, comme, par exemple, lorsqu'elle est représentée par une lampe.

ART. I. — DES SOURCES DE LA LUMIÈRE DANS LES OBSERVATIONS.

565. Les lampes carcel, les lampes ordinaires dites lampes *modérateurs*, donnent une lumière très-convenable, mais avec un ton un peu jaune. Les lampes au pétrole donnent une lumière blanche d'un emploi aussi avantageux que celle qui est fournie par les nuages blancs. Les lampes à gaz qu'on peut employer dans les appartements, et surtout dans les laboratoires où arrive le gaz de l'éclairage, donnent une très-bonne lumière; bien que d'un ton un peu plus jaune que celle des lampes au pétrole, elle vaut encore mieux que celle des lampes à huile, et son emploi n'a pas les dangers de celui du pétrole.

On modère à volonté l'intensité de la lumière employée avec des

globes de verre dépoli ou mieux encore avec les diaphragmes, et en tournant le miroir comme nous l'avons dit.

Quelquefois, du reste, la source lumineuse choisie, mais surtout quand on se sert d'une lumière artificielle, il y a toujours une différence assez grande entre la manière dont la rétine est impressionnée par la lumière transmise au travers du microscope et celle qu'elle reçoit habituellement, pour qu'il soit nécessaire de rappeler qu'il faut une ou deux minutes d'examen, ou environ pour que l'œil soit tout à fait habitué à ce changement. De là vient que, lorsqu'on étudie des objets délicats, on aperçoit, au bout de quelques instants, des contours qu'on ne voyait pas d'abord, bien qu'ils fussent déjà au point dans le champ du microscope.

Il importe par-dessus tout que la lumière ne soit pas vacillante, autrement les alternatives de son affaiblissement et de son exagération empêchent cette éducation temporaire de l'œil de manière à nuire à la perception des objets; elle cause surtout une fatigue qui est bientôt des plus pénibles.

Le passage rapide avec disparition et retour des nuages sur un ciel bleu, cause un mauvais effet de l'ordre du précédent, qui, en certaines saisons, force de ce servir de la lampe en plein jour. On est aussi obligé d'en venir là faute de lumière suffisante pendant les jours de brouillards, ou quand le ciel se charge de nuages noirs, comme en temps d'orage. L'agitation des branches d'arbre chargées de feuilles, produit le même effet quand leur image est projetée sur le miroir, et réfléchi par lui dans le microscope.

Le point éclairant des lampes doit être élevé de 22 à 40 centimètres au-dessus de la table qui les porte. Plus haut ou plus bas il ne répond plus à tous les modes d'éclairage exigés par les recherches. La lampe doit être placée à une distance qui varie entre 25 et 50 centimètres au-devant du microscope selon la hauteur de son foyer et celle du miroir. Elle doit avoir un abat-jour qui empêche sa lumière d'arriver directement dans les yeux de l'observateur.

Quand on se sert de la lumière du ciel, on peut placer le microscope de 75 centimètres environ à 3 mètres de la fenêtre, selon les convenances de l'observateur et la manière dont l'arrivée de la lumière est gênée ou non par les maisons voisines.

Bien que cela ne soit pas indispensable, l'expérience apprend à juger des cas dans lesquels il est bon d'empêcher la lumière d'éclairer la platine et l'objet étudié au moyen d'un écran ayant son sup-

port, ou se glissant dans un anneau fixé au corps ou au pied du microscope.

On ne se sert pas de la lumière du soleil qui, réfléchi par le miroir et traversant le microscope, est absolument éblouissante. Elle fatigue également quand, tombant près du microscope sans l'atteindre, elle est réfléchi dans les yeux de l'observateur. Aussi, quand on peut, est-il bon d'avoir deux fenêtres d'orientation différente, permettant de prendre la lumière de celle sur laquelle le soleil ne donne pas. Autrement il est utile d'avoir un rideau ou un store se fermant de manière à se garantir de cette lumière directe.

Il ne sera question de *l'éclairage des objets observés à l'aide de la lumière réfléchi*, que dans le dernier article du chapitre suivant (chap. III, art. VI), à propos de *l'examen des objets opaques*, qui exigent l'emploi de cet éclairage.

ART. II. — ÉCLAIRAGE DES OBJETS VUS A L'AIDE
DE LA LUMIÈRE TRANSMISE.

564. Les corps placés sur la lame porte-objet reçoivent la lumière renvoyée sur eux de bas en haut par le miroir concave dont le foyer se trouve placé au niveau à peu près de la surface de la platine. Il ne faut pas se servir de la lumière solaire réfléchi par un mur, parce qu'elle donne une teinte jaune ou rougeâtre au champ du microscope. C'est celle des nuages blancs qui est la plus pure et la plus belle; lorsque le ciel est bleu la lumière est moins éclatante; elle est grisâtre quand le ciel est sombre. Quoi qu'il en soit, on peut observer en tout temps, et, à moins de cas particuliers, c'est rarement le manque de lumière qui nuit le plus, même avec les forts grossissements.

On doit, au contraire, souvent se défier de l'excès de lumière qui, en ébranlant trop vivement la rétine, empêche d'être impressionnée par l'ombre très-pâle des contours de certaines cellules, des fibres du cristallin, de la queue de certains zoospermes, des cils vibratiles, etc. On dit alors que les objets sont *noyés* dans la lumière. Il est facile d'essayer tous les degrés convenables d'éclairage, en tournant peu à peu le miroir ou en abaissant de plus en plus le plus petit diaphragme.

Nous avons déjà dit qu'on peut examiner les objets à la lumière des lampes à double courant d'air et à cheminée de verre, et surtout des lampes de ce genre alimentées par un bec de gaz aussi

bien qu'à celle du jour. Seulement, dans le premier cas, la teinte est plus jaune, le contour des objets paraît plus large et moins net; mais cette apparence disparaît en partie au bout de quelques minutes, à mesure que l'œil s'adapte à ce genre d'examen, et surtout par l'emploi du plus petit diaphragme, qui doit alors être mis en usage et rapproché autant que possible du porte-objet. A l'aide de ces précautions, on peut observer aussi facilement que de jour, on a même une lumière plus vive que celle des nuages, que l'on augmente ou diminue à volonté ce qui est souvent utile avec les forts grossissements.

Mais cette lumière plus vive, plus éblouissante, est moins *pénétrante*, c'est-à-dire ne permet pas de distinguer les contours délicats de fibres ou de cellules plongées au milieu d'un tissu; telles sont les cellules pâles qui tapissent la face interne des globules ganglionnaires des racines spinales des raies, qu'on voit de jour et ne peuvent pas être étudiées à la lampe; les cas de ce genre sont du reste assez rares. Cet inconvénient est moindre avec les forts grossissements qui éteignent davantage la vivacité de la lumière qu'avec les autres.

Des miroirs renvoyant la lumière sur la préparation, dans l'objectif et l'oculaire.

565. Le miroir concave (voy. p. 125 et p. 139) doit être placé assez exactement à une distance de la surface de la platine portant la préparation telle, que le foyer de celui-là soit un peu au-dessus du niveau de cette surface, afin de donner le maximum de lumière possible. Placé plus haut ou plus bas, il produit des franges sur les bords des objets, indépendamment de la perte de lumière qui résulte de la situation fautive du point où se rencontrent tous les rayons. En raison de l'aberration de sphéricité produite par la courbure sphérique du miroir, il est impossible d'avoir un point lumineux pour foyer; c'est toujours une surface d'une certaine étendue qui constitue celui-ci. De plus, la section de cette surface n'est pas un cercle, mais une ellipse assez rétrécie et dont le grand axe est parallèle à l'inclinaison du miroir. On conçoit qu'il ne peut en être autrement, le faisceau lumineux perpendiculaire à la platine étant réfléchi par une surface inclinée.

Tout ce que nous venons de dire s'applique aux rayons venant de l'infini et tombant en faisceaux parallèles sur le miroir (voy. p. 125, fig. 47). Si on emploie une source lumineuse rapprochée, le foyer se produit plus loin, et d'autant plus loin que le point lumineux se

rapproche davantage du miroir. Il faut donc éloigner ce dernier de l'objet, si on veut avoir le maximum de lumière.

Le foyer lumineux est aussi plus déformé et varie beaucoup d'intensité dans les différents points qui le composent; il faut tâtonner un peu pour s'assurer qu'on a obtenu le meilleur éclairage possible, et enfin, il faut faire attention à ne pas placer la lumière (lampe, bec de gaz, etc.) trop haut (V. p. 404). Dans ce cas, en effet, le bord antérieur de la platine faisant ombre sur le miroir, une seule partie de celui-ci servirait efficacement, ce qui réduirait l'effet de l'éclairage à celui d'une lumière oblique, très-faible, il est vrai, mais cependant nuisible pour certains objets. Le support du miroir étant articulé (voy. p. 153, fig. 57) permet, du reste, d'obtenir, à l'aide du miroir porté hors de l'axe de l'instrument, les effets de la lumière oblique dont il sera question ci-après.

La grandeur des miroirs ne devrait pas excéder un certain nombre de degrés de leur courbure, 15 à 20 degrés. Au delà, les rayons venant des bords agissent comme ceux d'un condensateur. Cependant, les opticiens les font le plus grand possible, dans le but d'augmenter la zone annulaire marginale la plus avantageuse pour faire ressortir les qualités des objectifs à grand angle d'ouverture soumis à l'épreuve des *test-objets*.

Quant au miroir plan qui accompagne toujours le miroir concave dans les microscopes, son diamètre importe peu, son usage étant restreint à l'emploi des objectifs faibles.

566. Les miroirs sont formés de verre dont la surface inférieure est *étamée* au mercure ou *argentée chimiquement*.

Ce système a l'inconvénient de donner deux faisceaux de lumière différents, le premier réfléchi par la surface supérieure et le second par l'étamage; mais cet inconvénient est minime, comparé à la difficulté de garder intact un miroir dont la surface supérieure serait métallisée par les procédés de Foucault ou simplement taillée dans le métal des miroirs de télescopes dont on se servait autrefois, car ces surfaces se ternissent promptement.

L'étamage au mercure a l'inconvénient de se *piquer* au bout de quelques années, c'est-à-dire de se charger de petites bulles rondes dont la multiplication finit par diminuer sensiblement la quantité de lumière renvoyée. Cet inconvénient est plus grand encore, si le miroir mal fixé dans sa monture frotte contre celle-ci de manière à ce que l'étamage soit enlevé sous forme de plaques ou de fissures. Il faut alors le faire rétamé, ou mieux, le faire argenter

Des diaphragmes et des écrans.

567. Quand, dans les recherches sur des objets déliés et à contours fins, la lumière réfléchie à travers l'ouverture de la platine donne un éclairage trop vif, il faut supprimer une partie des rayons. On atteint ce but en diminuant l'ouverture de la platine par l'emploi d'écrans ou, comme on les appelle, de diaphragmes. Il existe deux formes de diaphragmes : le diaphragme tournant et le diaphragme cylindrique.

Le diaphragme tournant a une forme circulaire. Il est assujé au-dessous de la platine au moyen d'une vis à tête et percé d'une série d'ouvertures rondes (à l'exception de la plus grande), dont le diamètre, de plus en plus petit, rétrécit l'ouverture de la platine. Les plus petits trous sont employés avec les plus forts grossissements. On doit à Le Baillif l'invention de ce diaphragme.

Les diaphragmes cylindriques sont des tubes portant à leur extrémité supérieure un disque circulaire percé d'un pertuis plus ou moins étroit. On les place dans l'ouverture de la platine, soit d'une manière immédiate, soit entourés d'un anneau. Pour augmenter ou diminuer leur action, en tant que diaphragmes, on doit pouvoir les élever ou les abaisser par un mécanisme quelconque adapté sous la platine de la plupart des microscopes. (Voy. p. 159, fig. 51.) Une place leur est en général réservée dans la boîte des objectifs des grands et des moyens modèles.

Ces deux dispositions remplissent également le but proposé ; cependant les diaphragmes cylindriques méritent la préférence, attendu qu'on obtient à l'aide de ces derniers des nuances plus délicates dans l'éclairage. Il est des diaphragmes de ce genre qui portent un verre dépoli. Ces deux sortes de diaphragmes se trouvent réunis dans beaucoup d'instruments anciens. (Frey.)

Lorsqu'il y a nécessité de modérer convenablement la lumière, on y parvient en interposant un verre bleu de cobalt, plus ou moins foncé, ou un verre dépoli entre la lampe et l'objet. Ce verre se place sur le miroir. On peut encore disposer un écran en carton noir percé d'ouvertures de dimensions diverses devant le microscope, parallèlement au miroir. Avec de la cire, on fixe ensuite un verre bleu devant les ouvertures, dont on modifie la dimension à l'aide d'un diaphragme tournant situé par derrière.

Dans le grand microscope de Smith et Beck le diaphragme est unique et se compose de petites lames de cuivre noirci, rayonnant

de la périphérie vers le centre. Un mécanisme fait jouer toutes ensemble ces lames à l'aide d'un pignon, de telle sorte qu'en tournant ce dernier on élargit ou on rétrécit à volonté autant qu'on le veut, l'orifice central sans que celui-ci cesse d'être circulaire.

Des condensateurs.

568. Un condensateur en tout semblable à l'appareil d'éclairage construit par Dujardin (p. 416) et composé de trois lentilles achromatiques est fabriqué par Hartnack. On peut visser des diaphragmes sur la lentille supérieure. L'appareil se pose dans la platine comme un diaphragme cylindrique. Mais, un condensateur achromatique étant très-cher, on le remplace, du moins en partie, par l'emploi d'une lentille plano-convexe ordinaire. La lentille est enchâssée dans le petit tube d'un diaphragme cylindrique ordinaire et recouverte d'un anneau noir, de manière que sa partie centrale donne seule passage aux rayons lumineux. Cette partie centrale est obscurcie par un petit disque noir qui ne laisse à découvert que le bord. On peut recommander l'emploi de cette dernière disposition à ceux dont le microscope est établi de façon à ne pas permettre de placer le miroir dans une position oblique. (Frey.)

Les opticiens ont plusieurs systèmes de condensateurs analogues les uns aux autres. Le condensateur achromatique de Ross est représenté figure 100. La lentille composée a une distance focale d'environ 1 centimètre et une ouverture d'environ 110° . Cette ouverture donne des rayons suffisamment obliques pour résoudre les test-objets les plus difficiles, quand on emploie des diaphragmes convenables, et, en même temps, la longueur focale de l'instrument présente un grand avantage sur les condensateurs à court foyer dont les pinceaux lumineux ne peuvent atteindre les objets montés sur des lames de verre ordinaire.

Le diaphragme B porte une série de huit ouvertures qui font à 200° décroître progressivement l'angle du pinceau lumineux de 110° , tandis que la plaque A a trois écrans circulaires pour arrêter à différents degrés les rayons centraux, trois arrêts marginaux pour limiter le passage des rayons en différents points de la circonférence et une ouverture supplémentaire pour recevoir un

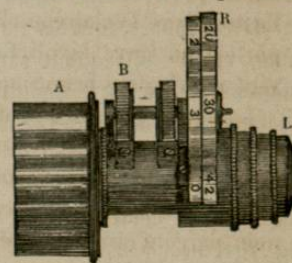


Fig. 100.
Condensateur achromatique de Ross.

écran de la forme et de la grandeur que désire l'observateur. La tranche de chacun de ces plateaux porte des indications qui servent à guider l'opérateur et lui montrent le diaphragme ou l'écran qu'il utilise. Il faut ajouter que la lentille extérieure peut être enlevée de telle sorte qu'on peut en employer deux ou même une seule pour former un condenseur qui convient alors parfaitement avec les objectifs de moyenne-force.

Éclairage à rayons parallèles de Dujardin.

569. On sait que pour les faibles grossissements, il suffit de réfléchir la lumière, par un simple miroir plan, qui produit le même effet que si le microscope était dirigé sans miroir vers le ciel. Mais dès qu'on arrive à 100 diamètres ou au-dessus, un miroir plan ne suffit plus, parce que l'absorption de la lumière par les lentilles s'accroît en même temps que leur pouvoir amplifiant. On augmente alors l'intensité de la lumière en remplaçant le miroir plan par le miroir concave, dont le foyer tombe un peu au-dessus de la surface de la platine, c'est-à-dire à peu près à la surface supérieure du plaque porte-objet posé sur la platine. Lorsqu'avec ce mode d'éclairage on se sert d'un fort pouvoir amplifiant, il concourt à produire sur le contour des objets des phénomènes de diffraction et de dispersion qui les font paraître entourés d'une frange colorée effet d'autant plus prononcé que le corps est plus étroit.

On peut éviter en grande partie ces effets en faisant en sorte que les rayons illuminants aient leur foyer sur le point même qu'on observe; parce qu'au delà ces rayons continuent leur route en divergeant, comme s'ils partaient du corpuscule qu'on illumine, et par conséquent sans être désormais dispersés chromatiquement. Dujardin a imaginé un instrument qui fait disparaître ces effets autant que le permet l'imperfection de ces appareils physiques.

570. Pour se servir de cet appareil de manière à en obtenir tout l'effet qu'on désire, il faut remplacer le miroir par un prisme (fig. 101, a), parce que la réflexion est plus complète et qu'il n'y a point, comme avec le miroir, une double réflexion; celle de l'étamage et celle de la surface extérieure de la glace. En outre, avec un prisme, il faut recevoir la lumière aussi horizontalement que possible, ou au moins sous un angle de 70° à 75°, afin d'avoir une réflexion presque totale.

Le faisceau de lumière réfléchi par le prisme dans l'axe de l'instrument, traverse l'appareil à éclairage ou concentrateur *o c*, formé de trois lentilles achromatiques, *o*, *x*, *c*, qui réunissent et concentrent la lumière sur un seul point *z* de l'objet à étudier. Ces lentilles, concentrant de plus en plus le faisceaux lumineux, donnent une grande intensité à la lumière; en même temps, on a une grande netteté de bords de l'objet, par suite de la destruction, à l'aide d'un heureux choix de lentilles, des aberrations de sphéricité et de réfrangibilité.

Pour reconnaître la bonté de l'appareil et s'assurer si son foyer tombe exactement sur le porte-objet, on choisit une mire éloignée *m n*, dont l'image réfléchi par le prisme vient se peindre en *z*, au foyer de la lentille *c* dans des dimensions microscopiques. Cette image se trouve alors grossie par le microscope plus ou moins suivant

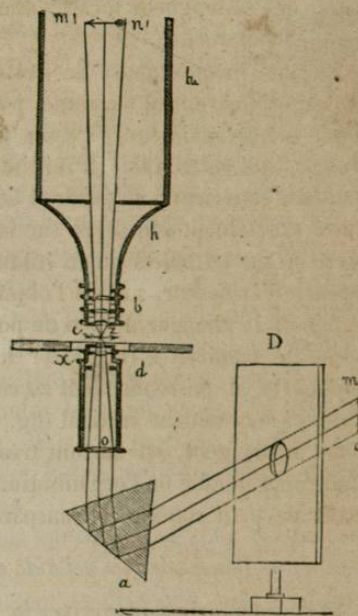


Fig. 102. Éclairage du Dujardin.

les combinaisons d'oculaire et d'objectif employées. Ainsi grossie de trois à cinq cents fois, par exemple, on peut juger que l'appareil est bien construit s'il fait voir nettement des fils ou des barreaux de fer à la distance de 500 mètres.

L'objet pris pour mire perd de sa netteté, si on ne se met pas à l'abri de toute lumière étrangère ou superflue, c'est pourquoi un miroir parallèle, introduisant toujours une double image, ne vaut pas un prisme. On se débarrasse de la lumière superflue à l'aide d'un diaphragme *D*, n'ayant que l'ouverture nécessaire pour laisser arriver le faisceau dont on a besoin; en variant l'ouverture et l'éloignement du diaphragme, on arrive très-vite à connaître par tâtonnements l'ouverture et la distance convenables. Un autre diaphragme *d*, placé dans l'intérieur du concentrateur supprime les rayons transmis par les bords de la lentille *o* et arrête la lumière réfléchi par les parois du tube. En réduisant le faisceau à sa

partie centrale, il augmente la netteté des bords et empêche que les images ne soient noyées dans la lumière.

Cet appareil peut également servir à concentrer la lumière d'une lampe; mais il faut alors éloigner le concentrateur du porte-objet, parce que sa longueur focale s'allonge à mesure que le foyer lumineux se rapproche.

Un des inconvénients de cet appareil est la nécessité d'employer exclusivement, comme porte-objet, des lames de verre d'une même épaisseur, ou assez minces pour que le foyer concentrateur, qui se trouve à 2 millimètres au-dessus de lui, atteigne leur face supérieure. Il perdrait tous ses avantages s'il n'avait toujours exactement son foyer sur la face supérieure de la lame de verre ou sur les objets qu'on étudie, de sorte que la moindre différence d'épaisseur, soit de l'objet, soit du liquide qui l'entoure, oblige de le changer un peu de position. Aussi sa monture est disposée de manière à remplacer les diaphragmes dont nous avons déjà parlé, et qui se meuvent au centre de la platine au moyen de leviers à mouvement vertical (fig. 104, l).

Cet instrument, est surtout très-utile quand on veut faire une étude approfondie de l'organisation des infusoires ou d'autres animaux de petit volume et transparents.

Des éclairages à l'aide de la lumière oblique.

571. Au lieu de faire arriver la lumière verticalement de bas en haut, on peut la faire tomber obliquement sur l'objet que porte la platine. Alors au lieu de voir seulement un plan ou coupe de l'objet, celui-ci se montre comme un solide sphérique ou polyédrique, et son ombre est projetée sur le côté comme celle d'un corps éclairé par le soleil. En même temps il paraît brillant, et réfléchit la lumière comme l'argent mat.]

L'examen fait à l'aide de la *lumière oblique* n'apprend en général rien de plus qu'avec l'éclairage direct. On a seulement sous les yeux un spectacle curieux et inaccoutumé. Il est cependant utile d'éclairer ainsi pour voir plus nettement certaines lignes pâles des navicules, etc., où se terminent les filaments des spermatozoïdes, comment sont limitées certaines fibres ou cellules très-minces; mais ce sont des cas assez rares. On peut aussi distinguer, plus rapidement qu'avec l'éclairage ordinaire, si une granulation moléculaire est à la surface ou dans l'intérieur d'une cellule.

Cet éclairage a pour inconvénient de faire perdre de la lumière. Il

peut, [dans certains cas, faire prendre pour des granulations placées à la surface d'une cellule de simples prolongements de ce corpuscule, à cause de l'ombre projetée, etc., telles que les dentelures des globules de sang devenus frangés par altération. Il faut quelque attention pour éviter cette erreur. Enfin, les noyaux et les granulations contenus dans les cellules cessent parfois alors d'être visibles.

572. Il y a deux manières d'éclairer obliquement l'objet, par le miroir ou par un prisme. Dans la première, il faut que la platine soit percée d'un trou plus large qu'à l'ordinaire et qu'elle soit plus élevée, afin que le miroir puisse exécuter de grands mouvements de latéralité; car les effets ne sont bien marqués qu'autant que la lumière frappe l'objet sous un angle de 50° ou environ. L'élévation de la platine et l'impossibilité d'appliquer ce moyen aux microscopes, tels qu'on les fait généralement, pour qu'ils remplissent les conditions de stabilité et de commodité désirables, seront toujours un obstacle à son emploi. Il a pourtant sur le prisme l'avantage de pouvoir examiner l'objet sous toutes les inclinaisons du faisceau de lumière qu'on désire obtenir. Mais, en pratique, c'est là peu de chose, et surtout l'usage de cet instrument est si limité, que ce fait est en réalité sans importance.

C'est aux micrographes anglais qu'on doit d'avoir rendu couramment applicable l'emploi de la lumière oblique, la disposition de leurs microscopes se prêtant facilement à cette modification. Il suffisait, en effet, de fixer le miroir sur une articulation permettant d'écarter celui-ci hors de l'axe. (Voy. pages 145 et 149.)

La généralisation de ce moyen date de 1845 à 1846; à cette époque, les microscopes des opticiens du continent étaient presque tous montés à *tambour* (voy. p. 141), c'est-à-dire que le miroir était fixé et enfermé dans une boîte de cuivre, de sorte qu'il était presque impossible de le déplacer d'une certaine quantité. Pour obvier à cet inconvénient, M. Nachet adapta à ses instruments¹ un prisme remplaçant à volonté le diaphragme. Ce prisme (fig. 102, *a b c d*) est taillé de manière à dévier les rayons que concentre le miroir sur l'objet et à les faire tomber sur lui sous un angle de 50°. Il est porté par une monture semblable à celle d'un diaphragme, et se place comme lui. Cet avantage supplée à l'inconvénient d'éclairer sous un

¹ Nachet, *Appareil destiné à permettre l'éclairage par une lumière oblique des objets que l'on observe au microscope* (Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris, 1847, in-4°, t. XXIV, p. 976-977).

angle fixe. Il répond, du reste, amplement aux besoins des anatomistes, auxquels il ne devient nécessaire que dans des cas spéciaux.

Cet appareil se compose d'un prisme oblique $abcd$, sur les faces ab et cd duquel on colle des lentilles d'un rayon déterminé.

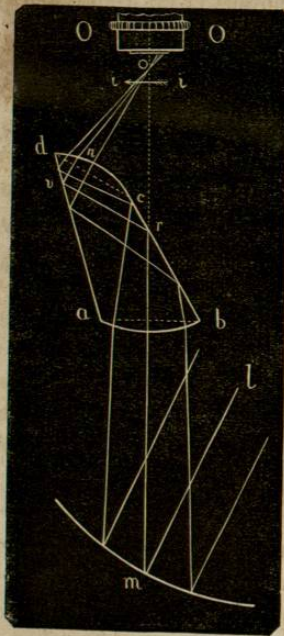


Fig. 102. Éclairage oblique de Nachet.

De cette manière on concentre les rayons qui le traversent et l'on diminue beaucoup la perte de la lumière. Cette perte résulte de ce que les rayons, au lieu de pénétrer verticalement dans l'objectif oo suivant l'axe mo , comme à l'ordinaire, arrivent obliquement, suivant la ligne no , en faisant un angle de 50° mon avec l'axe mo .

Les rayons lm , après s'être réfléchis sur le miroir m , pénètrent la face ab du prisme qui les fait converger, et, au lieu de suivre l'axe mo , ils se réfléchissent en r sur la face oblique bc , et de nouveau sont réfléchis en v sur la face ad . De là ils émergent en n par la face courbe et oblique cd , qui les concentre sur l'objet ii , placé sur le porte-objet, au foyer de l'objectif oo . Le prisme est disposé de telle sorte, que les rayons no fassent avec l'axe mo un angle $mon = 50^\circ$, qui est l'angle

le plus favorable pour l'examen des objets. Pour cela, l'angle $bad = 105^\circ$; $abc = 60^\circ$; $bcd = 150^\circ$ et $adc = 45^\circ$.

Influence des obliquités de la lumière sur l'aspect des corps microscopiques.

575. Rappelons ici que, dans la réfraction des rayons obliques (fig. 105) qui viennent frapper un objet AB placé sous le microscope, la déviation qu'ils éprouvent est d'autant plus considérable, que l'obliquité du rayon est plus grande; le rayon AH qui tombe perpendiculairement ne subit aucune réfraction; les rayons voisins sont faiblement déviés, et à mesure qu'on s'éloigne de la perpendiculaire, la flexion devient plus grande AK jusqu'à ce qu'enfin les rayons AD et BD n'entrent plus dans KE , qui est censé repré-

senter la face inférieure de l'objectif placé au-dessus du corps qu'on suppose être en AM . C'est à ce point que commence ce qu'on a appelé la *réflexion totale* de ces rayons qui, de la sorte, ne traversent pas l'objectif et n'arrivent pas à l'œil de l'observateur.

Quand les rayons, dont toujours beaucoup traversent ainsi obliquement l'épaisseur d'une préparation, rencontrent dans celle-

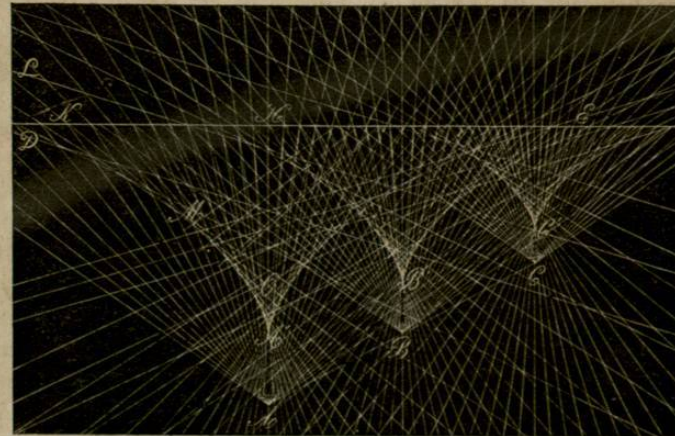


Fig. 105.

ci un corpuscule physiquement ou chimiquement hétérogène, par rapport au reste de la masse, il sont réfractés et peuvent être infléchis au point de ne plus entrer dans l'objectif. N'arrivant pas à l'œil de l'observateur, ils deviennent une des causes qui font que la partie des corpuscules qui les dévie donne à la rétine l'impression de l'absence partielle ou totale de lumière, c'est-à-dire d'une teinte noire qui tranche plus ou moins sur la portion ambiante qui est d'autant plus illuminée qu'elle a laissé passer plus de rayons.

C'est ainsi que des corps sans coloration propre peuvent paraître plus ou moins noirs sur leurs bords ou ailleurs quand ils sont vus ainsi par lumière réfractée sous le microscope. C'est de la sorte que le noyau d'une cellule chimiquement différent de celle-ci devient visible au centre de cette dernière parce qu'en raison de ce qui vient d'être dit, sa périphérie ou son centre devient ainsi la lumière.

Au lieu d'être ainsi produite par réfraction, la déviation de la lumière qui l'empêche d'arriver jusqu'à l'œil de l'observateur et qui donne une teinte noirâtre à l'image de la particule qui l'effectue, peut être produite par réflexion quand elle rencontre sous certaines

incidences les surfaces contiguës de deux corps immédiatement juxtaposés, lors même qu'ils sont chimiquement semblables.

C'est ce que l'on observe à chaque instant dans les préparations formées de cellules ou de fibres accolées l'une à l'autre, dont les surfaces physiquement distinctes réfléchissent ainsi une partie de la lumière qui pénètre leur substance, au point qu'elle n'arrive pas dans l'objectif. De là vient que l'image de ces surfaces (vues en projection ou *coupe* suivant un de leurs bords) se présente sous l'aspect de lignes noires ou au moins grisâtres, d'autant plus fines et plus pâles que la juxtaposition est plus immédiate, que les surfaces de contact sont plus lisses. Si, au contraire, elles sont grenues ou ont été rendues rugueuses par certains agents coagulants, il y a davantage de lumière déviée et les lignes indiquant la place des surfaces de contact se dessinent plus épaisses et plus noires sur la rétine.

Cela est au point que, faute d'avoir connu ces particularités optiques (nécessaires pour une exacte interprétation des observations faites sous le microscope), des auteurs ont interprété les aspects physiques dont la cause vient d'être indiquée comme s'ils étaient dus à la présence d'une substance réellement distincte des éléments contigus et leur étant interposée. De là vient que, pour se rendre compte de ces effets de déviation lumineuse, effets seuls réels, on a supposé l'existence de cette substance fictive qui serait destinée à coller entre elles les fibres musculaires viscérales, les cellules épithéliales, etc., et qui est dite *ciment* (*Kittsubstanz*) par des micrographes qui en ont ainsi admis la présence alors que d'autre part ils nient celle des *substances amorphes dites intercellulaires ou interfibrillaires*.

574. Rien de plus important à connaître que ces particularités pour arriver à interpréter exactement les aspects de ce genre, si fréquents dans les préparations des tissus animaux, et que l'emploi des réactifs durcissants exagère dans presque tous les tissus, embryonnaires surtout, par le fait qui vient d'être indiqué; exagération qui devient une cause de visibilité plus facile des parties microscopiques, mais qui a aussi été la cause d'erreurs, comme on vient de le voir, par le fait des observateurs peu au courant des données de la physique et non par le fait de l'instrument.

Ainsi, par exemple, les plans de division de la segmentation qui amène l'individualisation des cellules épithéliales, une fois ce phénomène achevé, deviennent les plans ou surfaces de contiguïté réci-

proque des cellules tant qu'elles sont encore juxtaposées. Ils se montrent suivant ces lignes de contact sous forme de sillons ou de lignes grisâtres, souvent très-pâles, difficiles à voir sur l'animal vivant ou sur l'épithélium encore frais. Mais ils sont plus foncés, plus nets, quand les cellules se sont durcies et sont devenues plus granuleuses, par suite des premières modifications cadavériques qu'elles présentent après leur ablation ou après la mort de l'animal. Certains sels, comme l'acétate de plomb et surtout l'azotate d'argent, les chromates, l'acide chromique et autres réactifs en coagulant la substance des cellules, ou en se décomposant et se précipitant à la surface et dans l'épaisseur de ces éléments qu'ils colorent donnent à ces lignes (marquant la place des surfaces de contact réciproque des cellules) une plus grande épaisseur et une teinte plus foncée. C'est cet aspect qui a, par erreur, été décrit comme dû à la présence d'un *ciment*, destiné à unir les cellules entre elles, mais par des auteurs ne connaissant pas le mode de génération et d'individualisation des épithéliums non plus que les données précédentes.

ARTICLE III. — DE L'EMPLOI DE LA LUMIÈRE POLARISÉE.

575. La lumière blanche polarisée donne lieu à des phénomènes de coloration très-remarquables en traversant, soit de petits cristaux, soit des lames cristallines minces, soit des tissus placés au foyer de l'objectif, puis un prisme biréfringent superposé à l'oculaire. Un grand nombre de sels, des bois fossiles réduits en lames minces, l'émail des dents, les muscles, l'épiderme, le derme, les cheveux, les fécules, etc., sont dans ce cas.

Lorsque par une étude méthodique de ces phénomènes, on est arrivé à reconnaître quels sont les corps qui jouissent de cette propriété et qu'elle en est l'intensité, on peut s'aider de cet ordre de caractères pour distinguer entre elles diverses substances. L'importance de cet examen est assez grande pour que si habituellement on a deux microscopes sur la table de travail, on doit laisser à demeure le prisme de Nicol sous celui qui est muni de faibles objectifs, afin de pouvoir soumettre à volonté au prisme analyseur toute préparation dans laquelle on pense trouver des corps doués de la double réfraction.

Ce fut Henri Fox Talbot qui, en 1852, employa le premier un appareil polarisateur placé au-dessus de l'oculaire du microscope pour étudier la structure des corps. (*Philosophical Magazine*. London,

1852, t. V.) Brewster l'utilisa en le modifiant peu après pour observer les phénomènes de polarisation sur divers minéraux, des substances animales, et minérales d'où le nom de prisme Brewster qui lui est quelquefois donné. En 1854, Biot fit construire par Charles Chevalier des appareils polarisateurs pour les microscopes qui facilitèrent et répandirent beaucoup l'emploi de cet ordre d'études.

576. Pour suivre l'action de la lumière polarisée, il faut employer un appareil particulier. Cet appareil se compose de deux parties. La première est un prisme dit de Nicol, du nom du physicien Richard Nicol, d'Édimbourg, son inventeur. Ce prisme est enchâssé dans une monture qu'on substitue aux diaphragmes à mouvement vertical du centre de la platine toutes les fois qu'il est nécessaire de l'employer. Ce petit appareil s'appelle le *polarisateur* et, parfois, mais à tort, il est dit *polariscope*¹.

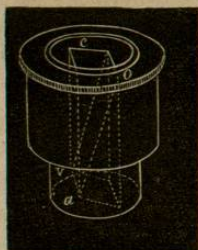


Fig. 104.

Le prisme de Nicol est, comme on sait, formé d'un rhomboèdre de spath d'Islande, d'environ 25 millimètres de longueur (fig. 104, *ac*) sur 9 millimètres de largeur et d'épaisseur. On coupe le prisme en deux parties par un plan conduit suivant les diagonales parallèles *ao* et *cv* de deux des longues faces, et l'on réunit les deux parties par du baume du Canada dans la position qu'elles avaient d'abord. Comme l'indice de réfraction de ce baume est plus petit que l'indice ordinaire du rhomboèdre et plus grand que l'indice extraordinaire, le rayon ordinaire se réfléchit totalement sur la couche de baume interposée entre les deux prismes, et, par suite, le rayon extraordinaire est le seul qui émerge. Ce prisme sert ici à faire arriver sur l'objet placé au foyer de l'objectif un rayon de lumière blanche polarisée.

Après avoir traversé l'objet à étudier et tout l'appareil optique du microscope, le faisceau de lumière blanche polarisée rencontre à sa sortie de l'oculaire un prisme biréfringent de spath calcaire. Ce prisme (fig. 105, *a b*) est fixé dans une monture particulière au-dessus du centre d'une sorte de capuchon *efgh* qui peut être su-

¹ Voy. Babinet, *Sur le microscope polarisateur d'Amici* (Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris, 1844, t. XIX, p. 56).

perposé à l'oculaire et qui emboîte la partie supérieure du corps du microscope *i R*. Cette monture est percée au centre *c*, qui correspond à la fois au verre oculaire supérieur et à la face inférieure du prisme. Cet appareil se nomme l'*analyseur*. Il est préférable de l'avoir ainsi placé sur l'oculaire et mobile que fixé dans le corps du microscope au-dessus de l'objectif.

Lorsqu'on fait arriver le faisceau lumineux polarisé sur le prisme biréfringent *a b*, sans lui faire traverser la lame cristalline, on voit deux images de l'ouverture *c* dont l'intensité relative varie selon la position de la section principale du prisme par rapport au plan de polarisation du rayon. Elles se rédui-

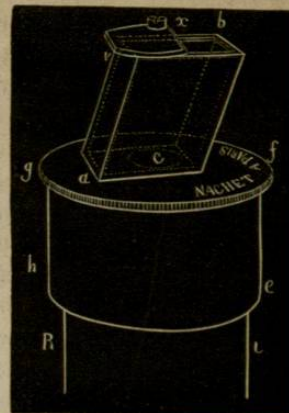


Fig. 105.

sent à une seule quand ces deux plans sont parallèles ou perpendiculaires entre eux; effets qu'on peut obtenir facilement, parce que la monture *efgh* tourne à volonté sur le microscope. Si, au contraire, on place au foyer de l'objectif une lame cristalline ou d'autres substances susceptibles de donner lieu à des phénomènes de coloration, la lumière polarisée éprouve réellement une double réfraction en traversant ces substances. Mais les deux faisceaux ne se séparent pas sensiblement à cause de la faible épaisseur de celles-là; de sorte que le prisme reçoit un seul faisceau de lumière comme dans le cas primitif. Il dédouble ce faisceau et l'on voit deux images de l'ouverture; de plus ces deux images sont colorées de couleurs complémentaires.

Pour bien reconnaître quelles sont les substances, placées sur le porte-objet, qui polarisent la lumière et celles qui ne la polarisent pas, on cache l'une des images circulaires en faisant avancer sur le prisme la plaque *vx*. Alors, lorsque, en faisant tourner ce dernier sur son axe, le champ du microscope est devenu obscur, on reconnaît les substances qui polarisent la lumière à ce qu'elles éclairaient le champ dans la partie qu'elles occupent en lui donnant ou non des teintes colorées, tandis que les autres, telles que les cristaux de chlorure de sodium, le verre, divers tissus, etc., restent sans action c'est-à-dire laissent obscur le champ. Ces derniers corps sont dits