

Enfin les pinceaux secs sont très-utiles pour enlever la poussière à la surface des lentilles de l'objectif, des oculaires ou des lamelles recouvrant les préparations, surtout dans les cas où celles-ci ne doivent pas être comprimées.

CHAPITRE III

De quelques instruments de chimie nécessaires aux études microscopiques.

356. Il est un certain nombre d'instruments qui, de tout temps, ont été utilisés dans les laboratoires de chimie, dont l'usage du microscope exige souvent l'emploi.

Ce sont : 1° les *baguettes de verre* dites *agitateurs*, qui servent à chaque instant à prendre une goutte d'eau ou de tout autre liquide dans lequel on veut faire une préparation, ou que l'on ajoute à celle-ci, ou encore une goutte des liquides normaux ou morbides que l'on veut observer.

2° Des *tubes* ouverts aux deux bouts et des *pipettes* pour prendre des corpuscules par aspiration ou par ascension du liquide dans le tube plongé d'abord jusqu'au fond du vase, avant qu'on enlève le doigt qui d'abord avait été placé sur son orifice supérieur. C'est de la sorte que l'on prend les divers dépôts dans les liquides sains ou altérés, les ovules, les embryons, les infusoires, etc., dans l'eau où ils sont plongés.

3° Des *tubes* fermés à la lampe, et soit ouverts, soit fermés d'un bouchon de liège ou à l'émeri, pour y conserver des objets de toute sorte ou les y soumettre à l'action de la chaleur, des réactifs, etc., avant de les examiner. Il est bon d'en avoir de toutes grandeurs, depuis ceux qui sont longs de 2 à 5 centimètres jusqu'à ceux de 15 à 30 centimètres ou environ.

4° Des *verres à pied* ou à *expérience* sont souvent utiles pour y laisser reposer des liquides pouvant donner un dépôt qui se rassemble vers le fond rétréci du vase.

5° Des *baquets en verre*, des *verres de montre*, des *capsules* et des *soucoupes en porcelaine*, destinées à l'exécution de quelques réactions, à l'observation des petits animaux que l'on veut examiner à un moment donné, ou à étaler des tissus, sont également nécessaires.

6° Une *lampe à alcool*, de *petits trépieds*, *supports* ou *tablettes percées*, pour tenir au-dessus de la première un verre de montre ou des capsules et des *étagères* pour tenir droits les tubes, tels sont encore les instruments souvent employés.

TROISIÈME SECTION

DES AGENTS PHYSIQUES ET CHIMIQUES QUI SERVENT A LA PRÉPARATION ET A L'EXAMEN DES OBJETS MICROSCOPIQUES.

357. La lecture du titre de cette section suffit pour montrer quel est exactement le sujet dont elle traite. Quant aux agents variés qui servent à la conservation des objets préparés, tels que certains mélanges complexes, les bitumes, les luts, etc., il n'en sera question que dans la section suivante, consacrée à l'étude des diverses manières d'exécuter les préparations et de les conserver.

358. Dans un livre qui a pour destination essentielle de traiter de questions techniques, il n'y a pas lieu de s'étendre longuement sur les propriétés générales des réactifs mis en œuvre pour étudier les corps invisibles à l'œil nu. Pourtant il est quelques indications préliminaires qu'il est utile de donner et qui se rapportent aux propriétés optiques de ces agents, d'une part, à leur action chimique de l'autre.

CHAPITRE PREMIER

Des propriétés optiques des agents chimiques employés en micrographie.

359. Il faut ici rappeler que les objets dont l'existence et les caractères sont décelés par le microscope, sont presque toujours observés par lumière transmise et réfractée au travers de toute l'épaisseur de leur substance; que, par conséquent, on doit se préoccuper autant que possible de connaître l'indice de réfraction des corps étudiés. Rien de plus utile, en effet, que d'être familier avec tout ce qui regarde la dioptrique quand on est obligé de se servir du microscope, dont l'invention a été inspirée par les découvertes de cette partie de la physique.

De l'indice de réfraction des objets microscopiques et de leurs véhicules.

360. Très-généralement la lumière passe au sein de la préparation d'un milieu moins réfringent dans un milieu plus réfringent représenté par les objets examinés. Ce liquide est habituellement de l'eau, de la glycérine, de la gélatine, une essence, une térébenthine, une sérosité, etc., dans lesquels ces objets sont dis-

posés de telle sorte que la lumière qui leur arrive passe en fait, de ce fluide ou du verre porte-objet dans leur épaisseur et non de l'air dans leur épaisseur. La lumière est donc réfractée dans ces préparations, en raison de l'indice de réfraction de l'objet étudié par rapport à celui de l'eau, de la glycérine ou des autres liquides employés.

La visibilité des contours de chaque objet étant d'autant plus grande que l'indice de réfraction de sa substance l'emporte davantage sur celui de ces derniers, il faut, pour bien interpréter chaque observation, connaître au moins approximativement quel est l'indice de réfraction du solide observé par rapport au liquide qui lui sert de véhicule dans la préparation. Cette relation, comme on le sait, est exprimée par le quotient obtenu en divisant le nombre qui désigne l'indice de réfraction du solide par le nombre représentant l'indice de réfraction du véhicule. Ainsi, par exemple, l'indice de réfraction du tissu de la cornée étant 1,350, si on le divise par 1,356, qui désigne celui de l'eau, on obtient le nombre 1,001, qui exprime l'indice de réfraction de la cornée par rapport à l'eau. La faible différence qui existe entre ces deux derniers nombres, fait saisir pourquoi les contours des fragments du tissu de la cornée mis dans l'eau sont pâles et relativement difficiles à voir sous le microscope, quelle que soit la netteté de leur délimitation.

Nous aurons à revenir, du reste, plus bas, sur ce point. Ces données font comprendre qu'il est toujours utile, au début des études, d'observer un même objet successivement dans des liquides doués de pouvoirs réfringents différents.

Du pouvoir réfringent des objets microscopiques et de leurs véhicules.

361. Il n'est pas inutile de connaître le *pouvoir réfringent* des objets étudiés et de leurs véhicules, c'est-à-dire le mode d'action des corpuscules sur la lumière, en vertu des différences de leur nature moléculaire ou chimique, indépendamment de leur densité.

Ainsi, le pouvoir réfringent de l'eau étant 0,785, et de 1,255 pour le camphre, les granules de celui-ci ont un contour net et foncé comme les grains de fécule dans l'eau sous le microscope. Ce pouvoir est de 1,261 (*huile d'olive*) à 1,282 (*huile de lin*) et 1,351 (*cire*) pour les corps gras et cireux qui ont tous, dans les préparations aqueuses, un aspect des plus frappants sous ce rapport. Au contraire, le contour des grains ou des gouttes de ces corps, tout en res-

tant net, est pâle, peu tranché sous le microscope, si on les examine avant qu'ils soient dissous, dans l'essence de térébenthine dont le pouvoir réfringent est de 1,322 (ou même dans l'alcool dont le pouvoir réfringent est 1,012), c'est-à-dire peu différent de celui de ces composés. C'est encore ce qui fait que les fragments de verre, même globuleux, dont le pouvoir réfringent est de 0,555 à 0,754, offrent toujours un contour net peu foncé sous le microscope, tant dans l'acide sulfurique dont le pouvoir réfringent est de 0,612, que dans l'eau (0,785).

Du pouvoir dispersif des objets placés sous le microscope.

362. Disons ici quelques mots d'un sujet dans lequel il ne s'agit plus d'examiner comparativement l'indice de réfraction des objets à étudier et celui du liquide dans lequel on les place; or nous savons que la différence de ces indices représente la condition essentielle de la visibilité des corps transparents incolores, et qu'elle formule, si l'on peut dire ainsi, l'influence décelante du réactif, qui dans ce cas, est représenté par la lumière. Dans ce sujet, il s'agit de modifications que certains des corps observés font subir à la lumière à l'exclusion de tels ou tels autres corpuscules, et qui fournissent ainsi un caractère distinctif entre les premiers et les seconds, à la manière de ce que font les réactifs en ce qui regarde les composés qu'ils attaquent et ceux qu'ils n'attaquent pas.

En général, bien que cela ne soit pas absolu, une grande puissance réfractive est accompagnée d'un *pouvoir dispersif* énergique; c'est-à-dire que les corps gras, par exemple, le diamant, les essences, les parties pileuses et cornées, etc., en réfractant fortement la lumière, écartent davantage ses divers rayons composants violets, indigo, bleus, etc., que ne le font les corps albuminoïdes qui ont un faible indice de réfraction. De là les teintes irisées que présentent ces corpuscules vus par lumière transmise et réfractée sous le microscope, jusqu'à séparation en spectre des rayons compris entre le violet et le rouge; rayons qui, toujours rangés dans le même ordre, n'occupent pas cependant des longueurs proportionnelles.

Ainsi, quoi qu'on fasse, les corpuscules doués de ce pouvoir dispersif à un haut degré offrent des contours peu nets, élargis, irisés tant qu'on les laisse dans un liquide dont l'indice de réfraction diffère beaucoup du leur; il ne faut donc pas, contrairement à ce que l'on entend dire souvent, attribuer cet aspect aux objectifs ou à la source lumineuse.

Ce phénomène se trouve, comme on le voit, lié avec les grandeurs des indices de réfraction correspondants à chaque couleur. Si l'on prend la différence de ces indices entre le violet et le rouge, on aura la valeur de l'intensité de la *dispersion de la lumière*. Une substance est d'autant plus *dispersive*, que pour elle cette différence est plus grande; ainsi, 1,530 étant l'indice de réfraction du rayon rouge, correspondant à la raie *b* du spectre de l'eau, et 1,544 celui du rayon violet (raie *h*), le nombre 0,014 exprime la dispersion de la lumière comprise entre la 1^{re} et la 7^e raie, comme 0,025 exprime la dispersion que cause l'essence de térébenthine.

565. Le tableau de la page 267, emprunté à la traduction française du *Traité de la lumière* de W. Herschel (Paris 1853, in-8, t. II, p. 277 et suivantes), met en regard les nombres qui expriment: 1^o les indices de réfraction; 2^o les pouvoirs réfringents, et 3^o les pouvoirs dispersifs de ceux des corps sur lesquels on les a déterminés, et que les micrographes peuvent avoir besoin de connaître.

Les nombres qui concernent la glycérine, le sulfure de carbone, la cornée et le cristallin sont les seuls qui viennent d'autres sources.

Ce tableau résume en outre les données précédentes. Il montre entre autre choses, que l'eau, l'éther, le blanc d'œuf, humeur aqueuse, sont de ces substances celles qui ont la moindre dispersion, et le diamant, la corne, les huiles, les essences, les térébenthines, etc., celles qui ont la plus grande puissance à cet égard. que le flint l'emporte de beaucoup sur le crown sous ce rapport, etc. A ces divers points de vue, le tableau suivant mérite d'être consulté.

564. Il faut encore rappeler ici que lorsqu'il s'agit d'observer sous le microscope des corpuscules opaques, comme les granules de charbon et de poussières métalliques, il n'y a dans leur examen à tenir compte, au point de vue physique, que des propriétés optiques du véhicule dans lequel ils se trouvent et non des propriétés précédentes des corps. En effet, alors le véhicule seul laisse passer la lumière transmise par le miroir, et il n'arrive à l'œil de l'observateur que l'ombre de l'objet circonscrit par les rayons qui traversent le premier, tandis que celui-ci arrête les autres.

Au contraire, dès que les objets (fig. 96, EBD) sont plus ou moins translucides, il y a bien toujours à tenir compte du phénomène de dispersion, mais il n'est plus que partiel; une portion de la lumière projetée au-dessous d'eux par le miroir les traverse (de B en R), et ils la réfractent plus ou moins, selon leur nature in-

time, grasseuse, albuminoïde, etc. Ces corpuscules jouent, par rapport à cette lumière (B), le rôle de prisme ou de lentille, selon leur forme; prismes ou lentilles indépendants des lentilles objectives et oculaires, et non achromatisés comme celles-ci. Cette lumière dispersée se joint à leur ombre, si l'on peut dire ainsi, et l'accompagne dans les réfractions successives subies au travers de l'objectif et de l'oculaire, aussi bien que la lumière qui n'a fait que traverser les lames de verre et le véhicule dans lequel sont les objets préparés,

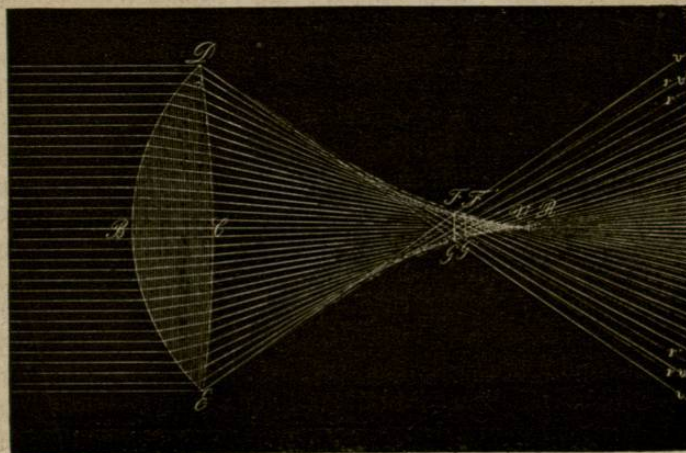


Fig. 96.

pour former image avec elle et venir se joindre sur la rétine. Le corpuscule semi-lenticulaire très-réfringent EBD, par exemple, viendra concentrer, sous forme de point brillant et lumineux, entre FV, les rayons qu'il réfracte (voy. page 96). Mais en réfractant la lumière, il en écarte ou disperse les diverses sortes de rayons (*Er*; *Erv*; *Ev*; *Dr'*; *Drv'*; etc.), et donne lieu à la formation d'un spectre coloré au même titre que tout autre prisme ou lentille composés par une matière très-dispersive. Ce spectre reçu sur la rétine en *vv*, ou encore par un objectif qui le grossit, et observé dans la direction BR, circonscrit toujours le point lumineux auquel, entre F et V, a donné lieu la concentration des rayons réfractés par le même corpuscule EBD et réunis à son foyer F.

565. Quand, sous le microscope, les corpuscules, gras, ou autres, réfractent la lumière et la dispersent au point qu'un spectre soit réellement formé, celui-ci est grandi comme l'image même de

l'objet à laquelle il se superpose, et dont, en outre, il dépasse nécessairement le contour. Notons que cet écartement des divers rayons colorés est, dès l'instant où il a lieu, favorisé par ce fait que c'est un peu au delà du foyer réel de l'objectif que les corpuscules à examiner doivent être placés pour que les rayons qui en partent et arrivent à l'objectif s'entre-croisent au-dessus de celui-ci.

Si le corpuscule est lui-même coloré, sa couleur se combine à celles du spectre. Si la source lumineuse est colorée, comme l'est, par exemple, la lumière jaune des lampes à huile par rapport à la lumière réfléchie par des nuages blancs, les couleurs de la portion du spectre qui déborde le contour de l'image de l'objet se combinent à cette lumière.

On voit donc, dès à présent, pourquoi tous les corpuscules qui réfractent fortement la lumière, comme les corps gras, le camphre, les résines, les carbonates, etc., ont un contour irisé, et pourquoi ce contour et leur coloration propre varient de largeur et de teinte avec la nature de la lumière employée. Nous voyons en même temps pourquoi les corps albuminoïdes tous doués d'un indice de réfraction peu élevé et d'un pouvoir dispersif très-faible ont sous le microscope un contour pâle, mais net. Ajoutons que les phénomènes ci-dessus, qui ne s'observent que sur les corps doués d'un pouvoir dispersif considérable, et ordinairement d'un grand pouvoir réfringent, coexistent avec une image de ces objets qui est brillante au centre, et, au contraire, à contour large et foncé. La présence de celui-ci est due au fort pouvoir réfringent, mais non à la puissance dispersive des corpuscules. Le centre brillant est formé par les rayons que réfractent le cylindre ou la lentille EBD, représentés par les corpuscules doués d'un grand indice de réfraction, rayons réunis au foyer de ces corps réfringents à surface courbe.

Le contour foncé est dû à ce que les rayons réfractés par ces portions du cylindre ou de la lentille microscopique se réunissent en partie au foyer précédent, et sont en partie renvoyés au dedans même du milieu plus réfringent (représenté par le corpuscule) au lieu d'en sortir; ceux-là, par conséquent, n'arrivent pas à l'œil de l'observateur, d'où résulte que la rétine n'est pas impressionnée par cette portion de l'image; par suite elle paraît noire, pendant que la lumière qui traverse sans déviation le véhicule périphérique ébranlé au contraire vivement cette membrane autour de la partie précédente, qui reste relativement en repos.

Table des indices de réfraction, des pouvoirs réfringents et dispersifs dont l'emploi du microscope peut exiger la connaissance.

	INDICES DE RÉFRACTION	POUVOIR RÉFRINGENT	POUVOIR DISPERSIF
Vide.	0,000	»	»
Air.	1,00029	0,432 (Dulong)	»
Acide carbonique.	1,00044	0,455 (Dulong)	»
Glace.	1,510	»	»
Eau.	1,556	0,784	0,012 à 0,014
Salive et mucus.	1,559	»	»
Eau de mer.	1,545	»	»
Cristallin.	1,429	0,680	»
Cornée.	1,550	0,752	»
Acide acétique.	1,596	»	»
Colle de poisson.	1,545	»	0,015
Sang humain.	1,534	»	»
Ether.	1,558 à 1,574	»	0,012
Blanc d'œuf.	1,559	»	0,015
Alcool à 0,86.	1,570	»	»
Alcool rectifié.	1,572 à 1,577	1,012	0,011
Solution saturée de sel marin.	1,575	»	»
Acide chlorhydrique concentré	1,409	0,531	0,016
Pus.	1,595	»	»
Acide azotique.	1,406 à 1,410	0,667	0,019
Solution de potasse.	1,405	»	»
Jaune d'œuf.	1,428	»	»
Acide sulfurique.	1,429 à 1,440	0,612	0,014
Suif fondu.	1,460	»	»
Cire fondue.	1,462	»	»
Essence de lavande.	1,467 à 1,475	»	0,021
Essence de bergamotte.	1,471 à 1,475	»	0,025
Essence de limon.	1,481 à 1,489	»	0,025
Huile de pavot.	1,467 à 1,485	»	0,020
Huile d'olives.	1,467 à 1,476	1,260	0,018
Beurre froid.	1,474 à 1,480	»	»
Huile de navette.	1,475	»	0,019
Huile d'amandes et de baleine	1,471 à 1,485	»	0,021
Essence de térébenthine rect.	1,470	1,522	0,020 à 0,025
— — — commune.	1,486	»	»
Huile de lin.	1,482 à 1,487	1,281	»
Huile de noix.	1,490 à 1,507	»	0,022
Suif froid.	1,492	»	»
Cire froide.	1,492 à 1,507	1,550	»
Naphte.	1,475	»	»
Glycérine.	1,475	0,922	»
Gomme arabique.	1,476 à 1,514	0,857	0,018
Camphre.	1,488 à 1,500	1,255	»
Crown-glass divers.	1,500 à 1,526	»	0,020
Verres ordinaires divers.	1,558 à 1,575	0,545	0,017
Empois séché.	1,504	»	»
Epiderme humain.	1,514 à 1,517	»	»
Gomme adragante.	1,520	»	»
Gomme-laque.	1,525 à 1,528	»	»
Essence de sassafras.	1,522 à 1,524	»	»
Térébenthine ou baume du Canada.	1,528 à 1,549	»	0,024
Baume de Judée.	1,529	»	»
Sucre blanc.	1,555	»	»
Colophane.	1,545	»	»
Sel gemme.	1,545	0,647	0,029
Essence d'anis.	1,556 à 1,601	»	0,044
Sulfate de baryte.	1,646	0,582	0,019
Ambre.	1,547	1,565	0,025
Copal.	1,555 à 1,555	»	0,024
Térébenthine.	1,545	»	»
Nacre de perle.	1,655	»	»
Spath Islande, rayon ordinaire.	1,654	0,642 à 0,655	»
— — — rayon extraordinaire.	1,485	»	»
Carbonate de chaux, réfrac. maxim.	»	»	0,027
Cristal de roche.	1,547 à 1,562	0,545 à 0,655	0,014
Corne.	1,565	»	0,045
Flint-glass.	1,576 à 1,585	0,798	0,052
Huile ou essence de cassia.	1,624 à 1,641	»	0,089
Chlorhydrate d'ammoniaque.	1,625	1,129	»
Sulfure de carbone.	1,678	2,190	»
Diamant.	2,459 à 2,755	1,456	0, 0
Chromate de plomb.	2,479 à 2,505	1,045	077