

Les poils du coton se distinguent aisément par leur forme de minces filaments, larges de 1 à 2 centièmes de millimètre, creux (fig. 150 *e, f*) rubannés, aplatis, se présentant de face, ou de côté (*abc*) ou contournés plusieurs fois sur eux-mêmes. Ils peuvent être incolores ou colorés par la teinture des étoffes qu'ils formaient.

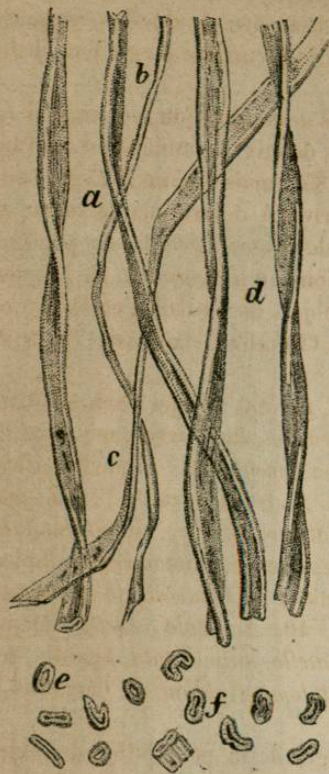


Fig. 150*.

L'eau iodée ne teint pas sensiblement en jaune les poils ou tubes du coton; si on fait pénétrer entre les deux lames de verre d'une préparation de ces filaments une goutte d'acide sulfurique, ils se gonflent. Si, du côté opposé, on ajoute, un peu après, une goutte d'eau iodée on voit se produire, au moins sur une zone plus ou moins large, la belle teinte bleue d'iodure de cellulose ou d'amidon. Ils ont une action chromatique énergique sur la lumière blanche polarisée.

CHAPITRE VIII

Des test-objets et de leurs usages.

674. On donne le nom de *test-objets* à des préparations transparentes, faites à l'aide d'animaux ou de végétaux microscopiques, d'organes ou d'éléments anatomiques des plantes ou des animaux, qui présentent des particularités de structure compliquées, géné-

* Filaments ou poils du coton, grossis 250 fois. *a, b, c*. Filaments, vus de côté. *d*. Filament, vu en partie de face en partie de côté. *e, f*. Coupes des filaments ou poils. (D'après Alcan; photographie de Lackerbauer.)

ralement à contours très-déli-cats, mais pourtant nettement délimités. Ces préparations servent à juger la valeur comparative des objectifs, d'après la facilité et la netteté avec lesquelles ces instruments font reconnaître ces détails de structure ou en font distinguer plus les uns que les autres.

L'emploi habituel et le nom des *test-objets* (du mot anglais *test* pierre de touche) se sont répandus depuis la publication d'un mémoire sur ce sujet, par Goring, en 1837; mais déjà en 1825, Le Baillif avait proposé comme moyen d'arriver à déterminer la valeur des objectifs l'usage des préparations de diverses écailles de papillons dites *plumules*, l'examen des divisions du micromètre, de la queue des spermatozoïdes, etc. Les test-objets de Le Baillif et Goring ont été vulgarisés surtout par Charles Chevalier, dans son *Traité des microscopes* (1859).

Les test-objets le plus en usage, servant à juger l'achromatisme et la pénétration des lentilles objectives du microscope, sont les suivants : 1. *Forbicine* ou *Lepisma saccharina*, Linné (écailles); 2. *Pieris brassicæ*, L.; 3. *Pieris rapæ*, Latreille (écailles); 4. *Zygæna Alexia*, Fabricius (écailles); 5. *Satyrus Janira*, Linné (écailles); 6. *Podura plumbea*, Linné (écailles); et les diatomées suivantes : 7. *Pleurosigma attenuatum*, W. Smith; 8. *Pleurosigma angulatum*, W. Smith; 9. *Navicula Spencerii*; 10. *Navicula veneta*, Kützing; 11. les *Grammatophora*; 12. *Striatella unipunctata*, Agardh (*Achnantes unipunctata*, Carmichael, *Diatoma rigidum*, de Candolle), et autres indiquées ci-après.

On peut aussi se servir, pour juger de la pénétration des objectifs, des *leucocytes* gonflés par l'eau et dont les fines granulations moléculaires sont douées du mouvement brownien.

675. L'un des plus anciens des test-objets, aujourd'hui abandonné, est celui que fournissent les écailles de la *Lepisma saccharina*, insecte de l'ordre des Thysanoures (vulgairement *poisson d'argent*). Ces écailles présentent deux sortes de stries, les unes longitudinales et les autres obliques par rapport aux premières. On distingue deux formes dans les écailles du *Lepisma*. Dans les unes, qui sont plus ou moins rondes, les stries ne se discernent qu'avec un bon instrument grossissant de 100 à 150 diamètres; dans les autres écailles, dont la forme est une section de cône, les stries se montrent à un grossissement de 50 à 40 fois.

676. Les écailles du *grand papillon du chou* (*Pieris brassicæ*) ont été décrites par Charles Chevalier comme présentant des stries lon-

gitudinales granulées et simulant des rangées de perles. V. Mohl le contesta. Harting montra que tout dépendait de la façon d'éclairer l'objet. Il y a deux séries de lignes : les unes transversales, les autres longitudinales. On distingue très-bien ces deux séries de lignes, en employant de la lumière oblique ou convergente, mais en employant de la lumière divergente on ne voit que des lignes granulées.

Ce test est difficile et exige un bon objectif et un grossissement de 5 à 400 diamètres.

Le Baillif se servait aussi comme test-objet des petites écailles cordiformes des ailes du mâle du *Pieris rapæ*, dit vulgairement *petit papillon du chou*.

677. Les écailles du papillon appelé *Satyrus janira* (*Papilio* ou *Hipparchia janira*), prises sur un individu femelle, ont d'abord été recommandées par Amici, en 1846, et ensuite par V. Molh et Schacht. C'est un bon test pour essayer dans la lumière oblique des objectifs de moyen grossissement. On y voit des lignes longitudinales et transversales, ces dernières sont éloignées les unes des autres d'environ $1/1200$ de millimètre. Les lignes doivent se montrer bien nettes dans la lumière centrale lorsqu'on emploie des objectifs forts. Schacht recommande comme étant plus difficiles les écailles longues et transparentes.

Molh a fait remarquer que lorsque le grossissement ne dépassait pas 200 fois, on ne voyait pas les lignes transversales, qu'en général, il fallait un instrument pourvu de bons et puissants objectifs, grossissant de 220 à 300 fois, pour les apercevoir nettement. Il

reconnut alors que les microscopes d'Amici, de Plessl et l'un de ceux d'Oberhæuser parvenaient seuls à résoudre ce test.

Les écailles de *Podura plumbea*, dont les micrographes anglais font un usage très-judicieux dans les essais de leurs microscopes, forment avec les écailles de *Pieris rapæ* le meilleur test pour la lumière centrale ; les marques à déterminer sur les

Podura plumbea sont (fig. 151) des petites virgules terminées par une fine pointe, en demandant de la part de l'objectif une certaine faculté de définition jointe à un bon pouvoir séparateur. (Voy. p. 180.) Si l'objectif est complètement réussi, elles doivent de plus montrer une ligne médiane blanche produite par la réfraction de la sub-

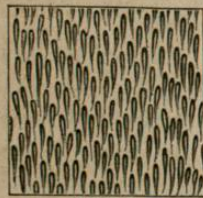


Fig. 151.

Écaille de *Podura plumbea*.

stance même, et qu'un objectif incomplètement corrigé ou mal centré ne montrera jamais bien parfaitement.

De nos jours, on considérerait comme mauvais un instrument qui, avec un grossissement de deux cents fois, laisserait à désirer quelque chose dans la résolution des écailles transparentes du *Satyrus janira*. Ce n'est que pour des objectifs de puissance moyenne que les écailles fines de ce lépidoptère peuvent encore être considérées comme un moyen d'essai.

678. Au lieu des écailles de papillons, on se sert davantage aujourd'hui des enveloppes siliceuses des diatomées en employant celles qui offrent les stries les plus fines et les plus serrées¹.

Nombre de stries contenues dans $1/100$ de millimètre :

<i>Navicula strigilis</i>	15.
<i>Pleurosigma formosum</i>	14.2
— hippocampus	16.5
<i>Navicula (pleurosigma) Spencerii</i>	19.7
<i>Pleurosigma angulatum</i> (grande)	25.6
— — (petite)	27.6
<i>Navicula strigosa</i> (petite)	31.5
— (<i>nitzschia</i>) <i>sigmoidea</i>	41.5
— (<i>eunotia</i>) <i>acus</i>	51.2

Parmi les nombreuses Diatomées, celles qui méritent d'être signalées comme étant de bons test-objets sont surtout le *Pleurosigma angulatum* et *Nitzschia sigmoidea*, puis le *Navicula Amicii*, *Surirella gemma* et les *Grammatophora subtilissima* de Bailey. Ces deux derniers tests (qu'on peut obtenir de M. Bourgogne) sont d'une étude difficile.

Reinicke (*Microscopie nouvelle*, 3 vol. Dresde, 1863) a indiqué le *Frustula saxonica*, monté dans du baume du Canada, comme étant aussi un test fort délicat. Les lignes transversales n'en sont pas très-serrées, mais elles sont très-déliçates et très-difficiles à apercevoir.

Le *Pleurosigma angulatum* est un excellent test pour apprécier la valeur résolutive d'objectifs puissants ou de force moyenne, avec la lumière oblique. Toutefois, ses stries doivent se montrer de la façon la plus nette avec un bon objectif à immersion et sous l'influence du simple éclairage central. Avec l'éclairage oblique, ce

¹ Voyez sur ce sujet Carpenter : *The microscope*. Fourth, édit. London 1868, p. 180-185 ; où se trouvent résumés les travaux remarquables de W. Smith, de Sollitt, etc., avec les indications bibliographiques qui s'y rapportent.

test-objet n'a plus de valeur pour les objectifs à immersion. (H. Frey.)

En examinant d'abord attentivement le test du *Pleurosigma angulatum* avec des objectifs faibles, on le trouve uni et sans stries. Mais si l'on prend ensuite l'éclairage oblique, des objectifs plus puissants, il arrive un moment où l'on voit briller un système de lignes dont les unes se croisent transversalement sur l'enveloppe, tandis que d'autres ont une direction oblique. Parmi ces lignes, les unes apparaîtront quelquefois plus nettement que les autres, suivant la façon dont la lumière oblique traversera l'enveloppe.

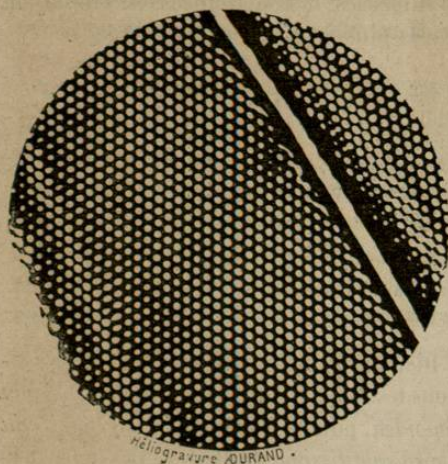


Fig. 152. — Surface du *Pleurosigma angulatum*.

petits espaces paraissant hexagonaux, élégants et fort resserrés, sont en réalité des points parfaitement ronds, ainsi que l'a démontré depuis très-longtemps Nachet, avec un excellent objectif à immersion. Plus récemment, le docteur Woodward, chirurgien-major de l'armée des États-Unis, en a obtenu une photographie (dont la copie héliographique est ci-jointe, fig. 152), qui ne laisse aucun doute à cet égard¹.

¹ Ajoutons ici à ce que nous avons dit page 507, qu'en Angleterre : Delves, Wenham, Maddox, etc., se sont appliqués à obtenir des épreuves d'objets microscopiques divers. Quelques-unes sont remarquablement belles. En Amérique, le major Woodward a dirigé l'exécution d'un Atlas photographique représentant des éléments anatomiques, des tissus et autres objets microscopiques, tels que des Diatomées, dont diverses épreuves, entre autres celle du *Pleurosigma*, sont très-belles. (Voy. J.-J. Woodward, *Rapport au chirurgien général des armées des États-Unis, sur la lumière au magnésium et la lumière électrique appliquées à la photo-micrographie*. Washington, in-4°, avec atlas, 1869 et 1870.)

Ces points se montrent tantôt sombres, avec des contours clairs ; tantôt clairs, avec des contours sombres, selon la nature des changements qu'on fait éprouver à la distance focale. Ici se présente une question difficile et qui n'a pas encore été tranchée avec une entière certitude : les petits espaces ou les aréoles sont-ils concaves et leurs contours en relief ; ou bien, au contraire, les bords forment-ils des sillons et les espaces des saillies ? Des observateurs distingués ont soutenu les deux propositions. Frey regarde la dépression comme probable. Récemment, M. Schultze a émis la même opinion, à l'occasion de certaines règles établies par Welcker ; mais cette opi-

nion est très-nettement battue en brèche par une remarquable photographie faite par Lackerbauer en 1865, avec un objectif n° 7 à immersion de Nachet. Cette photographie, dont j'ai fait reproduire une partie par la gravure héliographique, afin qu'elle soit aussi fidèle que possible, montre (fig. 153) les points (mal définis ici par quelques accidents de l'héliographie) mais possédant tous un ponctule

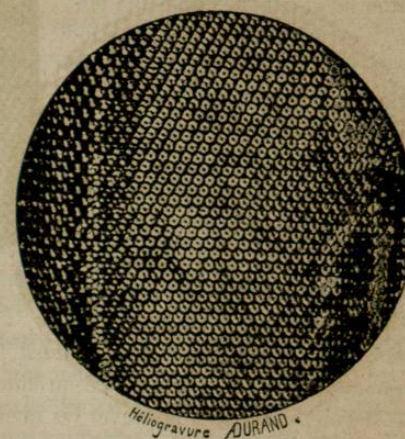


Fig. 153. — Surface du *Pleurosigma angulatum* avec les foyers de ses protubérances.

noir bien accentué au milieu ; or, cette photographie ayant été obtenue par un accident de mise au point de telle sorte que la surface du *Pleurosigma* était un peu trop éloignée de l'objectif, il en résulte que ces points noirs sont les images des foyers formés par chaque prétendu *alvéole* ; on doit dès lors les regarder comme des verrues transparentes ou des protubérances hémisphériques.

Ces protubérances sont amplifiées ici environ trois mille fois. En examinant cette épreuve quand elle est tirée sur verre albuminé, on ne sait ce qu'on doit le plus admirer, de l'excellence de l'objectif ou de l'habileté de Lackerbauer.

Un bon objectif, qui grossit de cent à deux cents fois, doit laisser voir clairement, avec un éclairage oblique, les trois combinaisons de lignes. Quand on se trouve dans l'impossibilité d'obtenir un éclai-

rage oblique, on peut remédier à cet inconvénient au moyen d'un condenseur dont on obscurcit le milieu. Un éclairage oblique et une platine tournante permettant d'en suivre les effets, offrent de grands avantages. Un système à immersion fait voir très-nettement, avec un éclairage central, et même avec un jour défavorable, les espaces en question du *Pleurosigma*.

Le *Pleurosigma formosum*, dont une partie, vue dans la lumière oblique, est représentée (fig. 154) d'après une photographie du docteur Maddox, est un bon test pour étudier la valeur des objectifs faibles. C'est une des carapaces siliceuses sur lesquelles on voit le mieux la réalité des protubérances se projetant en série de petites demi-perles.

Il est beaucoup plus difficile de parvenir à bien voir, et cela seulement à l'aide d'un éclairage oblique convenable et avec un objectif à correction, les autres test-objets, tels que le *Nitzschia sigmoidea*, le *Surirella gemma* et le *Grammatophora subtilissima*. Le premier est le plus facile, et les deux derniers servent à éprouver les meilleurs et les plus puissants objectifs à immersion.

La *Nitzschia sigmoidea* montre avec un éclairage oblique, sur l'écaille longue et étroite un système de lignes transversales très-fines et très-serrées. Les préparations de *Nitzschia sigmoidea* de M. Bourgogne sont faites à sec.

Le *Surirella gemma*, vu par sa surface large, est un corps plat et ovale présentant des lignes saillantes, transversales, se dirigeant parallèlement de haut en bas. On aperçoit entre celles-ci, d'une manière nette et avec facilité, un système de lignes transversales très-fines.

Ces dernières lignes transversales, coupant les autres à angles droits, font du *Surirella gemma* un très-bon test-objet. Il faut notamment qu'on voie apparaître des lignes parallèles entièrement courbes, d'une extrême finesse, donnant à l'ensemble l'aspect de la texture d'une corbeille. (Frey.) La préparation de cette diatomée est de M. Bourgogne; elle est faite à sec. Avec une lumière extrême-

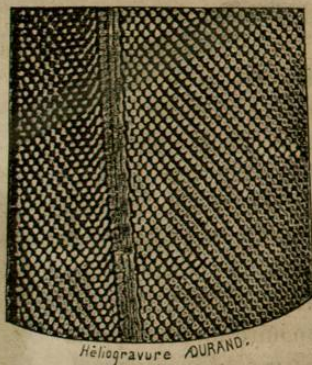


Fig. 154. — *Pleurosigma formosum*.

ment oblique et très-vigoureuse, on peut constater que ces deux systèmes de lignes sont dus en réalité à l'existence d'une série de points ovoïdes fortement serrés dans le sens de leur petit axe, en lesquels on les résout ainsi et dont l'isolement est assez difficile à saisir. Ils se manifestent plus particulièrement par l'apparence de lignes obliques ondulées.

Les *Grammatophora subtilissima* sont des diatomées qui présentent sur leurs bords des lignes longitudinales et transversales. Ce sont ces dernières qui sont très-difficiles à voir et elles exigent un objectif parfait. Elles sont préparées par M. Bourgogne dans la térébenthine du Canada.

La *Navicula affinis* connue sous le nom de test d'Amici a été employée, d'après le professeur van Heurck, à l'exposition de Londres de 1862, pour juger les microscopes. Ce test est d'une étude plus difficile que celle du *Surirella gemma*. Cette diatomée, préparée par M. Bourgogne, présente, sur la ligne médiane, une raie large et profonde interrompue au centre de la carapace. Parallèlement à la raie médiane, il y a des lignes longitudinales fortement marquées et visibles même à l'éclairage central. Mais transversalement aux premières se montrent des lignes très-serrées et d'une ténuité extrême : ce sont ces dernières qui font que la *Navicula affinis* est un test-objet d'une grande valeur; leur examen exige la lumière oblique et un éclairage modéré d'une façon convenable.

D'après Frey, la *Navicula Amicii* montre des lignes longitudinales, un peu sinueuses, qui se distinguent sans trop de peine avec un éclairage oblique et à l'aide d'un bon système à immersion. Elles sont distantes les unes des autres de $0^{\text{mm}},0054$ à $0^{\text{mm}},0056$. Les lignes transversales des exemplaires placés dans le baume du Canada, sont beaucoup plus rapprochées et d'une extrême finesse. Il faut absolument un éclairage très-oblique et une correction de la plus grande exactitude pour résoudre ces dernières stries.

679. On peut reprocher, aux test-objets d'origine organique, de n'être pas semblables, et de n'offrir, entre eux, qu'une grande analogie sans similitude absolue. Nobert fabriquait il y a vingt ans environ des plaques à groupes de lignes parallèles, dont l'écartement allait en diminuant, contenaient dix groupes. L'écartement des lignes du premier groupe était de $\frac{1}{1000}''$, celui du dernier, de $\frac{1}{4000}''$. Nobert a construit, plus tard, des plaques qui ont quinze groupes, et d'autres en dernier lieu, qui en possèdent trente. Ces dernières plaques, admirables au point de vue de l'art, coûtent 112 fr. 50 c. Harting a

fait connaître l'écartement des lignes dans les différents groupes.

1 ^{er} Groupe	0,001000	de ligne de Paris.
5 ^e	— 0,000550	—
10 ^e	— 0,005275	—
15 ^e	— 0,000200	—
20 ^e	— 0,000167	—
25 ^e	— 0,000145	—
50 ^e	— 0,000125	—

L'espace d'un millimètre, dans le premier groupe, contient 443 lignes; dans le quinzième, 2,215, et dans le trentième, 3,544. L'art a ainsi créé des stries aussi fines que celles des diatomées. Mais ces groupes ont aussi l'inconvénient de ne pas pouvoir être identiques. La qualité différente du verre, et, d'un autre côté, la pression, plus ou moins forte, de la pointe du diamant qui trace les lignes, doivent nécessairement déterminer des différences. Les appréciations sur la résolution des derniers groupes sont encore très-partagées; il en est de même de la question, non encore tranchée, de savoir où s'arrête la vision nette avec nos microscopes actuels. Ces tests de Nobert sont une merveille de la mécanique, mais ils ne serviront jamais, ainsi qu'on le voit, à caractériser un bon objectif. Comme ils ne peuvent être étudiés que dans la lumière très-oblique, et que rien ne prouve moins la qualité réelle d'un système optique que cet essai, il faudra toujours en revenir à un test-objet plus normal, le *Pleurosigma*, par exemple¹.

680. En résumé, les test-objets décrits ci-dessus ne peuvent donner, ainsi que l'a fait remarquer très-judicieusement le professeur Carpenter, que la notion exacte de deux des qualités requises à tout objectif. Ces deux qualités sont la *définition* et le *pouvoir résolvant* ou *séparateur*. (Voy. p. 178 et 180.)

C'est surtout à cette dernière qualité que se rapportera l'action de tous les test-objets que nous avons décrits; car presque tous étant formés de surfaces striées ou ponctuées, c'est l'angle d'ouverture qui déterminera leur visibilité. (Voy. p. 182.) En fait, il n'y a que la comparaison qui puisse donner la véritable valeur des objectifs, si on prend pour type les objets ordinaires, et c'est là ce qu'il importe d'étudier. Il ne faut certainement pas négliger d'appeler l'attention des constructeurs sur cette qualité; mais comme

¹ Voyez aussi sur le remplacement des test-objets par des mesures dioptriques, le traité de Harting : *Das Mikroskop*. 1867. 2^e édit., t. I, chap. ix, *Dioptrische Bildehen als Prüfungsobjecte*.

on a souvent vu des objectifs capables de résoudre des tests très-fins ne pouvoir servir utilement dans des travaux de recherches scientifiques, il est nécessaire de ne pas attacher une trop grande importance aux test-objets qui, pour être résolus, ont besoin d'être étudiés à l'aide de la lumière oblique.

D'un autre côté, il n'y a guère que ceux-ci dont l'analyse soit assez difficile pour servir à donner des caractères distinctifs du premier coup. De sorte que ce sera toujours une question d'aptitude personnelle, que celle qui consiste à juger la valeur des objectifs d'après l'examen des objets courants. Cependant, on peut dire que pour les objectifs moyens, les écailles de papillon, de *Podura*, les leucocytes, etc., seront préférés pour arriver à juger de leur valeur respective, au point de vue de la définition de ces corps avec tel ou tel de ces objectifs.

Après quelques essais, on arrivera à se former une opinion bien fondée sur ses qualités. Pour les objectifs forts, les écailles de *Podura plumbea*, les points du *Pleurosigma angulatum* qu'on doit voir dans la lumière directe serviront à montrer exactement la valeur de l'angle d'ouverture. Si le pouvoir résolvant, associé à la définition parfaite que doit posséder un tel objectif, sont suffisants, l'examen dans la lumière oblique achèvera alors de convaincre l'observateur de la valeur optique de son objectif, mais il faut remarquer que, dans ce cas, l'habileté déployée dans la disposition de la lumière transmise, est pour beaucoup. Aussi, quand on ne réussira pas à faire ressortir certains détails, il faudra examiner encore si cela dépend de pratiques imparfaites à cet égard ou de la médiocre qualité de l'objectif.