

BIBLIOTHEQUE DES CONNAISSANCES UTILES

L. VIGNON

LA SOIE

PARIS

J.-H. BAILLIÈRE ET FILS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

BIBLIOTHÈQUE DES CONNAISSANCES UTILES

NOUVELLE COLLECTION

De volumes in-16, comprenant 400 p. illustrés de figures intercalées dans le texte et cartonnés

Prix de chaque volume : 4 francs

EN VENTE

L'Art de l'essayeur, par A. RICHE, directeur des essais à la Monnaie avec la collaboration de EDMOND GELIS, ingénieur des arts et manufactures. Avec 93 figures.

Les Secrets de la Science et de l'Industrie. Recettes, formules et procédés d'une utilité générale et d'une application journalière, par le professeur A. HÉRAUD, avec 165 figures.

L'électricité, les machines, les métaux, le bois, les tissus, la teinture, les produits chimiques, l'orfèvrerie, la céramique, la verrerie, les arts décoratifs, les arts graphiques,

Les Secrets de l'Économie domestique, à la ville et à la campagne. Recettes, formules et procédés d'une utilité générale et d'une application journalière, par le professeur A. HÉRAUD, avec 260 figures.

Les Secrets de l'alimentation. Recettes, formules et procédés d'une utilité générale et d'une application journalière, par le professeur A. HÉRAUD. Avec 200 figures.

L'Industrie laitière, le lait, le beurre, le fromage, par E. FERVILLE, chimiste, agronome, chargé de missions scientifiques à l'étranger, avec 88 fig.

Nouvelle médecine des familles, à la ville et à la campagne, à l'usage des familles, des maisons d'éducation, des écoles communales, des curés, des sœurs hospitalières, des dames de charité et de toute les personnes bienfaisantes qui se dévouent au soulagement des malades, par le D^r A.-C. DE SAINT-VINCENT. Neuvième édition, revue et corrigée.

La Gymnastique et les exercices physiques, par A. LEBLOND, avec une introduction par H. BOUVIER, avec figures.

Premiers secours en cas d'accidents ou d'indispositions subites, par E. FERRAND et A. DELPECH, Troisième édition, augmentée de nouvelles instructions du Conseil d'hygiène publique et de salubrité de la Seine.

Les Industries d' amateurs, le papier et la toile, la terre, la cire, le verre, la porcelaine, le bois et les métaux, par H. DE GRAFFIGNY. Avec 395 figures.

Les Matières colorantes et la Teinture, par M. TASSART, ingénieur.

Constructions agricoles et Architecture rurale, par J. BUCHARD, ingénieur agricole, lauréat de la Société d'Agriculture. avec 143 figures.

Les Animaux de la ferme, par E. GUYOT, ancien élève diplômé des écoles d'agriculture, agronome éleveur. 1 vol. in-16, avec 146 figures.

L'Électricité à la maison, par JULIEN LEFÈVRE, professeur à l'École de médecine de Nantes. Avec 200 figures.

Guide pratique de l'Élevage du Cheval, par L. RÉLIER, vétérinaire principal au haras de Pompadour. avec 128 figures.

Organisation et fonctions. Extérieur. Hygiène. Maréchalerie. Reproduction et Elevage.

LYON. — IMPRIMERIE PITRAT AÎNÉ, 4, RUE GENTIL.

LÉO VIGNON

MAÎTRE DE CONFÉRENCES À LA FACULTÉ DES SCIENCES
SOUS-DIRECTEUR DE L'ÉCOLE DE CHIMIE INDUSTRIELLE DE LYON

LA SOIE

AU POINT DE VUE

SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

Avec 81 figures intercalées dans le texte

LE VER A SOIE

La Sériciculture. — Le Dévidage des Cocons.

LA SOIE

Le Moulinage. — Étude physique et chimique.

LES SOIERIES

Le Tissage. — La Teinture.

DOCUMENTS STATISTIQUES.

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

Rue Hautefeuille, 19, près du boulevard Saint-Germain.

1890

Tous droits réservés

LA SOIE

AU POINT DE VUE

SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

DIVISION DU SUJET

Il n'est point exagéré de dire que presque toutes les branches des connaissances humaines sont mises à contribution par le travail de la soie. Si l'étude de ce merveilleux textile doit commencer par celle de son origine, c'est-à-dire par le ver à soie et le mûrier, elle doit être logiquement poursuivie jusqu'à ses dernières applications, les différentes étoffes de soies teintes et apprêtées. Or, dans une pareille revue, quels éléments doivent se rencontrer ? Quels efforts est-on amené à décrire ?

Nous verrons d'abord la science agricole cultiver le mûrier, puis élever le ver à soie pour produire le cocon et assurer en même temps la reproduction du ver.

L'industrie, intervenant ensuite, transforme ce cocon en fil, le revêt de brillantes nuances, puis le tisse en étoffes admirables en s'aidant des ressources de l'art le plus raffiné pour la disposition des lignes et des couleurs. Le commerce enfin, utilisant ses combinaisons techniques les plus ingénieuses, étend son action sur l'ensemble des pays habités pour approvisionner de matières premières l'industrie des soieries et assurer l'écoulement de ses produits.

Mais à cette accumulation d'efforts, la science pure apporte

aussi son indispensable contingent. Tour à tour la Botanique, la Zoologie, la Mécanique, la Physique et la Chimie viennent perfectionner et étendre sans cesse les procédés et les méthodes de l'Agriculture et de l'Industrie. De cette union est née une des plus brillantes manifestations, un des plus beaux monuments de l'activité humaine.

Vieille de près quarante-six siècles, l'industrie de la soie, a atteint de nos jours le plus grand développement, le degré de perfectionnement le plus haut qu'elle ait jamais occupé; nous nous efforcerons de décrire dans cet ouvrage les éléments qui la composent.

L'étendue du sujet, la variété de ses différentes parties ne comportent, dans le cadre de ce livre, ni études approfondies, ni descriptions détaillées. On peut penser, néanmoins, que le rapprochement des différentes branches du travail de la soie, même sommairement étudiées, est capable de présenter quelque intérêt. Les divisions adoptées prouveront au lecteur qu'aucun point important n'a été omis.

L'introduction traitera du *cocon* et de son origine.

La première partie sera consacrée aux fils de soie, désignés en technologie sous le nom de *soies*.

Les *soieries* ou étoffes renfermant de la soie formeront la matière de la deuxième partie.

Enfin, nous grouperons dans la dernière partie de ce livre, les *documents statistiques* relatifs à la production des cocons, des soies et des soieries dans les divers pays.

INTRODUCTION

L'ŒUF, LE VER A SOIE ET LE COCON

I. GÉNÉRALITÉS

La plupart des chenilles possèdent des organes producteurs de soie, mais un très petit nombre d'espèces sécrètent en quantité suffisante le précieux textile. Ces dernières appartiennent toutes au genre *Bombyx* de Linné, et parmi celles-là le *Bombyx mori* ou ver à soie du mûrier est, par excellence, le meilleur producteur de soie.

Le *Bombyx mori*, pendant sa courte existence, revêt un certain nombre de formes que nous étudierons tour à tour.

Issu d'un œuf appelé communément graine, qui a été pondu par le papillon, transformation ultime du ver, le *ver à soie* grossit rapidement en se nourrissant de feuilles de mûrier.

Au bout d'une trentaine de jours, il se construit, avec le fil de soie qu'il sécrète, une sorte de nid appelé *cocon*, de forme ovoïde, complètement clos, au sein duquel il s'enferme.

En cet état, il éprouve deux transformations successives :

De larve qu'il était, il devient *chrysalide* et enfin *papillon*. Puis, sous cette dernière forme, il perce la paroi du cocon et s'échappe de la prison qu'il avait tissée. Parvenues à l'état adulte, et après accouplement, les femelles pondent des œufs qui donnent naissance à leur tour, par leur éclosion, à une nouvelle génération de chenilles.

On donne le nom de *sériciculture* à l'art d'élever le ver à soie en vue de la production du textile qu'il sécrète, et de cultiver le mûrier, son indispensable nourriture. La sériciculture est d'origine fort ancienne. C'est en Chine qu'elle a pris naissance. D'après M. E. Maillot, les Chinois attribuent l'invention de la sériciculture à Siling-Chi, femme de l'empereur Hoang-ti (2697 ans av. J.-C), le premier souverain dont les Chinois aient gardé le souvenir.

Pendant de longues années, la culture du mûrier, l'élevage du ver à soie, constituent en Chine une sorte d'art sacré, à l'étude duquel doivent se consacrer les impératrices. Durant plusieurs siècles, la soie et les étoffes de soie sont employées à payer les impôts ; dans les transactions, elles tiennent lieu de monnaie. Des lois cruelles sauvegardent comme un trésor précieux l'industrie de la soie et prohibent la divulgation de ses secrets.

Pourtant, vers les premiers siècles de notre ère, la sériciculture fait son apparition au Japon ; elle s'étend peu à peu sur les plateaux de l'Asie centrale et pénètre jusqu'à la mer Caspienne. Les Chinois avaient monopolisé l'industrie de la soie pendant plus de trois mille ans.

Au VI^e siècle, la sériciculture était pratiquée dans une région voisine de la Perse, appelée *Sérinde*. En l'an 552, deux moines rapportèrent de ce pays, à Constantinople, des œufs de vers à soie qu'ils firent éclore, et qu'ils nourrirent des feuilles du mûrier noir existant alors dans la contrée.

Mais cette tentative fut lente à produire des résultats. Vers le VIII^e siècle seulement, les Arabes s'assimilèrent l'industrie nouvelle : ils la propagèrent peu à peu dans

toute l'étendue de leur immense empire, depuis le Caucase jusqu'en Espagne, en passant par les côtes d'Afrique et la Sicile.

Puis la sériciculture fait son apparition en Macédoine et en Grèce ; elle se montre en Italie vers le XII^e siècle, s'y développe lentement, et ce n'est que vers le XV^e siècle que nous la trouvons installée à Brescia, à Milan et à Venise. A la fin du XVIII^e siècle, la sériciculture italienne a conquis tout son éclat.

En France, le mûrier et le ver à soie sont mentionnés dès le XIII^e siècle ; la sériciculture ne prend toutefois une certaine importance que sous Henri IV avec Olivier de Serres et Laffemas. Mais c'est seulement depuis une centaine d'années que la sériciculture française a marché à pas de géant.

Sous Louis XIV, la production annuelle des cocons de soie atteignait 100.000 kilogrammes ; elle était, en 1788, de 6.000.000 de kilogrammes ; en 1853, elle s'est élevée jusqu'à 26.000.000 de kilogrammes.

Nous ne pouvons énumérer à cette place tous les pays qui se sont assimilés peu à peu l'élevage des vers à soie ; nous donnerons, dans la troisième partie de ce livre, les renseignements, statistiques, concernant la production des cocons dans le monde entier. Qu'il nous suffise de dire ici, que la sériciculture s'est étendue, de nos jours, dans presque tous les pays habités, limitée seulement par les conditions climatiques et l'état de civilisation qui lui sont indispensables.

Dans quelques contrées, on a utilisé pour la production de la soie, d'autres chenilles que le *Bombyx mori*. C'est ainsi que certaines espèces, appelées vers à soie sauvages, parce qu'elles n'ont pas été domestiquées comme le ver à soie du mûrier, sont élevées dans l'Inde, la Chine et le Japon. Les plus connues se nourrissent du chêne (*Bombyx yama-mai*, *B. Pernyi*). D'autres vivent sur le jujubier (*B. mylitta*).

De larve qu'il était, il devient *chrysalide* et enfin *papillon*. Puis, sous cette dernière forme, il perce la paroi du cocon et s'échappe de la prison qu'il avait tissée. Parvenues à l'état adulte, et après accouplement, les femelles pondent des œufs qui donnent naissance à leur tour, par leur éclosion, à une nouvelle génération de chenilles.

On donne le nom de *sériciculture* à l'art d'élever le ver à soie en vue de la production du textile qu'il sécrète, et de cultiver le mûrier, son indispensable nourriture. La sériciculture est d'origine fort ancienne. C'est en Chine qu'elle a pris naissance. D'après M. E. Maillot, les Chinois attribuent l'invention de la sériciculture à Siling-Chi, femme de l'empereur Hoang-ti (2697 ans av. J.-C), le premier souverain dont les Chinois aient gardé le souvenir.

Pendant de longues années, la culture du mûrier, l'élevage du ver à soie, constituent en Chine une sorte d'art sacré, à l'étude duquel doivent se consacrer les impératrices. Durant plusieurs siècles, la soie et les étoffes de soie sont employées à payer les impôts ; dans les transactions, elles tiennent lieu de monnaie. Des lois cruelles sauvegardent comme un trésor précieux l'industrie de la soie et prohibent la divulgation de ses secrets.

Pourtant, vers les premiers siècles de notre ère, la sériciculture fait son apparition au Japon ; elle s'étend peu à peu sur les plateaux de l'Asie centrale et pénètre jusqu'à la mer Caspienne. Les Chinois avaient monopolisé l'industrie de la soie pendant plus de trois mille ans.

Au VI^e siècle, la sériciculture était pratiquée dans une région voisine de la Perse, appelée *Sérinde*. En l'an 552, deux moines rapportèrent de ce pays, à Constantinople, des œufs de vers à soie qu'ils firent éclore, et qu'ils nourrirent des feuilles du mûrier noir existant alors dans la contrée.

Mais cette tentative fut lente à produire des résultats. Vers le VIII^e siècle seulement, les Arabes s'assimilèrent l'industrie nouvelle : ils la propagèrent peu à peu dans

toute l'étendue de leur immense empire, depuis le Caucase jusqu'en Espagne, en passant par les côtes d'Afrique et la Sicile.

Puis la sériciculture fait son apparition en Macédoine et en Grèce ; elle se montre en Italie vers le XII^e siècle, s'y développe lentement, et ce n'est que vers le XV^e siècle que nous la trouvons installée à Brescia, à Milan et à Venise. A la fin du XVIII^e siècle, la sériciculture italienne a conquis tout son éclat.

En France, le mûrier et le ver à soie sont mentionnés dès le XIII^e siècle ; la sériciculture ne prend toutefois une certaine importance que sous Henri IV avec Olivier de Serres et Laffemas. Mais c'est seulement depuis une centaine d'années que la sériciculture française a marché à pas de géant.

Sous Louis XIV, la production annuelle des cocons de soie atteignait 100.000 kilogrammes ; elle était, en 1788, de 6.000.000 de kilogrammes ; en 1853, elle s'est élevée jusqu'à 26.000.000 de kilogrammes.

Nous ne pouvons énumérer à cette place tous les pays qui se sont assimilés peu à peu l'élevage des vers à soie ; nous donnerons, dans la troisième partie de ce livre, les renseignements, statistiques, concernant la production des cocons dans le monde entier. Qu'il nous suffise de dire ici, que la sériciculture s'est étendue, de nos jours, dans presque tous les pays habités, limitée seulement par les conditions climatiques et l'état de civilisation qui lui sont indispensables.

Dans quelques contrées, on a utilisé pour la production de la soie, d'autres chenilles que le *Bombyx mori*. C'est ainsi que certaines espèces, appelées vers à soie sauvages, parce qu'elles n'ont pas été domestiquées comme le ver à soie du mûrier, sont élevées dans l'Inde, la Chine et le Japon. Les plus connues se nourrissent du chêne (*Bombyx yama-mai*, *B. Pernyi*). D'autres vivent sur le jujubier (*B. mylitta*).

sur l'ailante (*B. cynthia*), le prunier (*B. cecropia*), le ricin (*B. arrindia*).

L'étude de ces races ne peut entrer dans le cadre de cet ouvrage. Aussi, nous bornerons-nous à décrire dans les chapitres qui composent cette introduction, les différentes phases du développement du *Bombyx mori* ou ver à soie du mûrier; de tous les *Bombyx* c'est de beaucoup le plus répandu, le plus utile, le plus avantageux à élever.

Son éducation est relativement facile; elle est entreprise industriellement avec succès. Les cocons qu'il fournit se dévident aisément, et la soie qu'on en retire est une des plus belles qui puisse être obtenue.

L'espèce même du *Bombyx mori* comprend un certain nombre de races. Quelques-unes d'entre elles, appelées *polyvoltines*, produisent plusieurs générations par an. Leurs cocons sont petits et grossiers. On ne rencontre en Europe que des races dites *annuelles*; ces espèces ne se reproduisent qu'une fois par an; leurs cocons sont d'une qualité bien supérieure à celles des polyvoltines.

Il faut distinguer encore, parmi les races annuelles, celles dont les vers subissent quatre mues de celles qui n'en subissent que trois. Nous avons omis de dire, qu'avant de faire son cocon le ver à soie du mûrier se dépouille à plusieurs reprises de son enveloppe. Ces transformations, qui sont la conséquence de son rapide grossissement portent le nom de *mues*. Les races à quatre mues sont de beaucoup les plus répandues en France.

Mais les divisions que nous venons d'indiquer ne sont pas les seules qu'on puisse établir entre les innombrables variétés du *Bombyx mori*. Les races à quatre mues en effet se divisent encore en genres qui se différencient par la couleur de la peau des vers, par la forme, la coloration et la grosseur des cocons. Ces différentes variétés, croisées entre elles, plus ou moins modifiées par les milieux où elles vivent et se reproduisent, en ont engendré un nombre si

considérable qu'il est impossible de les classer. Elles présentent entre elles, du reste, de faibles différences, parmi lesquelles nous ne relèverons que la couleur des cocons; ceux-ci sont jaunes, verts ou blancs suivant l'espèce qui les a engendrés.

Nous choisirons comme type les variétés françaises les plus estimées: on les rencontre surtout dans les Cévennes; leurs cocons sont jaunes, de dimensions moyennes. Ils sont produits, ainsi que nous l'avons expliqué, par des vers appartenant à l'espèce *Bombyx mori*, se reproduisant annuellement et subissant quatre mues avant de faire leur cocon.

II. L'ŒUF

Les œufs pondus par la femelle du *Bombyx* du mûrier sont appelés communément *graines* de ver à soie.

Quand il est récent, l'œuf se compose d'une coque solide, mince, translucide, revêtue extérieurement d'un vernis gommeux qui le fait adhérer aux objets avec lesquels il est en contact. La surface interne de la coque est tapissée d'une membrane continue très mince, appelée membrane vitelline, qui est remplie d'une masse semi-fluide; à l'examen microscopique, le contenu de la coque se montre formé d'un liquide appelé vitellus, baignant de grandes cellules sphériques à un ou plusieurs noyaux. C'est par le développement de ces cellules, se multipliant aux dépens du vitellus que s'organise l'embryon.

Extérieurement les œufs sont ovales, légèrement aplatis; leur diamètre, variable avec les races, est d'un millimètre environ. Leur poids spécifique un peu supérieur à celui de l'eau, est d'après Haberlandt voisin de 1,08. Suivant les espèces il faut au moins 1200, et au plus 2000 œufs pour faire le poids d'un gramme.

Jaune clair après la ponte, les œufs deviennent, au bout de cinq ou six jours, gris cendré ou jaune terreux.

D'après M. Péligot, 100 grammes d'œufs soumis à la calcination ont laissé 1^{er}, 285 de cendres renfermant :

| | | |
|-----------------------------|------|----------|
| Acide phosphorique. | 53,8 | pour 100 |
| Potasse. | 29,5 | — |
| Magnésie. | 10,3 | — |
| Chaux. | 6,4 | — |

Cette composition se rapproche beaucoup de celle des cendres de grains de blé.

Pour les races annuelles, il s'écoule environ dix mois entre la ponte des œufs et leur éclosion. Pendant ce temps la graine subit des modifications extrêmement curieuses. Indépendamment des changements de coloration qui ont été déjà signalés elle absorbe l'oxygène de l'air, en même temps qu'elle exhale de l'eau et de l'acide carbonique : elle est le siège d'une véritable respiration. Son poids diminue en outre continuellement. Ces deux phénomènes se manifestent avec des intensités différentes, aux dernières périodes de ce qu'on pouvait appeler la vie de la graine; on constate en effet les pertes de poids suivantes :

| | | |
|---|----|----------------------------|
| Pendant le 1 ^{er} mois après la ponte. | 2 | pour 100 du poids primitif |
| — 2 ^e — — — — — | 4 | — — |
| — les 6 mois suivants (hiver). | 1 | — — |
| — le 1 ^{er} mois, (incubation). | 9 | — — |
| TOTAL. | 13 | — — |

D'autre part, M. Duclaux ayant introduit 1 gramme de graines dans une série de flacons de 16 centimètres cubes, a analysé l'air de ces flacons au bout d'intervalles de temps variables : il a obtenu ainsi une série de nombres fort intéressants, que nous reproduisons :

| AGE DE LA GRAINE | TEMPS DE LA RESPIRATION | DEGRÉ DE TEMPÉRATURE | ACIDE CARBONIQUE PRODUIT | OXYGÈNE RESTANT |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------|
| 1 jour | 1 | 21 | 5,17 | 12,71 |
| 2 jours | 1 | 21 | 12,46 | 8,08 |
| 3 — | 1 | 20,5 | 9,65 | 11,03 |
| 4 — | 1 | 20 | 4,50 | 15,91 |
| 6 — | 1 | 21 | 2,14 | 17,14 |
| 7 — | 2 | 21 | 4,22 | 15,84 |
| 13 — | 2 | 21 | 4,25 | 15,61 |
| 23 — | 2 | 20 | 2,56 | 16,40 |
| 1 mois | 2 | 21 | 1,78 | 17,14 |
| 2 — | 6 | 20 | 5,07 | 13,04 |
| 3 — | 6 | 16 | 4,17 | 13,20 |
| 5 — | 10 | 11 | 1,46 | 15,22 |
| 7 — | 20 | 7 | 7,41 | 8,45 |
| 9 — | 7 | 8 | 6,59 | 10,76 |
| Veille de l'éclosion. | 1 | 28 | 17,70 | » |

L'activité respiratoire de la graine, c'est-à-dire le temps qui lui est nécessaire pour absorber un poids donné d'oxygène se déduit de ces chiffres. En prenant celui du mois de janvier pour unité M. Duclaux a dressé le tableau suivant :

| Age de la graine, | 1 jour | Activité respiratoire, | 13,8 |
|-------------------------------|--------|------------------------|---------|
| — — 2 jours | — | — | 26 |
| — — 3 — | — | — | 19 |
| — — 4 — | — | — | 8,9 |
| — — 6 — | — | — | 7 |
| — — 7 — | — | — | 4,5 |
| — — 13 — | — | — | 4,7 |
| — — 23 — | — | — | 3,8 |
| — — 1 mois | — | — | 3,2 |
| — — 2 — | — | — | 2,3 |
| — — 5 1/2 — | — | — | 1 |
| — — 7 — | — | — | 1,4 |
| — — 9 — | — | — | 2,9 |
| Veille de l'éclosion. | — | — | 48 |
| Lendemain. | — | — | 300 (?) |

L'étude des détails que nous venons de donner sur la constitution de l'œuf, sur ses propriétés, a permis de fixer les règles qui doivent présider à sa conservation. Elles feront l'objet du paragraphe suivant.

Conservation de l'œuf. — Les observations nombreuses qui ont été faites sur l'évolution de la graine de ver à soie ont prouvé qu'elle comporte, dans la très grande majorité des cas, trois périodes parfaitement distinctes.

L'œuf des races annuelles ne peut éclore avant d'avoir subi l'action du froid : d'autre part, pendant que les graines sont soumises à une basse température, elles sont comme engourdies et peuvent être maintenues en cet état, sans éclore, pendant plus d'une année. Enfin après avoir été refroidies, pendant un temps suffisant, les graines éclosent dès qu'elles sont exposées à l'action de la chaleur.

Il y a donc lieu de distinguer, dans l'existence de la graine une période préhibernale, une période d'hibernation, et enfin une période d'incubation proprement dite pendant laquelle se forme l'embryon.

Ces périodes peuvent avoir des durées variables, mais dans nos contrées, elles sont limitées par les différences de température que les saisons produisent dans les climats : après la ponte, les œufs n'ayant pas hiberné encore, ne sont pas aptes à éclore. Ils peuvent donc être conservés sans inconvénients dans les chambres même d'élevage, sans qu'on ait à redouter l'influence d'une température trop élevée. Pendant les basses températures qui se succèdent de novembre à février, la graine sommeille en quelque sorte ; les influences extérieures, l'humidité, les chocs, qui, à d'autres instants, pourraient lui être préjudiciables, sont sans influence sur elle : par contre, après l'hibernation, la graine se trouvant prête à éclore, sous l'influence d'une élévation de température, demande des soins particuliers.

M. Duclaux a montré que la durée de ces périodes pou-

vait être singulièrement modifiée, en soumettant la graine à des températures convenablement choisies : c'est ainsi qu'il a pu réduire le stage préhibernal de la graine à quinze ou vingt jours, en la soumettant à l'action du froid, deux ou trois semaines après la ponte. D'autre part, ce savant a démontré que la durée de l'hibernation pouvait être raccourcie, d'autant plus que la graine était plus vieille. Quelques jours de froid suffisent pour rendre aptes à éclore des œufs pondus depuis six mois. Des graines âgées de quinze ou vingt jours doivent au contraire subir l'action du froid pendant près de deux mois. Une température voisine de 0° paraît être la plus favorable à l'hibernation. On ne connaît que très imparfaitement les modifications subies par la graine pendant ces différentes périodes. Dans les deux premières, semble-t-il, le vitellus se modifie et devient apte à nourrir l'embryon qui commence à se former pendant la troisième période : néanmoins, il est possible de déduire des faits observés les règles qui doivent présider à la conservation de la graine.

Les œufs pondus par les papillons sont reçus sur des toiles où ils restent adhérents, par le fait du vernis gommeux qui les enveloppe (fig. 1). Or, pendant les premiers jours qui suivent la ponte, la respiration des œufs est assez active, il y a élimination d'eau et d'acide carbonique, absorption d'oxygène : les œufs devront donc être conservés de telle façon que la vapeur d'eau qui se dégage à la surface de chacun d'eux puisse s'éliminer. Le fait d'une humidité prolongée amènerait la présence de moisissures. Ordinairement, les éleveurs de vers à soie, conservent les œufs sur les toiles en ayant la précaution de pendre ces toiles au plafond d'une chambre exposée au nord.

Des essais divers ont été tentés pour étudier l'influence de l'humidité. Une atmosphère trop chargée de vapeur d'eau favorise le développement des moisissures. Par contre un air trop sec, active outre mesure l'évaporation des liquides de

l'œuf, et ne paraît pas favorable à la graine. Il a paru avantageux de maintenir l'air des chambres de conservation dans un état de demi-saturation, correspondant à peu près au degré 75 de l'hygromètre à cheveu : ce résultat peut être obtenu en desséchant l'atmosphère de la chambre, au moyen de chaux vive placée sur des assiettes, ou au contraire en augmentant son état d'humidité par l'action d'une terrine remplie d'eau, qu'on abandonne à l'évaporation spontanée.

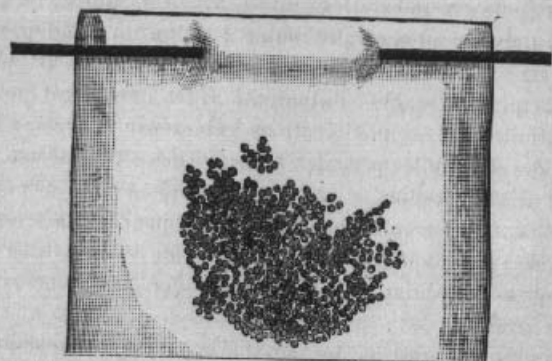


FIG. 1. — Toile à œufs de papillon, d'après L. Pasteur.

Les indications qui précèdent s'appliquent à la période préhibernale. Pendant l'hibernation, l'activité respiratoire de la graine diminue beaucoup. Les influences extérieures perdent une grande partie de leur action : aussi, cet état est-il le plus favorable à la conservation de la graine, et cherche-t-on à l'y maintenir le plus longtemps possible. Dans les pays où l'élevage des vers à soie est très développé, on a créé des chambres d'hibernation permettant de prolonger l'action des basses températures sur les graines de ver à soie : dans certains cas, ces chambres sont placées dans les montagnes, à des altitudes élevées, en des lieux où les froids de l'hiver se prolongent longtemps. On peut citer, comme exemple, la chambre froide installée dans l'Ardèche, à

Notre-Dame-des-Neiges par les filateurs et mouliniers de Valence et d'Aubenas. Les observatoires météorologiques du mont Ventoux et de l'Aigoual comprendront probablement les chambres d'hibernation.

En Lombardie, on trouve de grands établissements dans lesquels l'hibernation de la graine de ver à soie est organisée au moyen de machines frigorifiques. Dans ces conditions, l'hibernage s'effectue avec une grande régularité : la température des chambres à graines peut être réglée sûrement et avec beaucoup d'exactitude ; à première vue cette solution paraît onéreuse : le coût d'installation, la consommation en force motrice des machines à froid, semblent devoir constituer une somme de frais considérable ; mais il faut considérer, d'autre part, qu'une semblable organisation peut être établie en des lieux d'accès facile, dans des villes pourvues de moyens de communication très développés, qu'elle peut être appliquée à une grande quantité de graine ; les inconvénients apparents de ce système se trouvent donc compensés par des avantages très marqués ; en fait on a constaté que les graines soumises à ce régime donnaient, en général, d'excellents résultats.

A notre connaissance il n'existe en France aucun établissement qui ait appliqué l'emploi des machines frigorifiques à l'hibernation des graines de vers à soie ; pour de petites quantités on pourrait employer des meubles glacières, connus sous le nom de timbres à glace et usités dans les grandes villes pour la conservation de certaines matières alimentaires. A défaut même de ce dispositif, la graine peut subir l'hibernation dans des conditions assez bonnes, si on la conserve dans des locaux bien aérés et exempts d'humidité.

Éclosion de l'œuf. — A la fin de l'hibernation l'œuf présente le même aspect qu'après les cinq ou six jours qui suivent la ponte, alors qu'il a acquis sa couleur normale.

Pendant la période d'incubation, l'embryon se développe

peu à peu : les organes du ver se forment successivement, jusqu'au moment où la larve peut commencer à se nourrir aux dépens du vitellus. Peu à peu la graine devient blanche, puis le ver attaque la coque, et l'éclosion a lieu.

Abandonnés à eux-mêmes, après l'hibernation, les œufs éclosent peu à peu par la chaleur naturelle du printemps. Mais, dans ces conditions, l'éclosion est irrégulière et se prolonge longtemps; certains œufs éclosent rapidement, tandis que d'autres, au contraire, sont le siège d'une éclosion tardive : en outre, on a remarqué que les vers sont débiles et périssent sous la moindre influence.

On a donc été amené à régulariser cette période de l'incubation : le développement de l'embryon peut ainsi s'effectuer dans des conditions satisfaisantes, et les vers qui prennent naissance sont robustes et résistants.

Cette question de l'incubation est si importante qu'elle a, de tout temps, occupé l'attention des éleveurs de vers à soie. Les moines de Justinien faisaient éclore les œufs à la chaleur du fumier. Au temps d'Olivier de Serres, les graines étaient enfermées dans des sachets que les femmes portaient sous leurs vêtements. Plus tard on les plaça dans les boulangeries : les Chinois se servent de chambres chauffées.

Le premier, l'abbé de Sauvages eut l'idée de déterminer les températures les plus favorables à l'éclosion. Depuis, on a adopté presque partout l'usage des chambres d'éclosion, ou, si l'on opère sur de petites quantités, d'étuves appelées *couveuses* et connues dans les Cévennes sous le nom de *castelet*s.

Mais avant de décrire sommairement les dispositions employées, il est utile de faire ressortir le grand intérêt qu'ont les éleveurs à provoquer et à choisir le moment de l'éclosion. Il est urgent, en effet, que les vers puissent, à leur naissance, se nourrir de jeunes feuilles du mûrier. On dirige donc l'incubation de manière que l'éclosion des graines coïncide avec la poussée des premières feuilles. Dans les Cévennes,

aux environs d'Alais, c'est en moyenne vers le 20 avril que se font les éclosions. Cette époque, toutefois, n'a rien d'absolu; elle peut être un peu devancée ou retardée suivant que la saison est précoce ou tardive.

Se guidant sur ces considérations, l'éleveur habile règle la marche de ses chambrées et de ses étuves d'éclosion, de manière à choisir le moment le plus favorable. Parmi les auteurs qui se sont occupés des meilleures températures à obtenir pour l'incubation et l'éclosion, les uns proposent d'élever graduellement et régulièrement la température; d'autres, au contraire, recommandent de maintenir la température constante, pendant un certain nombre de périodes, et de l'élever seulement d'une période à l'autre. C'est ainsi que Dandolo élève la température de 1 degré par jour jusqu'à 22° Réaumur; Haberlandt maintient la graine 8 jours à 6° R., 8 jours à 8°, 4 jours à 10°, 4 jours à 12°, 2 jours à 16°, 2 jours à 18°, 2 jours à 20°; soit, au total, 30 jours d'incubation au bout desquels l'éclosion est certaine.

Pendant l'incubation, la graine doit être étalée en couche très mince pour faciliter la respiration; les graines sont remuées de temps en temps pour que toutes respirent d'une manière égale et puissent arriver à éclore simultanément. Il semble que l'humidité de la chambre d'incubation doive être moyenne, ni trop sèche, ni trop humide; un état de demi-saturation est celui qui paraît convenir le mieux. Pour 25 grammes de graine, on emploie une boîte plate ayant au moins deux décimètres carrés de surface.

Généralement, les graines éclosent dans la matinée. Peu abondants le premier jour, les vers deviennent très nombreux le deuxième et le troisième jour; le quatrième jour, on en voit naître un très petit nombre; ceux qui éclosent après cette limite, peuvent être négligés.

La levée des vers se fait au moyen de jeunes feuilles de mûrier auxquelles ils s'attachent; on interpose parfois entre la graine et les feuilles de mûrier, un tulle que les vers tra-

versent pour se fixer sur les feuilles ; on évite ainsi de lever des graines non écloses.

Il est possible d'évaluer le nombre des vers éclos, en suivant une méthode usitée dans la haute Italie : 25 grammes de graine pesée avant l'éclosion et comprenant en moyenne 36.000 œufs donnent, lorsque les vers sont sortis :

| | | |
|--------------------------------|------------|---|
| Poids des jeunes vers. | 17 grammes | — |
| — coques vides. | 5 | — |
| — de l'eau évaporée. | 3 | — |
| TOTAL. | 25 | — |

En pesant un tas de graines avant et après l'éclosion, on pourra connaître approximativement le nombre des vers. Il suffira de déterminer le poids de la graine surmontée du tulle, avant l'éclosion ; l'éclosion une fois faite, on opère la levée des vers avec les feuilles de mûrier, on laisse sécher le tulle et on pèse le résidu ; une perte de poids de 20 grammes indiquera l'éclosion de 36.000 vers.

Les détails qui viennent d'être donnés s'appliquent à l'éclosion normale, mais il convient de signaler aussi un certain nombre de faits accidentels se rattachant à ce phénomène. C'est tout d'abord l'éclosion de certains œufs des races annuelles se produisant dix ou douze jours après la ponte ; ces bivoltins accidentels sont toujours en nombre très faible. Leur présence n'est pas expliquée, on a remarqué seulement qu'ils provenaient parfois de pontes faites dans une salle sèche et chaude.

Des causes, bien déterminées dans leur nature, sinon par leur mode d'action, peuvent amener également l'éclosion prématurée des œufs. L'hibernation artificielle, nous l'avons vu, permet de faire éclore les œufs quinze ou vingt jours après la ponte.

On a découvert à Bergame, en 1856, que des œufs pondus sur un carton, brossés vivement ou percutes à courts intervalles avec une brosse rude, pendant cinq à dix minutes,

commencent à éclore quinze jours après. On obtient de la sorte, avec des œufs de un à trois jours, 50 pour 100 d'éclosion et 5 pour 100 au plus avec les œufs de quatre ou cinq semaines.

Ces éclosions sont lentes ; elles se prolongent en moyenne pendant quarante jours ; le maximum étant atteint vers le dixième jour environ, pour décroître lentement jusqu'à la fin de la période.

M. Verson a découvert, en 1874, que l'action de l'électricité, exercée pendant dix minutes, provoquait l'éclosion des œufs âgés de trois ou quatre fois vingt-quatre heures, au bout d'une dizaine de jours. Cette action a été étudiée par M. Duclaux : ce savant a constaté que l'électricité statique était seule active, mais qu'il était nécessaire qu'il y ait combinaison des deux électricités : « On n'obtient rien en mettant la graine sur une machine électrique chargée, tandis qu'on obtient l'éclosion en mettant la graine sur le trajet d'étincelles électriques nombreuses. »

M. Duclaux a montré en outre que l'hibernation artificielle, le brossage, l'électricité transformaient la graine de la même façon et qu'elles amenaient l'éclosion à l'âge auquel se produisent les bivoltins accidentels dans la graine annuelle. Il a fait connaître, enfin, un nouveau moyen fort curieux de produire les éclosions prématurées. Un bain de deux minutes dans l'acide sulfurique pur, suivi d'un lavage à grande eau, rend la graine jeune apte à éclore au bout de quelques jours.

En 1877 et 1878, M. Bolle, MM. Verson et Quajat ont montré que l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, et même l'eau distillée à 50° possédaient la même propriété.

Toutes ces causes, fort différentes entre elles, produisent des effets identiques ; elles constituent probablement des moyens divers de mettre en mouvement une même action physiologique qui, jusqu'à présent, demeure inconnue.

III. LE VER À SOIE

Par l'éclosion, l'œuf du *Bombyx mori* donne naissance à une chenille longue de 3 millimètres environ et pesant à peu près un demi-milligramme. C'est le ver à soie. Son développement s'effectue avec une rapidité extraordinaire. Pendant sa courte existence, il subit un certain nombre de modifications très curieuses.

Normalement, pour des températures comprises entre 20 et 25°, il s'écoule de trente-trois à trente-huit jours entre l'éclosion de la graine et le moment où le ver à soie commence son cocon. Pendant ce temps, le ver se dépouille quatre fois de son enveloppe superficielle; il subit quatre mues; les périodes qui séparent chaque mue constituent les différents âges du ver.

A ses différents âges, le ver s'alimente continuellement; à peine éclos, il mange avec avidité les jeunes feuilles de mûrier, mais son appétit décroît au moment des mues pour augmenter ensuite; il devient de la voracité à certaines périodes appelées périodes de frêze; on distingue pendant le troisième âge la grande frêze et au quatrième âge la petite frêze.

Le premier âge dure de cinq à six jours; vers le quatrième ou cinquième jour après l'éclosion, l'animal cesse de manger, devient immobile; il subit la première mue. Puis au bout de quatre ou cinq jours, durée du second âge, il s'immobilise de nouveau, mue et reste au troisième âge pendant six ou sept jours.

A ce moment, après la grande frêze, le ver entre dans le quatrième âge, il y reste sept ou huit jours. Enfin, à la quatrième mue, succède le cinquième âge qui dure onze ou douze jours.

Pendant cette période, le ver atteint sa plus grande

dimension; il pèse de 4 à 5 grammes et sa longueur atteint de 8 à 9 centimètres; puis il commence à diminuer de poids en mûrissant.

Le tableau suivant donnera l'idée de l'accroissement de poids, véritablement extraordinaire, du ver à soie pendant ses différents âges. Ces chiffres se rapportent à trente-six mille individus provenant de l'éclosion de 25 grammes de graines.

POIDS DE 36.000 VERS

| | | |
|---|------------|---|
| A la naissance. | 17 grammes | — |
| Après la 1 ^{re} mue. | 255 | — |
| — 2 ^e — | 1.598 | — |
| — 3 ^e — | 6.800 | — |
| — 4 ^e — | 27.676 | — |
| Pendant le 5 ^e âge, à la plus grande taille. | 161.500 | — |
| A la maturité. | 131.920 | — |
| Cocons (472 au kilogr.). | 76.250 | — |
| Chrysalides seules. | 66.300 | — |
| Papillons, moitié de chaque sexe. | 99.865 | — |

Ainsi donc, en moins de quarante jours, le poids du ver à soie augmente presque dans la proportion de 1 à 10.000. Un pareil accroissement doit certainement correspondre à des particularités fort curieuses dans la nutrition et l'alimentation du ver à soie.

Mais, avant d'étudier les fonctions, il est utile de décrire les organes qui leur permettent de s'accomplir.



FIG. 2. — Ver à soie au cinquième âge.

La figure 2 épargnera au lecteur une longue description des organes extérieurs. Parvenu à sa plus grande taille, au cours du cinquième âge, le corps du ver à soie a la forme d'un

cylindre allongé : on remarque à la surface de ce cylindre la tête, douze anneaux, et l'appareil anal. Les 3 premiers anneaux sont munis chacun d'une paire de pattes terminées par un ongle pointu ; les anneaux 6, 7, 8, 9 et 12 portent chacun une paire de fausses pattes, sortes de mamelons rétractiles garnis à leur extrémité d'une double rangée de petits crochets.

La tête porte, essentiellement, des organes tactiles appelés antennes, six paires d'yeux, des mandibules, des mâchoires, un orifice buccal et, au-dessous, un petit mamelon conique qui est la trompe soyeuse.

Au début, tous les anneaux portent des tubercules chargés de longs poils ; ils disparaissent aux âges suivants, il subsiste seulement une corne sur le onzième anneau.

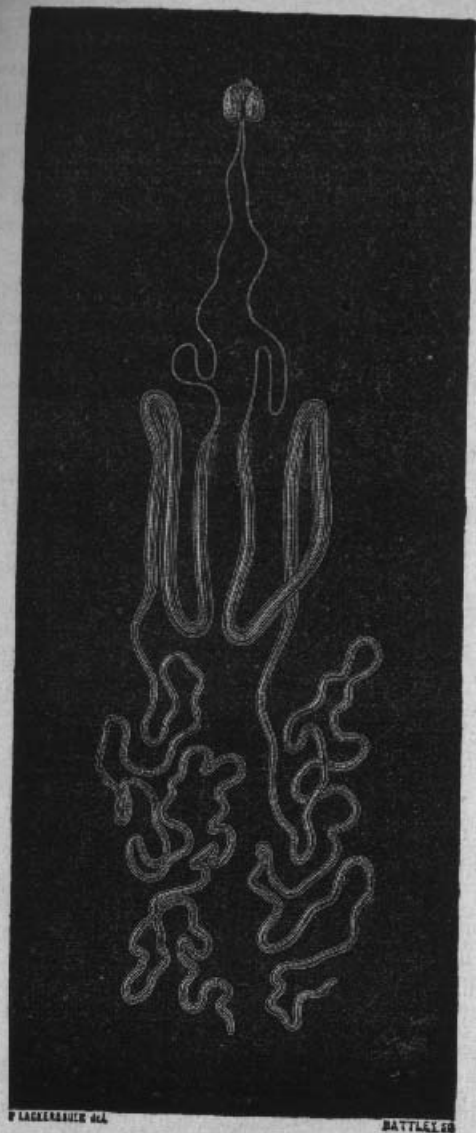
Il faut mentionner enfin à la surface du ver dix-huit petites taches noires disposées symétriquement sur les côtés des anneaux ; ces taches, appelées stigmates, sont des orifices correspondant aux organes respiratoires du ver.

Nous ne pouvons donner ici qu'une description, très sommaire des organes intérieurs du ver à soie.

De la bouche, s'étendant jusqu'à l'extrémité du ver, part le tube digestif, comprenant l'œsophage, l'estomac et l'intestin. Sous la peau du dos un long tube à parois minces, appelé vaisseau dorsal, renferme un sang jaunâtre. Ce vaisseau se contracte quarante ou cinquante fois par minute, d'arrière en avant, et transporte ainsi le sang dans une cavité limitée par la membrane péritonéale enveloppant le tube digestif. Pendant ce trajet le sang baigne les ramifications des organes de la respiration : ce sont des tubes aboutissant aux stigmates ou orifices respiratoires.

Les organes de la soie sont formés de deux longues glandes brillantes, se composant de trois parties qu'on distinguera facilement entre elles au moyen de la figure 3.

La portion postérieure est formée d'un tube cylindrique, à replis membraneux, de 1 millimètre de diamètre et de 14



F. LAURENCEAU DEL.

BATTLEY EG.

FIG. 3. — Organes de la soie, d'après L. Pasteur.

à 15 centimètres de longueur ; elle passe pour sécréter le liquide soyeux proprement dit. Puis vient, la partie moyenne, longue de 6 à 7 centimètres avec un diamètre de 3 millimètres, incolore et limpide chez les vers à cocons blancs, colorée en jaune vif chez les vers à cocons jaunes ; elle sécrète le grès, matière enveloppant la soie, soluble dans les solutions bouillantes de savon. Enfin, les glandes soyeuses se terminent par deux tubes longs de 3 à 4 centimètres, larges de 0^{mm},3 à leur origine, et se rétrécissant jusqu'à la trompe soyeuse, où ils aboutissent réunis en un fil unique. Les deux glandes découvertes par Filippi revêtent le fil de soie d'une sorte de vernis cireux.

En traversant les deux tubes fins, la bave sécrétée par les organes producteurs de la soie passe donc par une sorte de filière qui forme le brin du cocon ; à sa sortie de la trompe, le fil de soie a la forme d'une lanière plate de 0^{mm},02 de largeur sur 0^{mm},01 d'épaisseur, provenant de la soudure de deux brins élémentaires.

On a remarqué que les dimensions du fil de soie varient, du reste, avec l'âge du ver. Toutefois, ses dimensions et sa ténacité sont telles, qu'à tout âge un brin soyeux peut porter le ver qui le produit.

Dans cette énumération rapide des principaux organes du ver à soie, nous ne pouvons que mentionner les organes spéciaux de la sensibilité et du mouvement. Qu'il nous suffise de dire qu'on a établi l'existence dans le ver de treize ganglions et de plus de quatre mille muscles élémentaires.

Les organes de la reproduction se rencontrent dans le onzième anneau. Une dissection délicate de cette région permet de distinguer les vers mâles et les vers femelles. Aucun caractère extérieur précis ne permet, du reste, de déterminer le sexe de la larve.

Si l'on ne connaît pas encore d'une façon précise le mécanisme complet de la respiration du ver à soie, si l'on ignore comment l'air extérieur introduit par les stigmates cède son

oxygène à l'organisme, on est parfaitement fixé sur le fait de la circulation du sang. Les pulsations du vaisseau dorsal se constatent facilement. Leur nombre peut varier dans de larges proportions. Elles sont d'autant plus rapides que la température est plus rapprochée de 25 à 30° et que le ver développe plus de mouvement pour se déplacer, manger ou tisser son cocon. Entre 20 et 25°, chez un ver adulte, on constate 30 ou 40 pulsations par minute, et seulement 6 ou 8 quand la température s'abaisse jusqu'à 12 ou 15°. Après la quatrième mue, le nombre des pulsations d'un ver immobile est de 30 environ il s'élève à 45 ou 50 lorsque le ver se meut, et à 60 ou 65 au moment du tissage du cocon.

On a fait de curieuses expériences sur l'influence de la température appliquée aux vers à soie. C'est entre 20 à 25° que leur développement s'effectue le mieux, aussi les éleveurs ont-ils soin de maintenir ces limites de température. Mais on peut élever les vers à soie à de basses températures, vers 16° ou 18° ; la vie de la larve se trouve alors ralentie, elle persiste pendant quarante ou cinquante jours. Certains expérimentateurs ont pu maintenir les vers après l'éclosion, pendant quinze à vingt minutes à 5°, sans les faire périr : sous l'influence d'une température modérée, ils reprenaient leur activité et filaient leur cocon.

Une température élevée surexcite les fonctions vitales du ver et, comme conséquence, raccourcit la durée de sa vie. Entre 30 et 37°, les éducations sont terminées en vingt-quatre jours. On a même cité une expérience, entreprise à 45°, au cours de laquelle des vers à soie ont tissé leur cocon au bout de quatorze jours.

L'air est indispensable à la vie des vers à soie ; il s'introduit dans l'organisme par les stigmates : il suffit, en effet, de boucher ces orifices en les enduisant d'huile, pour produire, en quelques minutes, l'asphyxie du ver. Si l'on plonge un ver à soie vivant dans l'eau, on constate que des bulles se dégagent de toute la surface de son corps, sans que les stig-

mates en fournissent plus que d'autres points. Les gaz expirés paraissent donc s'éliminer uniformément par la surface entière du ver. On constate également, au cours de cette expérience, qu'un ver à soie peut rester plusieurs heures immergé dans l'eau sans périr.

MM. Regnault et Reiset, en 1849, ont mesuré l'oxygène absorbé et l'acide carbonique expiré par les vers à soie, par la respiration. D'après leurs observations, un kilogramme de vers à soie prêts à filer consomme en une heure, en moyenne, 0^{sr},763 d'oxygène. Ce gaz est transformé en majeure partie, mais non totalement, en acide carbonique qui se retrouve dans le gaz exhalé.

Pendant la respiration, le ver élimine également une grande quantité de vapeur d'eau. Cette eau provient de la fonction respiratoire, mais elle a une autre origine: les feuilles de mûrier servant à l'alimentation du ver à soie renferment environ 65 pour 100 d'eau. Or, pendant la période d'éducation, chaque ver absorbe environ 14 grammes de feuilles, renfermant environ 9 grammes d'eau, presque le double du poids du ver arrivé à la maturité: le ver n'émettant pas d'excrément liquide ne peut éliminer la plus grande partie de cette eau que par l'évaporation cutanée.

Il résulte de ce fait que l'atmosphère des chambres d'élevage, constamment saturée d'humidité par la respiration des vers, doit être fréquemment renouvelée. On a calculé que les trente mille vers provenant d'une once de grains, exigeaient 100 mètres cubes d'air et que cet air devait être intégralement renouvelé tous les quarts d'heure.

Alimentation du ver. — La feuille de mûrier est l'alimentation préférée du ver à soie. Actuellement, on emploie exclusivement en France le mûrier blanc importé du Levant vers 1495. Cette espèce est remarquable par la rapidité de sa croissance et l'abondance de ses feuilles. Elle comprend plusieurs variétés.

M. Peligot a fait d'intéressantes recherches sur la composition des feuilles de mûrier et sur leur valeur nutritive, relativement au ver à soie. Il a constaté d'abord, en analysant les cendres de feuilles récoltées à différentes époques, que les proportions relatives des matières minérales changeaient avec l'âge des feuilles, c'est-à-dire avec le temps écoulé depuis leur sortie des bourgeons.

Les feuilles très jeunes contiennent 80 pour 100 d'eau. Cette proportion diminue avec l'âge de la feuille jusqu'à 65 pour 100. Les cendres de feuilles récoltées aux environs de Montpellier, à trois époques différentes, présentaient la composition suivante:

| | 28 AVRIL | 28 MAI | 10 JUIN |
|---------------------------------|----------|--------|---------|
| Silice. | 5,6 | 15,6 | 20,6 |
| Chaux. | 20,2 | 36,9 | 38,8 |
| Phosphate de magnésie. | 22,7 | 13,2 | 13,3 |
| Acide phosphorique. | 30,9 | 1,6 | 1,2 |
| Acide carbonique, potasse, etc. | 20,2 | 32,7 | 26,1 |

Des feuilles cueillies à la cime d'une branche donnaient des cendres présentant des différences analogues, avec celles qui provenaient de feuilles recueillies au bas des branches du même mûrier.

En résumé les feuilles jeunes se sont montrées riches en phosphate et en acide phosphorique, tandis que la silice et la chaux dominaient dans les feuilles plus âgées.

Pour apprécier quelles feuilles devaient être considérées comme les plus avantageuses à l'alimentation des vers à soie, M. Peligot a procédé de la façon suivante: il a recherché d'abord l'influence des matières minérales.

Des vers pesant au début 1^{sr},078 ont été nourris du 12 juin au 11 juillet 1851 avec 1052 grammes de feuilles fraîches représentant à l'état sec 268 grammes: à la fin de l'expérience les vers pesaient 144^{sr},690, le gain réduit à l'état sec représentait 20^{sr},160. En même temps on avait recueilli, en

matière sèche 136 grammes de litière et 98 grammes de déjections.

On a incinéré séparément les vers, les déjections, et une quantité de feuilles égale à celle qui avait été absorbée; cette feuille avait été cueillie en même temps, elle était identique à la feuille utilisée pour l'alimentation du ver mis en expérience. On a obtenu :

| | |
|--------------------------------------|-------------------|
| Pour gr. 128,31 de feuilles. | 16 gr. de cendres |
| — 20,16 de vers. | 1,09 — |
| — 98 de déjections. | 13,5 — |

Ces cendres renfermaient :

| | FEUILLES | VERS | DÉJECTIONS |
|---------------------------|----------|--------|------------|
| Silice. | 2,64 | 0,07 | 2,70 |
| Acide carbonique. | 2,59 | 0,20 | 2,43 |
| — phosphorique. | 1,55 | 0,55 | 1,02 |
| — sulfurique. | 0,23 | 0,03 | traces |
| Chlore. | 0,18 | 0,02 | 0,16 |
| Oxyde de fer. | 0,09 | traces | 0,09 |
| Chaux. | 3,95 | 0,15 | 4,01 |
| Magnésie. | 0,87 | 0,17 | 0,85 |
| Potasse. | 3,76 | 0,63 | 2,29 |
| TOTAUX. | 16,16 | 1,87 | 13,56 |

Ainsi donc les larves s'assimilent surtout l'acide phosphorique, la potasse et la magnésie; la silice et la chaux se retrouvent en quantité prédominante dans les déjections.

Une feuille jeune, riche en acide phosphorique, en potasse, en magnésie, conviendra donc tout particulièrement à l'alimentation du ver à soie, à l'exclusion des feuilles vieilles dans lesquelles les éléments inertes, à défaut des matières nutritives, se seront accumulés.

Enfin l'âge de la feuille devra être proportionné à l'âge du ver à soie.

M. Péligot a appliqué la même méthode comparative à l'étude des matières organiques dans l'alimentation du ver: ce savant a formé deux lots égaux de vers à soie aussi semblables que possible, les vers du premier lot ont été desséchés, pesés et soumis à l'analyse; les vers du second lot ont été élevés et nourris avec un poids déterminé de feuilles, dont on a conservé un type qui a été analysé; finalement, les vers provenant de cette éducation, leurs déjections et leurs litières ont été pesés et analysés.

Pour rendre les résultats comparatifs, M. Péligot a mis en regard du poids et de la composition de la feuille consommée pendant l'éducation, le poids gagné par les vers à soie pendant l'expérience: les analyses effectuées sur les vers au commencement et à la fin de l'éducation ont permis de même d'insérer la composition correspondant à l'accroissement du poids du ver. On a obtenu les résultats suivants :

| | |
|--|----------|
| Poids des feuilles (moins les litières). | 128,31 |
| Vers 20,16. | } 118,16 |
| Déjections 98. | |
| La différence. | 10,15 |

correspond à l'acide carbonique provenant de la respiration du ver, et à la somme des erreurs inévitables dans ce genre d'expériences.

L'analyse a permis d'établir la composition en centièmes :

| | FEUILLES | VERS | DÉJECTIONS |
|-----------------------------|----------|-------|------------|
| Carbone. | 43,73 | 48,10 | 42,00 |
| Hydrogène. | 5,91 | 7,00 | 5,75 |
| Azote. | 3,32 | 9,60 | 2,31 |
| Oxygène. | 35,41 | 26,30 | 36,14 |
| Matières minérales. | 11,60 | 9,00 | 13,80 |

Si l'on calcule la teneur des feuilles, des vers et des déjections en ces différents éléments, on a :

| | FEUILLES | VERS | DÉJECTIONS |
|-----------------------------|----------|-------|------------|
| Carbone. | 56,41 | 9,69 | 41,16 |
| Hydrogène. | 7,63 | 1,41 | 5,62 |
| Azote. | 4,28 | 1,93 | 2,26 |
| Oxygène. | 45,62 | 5,30 | 35,41 |
| Matières minérales. | 14,93 | 1,81 | 13,52 |
| | 128,87 | 20,14 | 97,97 |

Le carbone perdu par la respiration des vers est à peu près égal à la moitié de celui qui a été fixé : une certaine quantité d'hydrogène et d'oxygène a également disparu ; ces deux corps ont été éliminés dans les proportions suivant lesquelles ils s'unissent pour former de l'eau : la vapeur d'eau exhalée pendant la respiration est évidemment la cause de cette perte. On remarque enfin que l'azote s'est accumulé en plus grande proportion, dans les vers (9,60 pour 100) que dans les déjections ; les matières minérales dominent au contraire dans les excréments.

Les résultats qui viennent d'être exposés varient quelque peu suivant l'âge des vers mis en expérience. C'est ainsi que la composition des vers est différente suivant qu'elle est déterminée au milieu de l'éducation ou au moment de la montée ; néanmoins le sens des phénomènes ne change pas, et l'exemple que nous avons cité s'appliquant à des vers moyens, peut être considéré comme suffisamment exact.

La quantité de feuilles nécessaires à l'alimentation du ver à soie à ses différents âges a été déterminée avec une grande exactitude par Dandolo. Ce célèbre éducateur de Varesè obtint, en 1813, avec une once de 25 grammes de graines, environ vingt-sept mille vers à soie qui produisirent 57 kilogrammes de cocons. La température de 25 degrés au début descendit à la fin de l'éducation qui dura 32 jours jusqu'à 21 degrés. La chambrée comprenait des vers à soie provenant de cinq onces de graines.

Le tableau suivant donne le poids des feuilles consommées aux différents âges, à raison de quatre repas par jour, par les vers à soie provenant d'une once de graines.

| JOUR | 1 ^{er} AGE | 2 ^e AGE | 3 ^e AGE | 4 ^e AGE | 5 ^e AGE |
|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | kg | kg | kg | kg | kg |
| 1 | 0,350 | 1,680 | 2,800 | 9,100 | 16,800 |
| 2 | 0,560 | 2,800 | 8,400 | 11,000 | 25,200 |
| 3 | 1,120 | 3,000 | 9,100 | 21,000 | 39,300 |
| 4 | 0,630 | 0,840 | 4,900 | 23,800 | 56,400 |
| 5 | 0,140 | » | 2,800 | 11,900 | 75,600 |
| 6 | » | » | » | 2,800 | 91,000 |
| 7 | » | » | » | » | 84,000 |
| 8 | » | » | » | » | 61,600 |
| 9 | » | » | » | » | 46,200 |
| 10 | » | » | » | » | 22,400 |
| Totaux. . . | 2,800 | 8,400 | 28,00 | 82,600 | 512,400 |
| Épluchures. . | 0,700 | 1,400 | 4,200 | 12,600 | 47,600 |
| Totaux. . . | 3,500 | 9,800 | 32,200 | 95,200 | 530,00 |
| TOTAL GÉNÉRAL . . . 700,7 | | | | | |

On avait cueilli 750 kilogrammes de feuilles, les déchets de toute nature, l'évaporation, avaient donc amené une perte de 49 kilogrammes environ.

Mais la feuille distribuée aux vers à soie n'est pas utilisée en totalité pour leur alimentation : on en retrouve une quantité importante dans la litière. L'expérience de Dandolo a montré que 360 kilogrammes de feuilles avaient été réellement consommés par les vers, 275^{kg},100 de feuilles plus ou moins desséchées se retrouvaient dans les litières.

Les déterminations faites par Dandolo mettent en lumière des conclusions intéressantes : les vingt-sept mille vers de son éducation ont produit 57 kilogrammes de cocons : 360 kilogrammes de feuilles de mûrier ont été réellement consommés ; on a trouvé d'autre part, dans la litière 275 kilogrammes de feuilles non mangées et 72^{kg},800 d'excréments.

La perte de poids, représentée par de la vapeur d'eau, des gaz divers, est donc égale à 360 — (57 + 72,800) = 230^{kg},2. Chaque ver, depuis l'éclosion jusqu'à sa mort, a consommé en moyenne, un peu moins de 14 grammes de feuilles de

mûrier, mais en réalité, par suite des déchets, il a fallu lui fournir près du double de cette quantité.

Toutefois, les chiffres établis par Dandolo n'ont rien d'absolu; on peut les considérer comme des moyennes s'appliquant à la majorité des cas, mais pouvant se trouver en défaut par rapport à une éducation isolée. Il est facile, du reste, en ce qui concerne l'alimentation, de se guider sur l'appétit des vers. Dandolo recommande *de ne pas leur donner de feuille neuve, tant qu'il en reste qui paraisse mangeable*.

Vers la fin du cinquième âge, le ver cesse presque de s'alimenter: il entre à cette phase dans la période de maturité, c'est celle qui précède immédiatement la confection du cocon. Avant d'aborder cette partie du sujet il convient d'examiner rapidement par quel mécanisme cette évolution nouvelle du ver peut s'effectuer.

Secrétion de la soie. — Lorsque le ver a atteint son maximum de poids, qui varie de 3^{es},5 à 5^{es},5 suivant les races, huit jours environ après la quatrième mue, il ne mange plus que très peu: les glandes de la soie augmentent de volume et garnissent la majeure partie de la cavité du corps dans l'espace correspondant aux six premiers anneaux. Le ver achève de digérer les dernières portions de feuille qu'il a absorbées. Quand il a rejeté les derniers excréments, il émet une goutte d'un liquide alcalin, formé d'après M. Péligot, d'une solution de carbonate de potasse pur; à ce moment le ver est mûr, son poids a diminué de près de 1 gramme.

Il refuse ensuite toute nourriture et se déplace en agitant et relevant la tête; on dit qu'il est prêt à monter. Dès qu'il rencontre une paroi verticale il s'y attache en effet, et commence à émettre une sorte de bave qui se solidifie presque aussitôt et forme un fil de soie.

On donne le nom de *bave* au liquide renfermé dans les glandes soyeuses au moment où il est vomé par le ver. Peu

développées jusqu'à la quatrième mue, les glandes prennent un énorme accroissement au moment de la maturité, leur poids peut atteindre et dépasser 0^{es},80, chez un ver pesant 4 grammes.

Le liquide soyeux existe dans les glandes à l'état de masse visqueuse sans consistance. Crevés dans l'eau, les lobes soyeux laissent échapper leur contenu sous forme de liquide gluant qui se solidifie peu à peu: sous l'influence de l'alcool absolu, de l'acide acétique dilué, les glandes soyeuses subissent une véritable coagulation analogue à celle de l'albumine de l'œuf sous l'action de la chaleur; à un certain moment, lorsque la solidification n'est pas trop avancée, on obtient en les étirant, un brin assez long, épais et tenace, utilisé par le pêcheur à la ligne, et connu sous le nom de crin de Florence.

Au sortir des glandes, le liquide soyeux traverse les tubes excréteurs, durcit et constitue un fil solide dès qu'il a franchi l'orifice buccal. La cause de ce durcissement est mal connue. Dans le fil de soie, on constate l'existence de plusieurs éléments distincts. La fraction centrale du fil est formée de fibroïne ou soie proprement dite; cette fibroïne est comme enveloppée d'une substance soluble, dans ces solutions bouillantes de savon, dans les dissolutions d'alcali caustique, qui est appelée grès; enfin, la soie émise par certaines races de vers contient une matière colorante jaune.

Tout récemment, M. Louis Blanc¹ a publié d'intéressantes recherches micrographiques sur la sécrétion de la soie et la structure du brin de soie. D'après cet auteur, la constitution du brin de soie est parfaitement homogène; il n'est nullement constitué, comme certains observateurs l'ont avancé, par un faisceau de fibrilles élémentaires excessivement ténues.

¹ *Étude sur la sécrétion de la soie et la structure du brin et de la bave dans le Bombyx mori*, par M. Louis Blanc, Lyon, Pitrat aîné, 1883.

M. Blanc a étudié avec soin l'origine, la disposition, le rôle du grès et du pigment coloré. Par l'examen d'une série de coupes provenant du réservoir des glandes soyeuses, il a constaté que le grès n'était pas la seule substance ajoutée à la fibroïne pendant son passage à travers ce conduit : il s'y forme un nouveau produit, inconnu jusqu'à ce jour, que M. Blanc propose d'appeler le mucus, ou mieux la mucoïdine.

Cette substance se forme au moment où le réservoir commence à diminuer de calibre. Entourant le cylindre formé de fibroïne et de grès, et l'isolant des parois du tube excréteur, elle semble destinée à faciliter l'allongement et le glissement du brin dans le canal qu'il parcourt.

Certains expérimentateurs avaient émis l'idée que le grès se formait par oxydation de la fibroïne au contact de l'air ; MM. Raulin et Sicard ont montré qu'il préexistait dans les glandes soyeuses, mais que sa formation était postérieure à celle de la fibroïne. Pour l'instant, nous n'entrerons pas plus avant dans l'étude du fil de soie ; cette question sera traitée spécialement, du reste, dans la suite de cet ouvrage.

Ce n'est pas seulement après la maturité que les glandes soyeuses se mettent à fonctionner. Peu de jours après l'éclosion, le ver émet quelques fils soyeux. Au moment des mues, il utilise ces fils comme amorces pour se glisser hors de sa dépouille ; mais ces émissions sont accidentelles et extrêmement réduites ; lors de la maturité, au contraire, au moment de la montée, les glandes démesurément développées, se vident presque en entier ; M. Péligot a même observé que le poids moyen des cocons était supérieur à celui des glandes soyeuses à l'état sec. Cette augmentation de poids s'explique en admettant que la sécrétion de la soie continue pendant le tissage du cocon.

Nous avons vu, au moment de la montée, les vers chercher une paroi verticale pour s'y fixer ; à ce moment, les éducateurs placent sur les claies des rameaux de bruyères.

Les vers y montent, choisissent un emplacement favorable, et tendent autour d'eux un réseau de fils assez irréguliers qui

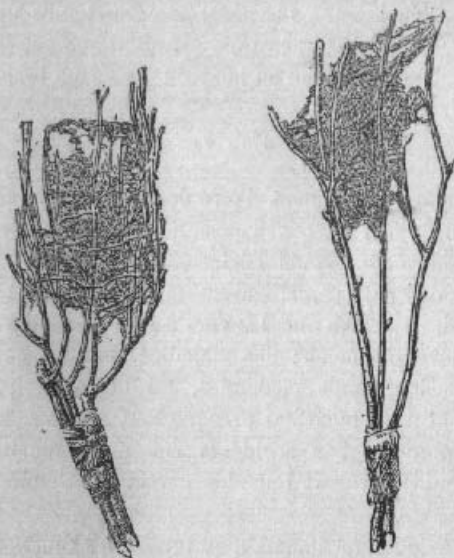


FIG. 4. — Bruyère et cocon commencé.

délimitent l'espace devant être occupé par le cocon (fig. 4). Quelques vers, appelés *tapissiers*, perdent leur soie à garnir



FIG. 5. — Cocon terminé.

des surfaces planes et ne réussissent pas à entreprendre leur ouvrage ; mais, dans la majorité des cas, le ver à soie ébauche

en cinq ou six heures, pour ainsi dire, la carcasse de son cocon, puis il dispose activement les couches intérieures : peu à peu, l'épaisseur de la paroi ne permet plus de le distinguer. Quand la température est suffisamment élevée, le cocon (fig. 5) est terminé au bout du troisième jour.

Maladies du ver à soie

Les détails qui viennent d'être donnés, s'appliquent à des vers à soie ayant parcouru sans accident le cycle de leur évolution normale, depuis l'éclosion de la graine jusqu'à la confection du cocon ; malheureusement, il n'en est pas toujours ainsi. Il arrive que les vers à soie périssent au cours de leur développement ; des maladies, dont les causes sont demeurées longtemps inconnues, les déciment parfois et anéantissent des éducations presque tout entières. Le caractère commun de ces accidents est une soudaineté, une étendue, qui présentent tous les caractères d'une véritable épidémie.

Pendant de longues années, on ignora les causes qui compromettaient l'éducation des vers à soie ; aussi bien leur influence était-elle minime, et les pertes qu'elles occasionnaient n'atteignaient-elles que peu d'importance. Ce n'est que vers 1854 qu'une diminution progressive et véritablement effrayante, dans la production des cocons de notre pays, alarma les éducateurs et sollicita l'attention de tous ceux qui s'intéressaient à l'industrie de la soie.

Voici quelle était en kilogrammes la production annuelle des cocons, en France, pendant la première partie de ce siècle :

| | |
|-----------------------|------------|
| Vers 1838. | 6.000.000 |
| De 1821-1830. | 10.000.000 |
| De 1831-1840. | 14.000.000 |
| De 1841-1845. | 17.000.000 |
| De 1846-1852. | 21.000.000 |
| En 1853. | 26.000.000 |

L'année 1853 apporta la récolte la plus abondante du siècle, puis la production s'abaissa, lentement d'abord, rapidement ensuite, jusqu'à tomber, en 1865, au-dessous de celle de 1808. On obtint :

| | | |
|------------------|------------|-------------|
| En 1854. | 21.500.000 | kilogrammes |
| 1855. | 19.800.000 | — |
| 1856. | 7.500.000 | — |
| 1863. | 6.500.000 | — |
| 1864. | 6.000.000 | — |
| 1865. | 4.000.000 | — |

Les causes de semblables diminutions dans les récoltes annuelles ont été étudiées par un grand nombre d'expérimentateurs. Il est aujourd'hui prouvé que la plus grande part doit être attribuée aux maladies des vers à soie. Parmi les nombreuses recherches qui ont été faites sur ce sujet, celles de Pasteur ont mis hors de doute l'origine des deux plus terribles de ces maladies : la pébrine et la flacherie. Elles ont donné, en outre, une méthode sûre pour soustraire les vers à soie aux ravages de l'une d'elles. Mais il faut reconnaître que les moyens dont on dispose actuellement pour combattre les maladies des vers, sont purement préventifs ; il n'existe encore aucune méthode curative pouvant leur être appliquée. Il résulte de ce fait, que l'éducation des vers à soie est devenue actuellement une opération délicate, exigeant les plus grands soins ; les éducateurs, s'ils veulent se mettre à l'abri des mécomptes, doivent connaître les maux qui menacent les vers et s'attacher à les prévenir, puisqu'il est chimérique, dans l'état de nos connaissances, de tenter leur guérison.

La notion des conditions qui doivent être observées, dans l'usage de méthodes préventives, ressortira de la suite de cette étude, mais il faut, au préalable, décrire les quatre maladies principales qui menacent les vers à soie. Ces maladies sont : la *muscardine*, la *pébrine*, la *flacherie* et la *grasserie*. Leur gravité, comme leur fréquence, sont fort inégales.

Muscardine. — En 1725, Vallisneri signala que certains vers à soie, ayant tous les dehors de la santé, mouraient sans cause apparente. Leur corps durcissait ensuite, en prenant les

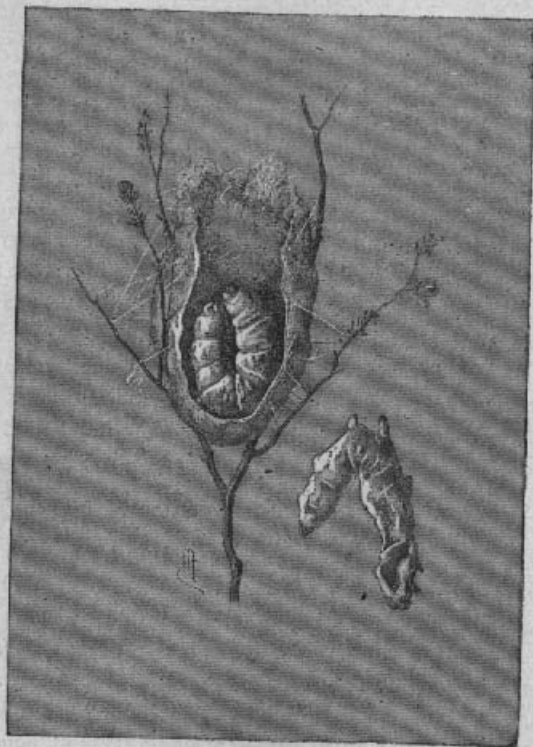


FIG. 6. — Vers muscardinés.

empreintes des formes environnantes; de couleur brune dans un air sec, recouvert d'une moisissure blanchâtre dans l'air humide, il était comme pétrifié (fig. 6).

On a donné le nom de *muscardine* à la maladie occasionnant la mort des vers à soie avec de tels caractères. Une

étude attentive a montré que le corps des vers atteints de muscardine était mou et légèrement rosé. En outre, le sang devient très acide et les battements du vaisseau dorsal s'accéléraient. Parfois, l'animal meurt à l'état de chrysalide, il résonne alors comme un corps dur, quand on agite son cocon.

Le docteur Bassi démontra, en 1835, que la mort des vers murcardins ou muscardinés était due au développement, dans leur organisme, d'un champignon microscopique, qu'il appela *Botrytis bastiana*.

Les semences de ce champignon sont émises par les efflorescences blanches qui recouvrent les vers ou les chrysalides muscardinés exposés à l'air humide. Ce sont des spores, ayant deux millièmes de millimètre de diamètre; lorsqu'elles tombent sur un ver sain ou sur la feuille de mûrier, pour peu qu'elles rencontrent des circonstances favorables à leur développement, elles donnent naissance à des filaments qui traversent les membranes du ver. Ces filaments envahissent peu à peu l'organisme tout entier, à l'exclusion, toutefois, des glandes soyeuses, et produisent une foule de bulbes ou conidies d'où partent de nouvelles ramifications. Le sang devient de plus en plus rose et le ver ne tarde pas à succomber.

On voit apparaître alors, à l'intérieur du ver, des filaments blancs, cotonneux, tout chargés des spores qui se répandent dans l'air par myriades et servent d'agent de transmission à la maladie.

La connaissance exacte de l'évolution du *Botrytis* a permis de se garantir de sa propagation; on a prouvé que la muscardine est essentiellement contagieuse; elle se répand à distance, par la dissémination des spores. Quand on inocule des spores à un ver, par une piquûre, il meurt en trois ou quatre jours, mais lorsque les spores sont apportées par l'air, il s'écoule dix jours environ entre le moment où les spores font leur apparition et la mort du ver.

Il est maintenant démontré qu'un ver muscardin n'est capable de propager la maladie que lorsqu'il a blanchi.

On ne connaît aucun moyen de guérir les vers atteints de muscardine, mais on dispose d'un procédé très simple pour détruire les spores existant dans les locaux où l'on veut élever des vers soie. Les germes et les filaments sont détruits par l'acide sulfureux, tandis que les vers à soie ne sont nullement incommodés par ce gaz. Il est donc prudent, lorsqu'on redoute la muscardine, de faire brûler dans le local où doit se faire l'éducation des vers, deux ou trois kilogrammes de soufre pilé, mélangé à deux ou trois cents grammes de salpêtre, par cent mètres cubes de capacité.

La chambre doit être close le plus hermétiquement possible, pour que l'acide sulfureux ne s'échappe pas au dehors et puisse exercer son action antiseptique. Si même, une éducation donne des vers muscardinés, on les enlève avec soin en emportant aussi leur litière, avant qu'ils aient blanchi ; puis on brûle chaque jour, pour une capacité de cent mètres cubes, trente grammes de soufre pilé mélangé à trois grammes de salpêtre ; l'acide sulfureux produit suffit en général à empêcher l'extension de la maladie.

On a constaté aussi que les fumigations de chlore, la fumée de bois vert, détruisaient les spores du *Botrytis*. Pour terminer ce rapide exposé, il faut ajouter que la muscardine n'est pas et ne peut pas être une maladie héréditaire, un ver muscardin meurt toujours et ne devient pas papillon.

Pébrine. — Les vers malades de la pébrine ne grossissent pas, leur développement est irrégulier, inégal, fort différent d'un ver à l'autre. Au bout de quelques jours, leur corps se recouvre de taches noires (fig. 7, 8 et 9) et à l'examen microscopique on trouve l'organisme tout entier rempli de corpuscules ovoïdes.

M. Guérin Meneville a signalé le premier la présence des corpuscules, en 1840. On les envisage comme des algues parasites unicellulaires appartenant au genre des psorospermies, section des microsporidies (Balbiani). Leur plus

grande dimension est de trois à quatre millièmes de millimètre, leur petit axe est moitié moins grand ; on a calculé qu'il en faudrait plus de quatorze millions pour occuper l'espace d'un millimètre cube. (Voir les fig. 10, 11, 12, 13, 14).



FIG. 7. — Partie antérieure du corps d'un ver malade dont les taches commencent à paraître (grossiss. 2/1).



FIG. 8. — Partie antérieure du corps d'un ver malade dont les taches sont complètement développées (même grossiss.).



FIG. 9. — Anneau d'un ver malade de la pébrine montrant les taches entourées d'une auréole (grossi 6 fois).

Si l'on fait manger à des vers sains de la feuille de mûrier souillée de corpuscules, la pébrine se déclare au bout de cinq ou six jours. Le tube digestif indique la voie par laquelle le parasite s'introduit dans l'organisme.

C'est à M. Pasteur que revient la gloire d'avoir découvert le mode de contagion de la pébrine. Les travaux entrepris par cet illustre savant, de 1865 à 1869, éclairèrent d'un jour inattendu les causes qui décimaient les éducations de vers à soie à cette époque et ne tendaient rien moins qu'à les anéantir à brève échéance. Bien plus, M. Pasteur trouva le moyen, par l'emploi d'une méthode préventive sûre, de mettre désormais les vers à soie à l'abri d'une maladie d'autant plus redoutable qu'elle était contagieuse et, en outre, héréditaire.

M. Pasteur reconnut que les vers atteints de pébrine, après leur quatrième mue, tissaient néanmoins leur cocon, mais

les papillons issus de ces cocons étaient remplis de corpus-



Fig. 10. — Psorospermies du ver à soie.

a, formes habituelles; b, autres formes; c, formes anormales provenant de la soudure de deux ou plusieurs corpuscules en voie de développement.

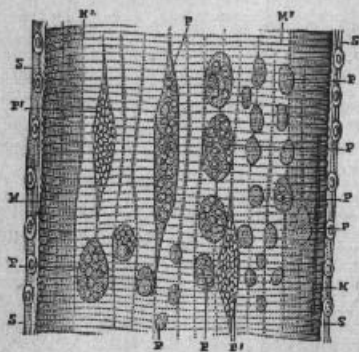


Fig. 13. — Portion de l'intestin de la chenille du *Bombyx neustria* rendue artificiellement corpusculeuse.

P, masse de matières psorospermiqes dans lesquelles les psorospermies commencent à se former; P', amas de psorospermies à l'état parfait; S, enveloppe séreuse de l'intestin; M et M', couches de fibres musculaires.

Fig. 10 à 14. — Les psorospermies ou corpuscules des vers à soie (d'après Balbiani).

cules; leurs œufs en étaient eux-mêmes infectés. De telle sorte qu'après l'éclosion on obtenait des vers destinés à périr



Fig. 11. — Psorospermies aux différentes phases de leur évolution.

x, tache claire, probablement le nucléus.



Fig. 12. — Psorospermies P dans l'intérieur de cellules vitellines.



Fig. 14. — Psorospermies d'un papillon de la pyrale (*Tortrix viridana*), grossies 1.500 fois.

A, vues de face; B, vues de profil; C, après traitement par l'eau salée.

de la pébrine et capables de communiquer cette maladie aux vers sains élevés en même temps qu'eux.

Aucun moyen ne se montra efficace pour guérir les vers pébrinés. Mais M. Pasteur établit qu'en élevant des graines exemptes de corpuscules, dans des locaux purifiés et assainis, on était sûr d'éviter la pébrine.

En étudiant les papillons nous exposerons, avec quelque détail, la méthode de M. Pasteur. Dès à présent nous pouvons indiquer sommairement quels points principaux elle comporte: on ne consacre à l'éducation que des graines pures, pondues en cellules, provenant de papillons sélectionnés au microscope et reconnus exempts de corpuscules. Les locaux sont désinfectés au moyen de fumigations de chlore, de lavages à l'eau de chaux ou au sulfate de cuivre. Les chambrées sont isolées autant que possible, mises à l'abri de la contagion pouvant être apportée par les personnes ou les feuilles, provenant de locaux où règne la pébrine. Enfin, les vers sont espacés suffisamment; si des sujets pébrinés se montrent dans l'éducation, il est possible, de la sorte, de les faire disparaître avant que la contagion ait pu prendre autour d'eux une extension trop considérable.

En employant cette méthode, dont les prescriptions entrent de jour en jour dans la pratique des éducateurs, la pébrine n'est plus à craindre. Il est permis d'espérer que cette redoutable maladie, qui a causé tant de ruines, disparaîtra un jour, et que l'industrie séricicole retrouvera dans notre pays son ancienne splendeur.

Flacherie. — La flacherie, ou maladie des *morts flats*, occasionne de grands ravages parmi les vers à soie. En général, les vers en sont atteints à leur dernière période, alors que leur croissance est terminée et qu'ils sont à maturité, ou même sur la bruyère (fig. 15). Sans cause apparente, on les voit devenir languissants, puis s'étendre dans une immobilité complète; la mort survient au bout de quelques heures. Les

vers morts *flats* deviennent mous, noircissent, puis exhalent rapidement une odeur infecte. Souvent des chambrées entières périssent en un jour. Parfois la marche de la mala-

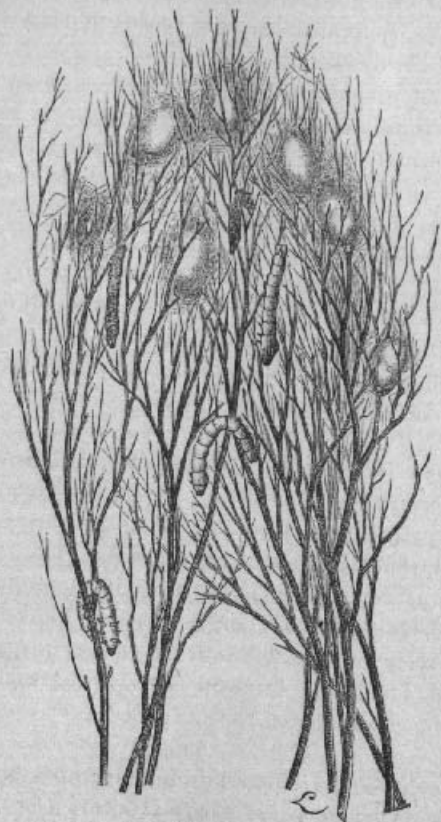


Fig. 15. — Vers flats, d'après L. Pasteur.

die est plus lente; les vers tissent même leur cocon et meurent à l'état de chrysalides qui se putréfient en salissant les cocons. En ce cas, la récolte se trouve beaucoup diminuée.

M. Pasteur a montré que les vers atteints de flacherie n'accomplissaient plus leurs fonctions digestives. La feuille ingérée fermente par le fait du développement d'un organisme en chapelet de grains, dont chaque article n'a pas plus d'un millième de millimètre de longueur (fig. 16). Ensuite, la putréfaction survient, causée par des myriades de vibrions bacillaires, s'agitant avec vivacité au sein du liquide qui humecte la feuille non digérée, dans l'estomac du ver. Peu à peu le corps tout entier est atteint par cette putréfaction.

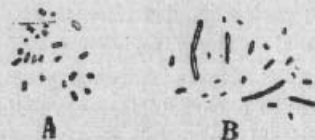


Fig. 16. — Organismes de la flacherie (grossiss. 500).

A, ferment en chapelet de grains; B, vibrions.

Tous les vers morts de flacherie sont remplis de chapelets et de vibrions.

Le mal est éminemment contagieux: des vers flats mis en contact avec des vers sains ne tardent pas à leur communiquer la maladie. M. de Ferry de la Bellone a reconnu qu'en injectant à des vers sains quelques gouttes de liquide renfermant des chapelets de grains et des vibrions, on les fait mourir tous, sans exception, de la flacherie.

On ne connaît aucun moyen de guérir la flacherie. Il n'existe pas non plus de méthode préventive sûre permettant, comme pour la pébrine, de se mettre à l'abri de la maladie. Si la cause de la flacherie est connue, on n'a pu encore obtenir à volonté des vers réfractaires au mal des vers flats.

Il est à supposer que les germes des chapelets d'articles et des vibrions sont apportés par les feuilles, et que ces éléments se développent toutes les fois que les fonctions digestives du

ver, pour une cause ou pour une autre, par le fait de la débilité ou de la maladie, ne s'accomplissent plus normalement. Aussi a-t-on reconnu que le moyen le moins imparfait, pour soustraire les vers à la flacherie, consistait à soigner leur hygiène et leur propreté, à les espacer, à les pourvoir d'une quantité suffisante d'air respirable.

Il n'est pas démontré que la flacherie soit héréditaire, toutefois on s'abstient de consacrer à la reproduction les chambrées atteintes de flacherie de la quatrième mue à la montée.

A la flacherie, on doit rattacher encore les maladies des vers *arpians* ou *gattinés*, des *lucettes*, des *clairettes*, qui sont encore mal connues, mais se manifestent avec des symptômes analogues. Des recherches sont encore nécessaires pour apprendre à caractériser ces maladies.

Leur cause véritable une fois fixée, on pourra entreprendre avec quelque chance de succès, la recherche de leurs moyens curatifs ou préventifs.

Grasserie. — De toutes les maladies du ver à soie la grasserie est de beaucoup la moins redoutable. On ne connaît pas son origine, on sait seulement qu'une atmosphère froide et humide, insuffisamment renouvelée, favorise son apparition.

La grasserie se déclare, d'ordinaire, au moment des mues, et surtout à l'approche de la montée. Les vers qui en sont atteints languissent et se meuvent péniblement. Leur peau, luisante et distendue, laisse échapper un liquide trouble qui salit les objets, feuilles ou vers sains, placés au contact du ver malade.

M. Bolle a reconnu que le liquide trouble, recueilli à la surface de la peau des vers gras, remplit aussi la cavité générale de leur corps. Examiné au microscope, ce liquide se montre rempli d'une infinité de corps polyédriques, d'une dimension moyenne de 4 millièmes de millimètres; ces corpuscules ne paraissent pas organisés; quoique leur consti-

tution chimique soit encore mal connue, ils présentent, vis-à-vis des réactifs chimiques, des réactions communes aux composés albuminoïdes.

La grasserie ne paraît être ni contagieuse, ni héréditaire. Néanmoins, on a vu un grand nombre de vers de la même chambrée périr de la grasserie. Il est prudent, en ce cas, de traiter les cocons en vue de la production de la soie et de ne pas les consacrer au grainage.

En résumé, la grasserie est encore imparfaitement connue, et si son étude a été jusqu'à présent négligée, c'est qu'elle occasionne aux éleveurs de vers à soie des dommages relativement minimes.

IV. LA CHRYSALIDE

Au bout de trois ou quatre jours le ver à soie, qui a trouvé sur la bruyère une place favorable à la confection de son cocon, a terminé son œuvre. A ce moment, en ouvrant le cocon, on trouve le ver presque immobile.

Les pulsations du vaisseau dorsal sont peu fréquentes, la peau est devenue d'un blanc laiteux, le corps s'est manifestement raccourci. Les jambes, l'éperon se flétrissent, tandis qu'au niveau du deuxième et du troisième anneau, des renflements s'accusent.

Trois jours après l'achèvement du cocon, l'animal subit une mue, appelée métamorphose, à cause des changements extraordinaires qu'ont subi sa forme extérieure et ses organes: il devient chrysalide. A la vérité, la transformation s'est opérée peu à peu, elle a commencé aussitôt après l'achèvement du cocon, mais elle ne s'accuse qu'après la disparition de la cuticule qui enveloppait le ver. Au sortir de cette dépouille, la chrysalide se présente en une masse ovoïde allongée, dont tous les appendices sont collés au corps (fig. 17).

Sa consistance est nulle, sa couleur jaune clair, un liquide suintant mouille toute la surface du corps. Au bout de quel-

ques heures, ce liquide se solidifie en un vernis brillant donnant à l'animal une couleur jaune doré ou brune; en même temps, le corps s'affermi et la chrysalide prend une forme précise qu'elle conservera quelques jours. La moitié antérieure du corps est immobilisée par la carapace; l'autre moitié, au contraire, composée d'anneaux, est mobile; les stigmates y subsistent toujours, sous forme de fentes linéaires. Des ailes recouvrent toute la partie centrale, correspondant aux 4^e, 5^e, et 6^e anneaux.

Malgré son apparence inerte, la chrysalide vit activement. Elle respire et périt rapidement par asphyxie. Réaumur a constaté que les stigmates servent à la rentrée et à la sortie de l'air, mais que les stigmates antérieurs seuls fonctionnent chez la chrysalide adulte.



FIG. 17. — Chrysalide du *Bombyx* du mûrier.

MM. Regnault et Reiset ont trouvé qu'un kilogramme de chrysalides consommait, en une heure, 0^{gr},242 d'oxygène, dont un peu plus de la moitié était transformé en acide carbonique. Elles exhalent aussi une quantité relativement considérable de vapeur d'eau. Les chrysalides sont fort sensibles à l'action d'une foule de gaz ou de vapeurs: le chlore, l'ammoniaque, l'acide sulfureux, l'acide sulfhydrique, pour ne citer que les plus actifs parmi ces agents, les font périr en peu de temps.

Les phénomènes respiratoires dont les chrysalides sont le siège expliquent, dans une certaine mesure, la perte de poids que subissent les vers après leur métamorphose.

Dandolo a constaté qu'un ver mûr prêt à filer, pesant 3^{gr},66, donne un cocon qui pèse, le huitième jour, 2^{gr},18. La chrysalide renfermée dans ce cocon atteignait le poids de 1^{gr},84, soit en résumé:

| | |
|-----------------------|------|
| Coque. | 0,34 |
| Chrysalide. | 1,84 |
| Perte. | 1,48 |
| Poids du ver. | 3,66 |

L'influence de la température sur les chrysalides se manifeste par des phénomènes très curieux: des cocons récoltés le sixième jour laissent échapper les papillons au bout de dix ou quinze jours, s'ils sont soumis à une température de 30 à 35° dans une atmosphère un peu humide. De 20 à 25°, le papillonnage n'a lieu qu'après vingt jours. Il ne se produit qu'au printemps suivant si l'on conserve les cocons dans une cave à 10-12°: à 2°, les chrysalides peuvent vivre un an. D'après M. Raulin, elles meurent si on les maintient pendant quatre mois à la température de 0°.

Le Dr Colosanti a montré qu'on pouvait porter les chrysalides à des températures très basses, sans les faire périr, mais à la condition de les y laisser peu de temps: c'est ainsi que des cocons de dix jours maintenus quarante-huit heures à — 10°, puis réchauffés doucement à 20° ont donné leurs papillons après vingt à vingt-cinq jours.

Ces phénomènes ont beaucoup d'analogie avec ceux que présentent des œufs de vers à soie. M. Raulin a étudié spécialement les vers de l'ailante (*Bombyx Cynthia*) dont les chrysalides passent l'hiver dans leurs cocons et papillonnent au printemps suivant: les faits découverts par M. Raulin, montrent que le sommeil et le réveil des chrysalides ressemblent beaucoup au sommeil et au réveil des œufs. A ce point de vue, il est permis de dire avec ce savant que « la chrysalide est au papillon ce que l'œuf est à la larve ».

On retrouve chez la chrysalide les maladies du ver.

La larve atteinte de la muscardine peu de temps avant la montée, donne une chrysalide qui meurt muscardinée. Elle devient dure et se recouvre d'efflorescences blanchâtres: le cocon contient moins de soie que s'il était sain. Le poids de la chrysalide muscardinée subit une diminution très considé-

nable. D'après Dandolo, mille quatre cents quarante-deux cocons muscardinés pèsent 1 kilogramme, et renferment 358 grammes de soie, tandis que, pour former 1 kilogramme, il faut environ cinq cents cocons sains renfermant 154 grammes de soie. La muscardine contractée par le ver au moment de la montée, tue toujours la chrysalide, et le papillonnage ne peut avoir lieu.

La pébrine, au contraire, ne tue pas les chrysalides : les papillons prennent naissance normalement, mais ils produisent des œufs infectés de corpuscules. Nous avons vu que ces œufs soumis à l'éclosion donnent des vers destinés presque sûrement à mourir pébrinés : M. Pasteur a trouvé une méthode qui permet de reconnaître et d'éliminer les papillons pébrinés. Elle sera décrite dans un chapitre suivant.

Les vers atteints de grasserie tissent parfois leur cocon et deviennent chrysalides, mais leur évolution ne va pas plus loin : leur corps se réduit en une bouillie noire qui tache les cocons. On les désigne sous le nom de gras fondus.

La flacherie peut s'étendre non seulement aux chrysalides, mais encore aux papillons ; ces papillons donnent des graines : on a remarqué que les vers qui proviennent de leur éclosion sont débiles et prédisposés à contracter la flacherie. Il y a donc intérêt majeur à ne pas destiner à la reproduction les papillons atteints de flacherie ; malheureusement on ne dispose pas de moyens sûrs pour les déterminer : parfois l'examen microscopique de la poche stomacale des chrysalides révèle l'existence des chapelets de grains, caractéristiques de la flacherie : mais parfois ce caractère fait défaut. Il est vrai que, souvent, on est averti de la présence de la flacherie dans une chambrée, par la mort des vers avant la montée, par la présence de cocons fondus, par la mauvaise odeur des cocons dont les chrysalides subissent la fermentation putride.

La chrysalide, malade ou saine, qui peut effectuer dans les conditions à peu près normales son développement, com-

mence une nouvelle transformation, dès qu'elle est âgée de quatre ou cinq jours ; peu à peu elle devient papillon. Sans décrire en détail les modifications qu'elle subit, nous esquisserons brièvement leurs points principaux : dans l'œsophage, s'amasse un liquide alcalin qui permettra au papillon de ramollir et de percer la paroi du cocon. Les appareils producteurs de la soie s'atrophient : les organes génitaux s'organisent et se développent.

Peu à peu, à mesure que la chrysalide avance en âge, le papillon se forme de plus en plus. Bientôt, il ne reste plus de la chrysalide que l'enveloppe superficielle ; mais avant d'aborder l'étude des papillons, il convient d'examiner l'enveloppe même du cocon, représentant le produit de la sécrétion et du travail du ver.

V. LE COCON

Les chrysalides enfermées dans le cocon se transforment assez rapidement en papillons, qui percent leur enveloppe soyeuse ; de ce fait le cocon ne peut plus se dévider, il perd beaucoup de sa valeur : au lieu d'être la matière première normale du fil de soie, il devient un déchet, d'où l'on ne peut plus retirer qu'une quantité de soie moins considérable et d'une moindre valeur.

Il est donc fort important de choisir, parmi les cocons, ceux qui doivent être affectés à la production de la graine et de réserver les autres, en vue de la production de la soie grège.

En étudiant les papillons, nous examinerons quel traitement doivent subir les cocons destinés au grainage.

Quant aux autres, qui forment d'ordinaire la masse principale des récoltes, on les soumet à l'action d'une température élevée, pour tuer les chrysalides, avant qu'elles aient eu le temps de se transformer en papillons. Cette opération porte le nom d'*étouffage*. Pour la pratiquer, on étale les cocons dans des corbeilles plates, et on les soumet à l'action d'une chaleur de 70 à 80°, dans une étuve à air chaud.

Dix minutes suffisent pour amener la mort des chrysalides mais il faut en réalité chauffer les cocons pendant deux heures, pour que les chrysalides atteignent la température indiquée. Dans certains cas, l'étuve est chauffée au moyen de la vapeur d'eau : on peut ainsi atteindre beaucoup plus rapidement la température de 70 à 80°, mais les coques se ramollissent et elles ont l'inconvénient de donner plus de déchets que lorsqu'elles sont chauffées dans l'air sec.

Certains praticiens ont proposé d'étouffer les chrysalides par l'action de gaz toxiques tels que l'acide sulfureux, l'hydrogène sulfuré, les vapeurs de sulfure de carbone, le gaz ammoniac. Mais M. Francezon a découvert que les cocons traités par ces procédés, fournissaient une soie moins abondante, et d'un rendement moindre : cet expérimentateur, a constaté que l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, l'hydrogène, le protoxyde d'azote ne faisaient pas périr les chrysalides.

L'étouffage par l'élévation de température paraît donc être, jusqu'à présent, le seul qui doit être mis en œuvre ; mais avant de soumettre les cocons à ce traitement, ils subissent un certain nombre d'opérations préliminaires qui vont être énumérées rapidement.

Tout d'abord, on enlève les matières étrangères, les débris ayant pu s'attacher à leur surface ; puis on ébourre le cocon, en enlevant les premiers fils que le ver a jetés sur la bruyère pour fixer l'emplacement qu'il a choisi : cette première enveloppe connue sous le nom *blaze*, forme un déchet qui est utilisé.

Les cocons écrasés et les cocons fondus sont mis à part ; on élimine également les cocons doubles, formés de deux cocons accolés, mais ne comprenant qu'une cavité intérieure qui renferme les deux chrysalides. Ils ont moins de valeur que les cocons ordinaires, et ne peuvent se dévider comme eux. Toutefois, un usage en tolère une proportion de 4 à 5 pour 100 dans les races indigènes.

Dès que les lots de cocons sont formés, on les pèse et on les livre aux filateurs. La pesée ne doit pas être trop différée, car les cocons perdent continuellement de leurs poids. Dandolo a relevé les variations de poids de 100 kilogrammes de cocons, pesés à la récolte, la température moyenne étant de 22°. Il a obtenu les résultats suivants :

| | POIDS |
|----------------------------|-----------------|
| A la récolte. | 100 kilogrammes |
| Au bout de 1 jour. | 99,1 |
| — 2 jours. | 98,2 |
| — 3 — | 97,5 |
| — 4 — | 97 |
| — 5 — | 96,6 |
| — 6 — | 96 |
| — 7 — | 95,2 |
| — 8 — | 94,3 |
| — 9 — | 93,4 |
| — 10 — | 92,5 |

Différents observateurs ont relevé les poids moyens des cocons suivant les races. Les cocons les plus légers pèsent 1^{er},25, les plus lourds atteignent 2^{er},5. Les premiers sont de race japonaise, il n'en faut pas moins de huit cents pour peser 1 kilogramme ; on trouve dans 1 kilogramme de quatre à six cents cocons de race milanaise.

La soie proprement dite, la *coque*, représente 14 à 16 pour 100 du poids total, dans les mâles, 11 à 13 pour 100 seulement dans les cocons femelles.

Dandolo a trouvé que sur 100 kilogrammes de cocons milanais on trouvait :

| | |
|--------------------------|--------|
| Chrysalides. | 84,200 |
| Dépouilles. | 0,450 |
| Coques soyeuses. | 15,350 |

Ces 15^{kg},350 de coques fournissent au filateur de 8 à 10 kilogrammes de soie : le reste constitue des déchets de filature : leur utilisation sera exposée plus loin.

Si l'on examine la structure du cocon, soit au moment où

le ver tisse les enveloppes superficielles, soit en regardant au microscope un fragment de cocon terminé, qu'on déchire à sec, on trouve que la bave soyeuse a la forme d'une lanière aplatie trois ou quatre fois plus large qu'épaisse. M. Haberlandt a mesuré la largeur de ces baves pour diverses races, et pour les différentes couches du cocon, il a obtenu les résultats suivants :

LARGEUR EN MILLIMÈTRES D'UNE BAVE SOYEUSE

| RACE | COUCHES EXTÉRIEURES DU COCON | COUCHES MOYENNES | COUCHES INTÉRIEURES |
|------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Jaune milanais. . . . | 0,130 | 0,040 | 0,025 |
| - de France. . . . | 0,025 | 0,035 | 0,025 |
| Vert Japon. | 0,030 | 0,040 | 0,020 |
| Blanc Japon. | 0,020 | 0,030 | 0,017 |
| Bivoltins verts. . . . | 0,025 | 0,035 | 0,020 |

On constate en outre que les baves soyeuses forment un brin continu, disposé en paquets ayant la forme d'un huit, (fig. 18). On conçoit que grâce à cette disposition les baves,

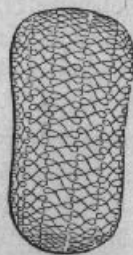


Fig. 18. — Structure du cocon, d'après Laboulays, *Dictionnaire des arts et manufactures*.

pour les cocons normaux, puissent se dévider facilement. Par contre, les cocons percés, les cocons doubles, les cocons secs ou fondus, les cocons percés par les rats, ne peuvent

plus être utilisés de la même façon. Ils passent dans la catégorie des déchets et doivent subir un traitement spécial.

Les cocons sains constituent la matière première des filatures de soie : nous aurons l'occasion de voir en détail comment on les transforme en fils. La sériciculture arrête au point où nous nous trouvons une partie de sa tâche; mais la portion la plus ardue n'est pas encore accomplie : il lui faut maintenant, assurer la production de la graine, et préparer de nouvelles générations de vers, capables d'accomplir à leur tour le cycle de leurs transformations : l'étude du papillon montrera quelles difficultés restent à vaincre, on verra par quels efforts l'art du sériciculteur, aidé de la science, est arrivé à les surmonter.

VI. LE PAPILLON

Les cocons récoltés vers le dixième jour après la montée, soumis à la température de 20 à 25°, laissent échapper au bout d'un certain temps, dix-huit ou vingt jours en moyenne, un papillon qui provient de la transformation de la chrysalide.

Nous avons vu comment la chrysalide, par des modifications successives, se métamorphosait peu à peu jusqu'au moment où le papillon tout formé, n'était plus recouvert que par l'enveloppe superficielle de la chrysalide : la peau devient de moins en moins adhérente, elle s'isole de la partie abdominale du papillon, elle se fend ensuite sur la ligne dorsale : le papillon retire alors ses pattes, ses antennes, et rejette en arrière son ancienne dépouille.

En cet état, sa tête touche la paroi intérieure du cocon, au niveau de sa partie supérieure : deux ou trois gouttes de liquide alcalin, ayant la propriété de décoller les fils de soie, s'écoulent de la bouche de l'animal; il écarte, sans les rompre, avec ses pattes, les fils de la paroi contre laquelle il est appliqué, puis engage sa tête et son thorax dans l'orifice qu'il s'est

ouvert : finalement, il sort tout entier de la coque, en tachant parfois l'orifice de ses déjections.

Tout humide à la sortie du cocon, un quart d'heure suffit pour rendre ses écailles sèches et dures, étendre ses ailes et les rendre rigides. L'animal, en cet état, a le corps couvert de poils écailleux d'un blanc mat, parfois teintés de brun.

Son corps se compose de trois parties principales, la tête, le thorax et l'abdomen (fig. 19, 20). La tête est pourvue d'antennes, d'une paire d'yeux, de mâchoires, de palpes labiaux. Chaque œil est formé de dix mille petites cornées, d'un diamètre de 0^{mm},3, enchâssées dans autant d'hexagones réguliers juxtaposés. On considère les antennes comme l'organe de l'odorat.

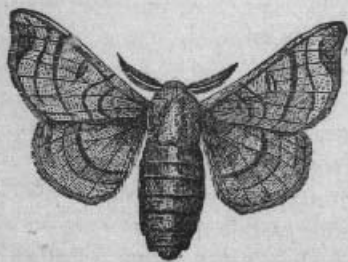


Fig. 19. — Papillon mâle, *Bombyx* du mûrier.



Fig. 20. — Femelle pondant, *Bombyx* du mûrier.

Le thorax comprend trois anneaux distincts : le prothorax présentant une paire de pattes et une paire de stigmates, le mésothorax et le métathorax pourvus chacun d'une paire d'ailes et d'une paire de pattes.

L'abdomen est formé de neuf anneaux, dont les sept premiers portent des stigmates. Les deux derniers anneaux présentent de grandes différences suivant les sexes de papillons. La description des organes intérieurs nous entrainerait trop loin, et dépasserait les limites fixées à cette

introduction : si l'on compare, dans son ensemble, l'organisme du papillon à celui du ver, on remarque que les organes de la digestion et de la production des soies ont presque disparu ; ils n'ont plus qu'une importance très faible, tandis que les organes reproducteurs qui n'existaient pas chez le ver, sont les plus développés chez le papillon.

Les fonctions physiologiques du papillon ne sont pas exactement connues : l'animal respire, exhale de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau, mais il ne prend aucune nourriture. Sa vie est fort courte, elle varie beaucoup avec les circonstances atmosphériques ; ralentie par le froid et l'humidité elle s'accélère par l'action d'un air chaud et sec. Le papillon vit en moyenné une douzaine de jours, mais suivant sa force de résistance, et l'action des influences extérieures il peut périr au bout de vingt-quatre heures ou prolonger au contraire son existence jusqu'à trente jours.

C'est d'ordinaire le matin entre cinq heures et huit heures que le papillonnage des cocons s'effectue. A peine sortis de leurs cocons, les papillons mâles s'approchent des femelles et l'accouplement a lieu. Sa durée est fort variable : il dure parfois une demi-heure, et se prolonge souvent dix heures et même davantage. On a reconnu que pour être fécond, sa durée devait dépendre de la température : un accouplement d'une heure suffit à 20 Réaumur. A 16 Réaumur il devrait se prolonger cinq ou six heures. En général on le limite à cette durée.

Les croisements entre les diverses races se font sans difficultés : cette particularité permet de modifier, dans une certaine mesure, les races productrices ; on l'a utilisée pour l'élevage d'espèces résistant à la flacherie.

Les phénomènes de la fécondation des femelles ont été étudié en détail par Cornalia et Balbiani, nous renvoyons à ces deux savants ceux de nos lecteurs qui seraient tentés d'approfondir l'étude de cette question.

Peu de temps après l'accouplement, la ponte des œufs com-

mence. Malpighi a montré que la fécondation s'opère par le passage des œufs dans l'oviducte. On reconnaît facilement les œufs fécondés qui changent de couleur au bout de cinq ou six jours et passent de la nuance jaune clair au gris cendré ou au jaune terreux : les œufs non fécondés restent jaune clair et se dessèchent bientôt.

La ponte et la fécondation sont en rapport étroit avec l'état de santé des papillons générateurs : or, les papillons sont sujets à la plupart des maladies qui ont été étudiées à propos du ver.

Maladies du papillon. — Une chrysalide muscardinée meurt sans donner de papillon : mais un papillon sain peut contracter la muscardine : exposé à l'action des spores du *Botrytis bastiana*, il meurt en moins de trois jours : on trouve tout l'organisme rempli de filaments caractéristiques de la muscardine.

Fréquemment, les papillons sont malades de la pébrine, et renferment des corpuscules : ces papillons proviennent de vers pébrinés. Si le mal est aigu, les papillons se montrent débiles, leurs flancs sont noirâtres ; presque tous les œufs contiennent des corpuscules. Quand la maladie est peu avancée, les papillons présentent tous les signes extérieurs de la santé ; mais si on les examine au microscope, on découvre un grand nombre de corpuscules. La plupart des œufs pondus sont corpusculeux : soumis à l'éclosion, ces œufs donneraient naissance à des vers destinés à périr presque sûrement de la pébrine.

Cornalia signala le premier la présence des corpuscules dans les papillons. Cantani eut même l'idée de sélectionner les papillons et d'affecter au grainage ceux qui se montraient à l'examen microscopique exempts de corpuscules ; mais ces essais ne donnèrent que de médiocres résultats. Pasteur, sans connaître les recherches de Cantani, étudia l'action des corpuscules : il établit scientifiquement qu'ils

étaient la cause de la pébrine, et institua une méthode sûre, permettant par une sélection convenable, d'obtenir des graines exemptes de corpuscules. Cette méthode sera décrite plus loin.

Les papillons provenant de chambrées atteintes de flacherie, meurent souvent après deux ou trois jours d'existence. Quelques-uns ont l'abdomen lourd et pendant, la poche stomacale distendue et volumineuse ; d'autres renferment des vibrions ; mais il n'existe pas de marques nous permettant de trier les papillons malades de flacherie des papillons sains : aussi est-il prudent, quand un lot de papillons présente des sujets atteints de flacherie, de rejeter le lot tout entier et de ne point l'affecter au grainage.

Du Grainage

De tous les éléments qui peuvent influer sur l'éducation des vers à soie, le plus important à coup sûr réside dans la choix de la graine.

De tout temps on a pratiqué le triage des papillons destinés à la production de la graine (fig. 21). L'étude des maladies du ver à soie, de la chrysalide, du papillon, ont montré que les causes morbides se retrouvaient dans les œufs provenant de sujets malades : la loi d'hérédité semblait indiquer que les œufs renfermant des germes de maladie étaient destinés à produire des vers condamnés à succomber sous l'influence du développement de ces germes. L'expérience a pleinement confirmé cette vue *a priori*. C'est à Pasteur que revient la gloire d'avoir démontré cette vérité. La sériciculture est redevable à ce savant d'une méthode rationnelle de sélection des graines, permettant d'éliminer tous les œufs renfermant des germes de maladie ; nous allons l'exposer avec quelques détails.

Le système Pasteur pour la confection des graines se borne à deux règles qui s'énoncent ainsi :

1^o Sélectionner les chambrées, afin d'opérer l'exclusion des éducations atteintes de flacherie ;



FIG. 21. — Le triage des papillons destinés à la production de la graine au Japon.

2^o Sélectionner les papillons, pour éliminer les pontes des sujets corpusculeux.

L'application de cette méthode entraîne à faire des éducations spéciales de vers destinés au grainage ; à l'origine, on

doit choisir des graines aussi saines que possible et organiser avec elles des éducations réparties dans de petites chambrées ; les chambrées doivent être isolées les unes des autres ; il est avantageux de les séparer des chambrées de vers destinées à l'étouffage.

La nourriture de ces chambrées est particulièrement soignée. Une observation attentive permet de relever tous les cas de muscardine, de flacherie, de pébrine qui pourraient s'y présenter.

Après la montée, on pourra éliminer déjà toutes les chambrées ayant donné des vers plats.

Sur les chambrées restantes, on recherchera la pébrine en vérifiant avec soin si les vers retardataires ne présentent pas les taches noires caractéristiques. Cet examen pourra amener encore, l'élimination d'une ou plusieurs chambrées.

Mais il sera nécessaire de pousser plus loin ces investigations. Quelques jours avant la récolte des cocons, on prélèvera une certaine proportion d'entre eux ; le nombre des cocons entrant dans cet échantillon sera d'environ 2 à 3 pour 100 du nombre total composant le lot.

On portera ces cocons dans une étuve chauffée à 30 à 35°, de manière à devancer le papillonnage. Les papillons seront examinés au point de vue des corpuscules ; on pourra décider ainsi s'ils peuvent servir au grainage ou si, au contraire, ils y sont impropres. Dans ce dernier cas, les cocons du lot, en retard de quelques jours sur ceux de l'échantillon, puisqu'ils auront été maintenus à une température de 20 à 25°, pourront être étouffés avant que le papillonnage ait pu avoir lieu.

L'examen des papillons se fait au microscope (fig. 22), de la façon suivante : le papillon est placé dans un mortier en porcelaine avec un peu d'eau ; deux ou trois coups de pilon suffisent à l'écraser et à le transformer en bouillie aqueuse. On prend, au bout d'une baguette de verre, une goutte de cette bouillie, on la place sur une lame de verre, en la recouvrant d'une lamelle de verre très mince, et on l'examine au micro-

scope. Les appareils qu'on emploie pour cet usage doivent donner un grossissement de quatre à cinq cents diamètres.

On distingue très facilement les corpuscules. La figure 23 les montre, tels qu'ils apparaissent dans le champ du microscope quand on examine une goutte de bouillie, provenant d'un papillon corpusculeux.

L'opération que nous venons de décrire doit être répétée successivement sur les papillons renfermés dans tous les cocons formant l'échantillon ; la proportion

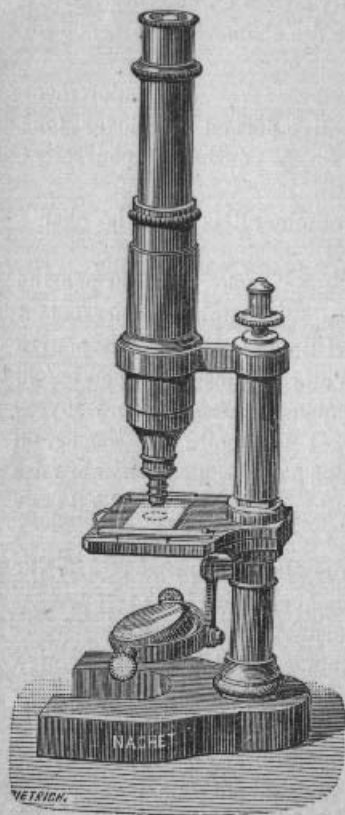


FIG. 22. — Microscope Nachet pour l'examen des papillons.

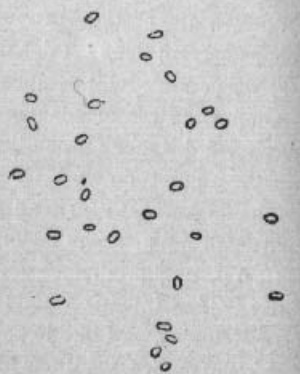


FIG. 23. — Corpuscules de la pébrine, grossis, 500, d'après E. Maillot.

de sujets corpusculeux qu'on arrive à déterminer de la sorte, pour l'échantillon, peut être considérée comme représentant aussi celle du lot.

Tous les éléments permettant de choisir définitivement les lots propres au grainage se trouvent ainsi déterminés : on récolte alors les cocons, on en forme, avec des fils, des sortes de guirlandes appelées *filanes* et on les suspend dans une chambre bien aérée.

Il faudra ensuite examiner, un à un, tous les papillons qui sortiront de leurs cocons, afin de ne soumettre à l'éducation aucun œuf qui soit corpusculeux. La présence d'une seule graine portant les germes de la pébrine aurait, en effet, pour conséquence de faire périr toute une chambrée. Mais, chaque œuf ne peut être l'objet d'un examen spécial ; il est beaucoup plus expéditif et tout aussi probant, au point de vue de la recherche des corpuscules, d'examiner au microscope, les papillons plutôt que les œufs. Pour que cet examen ait toute sa valeur, il est nécessaire d'isoler les couples de papillons et d'opérer la ponte en cellules. Cette méthode porte le nom de grainage cellulaire (système Pasteur).

On surveille, de grand matin, la sortie des papillons et, dès qu'un couple est formé, on l'isole dans un petit sachet de mousseline ; il suffit même d'employer un morceau de toile de douze à quinze centimètres de long sur huit à dix de large, suspendu à des cordes ; mais il faut alors que ces toiles-celles soient assez distantes les unes des autres pour que les papillons ne puissent aller sur la toile voisine. Les couples étant mis le matin sur les toiles, on sépare les mâles l'après-midi et on enferme chacun d'eux, avec une épingle dans un repli de la toile correspondante (fig. 24). Lorsque la femelle a pondu ses œufs, on la fixe également sur la toile : les deux papillons sont ensuite pilés et examinés au microscope. S'ils se montrent exempts de corpuscules, leurs œufs peuvent être employés à l'éducation.

Malgré la complication que présente le grainage cellulaire, les résultats qu'il fournit atteignent un tel degré de sûreté, que tous les éducateurs soigneux l'ont adopté pour la préparation de leurs graines. Il est possible, du reste, d'obtenir

avec ce système, et en observant toutes les prescriptions nécessaires, de grandes quantités de graines. Il suffit de citer l'exemple de M. Susani, qui n'opère pas sur moins de quatre millions de cellules, sans compromettre en rien la rigueur de la méthode.

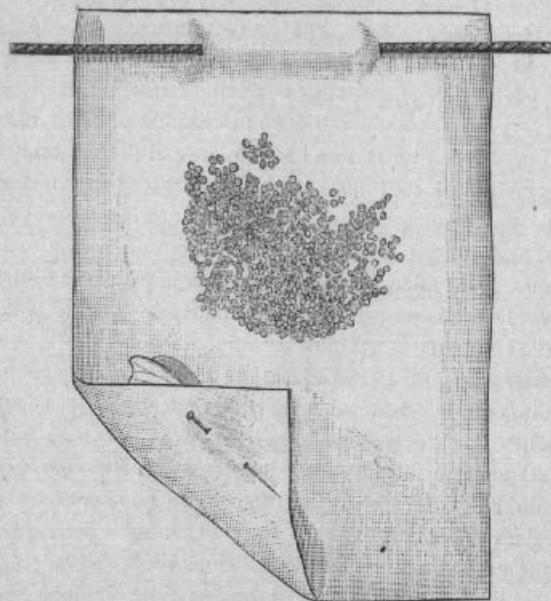


FIG. 24. — Toile-cellule (isolement de la femelle seule), d'après L. Pasteur.

Une division rationnelle du travail, un contrôle permanent, assurent la bonne exécution et la sûreté de ces manipulations délicates et multiples.

L'étude du grainage nous ramène au premier chapitre de cette introduction ; le cycle des transformations du ver se trouve terminé. Mais avant d'abandonner la sériciculture pour aborder les fils de soie, il est utile d'indiquer quelles règles pratiques doivent être suivies dans les éducations de vers à soie,

VII. ÉLEVAGE INDUSTRIEL DES VERS À SOIE

L'éleveur de vers à soie doit se préoccuper surtout d'obtenir des rendements élevés ; une once de 25 grammes de graine peut donner jusqu'à 60 kilogrammes de cocons ; si l'on opère dans des conditions médiocres, on n'obtient qu'une moyenne de 20 kilogrammes. Avec un rendement aussi faible, il n'est pas possible de compenser les frais d'éducation qui s'élèvent, pour une once, à cent francs environ.

Tout d'abord, la graine doit être bonne ; elle ne doit provenir ni de chambrées ayant eu des morts flats, ni de papillons corpusculeux.

Ensuite, l'élevage proprement dit doit être réglé sur les meilleures traditions des auteurs anciens, amendé par les données scientifiques qui ont été réellement acquises sur la physiologie et la pathologie des vers à soie.

Deux principes généraux doivent être appliqués pendant toute la durée de l'éducation. Les vers doivent être conduits de façon à être *égaux* de taille ; leur *espacement* doit être tel qu'ils puissent aisément se nourrir, se mouvoir, respirer et subir leurs mues.

On a reconnu que les chambrées composées de vers égaux donnaient les plus forts rendements. L'application de ce principe d'égalité demande des soins constants. Après l'éclosion, les levées différentes sont tenues à part et nourries ensemble. Après chaque mue, on attend, avant de donner les repas, que la moitié au moins des vers soit en état de manger, pour éviter que certains sujets ne grossissent plus vite que les retardataires. La température doit être maintenue aussi uniforme que possible pour les vers de même âge ; cette condition est essentielle, pour que le développement puisse s'effectuer d'une manière uniforme.

Les vers doivent être espacés : il est facile de calculer la

surface qui leur est nécessaire, en admettant, conformément aux prescriptions de la pratique, qu'un ver doit disposer d'une surface trois fois plus grande que celle qu'il occupe lorsqu'il est immobile. Sachant qu'une once de graine de vingt-cinq grammes, donne à l'éclosion trente mille individus, connaissant les dimensions moyennes des vers aux divers âges, on trouve que les vers provenant de l'éclosion d'une once de graines doivent occuper les surfaces suivantes :

| | | |
|--|----|-------------|
| De l'éclosion à la 1 ^{re} mue.. | 1 | mètre carré |
| De la 1 ^{re} mue à la 2 ^e | 3 | — |
| De la 2 ^e mue à la 3 ^e | 9 | — |
| De la 3 ^e mue à la 4 ^e | 22 | — |
| De la 4 ^e mue montée.. | 60 | — |

En réalité, on peut diminuer un peu ces espaces dans les deux dernières périodes, sans nuire à l'éducation.

Pour obtenir des surfaces aussi considérables, il est indispensable de loger les vers à soie sur des claies superposées (fig. 25, 26). Chaque claie a, d'ordinaire, soixante-dix à quatre-vingts centimètres de largeur, de façon que le bras puisse y manœuvrer commodément; leur longueur peut être illimitée; les claies forment différents étages séparés les uns des autres par des distances de trente à quarante centimètres.

La surface des claies, occupée par les vers, augmente rapidement; de l'éclosion à la quatrième mue, elle passe de un à soixante mètres. Il est donc nécessaire, de temps en temps, pour obtenir l'espacement des vers, d'enlever un certain nombre d'entre eux et de les installer sur de nouvelles claies. Cette manœuvre s'effectue au moyen du papier à déliter (fig. 27, 28). Ce sont des feuilles de carton mesurant vingt-cinq centimètres sur quarante pour le premier âge, cinquante sur quatre-vingts pour le dernier. Elles sont percées de trous, correspondant à la grosseur des vers à soie qu'on veut enlever. Pour déliter, on place le papier à déliter sur les claies occupées par les vers, et on les recouvre de feuilles; les vers ne tardent pas à s'engager dans les trous du papier

Fig. 25. — Éducation du ver à soie en Chine.

et à venir s'installer sur sa face supérieure. Lorsqu'ils s'y sont accumulés en nombre suffisant, on dispose les papiers en les espaçant au besoin, sur une claie non occupée.

Toutes les claies sont installées, d'ordinaire, dans des

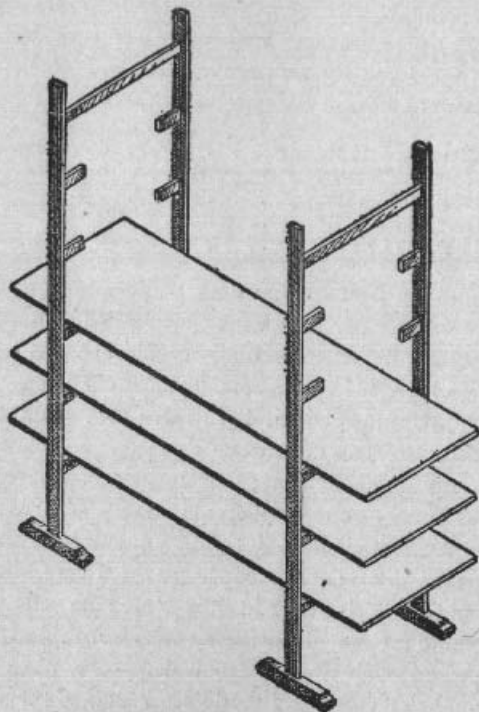


FIG. 26. — Claies ou étagères à ver à soie; chaque étage mesure 2^m,40 × 0^m,75, d'après E. Maillot.

locaux spéciaux appelés *magnaneries*; l'éducateur des vers à soie porte le nom de *magnanier*.

L'organisation d'une magnanerie doit satisfaire à un certain nombre de conditions. La plus importante réside certainement dans une bonne ventilation.

Il est indispensable, en effet, de fournir aux vers une quantité suffisante d'oxygène. L'atmosphère au sein de laquelle

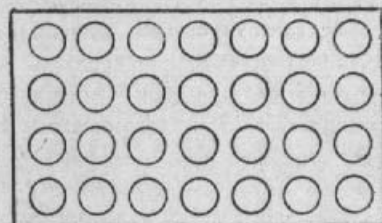


FIG. 27. — Papier à jéliter, vraie grandeur, pour le premier âge, d'après E. Maillot.

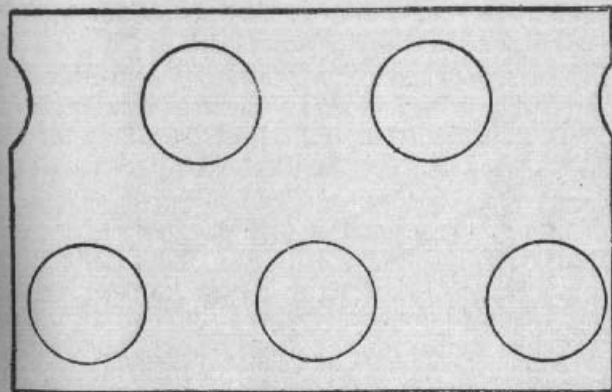


FIG. 28. — Papier à déliter, vraie grandeur, pour le dernier âge, d'après E. Maillot.

ils respirent, si elle n'était pas renouvelée, serait bientôt viciée par l'acide carbonique et la vapeur d'eau qu'ils éliminent constamment, dans l'acte respiratoire. Depuis longtemps, on a reconnu l'utilité de l'air sec pour la bonne réussite des éducations. Dans une atmosphère humide, les vers végètent, les litières s'altèrent, et les maladies se développent avec une fréquence qui a été maintes fois constatée.

Pour observer cette condition, on a dû adopter des dispo-

sitions spéciales ; toutes les fois qu'on élève des vers à soie en quantités un peu considérables, on est amené à conduire les éducations dans des locaux spéciaux, appelés magnaneries : la ventilation de ces locaux, constitue, on peut le dire, un des points les plus importants de leur installation.

La magnanerie des Cévennes (fig. 29) se compose essentiellement d'un bâtiment haut et étroit, formé de trois étages : en bas, une sorte de cellier voûté, supporte la magnanerie proprement dite composée d'étages successifs de claies, se développant presque jusqu'au toit. A chaque encoignure des quatre angles du bâtiment est établi un fourneau chauffé avec des débris de houille, pour produire la ventilation ; l'air chaud traverse, en vertu de sa faible densité la magnanerie de bas en haut, et s'échappe par le toit.

Dandolo créa un type de magnanerie mieux étudié, constituant un progrès marqué sur les magnaneries des Cévennes. La ventilation était établie par des ouvertures nombreuses, pratiquées dans les murs de la magnanerie : ces ouvertures peuvent être à volonté ouvertes ou fermées ; des cheminées, dans lesquelles on pouvait allumer et entretenir des feux flambants, assuraient la ventilation verticale ; un ou plusieurs poêles, indépendants des cheminées, devaient pourvoir au chauffage. Dandolo a décrit minutieusement trois types de magnanerie : si nous prenons pour exemple le plus grand, destiné à élever vingt onces de graine, nous verrons qu'il comprenait un bâtiment de 25 mètres de long, 10 mètres de large et 6 mètres de hauteur ; seize ouvertures : cinq fenêtres au nord, cinq au midi, trois au couchant, et trois portes au levant, fournissaient la lumière ; sept soupiraux dans le sol, huit sous le toit, treize dans les murs assuraient la ventilation, complétée par six cheminées, et un grand fourneau servant au besoin au chauffage.

Le système Dandolo, quoique paraissant un peu compliqué, à l'avantage de pouvoir s'appliquer à tous les locaux sans exiger de bâtiment spécial.

En 1836, Darcet créa la magnanerie à ventilation forcée (fig. 30). Un calorifère intérieur percé de trous introduit, dans une gaine placée sous le plancher de la magnanerie, un cou-

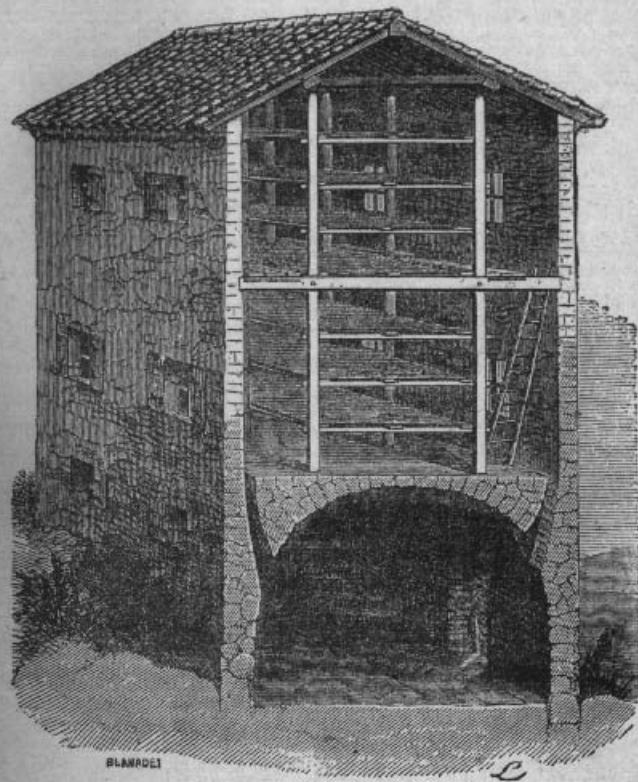


FIG. 29. — Magnanerie des Cévennes, d'après L. Pasteur.

rant d'air chaud ; à la partie supérieure des chambres, une cheminée d'appel, aidée au besoin d'un ventilateur, extrait les gaz viciés et renouvelle constamment l'atmosphère de la magnanerie.

Des modifications ont été apportées à la magnanerie Darcet : M. Robinet emploie un ventilateur comme propulseur, le place dans un local spécial chauffé par un poêle, et envoie dans les chambres de l'air qui se traverse de bas en haut et

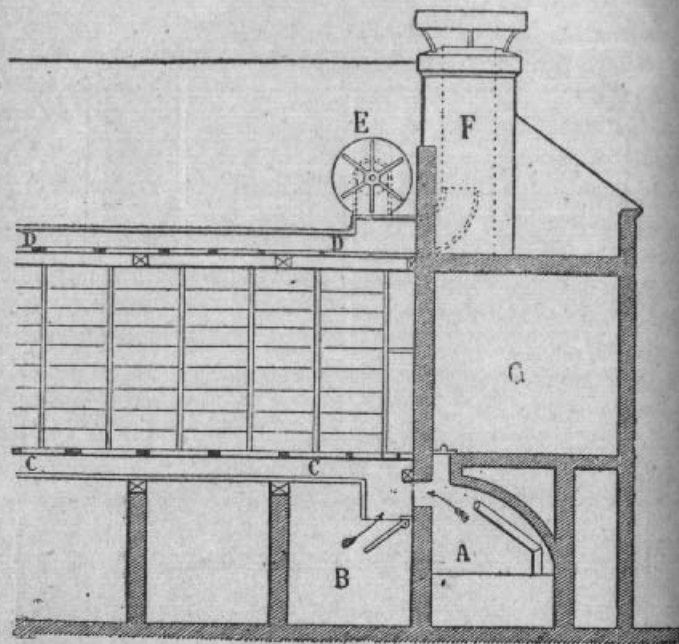


Fig. 30. — Magnanerie Darcet, d'après E. Maillot.

A, calorifère; B, entrée d'air frais; C, D, gaines pour l'entrée et la sortie de l'air; E, tarare; F, cheminée; G, salle d'incubation.

s'échappe ensuite par les orifices placés dans le plafond. M. Aribert renverse la ventilation. Il fait arriver par le haut des chambres l'air chaud d'un calorifère. Cet air, constamment refoulé par les nappes gazeuses venant du calorifère, descend jusqu'au plancher, et s'échappe à ce niveau par une cheminée d'appel.

Ces différents modèles de magnaneries, que nous ne pou-

vons décrire ici que trop sommairement, présentent tous de réels avantages : on remarque que, suivant les pays, tel ou tel type se trouve préféré; sans doute parce qu'il s'adapte le mieux possible aux conditions climatiques de cette région.

Alimentation. — Nous avons vu quelle était la quantité de feuilles de mûrier nécessaire à la nourriture des vers provenant d'une once de graine : mais lorsque le magnanier doit se procurer par avance les mûriers capables de produire toute la feuille qui sera nécessaire à ses chambrées, il doit distinguer la feuille jeune de la feuille adulte. La première est cueillie avant d'avoir atteint toute sa croissance; de telle sorte que les 700 kilogrammes de feuilles, nécessaires à l'alimentation des vers provenant d'une once, correspondent, en réalité, à 1100 ou 1200 kilogrammes de feuille adulte.

Il faut une grande habitude pour déterminer le nombre de mûriers nécessaire à l'éducation d'une once. D'après M. de Gasparin, des mûriers, plantés à 7 mètres de distance, produiraient sous le climat du Vigan, au printemps :

| | kg. |
|-----------------|-------------------|
| A 1 an. | 0,900 de feuilles |
| 2 ans. | 3,200 — |
| 4 — | 11,400 — |
| 6 — | 25,700 — |
| 8 — | 42,600 — |
| 10 — | 52,800 — |
| 12 — | 69,900 — |
| 14 — | 77,600 — |
| 16 — | 88,600 — |
| 18 — | 94,300 — |
| 20 — | 98,200 — |
| 22 — | 100 » — |

Pendant vingt ans encore, la production se maintient à 100 kilogrammes, puis elle décline peu à peu, jusqu'à la mort du mûrier qui se produit vers sa soixantième année.

On recueille la feuille de mûrier dans des sacs de toile maintenus ouverts au moyen d'un cerceau : la feuille fortement tassée s'y échaufferait rapidement, si on ne la répandait, en couche de 20 à 30 centimètres, sur un sol propre, dans un

local frais. Généralement, on ne la distribue aux vers, qu'au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures. Si la feuille est mouillée, on doit la faire sécher avant de la donner aux vers (fig. 31). Il est préférable d'attendre avant de la mettre sur les claies, que les feuilles aient pris la température de la chambrée : jusqu'à la troisième mue, on coupe la feuille en menus morceaux avant de la distribuer aux vers : cette opération se fait soit à la main, au moyen de couteaux bien propres, soit avec des machines appelées coupe-feuilles, maintenues constamment en parfait état de propreté.

Les feuilles peuvent servir de véhicules aux germes de maladies menaçant le ver à soie : que des spores de *botrytis*, des corpuscules de pébrine, existent sur les feuilles, les vers qui se nourriront seront exposés à périr de la muscardine ou de la pébrine.

Pour éviter ce danger, de grands soins doivent être apportés à la tenue des locaux servant à emmagasiner la feuille : dans les chambrées, on évitera les balayages produisant beaucoup de poussière ; les litières seront emportées au dehors à une certaine distance de la magnanerie.

Toutes ces précautions, complétées par l'espacement des vers, permettent, si l'on est parti d'une graine saine, d'affronter les maladies, et de mener à bien les éducations.

Lorsque le ver arrive à maturité, le magnanier doit disposer sur les claies, des rameaux, le long desquels le ver à soie s'élève, et choisit une place pour tisser son cocon ; on peut employer des branches de bruyère, de chêne, des sarments de vigne et en général toutes sortes de broussailles. Ces rameaux sont d'habitude disposés entre les claies, dont ils garnissent l'intervalle ; leur pied repose sur la litière de la claie inférieure, et leur feuille monte jusqu'à la claie située immédiatement au-dessus. La figure 29 montre le dispositif adopté. L'ensemble de ces rameaux forme de petites cabanes, et l'on a donné, par suite, le nom d'encabanage à l'opération qui a pour but de les organiser.



Fig. 31. — Manière de faire tomber, au Japon, la rosée des branches de mûrier avant de les donner aux vers à soie.

Parfois on les fixe avec de petites charpentés. Dans certains pays on les dispose dans des locaux spéciaux, les vers sont

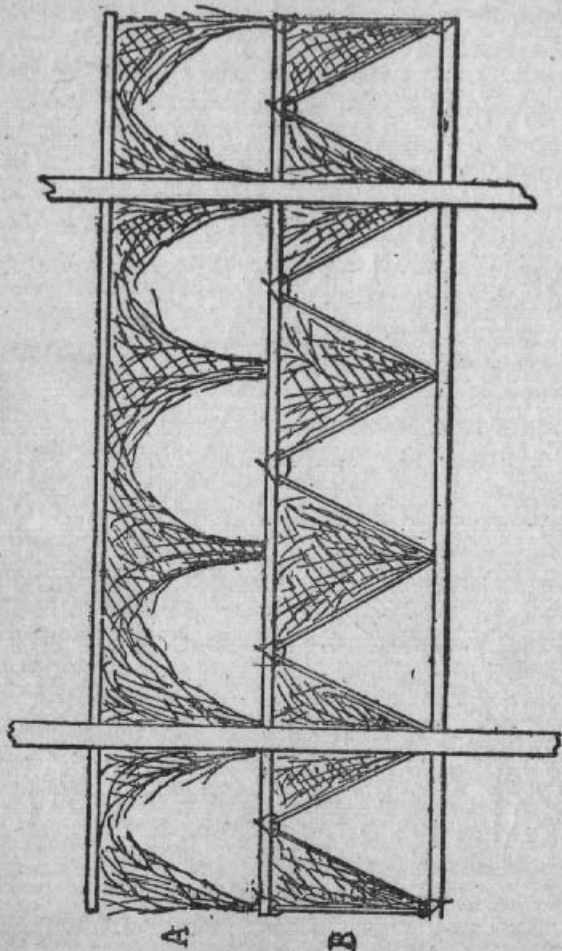


FIG. 39. — Encabanage, d'après E. Maillot.
A, encabanage avec bruyère; B, encabanage avec la bruyère et les retailleurs (échelle 1 : 20).

alors enlevés un à un des litières et portés sur les rameaux.
Quel que soit le système adopté, il est nécessaire que les

vers puissent disposer sur les bruyères d'un espace suffisant. En les entassant trop, on s'exposerait à voir deux vers s'enfermer dans la même enveloppe, et tisser des cocons doubles indévidables, destinés aux déchets.

Une température de 22 à 25°, un air sec, constituent les conditions les plus favorables à la confection des cocons. Au bout de sept ou huit jours, les cocons destinés à être vendus sont récoltés et mis en filanes; ceux qui sont réservés pour le grainage sont laissés sur la bruyère quelques jours de plus.

Depuis longtemps on a reconnu que le rendement des cocons était en raison inverse de l'importance des éducations. Si l'on voit assez fréquemment des chambrées d'une once produire cinquante kilogrammes de cocons, les éducations de quatre ou cinq onces, conduites dans le même local, ne produisent guère que vingt-cinq kilogrammes de cocons par once de graine. C'est que dans ce cas, les soins donnés aux vers sont moins parfaits, l'atmosphère est moins saine, la salubrité générale diminue à mesure que l'encombrement augmente.

Aussi beaucoup d'excellents esprits ont-ils préconisé les petites éducations. Il suffit, en effet, de quelques mûriers pour pouvoir alimenter les vers à soie provenant d'une once de graine. En partant de graines saines, sans installations spéciales, sans frais de main-d'œuvre pour ainsi dire, toutes les manipulations pouvant se faire à temps perdu, il serait facile dans chaque ferme des contrées du midi et du centre de la France, d'obtenir ainsi un profit modeste, mais presque assuré.

Voici, en effet, d'après Eugène Maillot¹, ancien directeur de la station séricicole de Montpellier, quel serait le prix de revient et le produit de l'éducation d'une once de graine dans ces conditions.

En élevant quatre ou cinq grammes de graines, le cultivateur obtiendra, à peu de frais, une vingtaine d'onces

¹ Maillot, *Leçons sur le ver à soie du mûrier*, Montpellier, 1885, in-8.

d'excellente graine qui serviront à ses éducations ultérieures; il devra se préoccuper seulement de faire hiverner sa graine dans un pays froid.

Dès la deuxième année, la graine ne lui coûtera pour ainsi dire rien; s'il possède des mûriers, la feuille à l'état sec lui coûtera à peu près de huit à neuf francs les cent kilogrammes, soit environ trois francs pour cent kilogrammes de feuille fraîche; nous avons vu que pour une once de graine il fallait compter mille à douze cents kilogrammes de feuille supposée adulte.

En ajoutant à la valeur de ces feuilles un franc cinquante par cent kilogrammes pour la cueillette, nous trouvons que la nourriture des vers coûtera pour une once :

| | |
|---|--------------|
| 1000 kilog. feuilles à 3 fr. les 100 kilog. | 30 fr. |
| cueillette à 1,50 — | 15 |
| | <hr/> 45 fr. |

Or, une once produit en moyenne, avec les petites éducations, quarante kilogrammes de cocons. En supposant qu'ils aient une valeur de quatre francs, on voit que le produit atteindra cent soixante francs. Le cultivateur retirera cent quinze francs de l'éducation d'une once; les dépenses de main-d'œuvre, il est vrai seront à déduire de ce chiffre, mais pour de petites chambrées, les manipulations ne nécessitent pas de main-d'œuvre spéciale; elles peuvent être faites pour ainsi dire à temps perdu; leur valeur, en tout cas, ne représente qu'une somme minime.

Si l'on remarque que l'élevage du ver à soie peut être tenté ainsi dans tous les pays capables de nourrir le mûrier, on verra dans quelles proportions il pourrait être généralisé.

En Chine, il n'existe pas de paysan qui n'éleve quelques vers à soie; que l'exemple des Chinois soit suivi par nos cultivateurs, et nous croyons, avec Maillot, que notre pays retrouverait bientôt les belles récoltes d'il y a quarante ans.

PREMIÈRE PARTIE

LES FILS DE SOIE

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS

La bave émise par les vers à soie, au moment où ils tissent leurs cocons, constitue la matière première des fils de soie; mais avant de revêtir cette forme, la soie doit subir des traitements fort divers, suivant l'état des cocons dont elle constitue l'enveloppe,

Les éleveurs de vers à soie, quand ils examinent tous les cocons provenant de l'éducation de leurs vers, sont amenés à les classer en plusieurs catégories. La majeure partie d'entre eux qui ont été étouffés, c'est-à-dire soumis à l'action d'une chaleur suffisante pour amener la mort de la chrysalide qu'ils renfermaient, sont aptes à être dévidés. Il suffit de décoller, par une macération convenable dans l'eau chaude, les fils de soie composant le cocon, pour reconstituer le fil continu tel qu'il a été émis par le ver. Cette opération donne la soie *grège*, formée de la réunion d'un certain nombre de fils élémentaires, ou baves provenant du dévidage de plusieurs cocons. Elle porte le nom de *filature*. Par extension, ce nom s'applique aussi aux usines où l'on dévide le cocon.

Mais la soie grège n'est pas, en général, directement employée au tissage des étoffes de soie. En sortant des filatures, elle subit dans des usines appelées *moulins*, une façon spéciale connue sous le nom d'*ouvrison*. Les mouliniers assemblent entre eux un certain nombre de fils de soie grège et lui donnent une torsion convenable; ils préparent ainsi les *trames* et les *organsins* employés directement dans le tissage des étoffes.

Les fils de soie obtenus par le dévidage des cocons intacts constituent certainement la matière première la plus belle et la plus riche dont puisse disposer l'industrie des soieries; mais il est des fils d'une autre origine dont l'importance et la consommation s'accroissent chaque jour; ce sont ceux que l'on obtient au moyen des déchets de soie de toute nature; ils sont connus sous le nom de *schappes*. Dans les déchets rentrent tous les cocons présentant une anomalie, par rapport aux cocons intacts. Ce sont les cocons percés dont les chrysalides ont servi au grainage, les cocons doubles et d'autres encore que nous ferons connaître plus tard.

Mais l'industrie de la schappe ou des déchets n'utilise pas seulement les cocons anormaux, elle traite toutes les matières renfermant de la soie. D'origine récente, mais néanmoins très perfectionnée, elle diffère absolument, par les méthodes qu'elle met en œuvre, des filaturés produisant la soie grège.

Dans les différents chapitres composant cette partie, nous étudierons successivement la *filature des cocons*, le *moulinage des soies grèges*, le *traitement des déchets de soie*.

CHAPITRE II

FILATURE DES COCONS

Triage des cocons. — Tous les cocons qui sont destinés à être dévidés, doivent être l'objet d'un examen préalable. Indépendamment, en effet, des cocons percés impropres à tout dévidage, il est assez fréquent de rencontrer des cocons anormaux qui doivent être mis à part; on doit les traiter séparément, car leur dévidage est impossible et fournit de la soie de qualité inférieure.

Parmi ces sortes, les plus répandues sont connues sous les noms suivants: *cocons ouverts*, dits *cocons bouffariens*. Ils sont ouverts à un et parfois aux deux bouts, par suite d'une imperfection dans le travail du ver; avec quelque précaution, il est possible néanmoins de les filer.

Les *cocons calcinés* ou *cocons dragées* renferment une chrysalide morte de la muscardine. Ils sonnent quand on les agite, comme s'ils renfermaient un caillou. Les cocons dragées sont de valeur différente, suivant le moment où la muscardine a amené la mort de l'insecte.

Les *cocons choquettes* sont tachés ou gâtés par suite de la putréfaction du ver ou de la chrysalide; ils fournissent une soie de mauvaise qualité, colorée fréquemment en noir ou en brun.

Les *chiques* sont des cocons inachevés. Ils ne contiennent pas une proportion normale de soie, néanmoins, quand ils sont frais, on peut les filer, mais il faut avoir soin de mettre à part la soie qu'on en retire.

Les cocons *cotonneux* manquent d'homogénéité; les couches superficielles sont lâches et distendues. Des précautions spéciales sont nécessaires pour les dévider.

Les *cocons doubles* renferment une ou plusieurs chrysalides. Leur forme est anormale et provient de la soudure de deux cocons ou plutôt des fragments provenant de deux cocons différents.

La proportion des cocons doubles varie suivant les races ; elle s'élève, en France et en Italie, de 3 à 6 pour 100 du nombre des cocons simples ; les cocons japonais, polyvoltins et portugais en fournissent de 15 à 30 pour 100. On trouve parfois dans les cocons doubles un nombre de chrysalides relativement très considérable. G. Luppi affirme qu'on en a rencontré jusqu'à 14. Ces cocons ne peuvent être dévidés ; ils doivent subir un traitement spécial qui sera décrit à propos de l'étude des déchets.

Les *cocons fondus, tachés ou rouillés*, sont salis par les produits de la putréfaction des vers ou des chrysalides, lorsque, par suite de maladie, leur mort survient avant l'étouffage. Si le chauffage des cocons n'est pratiqué que tardivement, on obtient un plus grand nombre de fondus. L'étouffage, en effet, a pour résultat, non seulement de tuer les chrysalides vivantes, mais il stérilise les chrysalides mortes, empêche ou arrête leur putréfaction et, par conséquent, préserve les coques.

Les cocons de *pointes faibles* présentent à leurs deux extrémités une épaisseur minime ; ils peuvent être filés, mais avec des déchets notables.

On rencontre parfois des cocons qui ne présentent aucun caractère extérieur particulier permettant de les distinguer des cocons normaux et sont, néanmoins, impropres au dévidage. Nous voulons, à ce propos, citer un exemple caractéristique : lors de la dernière épidémie de choléra (1884-1885) les cocons transitant par la Sicile, étaient soumis, pendant vingt-quatre heures, à une fumigation d'acide sulfureux produit dans une chambre hermétiquement close, où l'on faisait brûler du soufre, dans la proportion de trente grammes par mètre cube de capacité,

Sur l'initiative du Syndicat des marchands de soie de Lyon, le Laboratoire d'études de la soie, fondé dans cette ville par la Chambre de commerce, rechercha si cette fumigation d'acide sulfureux pouvait détériorer la couleur des cocons, enlever au fil sa force et endommager les cocons, soit que le mal apparaisse immédiatement, soit qu'il ne se développe que peu à peu, plus tard.

Un lot de cocons bien homogènes fut partagé en deux parties, la première conservée telle quelle comme témoin, la deuxième, soumise à l'action de l'acide sulfureux, en suivant exactement les conditions du procédé employé en Sicile. Cette deuxième partie enfin, après fumigation, fut divisée en deux lots égaux qui furent exposés pendant un mois, l'un à l'air sec, l'autre à l'air humide.

Ces trois sortes de cocons : témoins, cocons sulfurés exposés à l'air sec, cocons sulfurés exposés à l'air humide, ont été soumis à une série d'épreuves communes dans le but de décider s'ils pouvaient être considérés comme identiques ou différents.

On a expérimenté d'action de l'eau distillée bouillante prolongée pendant cinq minutes. Les cocons pesés secs, avant et après l'opération, ont donné :

| | POIDS ABSOLU avant | POIDS ABSOLU après | PERTE pour 100 |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| | gr. | gr. | gr. |
| Lot témoin | 1,920 | 1,830 | 4,68 |
| Lot sulfuré, air sec. | 2,265 | 2,110 | 6,84 |
| — — air humide. | 2,170 | 2,040 | 5,99 |

Les cocons sulfurés ont donc éprouvé, après une immersion très courte dans l'eau distillée, une perte pour 100, qui excède en moyenne de 1,735 celle du lot témoin.

Des épreuves de filature industrielle ont été faites sur chaque espèce de cocons. Voici les résultats :

| | TÉMOIN | SULFURÉ AIR SEC | SULFURÉ AIR HUMIDE |
|---------------------------------|--------|--------------------|-----------------------|
| Poids des cocons filés. | 0,500 | 0,535 | 0,535 |
| — soie. | 0,143 | 0,078 | 0,099 |
| — frisons. | 0,030 | 0,059 | 0,057 |
| — bassinés. | 0,004 | 0,170 | 0,105 |

On a constaté, en outre, que le lot 1 s'était bien comporté, tandis que les lots 2 et 3 avaient dû être battus sans faire bouillir l'eau ; à défaut de cette précaution, tous les cocons auraient été réduits en frisons.

Ces essais montrent que des cocons sulfurés suivant la méthode de Messine sont impropres à la filature, puisqu'ils fournissent en moyenne :

| | |
|---------------------|---------------|
| Soie grège. | 16,5 pour 100 |
| Déchets. | 36,5 — |

Tandis que la proportion normale pour les cocons témoins était de :

| | |
|------------------|----------------|
| Soie. | 26,9 pour cent |
| Déchets. | 6,7 — |

D'autres inconvénients, du reste, sont à redouter par l'emploi de la soie provenant des cocons sulfurés. Ils ont été mis en lumière par l'étude comparative à laquelle nous nous sommes livrés, sur les cocons sulfurés et les cocons témoins, au Laboratoire d'étude de la soie à Lyon.

Nous reproduisons ici les conclusions de la lettre que nous avons adressée à M. Dusuzéau, directeur de ce Laboratoire, pour répondre aux questions qui nous étaient posées ¹. Après avoir constaté que des cocons soumis à l'action de l'acide sulfureux appliqué suivant le procédé de Messine, puis conservés à l'air depuis trois mois, renfermaient une proportion d'acide sulfurique égale à 1,91 pour 100 de leur poids, nous disions :

« L'état actuel de nos connaissances sur la constitution chimique de la soie ne nous permet pas de préciser quelles transformations d'ordre chimique la soie sulfurée a déjà subies, non plus que celles qui l'attendent à l'avenir ; mais

¹ *Comptes rendus des travaux du Laboratoire d'études de la soie, Lyon 1887, p. 34.*

les données techniques que l'on possède au sujet de l'action de l'acide sulfurique sur la soie, nous autorisent à prévoir dans l'emploi industriel des cocons sulfurés, deux ordres d'inconvénients.

« Tout d'abord, les cocons soumis aux procédés en usage dans les filatures se dévideront moins bien que les cocons témoins, fourniront moins de soie et plus de déchet. C'est la conséquence de nos premières observations sur l'état des surfaces internes et externes, dans les coques des deux lots de cocons. »

On a vu, d'après les essais de filature que nous avons relatés plus haut, mais dont les résultats, au moment de notre examen, n'étaient pas connus, que ces prévisions se sont pleinement réalisées.

Nous ajoutons : « En second lieu, lorsque la soie grège fournie par les cocons sera soumise au décreusage, que la fibroïne sera mise à nu, on peut dire que la surface de cette fibroïne ne sera pas homogène. Certains points auront subi le contact de l'acide sulfurique ; d'autres, au contraire, auront été plus ou moins préservés. C'est un fait constant, en effet, que dans le cocon, la fibroïne est entourée d'une couche de grès d'épaisseur variable. Il en résulte que la fibroïne sera d'autant plus altérée par l'acide sulfurique que la couche de gomme qui la protège est moins épaisse. En outre, on conçoit que les portions de fils constituant la face externe du cocon aient subi un contact plus prolongé, plus immédiat avec l'acide sulfurique, puisque cet acide par oxydation de l'acide sulfureux au contact de l'air humide, a dû se former d'abord sur cette face.

« Mais comment se traduira cette altération qui frappe à des degrés divers la fibroïne ?

« Un fait bien connu des épailleurs de laine permettra de répondre à cette question. Toutes les fois qu'un tissu ou une fibre de laine subissent, avec des intensités variables suivant leurs parties, l'action prolongée des acides minéraux, ces

différences sont nettement accusées par la teinture. Les fibres animales, en effet, suivant qu'elles ont été plus ou moins profondément altérées par les acides, fixent de façons différentes les matières colorantes et ne sont pas susceptibles d'être teintes, dans une foule de cas, en nuances unies.

« Avec quelle intensité ces accidents se produiront-ils ? Dans quelle mesure, par exemple, le rendement en filature sera-t-il diminué ? Quelles couleurs faudra-t-il renoncer à obtenir en nuances unies ? Ce sont là des points auxquels il ne paraît pas possible de répondre quant à présent. Des expériences directes, exécutées dans les conditions et avec les moyens qu'emploie l'industrie, pourraient seules les élucider. »

L'exemple que nous venons de citer montre toute l'attention qui doit être apportée dans l'examen des cocons. Des causes ne modifiant pas sensiblement les caractères extérieurs des cocons peuvent pourtant porter atteinte, dans de larges proportions, à leur valeur technique. C'est en signalant et en publiant les faits du genre de celui qui vient d'être décrit, que les filateurs pourront être mis en garde contre leur retour.

Parmi les cocons normaux ne présentant aucune des anomalies qui viennent d'être signalées, il faut distinguer les produits des différentes races de vers. La forme, la couleur, le volume des cocons peuvent varier dans des proportions considérables.

La couleur la plus commune est la teinte orangée, les cocons blancs sont peu abondants et l'on ne trouve que rarement des cocons verts ou couleur jaune soufre.

La forme est habituellement ovale, présentant parfois, au milieu de la hauteur, un étranglement légèrement accusé. De grandes différences se rencontrent dans la texture ou le grain extérieur. Certains cocons présentent une surface à mailles fines et serrées ; d'autres, au contraire, se montrent formés par une texture grossière et rugueuse. Les plus estimés ont un grain serré et fin.

La consistance du cocon est sujette à de nombreuses variations : ordinairement la coque résiste à la pression de deux doigts, mais parfois elle est faible, flexible, et cède au moindre effort.

Un cocon de bonne qualité doit être à grain serré, à surface lisse, et présenter à la pression une résistance suffisante ; la couleur doit être uniforme et exempte de taches. Dans ces conditions, on peut séparer la matière dont il est formé en six ou huit couches appelées *vestes* ou couches soyeuses. Entre ces vestes, on constate l'existence d'intervalles sensibles, surtout pour les cocons à texture lâche connus sous le nom de *satinés*.

La bave qui forme le cocon constitue un fil continu atteignant, dans un beau cocon, la longueur de douze cents mètres. En étirant cette bave, en dévidant le cocon, la filature prépare les premiers fils de soie. Cette opération, fort simple en apparence, est, en réalité, d'une réalisation assez compliquée. Avant d'en aborder la description, il convient d'examiner sommairement la constitution chimique du cocon, et surtout de la bave qui constitue son enveloppe.

Étude physique et chimique du cocon

La bave de ver à soie forme le tissu même du cocon. Pour étudier ses propriétés physiques on peut l'examiner tout d'abord telle qu'elle se trouve dans le ver ; si, après avoir fendu longitudinalement, au moyen d'une incision dorsale, un ver *Bombyx mori* vivant, prêt à filer, on enlève les glandes de la soie, on constate qu'à l'intérieur des réservoirs la soie est gélatineuse, transparente, demi-fluide ; dans l'air humide, la soie conserve à peu près cet état. Mais sous l'influence de l'air sec, par l'action de l'alcool absolu, elle perd sa transparence en se coagulant à la manière de l'albumine.

À ce moment, elle est devenue cassante et l'influence de l'air humide ne lui rend plus sa fluidité. Mais si la soie est

étirée au fur et à mesure de sa sortie des réservoirs, elle se coagule en fournissant un fil continu, brillant, doué d'une souplesse et d'une élasticité remarquables. Le tissu du cocon est constitué par le fil de soie coagulé, et si nous voulons étudier sa constitution, c'est là que nous devons la surprendre avant qu'aucune manipulation ne soit venue la modifier.

En prenant un cocon frais, non étuvé, en l'ouvrant avec précaution au moyen de ciseaux, il est possible d'enlever la chrysalide et de mettre à part la coque, propre et bien nettoyée, qu'on peut ensuite étudier à son gré.

Mais les éléments que comporte cette étude sont bien loin d'être complets. Il faudrait de très nombreuses expériences pour élucider toutes les questions qui se rattachent à la connaissance du cocon. Au point de vue physico-chimique, à notre connaissance, M. Francezon est le seul qui ait commencé l'étude chimique du cocon frais¹. Sachant que la soie se compose essentiellement de fibroïne revêtue d'une couche plus ou moins épaisse de grès ou de gomme, cet expérimentateur a entrepris le dosage de ces deux éléments sur le cocon frais. Ses expériences ont abouti aux conclusions que nous allons formuler.

Une solution concentrée de savon pur et bouillant dissout presque toute la gomme de la soie.

L'acide acétique à 8°, pur et bouillant, dissout la partie de la gomme restée sur la fibroïne après le traitement par le savon.

Avant de traiter les coques par le bain de savon, M. Francezon les dessèche complètement, en les maintenant dans une étuve à 125°, jusqu'à ce qu'elles ne perdent plus de leur poids. Pour opérer sûrement, il est indispensable d'effectuer les pesées dans l'étuve même. Les matières soyeuses, en effet, attirent l'humidité de l'air si avidement qu'il est im-

¹ Étude chimique des cocons et des produits qui en dérivent en filature, par Paul Francezon, filateur à Alais, Lyon, le *Moniteur des soies*, 1875.

possible de retirer les coques de l'étuve une fois sèches sans que leur poids augmente immédiatement d'une quantité notable.

Le bain de savon est préparé en faisant dissoudre dans un litre d'eau distillée dix parties de savon pour une de soie, comptée en poids sec.

Le savon étant dissous, le bain est placé dans une capsule de porcelaine de deux litres. On y plonge les coques, puis on porte le bain à l'ébullition en chauffant la capsule au moyen d'un bec Bunsen ou d'une lampe à alcool. L'ébullition est maintenue pendant deux heures et demie à trois heures. Il faut avoir soin de remplacer l'eau qui s'évapore et d'agiter les coques de temps en temps, au moyen d'une baguette de verre, pour égaliser l'action dissolvante du savon.

Au bout de ce temps on enlève les coques, on les fait égoutter, on les rince dans plusieurs bains successifs d'eau distillée, jusqu'à dissolution complète du savon.

L'action de l'acide acétique bouillant vient ensuite compléter celle de la solution de savon et enlève les dernières traces de grès. Pour effectuer cette opération, on place de l'acide acétique à 8° dans une cornue tubulée mise en communication avec un serpentin de verre refroidi extérieurement. Pendant la durée de l'opération l'acide acétique qu'on distille peut, de la sorte, être condensé et servir à une autre traitement. M. Francezon opère avec deux cornues pareilles, fonctionnant simultanément : on porte d'abord leur contenu à l'ébullition en chauffant les cornues, puis les coques, traitées au savon bouillant et bien rincées à l'eau distillée, sont introduites par la tubulure de la cornue ; on les laisse pendant vingt à vingt-cinq minutes au sein de l'acide acétique en ébullition tranquille, puis on les retire au moyen de crochets de verre. Elles sont égouttées, puis introduites dans la deuxième cornue où elles séjournent dix minutes, pendant que l'acide acétique est toujours maintenu à l'ébullition ; au bout de ce temps, les coques sont complètement débarrassées

de leur grès, elles ne renferment plus que de la fibroïne. On les enlève au moyen de crochets de verre, on les égoutte et on les rince complètement à l'eau distillée. Elles sont ensuite desséchées complètement à 125° et pesées à l'état sec.

La perte de poids représente très exactement, d'après M. Francezon, la proportion de grès contenue dans les coques. Toutefois, il ne faut pas prolonger l'action de l'acide acétique au delà du temps qui est indiqué. M. Francezon a constaté, en effet, que la fibroïne elle-même, quand elle est complètement privée de grès, est attaquée et désagrégée par l'acide acétique. Mais cette attaque est relativement très lente, tandis que celle du grès est rapide. En considérant comme nulle la quantité de fibroïne dissoute par l'acide acétique pendant la durée de l'expérience, on s'éloigne peu de la vérité.

M. Francezon a appliqué la méthode analytique que nous venons de décrire à la solution de quelques problèmes fort intéressants. Prenant comme point de départ le cocon jaune des Cévennes, il a recherché la proportion de gomme contenue dans la blaze, c'est-à-dire dans la première enveloppe, dans la coque et dans les diverses couches ou vestes soyeuses.

Cinq échantillons de blaze, soigneusement débarrassés à la pince de tous corps étrangers, pesés à l'absolu, puis soumis au savon et à l'acide acétique bouillant, ont fourni les chiffres suivants :

| | GOMME pour 100 | FIBROÏNE pour 100 |
|------------------|-------------------|----------------------|
| Essai 1. | 44,2 | 55,8 |
| — 2. | 44,8 | 55,2 |
| — 3. | 44 | 56 |
| — 4. | 45 | 55 |
| — 5. | 44,1 | 55,9 |
| Moyenne. | 44,4 | 55,6 |

Un même nombre d'échantillons de coques soigneusement nettoyés, soumis au même traitement, ont donné :

| | GOMME pour 100 | FIBROÏNE pour 100 |
|------------------|-------------------|----------------------|
| Essai 1. | 29,3 | 70,7 |
| — 2. | 29,5 | 70,5 |
| — 3. | 29,1 | 70,9 |
| — 4. | 29,3 | 70,7 |
| — 5. | 29,3 | 70,7 |
| Moyenne. | 29,3 | 70,7 |

M. Francezon a voulu pénétrer plus avant encore dans l'étude des différentes couches du cocon, au point de vue de la proportion relative de fibroïne et de grès. Ayant fendu longitudinalement un cocon, il a pu, en insérant une pointe de canif dans l'épaisseur même de la coque, arracher et isoler les différentes couches ou vestes soyeuses. Chacune d'elles a été soumise séparément à l'action du savon et de l'acide acétique bouillants. Voici, pour cinq expériences, quels chiffres ont été obtenus :

COQUE JAUNE DES CÉVENNES

| COUCHES EXTÉRIEURES | | COUCHES INTÉRIEURES | | | |
|---------------------|----------|---------------------|------------------|-------|-------|
| GOMME | FIBROÏNE | GOMME | FIBROÏNE | | |
| pour 100 | pour 100 | pour 100 | pour 100 | | |
| Essai 1. | 31,45 | 68,55 | Essai 1. | 26,40 | 73,60 |
| — 2. | 31,81 | 68,19 | — 2. | 25,85 | 74,15 |
| — 3. | 31,16 | 68,84 | — 3. | 26,70 | 73,30 |
| — 4. | 31,30 | 68,70 | — 4. | 26,75 | 73,25 |
| — 5. | 31,65 | 68,35 | — 5. | 26,91 | 72,09 |
| Moyenne. | 31,47 | 68,53 | Moyenne. | 26,72 | 73,28 |

En résumant tous ces résultats on trouve :

| | GOMME pour 100 | FIBROÏNE pour 100 |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------|
| Blaze. | 44,40 | 55,60 |
| Coques couches extérieures. | 31,47 | 68,53 |
| — entières. | 29,30 | 70,70 |
| — couches intérieures. | 26,72 | 73,28 |

Les premiers fils jetés par le ver sont donc les plus riches en gomme et la quantité de gomme diminue constamment jusqu'aux derniers fils.

Les conclusions de M. Francezon se sont trouvées confirmées de la manière la plus inattendue : MM. Sicard et Raulin, professeurs à la Faculté des sciences de Lyon, examinant la proportion de fibroïne et de grès contenue dans les glandes de la soie, ont trouvé que le grès préexistait dans les organes de la soie et qu'il formait avec la matière colorante une sorte de gaine autour de la fibroïne. Les parties antérieures du réservoir renferment une épaisseur de grès plus grande que les régions situées à l'arrière et l'on peut s'expliquer ainsi que les parties extérieures du cocon soient plus riches en grès que les couches internes.

Étude de la bave. — La connaissance des principales propriétés physiques et chimiques du cocon nous donne la clef des pratiques employées en filature. Mais ces éléments doivent être complétés par l'indication des propriétés physiques des baves.

Le fil continu jeté par le ver pour le tissage de son cocon peut mesurer, nous l'avons vu, douze cents mètres de longueur, sans solution de continuité. Toutefois cette mesure n'a rien d'absolu : elle peut varier, dans des limites très étendues, de trois cents à quinze cents mètres. Si l'on examine au microscope une bave de ver à soie, elle se présente sous forme d'un cylindre aplati avec une rainure longitudinale médiane qui se reproduit sur les deux faces, ce qui donne à sa section transversale l'aspect d'un huit un peu étranglé. Cette cannelure correspond à la soudure des deux brins qui ont formé la bave au moment de l'excrétion de la matière fluide. En effet, les glandes de la soie étant au nombre de deux, émettent chacune un brin qui se soude dans l'émission pour constituer la bave. Parfois la soudure n'est pas complète (fig. 33).

La largeur des baves de *Bombyx mori* varie de dix-huit à trente-deux millièmes de millimètre. La tenacité, exprimée par le nombre de grammes que peut supporter le fil sans être rompu, est comprise entre quatre et treize grammes. On

représente l'élasticité par l'allongement en millimètres que peut acquérir une bave d'un mètre de long sans être rompue. Elle varie de 8 à 18 pour 100. Mais une bave ayant subi son allongement maximum ne revient pas à sa longueur primitive lorsqu'on suspend la traction qui lui était appliquée ; elle conserve la moitié de son allongement, se montrant ainsi ductile en même temps qu'élastique.

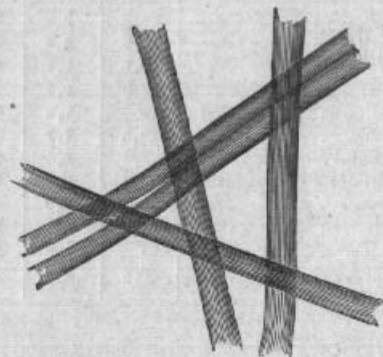


FIG. 33. — Fil de soie vu au microscope, 1/300.
a, fil montrant les deux brins primitifs constituants.

Un très grand nombre d'essais, conduits avec une remarquable précision, ont été exécutés à Lyon par la Condition publique des soies et le Laboratoire d'études de la soie en vue d'étudier les baves provenant de différentes espèces de cocons.

Pour chaque bave on a mesuré la *finesse* ou largeur moyenne, la *ténacité* et l' *élasticité* et enfin le *titre* , ou poids d'une longueur de cinq cents mètres exprimé en grammes ou en deniers¹.

Pour donner une idée des conclusions obtenues nous reproduisons un tableau qui résume les résultats de ces déterminations.

¹ 1 denier vaut 0 gr. 0531.

| | BAVE DES VERS DOMESTIQUES DU MURIER en moyenne | | | |
|---|--|------------------------|------------------------|---------------------|
| | FINESSE en millimètres de millimètre | TÉNACITÉ en grammes | ÉLASTICITÉ pour 100 | TITRE en grammes |
| Toutes les espèces ou variétés réunies. | 28,9 | 8,8 | 11,9 | 0,142 |
| Espèces ou variétés à cocons jaunes. | 28,5 | 8,6 | 11,6 | 0,134 |
| — de la France. | 29,5 | 9,7 | 11,3 | 0,149 |
| — de l'Italie. | 32,3 | 9,7 | 14 | 0,151 |
| — de l'Inde. | » | 7,3 | 14,5 | 0,135 |
| — de la Chine. | 26,3 | 7,2 | 9,5 | 0,119 |
| Espèces ou variétés à cocons verts. . . | 28,3 | 9,5 | 12,5 | 0,158 |
| Espèces ou variétés à cocons blancs. | 28,3 | 8,6 | 11,6 | 0,142 |
| — de la France. | 30,5 | 8,9 | 10,5 | 0,132 |
| — de l'Italie. | 30,2 | 8,8 | 12,8 | 0,141 |
| — de la Chine. | 24 | 6,8 | 10,2 | 0,128 |
| — du Japon. | 26,8 | 8,8 | 11,3 | 0,161 |

L'étude de ce tableau fait ressortir cette particularité que les baves de vers de même race différent suivant que les éducations ont été faites en Europe, en Asie. On a, en effet

VERS A SOIE ÉLEVÉS

| | EN | EN ASIE |
|--------------------------|-------|---------|
| Finesse moyenne. | 30,6 | 26,6 |
| Tenacité — | 9,6 | 7,4 |
| Elasticité — | 12,5 | 10,3 |
| Titre moyen. | 0,146 | 0,132 |

Les baves asiatiques sont donc, pour les mêmes races, plus fines, moins tenaces et moins élastiques que les baves d'origine européenne. Il est difficile de trouver la raison de ces différences. Faut-il en faire remonter la cause aux climats, à la nourriture des vers, aux modifications subies par les races dans leurs évolutions? C'est là un problème complexe

dont il est impossible de trouver, actuellement, la solution. Toutefois, comme il est évident *a priori* que les éléments concourant à l'éducation des vers diffèrent en Asie et en Europe, on doit admettre, par une conséquence naturelle, que les fils provenant de ces éducations peuvent ne pas posséder, nécessairement, des propriétés identiques.

Les baves que nous venons de décrire forment, par leur réunion, la soie grège, mais dans le cocon les baves sont unies entre elles par la coagulation de la soie au sortir de la filière du ver; l'âme de chaque fil, constitué par la fibreïne, se trouve emprisonnée dans la gomme ou le grès complètement solidifié; or, si les bains de savon bouillant, si les solutions alcalines ont la propriété de dissoudre le grès, l'eau chaude seule la ramollit suffisamment pour permettre le décollement des fils. Par suite, le dévidage des cocons, la soudure des baves entre elles et la formation de la soie grège deviennent possibles. On a utilisé cette particularité pour le tirage de la soie. Cette opération, fort simple en principe, nécessite des conditions spéciales de mise en train et d'application que nous nous efforcerons de décrire.

Dévidage des cocons

Primitivement, pour tirer la soie des cocons et obtenir la soie grège, on plaçait ceux-ci dans des bassines remplies d'eau chaude; les baves ramollies étaient étirées en faisceau qu'on enroulait ensuite sur un tour mû à la main. Cette méthode est employée encore de nos jours en Asie pour l'obtention de la soie grège (fig. 34).

Depuis le commencement de ce siècle, le dévidage des cocons a été l'objet de nombreux perfectionnements. On s'est attaché surtout à obtenir des fils de soie grège parfaitement réguliers, ayant le même diamètre sur toute leur longueur, présentant une résistance et une élasticité homogènes dans toutes

leurs parties, offrant une surface brillante, unie, exempte de duvets.



Fig. 34. — Dévidage des cocons (fac-simile d'une gravure japonaise).

Tous ces points, en effet, ont une égale importance. Les très nombreuses manipulations que doit subir la soie grège avant d'atteindre son état primitif commandent d'apporter les plus grands soins à sa bonne préparation.

Actuellement, les machines employées au dévidage de la soie se composent essentiellement de :

1° Une *bassine* à eau chaude pour recevoir les cocons à dévider ;

2° Une *fileuse* pour livrer passage à un certain nombre de brins de cocons réunis formant le fil de soie grège ;

3° Un appareil *croiseur* pour mener le fil de manière à l'arrondir, à en comprimer l'humidité, et à bien faire adhérer les brins entre eux ;

4° Un guide doué d'un mouvement alternatif et qu'on nomme pour cette raison le *va-et-vient*. Cet appareil a pour but de faire croiser le fil sur le dévidoir, afin qu'il ne se colle pas en revenant sur lui-même et de faciliter le dévidage ultérieur ;

5° Enfin l'*asple* ou dévidoir, animé d'un mouvement de rotation continue, et disposé pour recevoir la soie qui lui est amenée par le va-et-vient. L'ensemble de la machine est connu sous le nom de *tour*.

Avant de décrire en détail chacun des éléments composant le tour, il est utile d'examiner la marche du travail, tel qu'il est pratiqué en France et en Italie.

Chaque bassine est conduite par une ouvrière appelée *fileuse*. La fileuse plonge une poignée de cocons dans la bassine préalablement remplie d'eau bouillante, puis elle les agite, en leur imprimant un mouvement de rotation, avec un petit balai en bouleau, en bruyère ou en chiendent. Cette opération porte le nom de *battage*. Tous les brins qui se trouvent à la surface des cocons, les premières vestes soyeuses, de texture imparfaite se détachent et s'agglomèrent en une masse qu'il est facile de séparer ; on appelle *frisons* le déchet qui se produit au moyen du battage, et *purge*, l'action de les séparer des cocons qui restent dans la bassine.

La purge est évidemment une opération délicate, demandant, chez la fileuse, beaucoup d'adresse et beaucoup d'habileté. Elle doit être poursuivie jusqu'à ce qu'on ait trouvé

dans chaque cocon le fil unique, assez résistant pour être dévidé. Si la purge est incomplète, les cocons se dévident mal; si elle est poussée trop loin, la proportion de frisons, c'est-à-dire de déchet, augmente et la quantité de soie diminue. En moyenne, le poids de frisons, pour une purge bien faite, s'élève à 28-30 pour 100 du poids des cocons,

Les frisons dégagés par le battage sont obtenus sous forme de corde irrégulière ou de lanière allongée; on les met à part et, après séchage, les fileurs les vendent aux manufacturiers qui traitent les déchets de soie.

La purge faite, la fileuse saisit un à un les fils dévidables de chaque cocon et les place sur le bord de la bassine; puis elle en prend le nombre nécessaire pour former deux fils. Il est impossible de tirer le brin d'un seul cocon à la fois, un tel fil serait trop délicat à manier; de plus, son diamètre devient trop fin à mesure qu'on atteint les couches intérieures du cocon; aussi, le nombre des cocons qu'on dévide ensemble pour former un fil de grège, varie depuis deux jusqu'à quarante pour chaque fil, suivant la grosseur ou le titre qu'on veut donner à la soie grège¹. En moyenne, la soie grège est formée de six baves; ordinairement, la fileuse prépare ainsi deux fils de grège, provenant chacun d'un groupe de cocons placés dans la même bassine.

Les deux fils de grège sont engagés ensuite dans les filières du tour, puis croisés l'un sur l'autre, engagés dans les guides du va-et-vient et enfin portés sur l'asple ou dévidoir. Divers accidents peuvent se produire dans ces manipulations; si la jonction des fils est irrégulière, il en résulte une inégalité qu'on nomme *bouchon*. Parfois, l'un des fils se casse, il se colle à l'autre et forme une solution de continuité qu'on nomme *mariage*. L'opération doit être alors arrêtée; on enlève le mariage, les fils sont rattachés, croisés et remis en l'état où ils se trouvaient avant l'accident.

¹ Le titre est exprimé par le poids de 500 mètres de grège.

L'action des filières et de la croisure est indispensable pour faire adhérer les baves et donner au fil de soie grège une surface lisse, unie et une grosseur homogène. Il faut considérer qu'au sortir des bassines, le grès étant ramolli par l'action de l'eau bouillante, les fils sont gluants et se colleraient sur l'asple si on les enroulait trop tôt, avant qu'ils aient eu le temps de se coaguler suffisamment par le séchage. Le va-et-vient, la croisure et aussi un certain éloignement de l'asple permettent à la gomme recouvrant les fils de se coaguler avant qu'ils n'arrivent au dévidoir.

Lorsqu'un cocon se dévide bien, on le voit tourner dans la bassine, c'est-à-dire que l'étirage du fil qu'il contient lui donne un mouvement régulier de bascule. Lorsqu'un cocon ne tourne plus, toute la soie dévidable étant épuisée, ou une avarie empêchant la continuation du dévidage, on le remplace par un neuf, pour maintenir l'uniformité d'épaisseur du fil de grège. Il est évident que cette substitution doit être opérée en temps voulu, pour que l'homogénéité de la grège ne soit pas compromise. Mais, la fileuse doit lutter contre un autre genre de difficulté. Les baves n'ont pas un diamètre uniforme; leur finesse va croissant de la surface à l'intérieur des coques, dans un rapport moyen de un à quatre: si l'on ne tenait pas compte de cette circonstance, en commençant un fil de grège par le dévidage d'un nombre déterminé de cocons, en maintenant ce nombre jusqu'à la fin, on s'exposerait à donner à ce fil une grosseur décroissante et, par suite, à compromettre son homogénéité. Pour éviter cet inconvénient, la fileuse ajoute successivement un nouveau cocon pendant le travail, de manière à compenser la diminution de la grège provenant de la décroissance de grosseur des baves.

Ces détails montrent que l'habileté de la fileuse joue un rôle capital dans l'obtention d'une bonne soie grège; faute d'adresse, elle s'expose à de nombreux accidents. Une soie grège mal filée présente des inégalités de grosseur, des boucles ou des replis provenant de ce que les sinuosités des baves

n'ont pu se développer. Chacun de ces défauts porte un nom : une boucle simple s'appelle *duvet* ; si elle forme un paquet

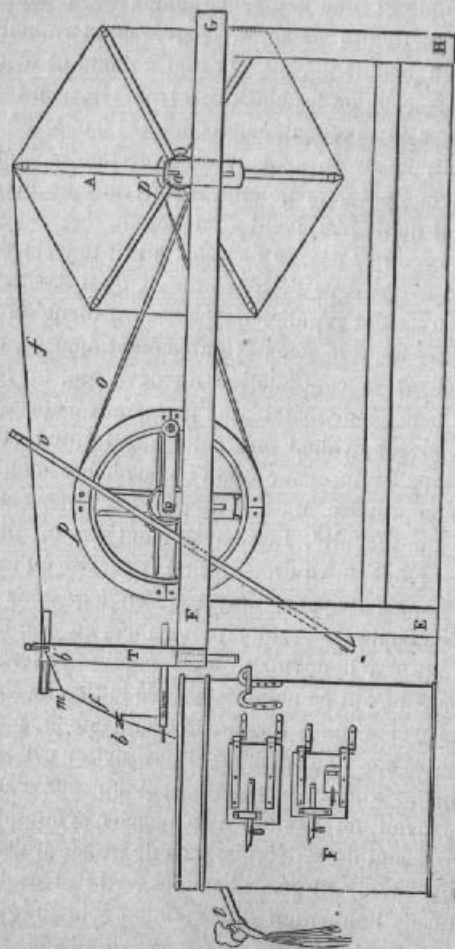


FIG. 35. — Tour à dévider les cocons, d'après Laboulaye, *Dictionnaire des arts et manufactures*. EFGH, bâtis en bois supportant le tour ; F, fourneau portant la bassine ; P, fil de soie ; Q, croisure ; A, asple ou dévidoir ; R, poulie motrice ; S, tringle du va et vient.

très apparent, elle constitue un *bouchon* ou *coste*. L'adjonction mal faite d'un brin, laisse parfois son extrémité libre

non soudée au faisceau de grège ; il en résulte un défaut connu sous le nom de *mort volant* ; on rencontre parfois aussi des bouts rompus et des solutions de continuité dans les fils.

Un grand nombre de dispositifs ont été imaginés pour empêcher ces accidents. Ils résident dans le guidage des fils entre la bassine et l'asple. Comme exemple, nous décrirons les principaux d'entre eux en examinant en détail et une à une les diverses pièces composant le tour (fig. 35).

Les bassines sont demi-sphériques, d'une capacité de vingt à vingt-cinq litres ; elles sont au deux tiers remplies d'eau qui doit pouvoir être chauffée jusque près de l'ébullition. Autrefois, ce chauffage était obtenu par un foyer placé au-dessous de la bassine. Actuellement, dans toutes les filatures un peu importantes, l'eau des bassines est chauffée au moyen d'un tube de cuivre muni d'un robinet et mis en communication avec une chaudière à vapeur. Cette chaudière, qui est placée dans un local spécial, peut alimenter de vapeur toutes les bassines d'une filature. De la sorte, on réalise une grande économie de combustible, on obtient un travail plus régulier et la soie grège se trouve mise à l'abri des fumées et des poussières provenant du foyer.

Devant chaque bassine, on place une fileuse qui dirige le dévidage et dont l'action, nous l'avons vu, exerce une influence considérable sur les résultats du travail du tour.

A la portée de sa main sont placés deux robinets pouvant amener l'un de l'eau froide, l'autre de la vapeur d'eau à deux ou trois atmosphères. Lorsque les cocons sont placés dans la bassine, l'eau doit être à l'ébullition ; puis, au bout d'un temps assez court, on doit abaisser la température jusqu'à 65° environ, par l'arrivée d'un jet d'eau froide, et battre les cocons à cette température.

A l'origine, l'eau bouillante décolle le brin des premières vestes soyeuses ; le jet d'eau froide empêche le brin dévidable ou maître brin de se détacher trop facilement ; on évite ainsi de faire trop de déchet.

Au-dessus des bassines sont placées les deux filières constituées par des petits disques d'acier, de porcelaine ou d'agate, percés d'une ouverture dans laquelle la filière engage les deux faisceaux du brin qui doivent former la grège.

Dans le système à la Chambon (fig. 36), les deux grèges, au sortir des filières, sont réunies et tordues l'une sur l'autre, de manière qu'elles se croisent cent ou deux cents fois, elle se séparent ensuite pour s'engager dans deux crochets de verre appelés *barbins* ou *trembleurs*, placés à quatre-vingts centimètres au-dessus des filières.

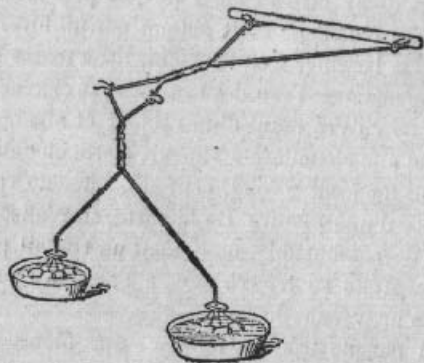


FIG. 36. — Croisure à la Chambon, d'après Pariset, *Monographie de l'industrie de la soie* (Bulletin des soies et des soieries, Lyon).

Après leur passage dans les barbins, les grèges, jusqu'ici placées dans un plan sensiblement vertical, prennent un changement de direction, voisin de 90° de leur direction primitive.

Se mouvant dans un plan à peu près horizontal, elles subissent une nouvelle croisure de cent à deux cents tours et se dirigent vers les boucles du va-et-vient; cet appareil reçoit son mouvement d'une tige appliquée sur l'arbre moteur du tour. Cet arbre a une partie renflée en son milieu, dans laquelle on a pratiqué une coulisse ou rainure en courbe,

d'une forme telle que la tige du va-et-vient, y étant engagée pendant que l'arbre tourne, est forcée de prendre un mouvement de va-et-vient régulier.

Du va-et-vient, chaque fil de grège se rend sur un asple qui se trouve placé en arrière et au-dessus de la fileuse.

La croisure à la Chambon, obtenue avec deux fils de grège, n'est pas la seule qui soit usitée. Dans la filature à la *tavelle* (fig. 37), chaque fil de grège est isolé. Au sortir de la filière,

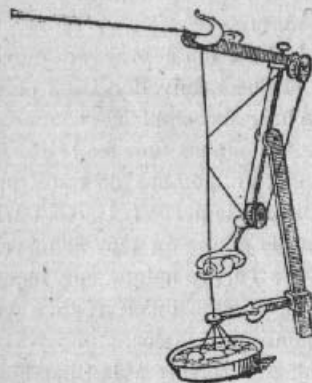


FIG. 37. — Croisure à la tavelle, d'après Pariset, *Monographie de l'industrie de la soie* (Bulletin des soies et des soieries, Lyon).

le fil s'engage dans un guide, monte verticalement, puis prenant une direction oblique, s'engage sur une petite poulie; de là, il redescend en suivant une direction presque verticale, franchit la gorge d'une deuxième poulie placée au-dessous de la première et va rejoindre, en faisant un certain nombre de tours de croisures, la direction primitive; il s'engage ensuite dans un crochet de verre et se rend au va-et-vient. La figure permettra de comprendre aisément l'économie de ce système.

La croisure à la tavelle ne comportant qu'un fil isolé supprime les inconvénients résultant du voisinage des deux fils dans le système Chambon, c'est-à-dire les *mariages*.

Quel que soit le système employé, les fils de grège sont conduits par le va-et-vient sur l'asple. L'asple, appelé aussi volet, est une sorte de cadre, tournant verticalement, sur lequel s'enroulent les grèges. Sa coupe verticale figure un hexagone régulier dont la plus grande diagonale mesure en moyenne soixante-dix centimètres. Il tourne avec une vitesse de cent à cent cinquante tours à la minute. L'asple est construit de telle façon que par la brisure de ses montants, il puisse se ployer et permettre ainsi de dégager facilement la grège qui le recouvre.

Autrefois, l'asple était mu à bras, au moyen d'un arbre portant une roue et une manivelle. Dans presque toutes les filatures, aujourd'hui, on emploie, comme force motrice, l'eau ou la vapeur. Rien n'est plus facile que de mouvoir, au moyen de ces agents, un nombre de tours aussi grand que l'espace dont on dispose le permet. Un seul arbre suffit ; une courroie placée sur la poulie du moteur marchant à vapeur ou à eau, transmet à l'arbre unique sur lequel sont montés tous les asples, une vitesse qu'on règle à volonté par les dimensions de la poulie réceptrice.

Dans le système de croisure à la Chambon, ou croisure double, l'écartement des guides de verre ou barbins est plus grand que l'épaisseur de l'asple ; on évite ainsi les mariages. Lorsqu'un fil se rompt, la croisure horizontale se détruit et le fil intact s'écarte notablement du fil rompu et ne peut l'entraîner avec lui sur son asple.

On a contesté les avantages de la double croisure. Certains praticiens affirment qu'il est préférable de ne pas croiser les fils entre les filières et les barbins ; une croisure unique entre les barbins et le va-et-vient conserverait à la soie plus de solidité, diminuerait les chances de mariage et de rupture, et finalement, permettrait d'obtenir un meilleur rendement, c'est-à-dire un titre plus élevé avec un moins grand nombre de cocons.

Or, cette question de rendement, en filature, est capitale.

Il est évident que tout système produisant, d'une manière certaine, une amélioration dans le rendement, doit être immédiatement adopté par les praticiens. Aussi, les efforts des inventeurs, pour perfectionner l'outillage des filatures, sont-ils nombreux. Chaque année apporte son contingent d'innovations dont un très petit nombre triomphe des épreuves de la pratique : mais, néanmoins, rien ne prouve que le maximum de rendement ait été atteint, et tout, au contraire, porte à penser que des perfectionnements seront apportés encore au matériel des filatures. Déjà, on a tenté de réduire à son minimum la main-d'œuvre employée dans le triage des cocons. Un ingénieur américain, M. Serrell, a imaginé un système complet de filature automatique, dans lequel le rôle de la fileuse est largement atténué. Il se bornerait à la préparation de l'eau de la bassine, à l'apport des cocons et à la formation du premier faisceau. A partir de ce moment, le fil, entre la croisure et l'asple, agit sur la tige d'un pendule régulateur. Dès que l'épaisseur des fils de soie grège diminue, sa résistance décroissant d'une quantité proportionnelle permet au pendule de prendre une certaine inclinaison qui se traduit par l'introduction automatique d'un nouveau brin de cocon dans le faisceau de grège. La place nous manque pour décrire ici le dispositif fort ingénieux imaginé par M. Serrell ; son système, du reste, n'est pas entré encore dans la grande pratique industrielle. Il n'en présente pas moins un très grand intérêt.

Jusqu'à présent, la fileuse conserve donc toute son importance, et c'est un art véritable qu'elle doit mettre en œuvre, pour tirer le meilleur parti possible des cocons qui lui sont confiés. Nous ne pouvons décrire ici toutes les précautions, tous les tours de main qu'il lui faut employer. Une visite d'une heure dans une filature en apprendrait davantage sur ce sujet que la lecture d'une longue et minutieuse description. Bornons-nous à ajouter que la fileuse doit apporter la plus grande attention à la température de l'eau de sa bas-

sine, et que cette température doit varier suivant la quantité des cocons soumis au dévidage ; de même, l'eau des bassines doit être changée de temps en temps, une fois par jour en moyenne, lorsqu'elle est devenue trop sale. C'est une pratique suivie dans la plupart des filatures, d'ajouter dans la bassine du jus provenant de chrysalides fraîches écrasées. Cette addition, disent les filateurs, facilite le dévidage. Certains esprits chagrins prétendent que son seul résultat est de donner une surcharge à la soie, par l'absorption de la matière grasse contenue dans les chrysalides. Nous ne prendrons pas parti dans ce litige ; nous croyons que des chrysalides, comme des meilleures choses, il ne faut pas faire abus.

Dans certaines usines, le battage à la main a été remplacé par le battage mécanique. Voici brièvement en quoi consiste l'un des systèmes employés : une bassine remplie de cocons est fermée à sa partie supérieure par un disque formant couvercle. Sur sa face inférieure, ce disque est garni d'une sorte de brosse formée de brins de bouleau ou de chien-dent ; il peut être animé d'un mouvement de rotation de durée déterminée, pendant laquelle le balai frotte à la surface des cocons placés dans la bassine, les dépouille des frisons et met à nu le bon brin. Le battage fini, le couvercle se relève automatiquement, entraînant avec lui les frisons : le cocon est prêt pour le tissage ; la fileuse n'a qu'à le saisir et à le mettre au dévidage.

L'opération qui consiste à ajouter une bave à la grège pour remplacer un cocon épuisé et maintenir l'uniformité de la grège, peut se faire automatiquement ; l'appareil chargé de réaliser cette opération, s'appelle comme, du reste, l'opération elle-même, le *jette-bout*. De nombreux systèmes ont été proposés ; dans l'un d'eux, la hase est présentée par la fileuse à un disque métallique, animé d'un rapide mouvement de rotation. Elle est saisie et entraînée dans un tube où se forme le faisceau. Par suite de la vitesse du disque, les par-

ties de la bave faisant saillie sur la soie grège, sont coupées et rejetées ; l'adjonction d'une nouvelle bave peut ainsi être effectuée plus rapidement et avec plus de sûreté.

M. Louis Camel, de Lyon, inventeur d'un jette-bout donnant de très bons résultats, a réalisé un type fort intéressant de tour à dévider les cocons. Son appareil, construit par les chantiers de la Buire, à Lyon, est représenté, figure 38.

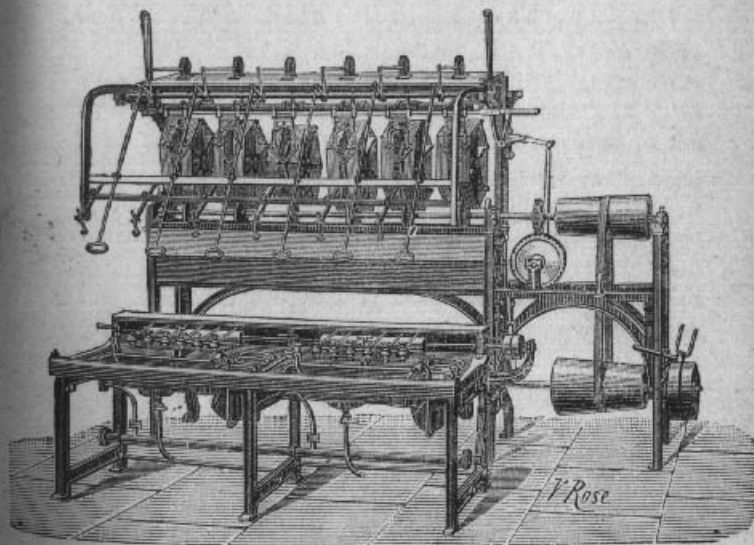


FIG. 38. — Appareil à filer la soie à deux bassines, système Léon Camel, construit par les chantiers de la Buire à Lyon.

Une nouvelle disposition des asples permet de ralentir la vitesse du dévidage tout en obtenant une production de soie considérable. Dans le système Léon Camel, une seule ouvrière peut surveiller et entretenir jusqu'à douze fils de grèges filés avec la croisure Chambon.

La nature de l'eau employée dans les bassines influe sur la

qualité de la soie grège. MM. Gabba et Textor¹ ont étudié cette question avec beaucoup de soin et sont arrivés aux conclusions suivantes : l'action de l'eau chaude sur les cocons ramollit d'abord l'enduit gommeux de la fibre et permet le dévidage de la bave; en même temps, une partie des substances solubles de l'enduit entre en solution. Par des traitements répétés, à l'eau chaude, les cocons peuvent perdre jusqu'à 22-26 pour 100 de leur poids.

Poussée jusqu'à ces limites, la perte en matières solubles porte préjudice à la qualité de la soie, car les matières qui entrent en dissolution sont justement celles qui donnent à la fibre, de l'éclat, de la couleur et de la ténacité. Les auteurs ont observé que la perte de la soie, en ténacité, est exactement proportionnelle à la perte en matières solubles. Or, cette dernière varie avec la composition chimique de l'eau employée. Ayant fait l'analyse d'un grand nombre d'eaux utilisées par les filatures qui fabriquent des produits de qualité supérieure, MM. Gabba et Textor ont reconnu que la dureté de ces eaux variait de 4 à 20°, et que les proportions de matières minérales dissoutes étaient représentées par les nombres suivants :

| | | |
|------------------------------------|-----------------|----------|
| Carbonate de calcium. | 0,0206 à 0,1339 | grammes |
| Sulfate de calcium. | 0,0090 | 0,0560 — |
| Sulfate de magnésium. | 0,0125 | 0,1003 — |
| Chlorure de potassium et de sodium | 0,0000 | 0,0620 — |
| Acide carbonique. | 0,0010 | 0,0125 — |

Les soies dévidées dans des eaux non calcaires ont moins d'apparence de couleur et de solidité que celles qui sont préparées dans les eaux dures. Les eaux dures, en effet, dissolvent moins de parties solubles de l'enduit gommeux de la fibre et fournissent, par suite, une soie de meilleure qualité. Pour prouver que la solubilité de ces substances est en raison inverse de la dureté de l'eau employée, les auteurs ont fait

¹ *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XII, p. 17.

dissoudre des quantités égales de colle de poisson (chimiquement analogue à la matière gommeuse de la soie) dans des volumes égaux d'eau de dureté différente et variant de 0 à 20°.

L'eau distillée, possédant le plus fort pouvoir dissolvant, est restée limpide, tandis que celle dont la dureté était représentée par 20, tenait la gélatine en suspension et se montrait la plus trouble de toutes.

D'après ces essais, les eaux dures seraient les plus propres à l'obtention de la soie grège. MM. Gabba et Textor ont tenté, du reste avec succès, de corriger les eaux des filatures n'offrant pas le degré de dureté voulu, par des additions de matières minérales. Ces additions consistaient en sulfate de calcium précipité, sulfate de magnésium et carbonate de sodium en cristaux.

Plusieurs filatures de Lombardie, où l'on pratique la correction de l'eau d'après cette méthode, fournissent des produits équivalant presque en qualité à ceux des filatures qui travaillent avec des eaux dures dont on a imité la composition. Il faut remarquer, toutefois, que le pouvoir dissolvant de l'eau diminuant avec la température, les eaux artificielles ne donnent pas d'aussi bons résultats en hiver qu'en été pour une même addition de matières minérales.

Il semble donc résulter de ces recherches que le fabricant de soie grège a tout avantage à employer les eaux calcaires, mais nous devons faire remarquer que les soies filées dans ces eaux doivent toujours contenir une certaine quantité de chaux retenue mécaniquement, qui ne peut être enlevée complètement par la cuisson. En cet état, les soies doivent se comporter moins bien à la teinture que si elles avaient été filées avec de l'eau douce. Il serait donc utile, avant d'adopter les conclusions des intéressantes recherches de MM. Gabba et Textor, d'instituer des expériences comparatives, au point de vue de la teinture, entre les soies filées à l'eau douce et celles qui proviennent des bassines alimentées avec des eaux dures.

Il serait injuste, après avoir relaté toutes les fautes qui peuvent être imputées aux fileuses, de passer sous silence les merveilles d'adresse qu'on leur voit parfois accomplir. Certaines grèges sont d'une régularité telle que si l'on prend au hasard, dans un ballot, des flottillons de cinq cents mètres, on trouve que les différences de poids, d'un flottillon à l'autre, atteignent, au maximum, deux décigrammes. Il n'était pas rare, autrefois, avant l'adoption des derniers perfectionnements dans les filatures, de trouver dans un même lot de grège, des flottillons de même longueur dont les poids variaient du simple au double.

Une fileuse habile ne doit pas se borner à produire un fil régulier ; à la qualité du travail, il faut qu'elle joigne la quantité. En tirant deux fils, elle produit en moyenne de deux à trois cents grammes de soie grège par journée de travail, la quantité variant suivant la nature de soie grège et le nombre de brins dont elle se compose.

Les éléments du travail de la fileuse sont ordinairement contrôlés avec soin. Rien n'est plus facile que de connaître le rendement qu'elle a obtenu. Il suffit de peser les cocons qui lui sont livrés et la soie grège sèche qu'elle en retire. Avec douze kilogrammes de cocons frais, on obtient d'ordinaire, un kilogramme de soie grège, mais cette proportion varie évidemment suivant la qualité des cocons ; parfois dix kilogrammes suffisent, tandis que, avec d'autres sortes, il en faut employer jusqu'à vingt kilogrammes.

Quatre kilogrammes de cocons secs produisent en moyenne un kilogramme de grège. A l'inspection des cocons, le filateur sait indiquer d'avance quelle proportion de soie doit en être retirée. Il sait, par une expérience prolongée et en mettant en œuvre un esprit d'observation toujours en éveil, que tel ensemble de caractères extérieurs correspond à tel rendement en grège. Aussi, peut-il constater si les quantités de grèges obtenues sont supérieures ou inférieures au rendement normal.

La qualité de la grège est appréciée par l'examen des flottes. On contrôle l'homogénéité par la prise de titre et l'on s'assure en même temps que la fileuse a bien composé la grège du nombre de brins qui lui avait été prescrit. Le titre légal représente le poids compté en grammes de 500 grammes de fils ; mais dans le commerce, on a conservé l'usage du titre ancien, représenté par le poids en deniers (un denier usuel vaut 0^{fr},0531) de 400 aunes ou 476 mètres de fils.

Par la détermination du titre, on peut constater si la grège a bien sa composition normale au point de vue du nombre des brins élémentaires. En comparant les titres de différentes parties entre eux, on apprécie l'homogénéité.

Si la soie grège est le produit principal des filatures, elle n'en est pas le seul ; le *frison* est une matière première importante pour les manufactures de déchets de soie. Au fond de la bassine, on trouve également un certain nombre de produits qui reçoivent tous une utilisation et viennent augmenter les profits de la filature. Ce sont d'abord les *bassinés* ou cocons percés, qui n'ont pas été aperçus au triage ; ces cocons ne se dévident pas, refusent de tourner et doivent être traités comme déchets ; puis les *pelettes* ou *telettes* ; elles sont constituées par les dernières vestes soyeuses, celles qui touchent la chrysalide. Cette couche est très mince, non dévidable ; elle forme un déchet qui subit un traitement spécial. Enfin, à l'intérieur des pelettes, on trouve les chrysalides ; elles sont retirées avec soin, séchées au soleil au dans des étuves et vendues à l'agriculture qui les emploie comme engrais azotés.

Lorsque la grège enroulée sur l'asple a acquis une longueur suffisante, l'asple est enlevée, démontée, la flotte de grège est soumise au séchage, on détermine son titre et on la plie pour la livrer au commerce. Sous cette dernière forme, les grèges sont en paquets formés de deux parties tordues l'une sur l'autre.

Suivant leurs pays d'origine, les grèges ont des pliages différents (fig. 39); celui que nous venons de décrire est usité en France et en Italie; les soies grèges d'Asie sont pliées en groupes de flottes disposées comme une grappe, ou en parallépipèdes, mesurant quarante centimètres de long, vingt de large et trente d'épaisseur, appelés *mosch*. Au Tonkin, les soies sont pliées en forme d'anneaux, de cinq à six centimètres de diamètre; du Bengale, elles arrivent en paquets étroits formés de petites flottes allongées, dites *cigarettes*.

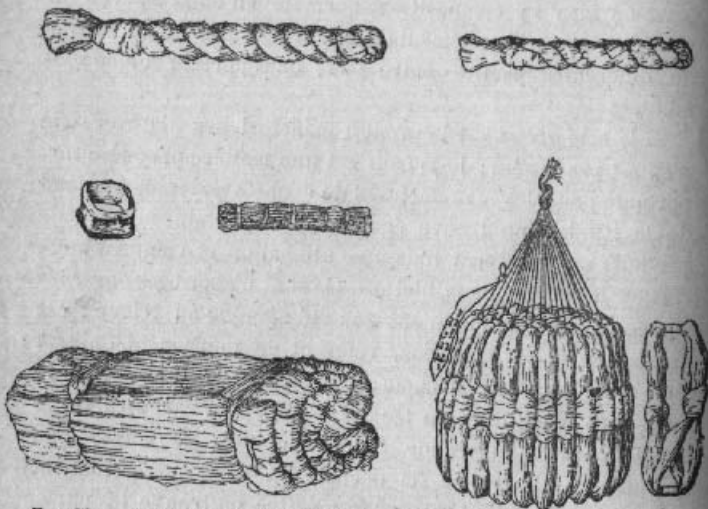


Fig. 31. — Grèges pliées, d'après Pariset, *Monographie de l'industrie de la soie* (Bulletin des soies et des soieries, Lyon).

Cette étude de la soie grège serait trop incomplète si nous ne décrivions ici les appareils et les méthodes employés au Laboratoire d'études de la soie, à Lyon, pour l'examen des éléments composant la grège, c'est-à-dire les baves de cocons. Ces recherches dont on a déjà vu, au début de ce chapitre, le résultat, permettent d'étudier méthodiquement les propriétés des baves provenant d'un seul cocon. Elles

préparent le classement méthodique des très nombreuses espèces de cocons produites dans les différentes parties du monde, en vue de la production des soies grèges. D'après les résultats qu'elles fournissent, il est possible de décider, par exemple, si une race de vers donne des cocons meilleurs ou plus mauvais qu'une autre, et si tel croisement entre deux races améliore les produits; on conçoit donc tout l'intérêt qui s'attache à une semblable question.

Un modèle particulier de tour reproduit, figures 40 et 41, sert à toutes les déterminations. La bassine est chauffée au gaz d'éclairage. Après quatre ou cinq minutes de séjour dans un bain à 75°, le cocon est suffisamment amolli pour céder la bave ferme.

Une pédale permet de faire varier à volonté la vitesse de rotation du guindre. Les dix ailettes qu'il comprend procurent à la bave, si tenue qu'elle soit, des appuis assez rapprochés pour l'empêcher de se rompre.

Les dimensions du guindre, combinées avec la marche d'un timbre avertisseur, permettent, après cent tours, de séparer la bave en flottillons de cent mètres. Il suffit, au moment voulu, de rompre le fil et d'avancer d'un cran le guide-bout mobile sur le va-et-vient pour former le flottillon suivant.

Pour les opérations expéditives, il suffit de faire tourner le guindre sans interruption en ayant soin seulement de pousser le guide-bout à chaque sonnerie.

Si l'on veut étudier un cocon, il faut prendre un certain nombre de précautions qui ont été minutieusement décrites par M. Dusuzéau, directeur du Laboratoire, auteur de cette ingénieuse méthode. En pareille matière, les soins apportés au détail, l'absolue régularité des manipulations, peuvent seuls donner des garanties d'exactitude.

Dans la bassine, chaque cocon est traité séparément, il n'est pas battu; la fileuse le presse très doucement entre les doigts pour enlever la bourre et trouver le bout. Quatre ou

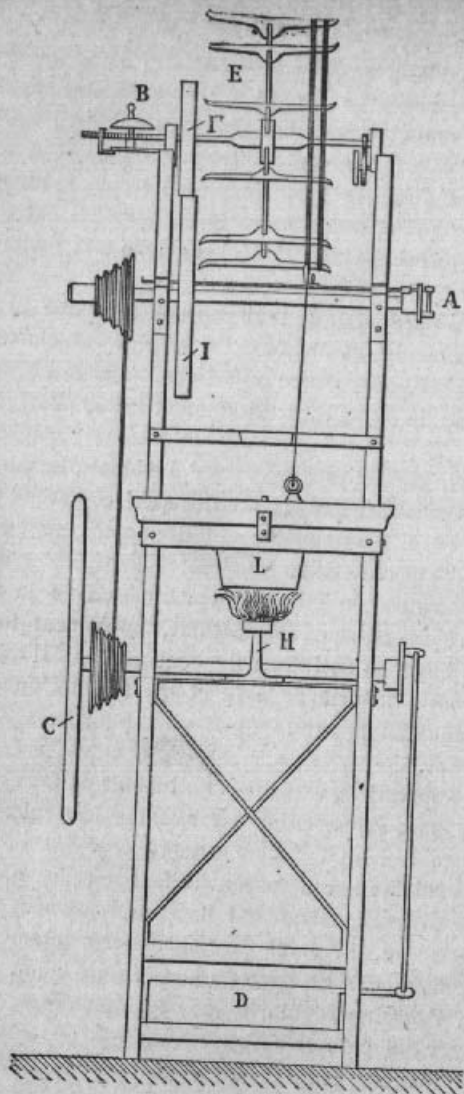


FIG. 40. — Vue de face.

Tour du Laboratoire d'études de la soie de Lyon, pour l'étude des baves.

D, pédale motrice; H, brûleur à gaz; L, bassine; I, poulies; E, guindre; A, mécanisme de distribution de la soie sur le guindre (va-et-vient); B, timbre avertisseur; C, volant.

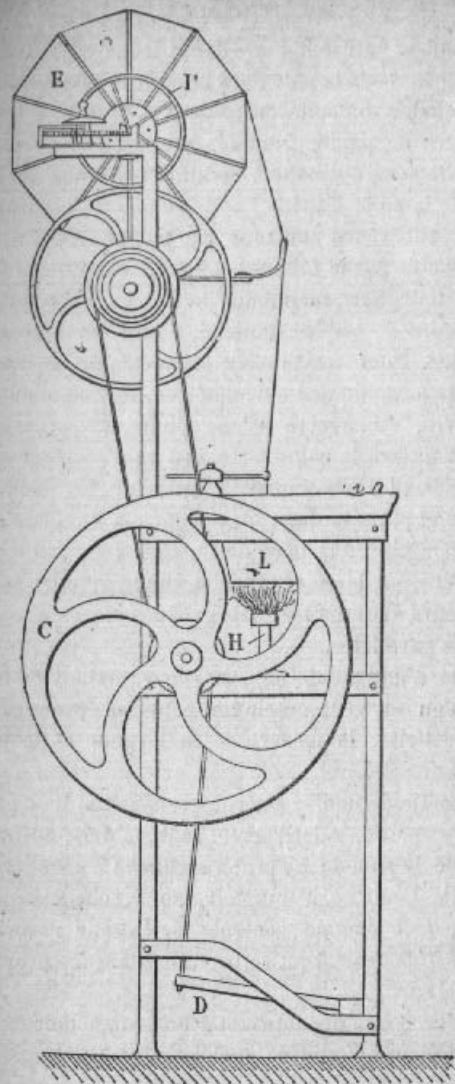


FIG. 41. — Vue de profil.

Tour du Laboratoire d'études la soie de Lyon, pour l'étude des baves.

cinq minutes suffisent pour tirer la soie d'un cocon. Afin d'envelopper toute la soie dans la position même qu'elle a prise sur le guindre, on colle entre deux lames du guindre, deux bandelettes de papier gommé, larges de seize millimètres, longues de seize à dix-huit centimètres, l'une appliquée au-dessus de la soie, l'autre au-dessous, en s'assurant de leur complète adhérence sur tous les points. Avec des ciseaux fins, on coupe par le milieu les bandes ainsi unies à la soie et tous les flottillons, maintenus aux deux extrémités par les demi-bandes de papier gommé, s'enlèvent comme un filet d'un mètre. Pour les étudier aisément, on les étale sur une planchette large de deux décimètres, longue d'un mètre dix centimètres, recouverte d'une étoffe de laine noire bien tendue et fixée à la colle-forte. Au moyen d'épingles fixées dans les bandes de papier réunissant les deux bouts de flottillons et piquées dans des planches de liège incrustées aux extrémités de la planchette, tous les flottillons séparés dans l'ordre où ils se trouvaient sur le guindre sont tendus en longueurs d'un mètre, par groupes de cent, suivant des directions parallèles.

A l'aide d'une pointe fine, on sépare autant de baves d'un mètre qu'on en veut employer pour les épreuves de ténacité, d'élasticité, la mesure de la largeur et le titrage du poids.

Cette méthode donne des renseignements très précis, elle est d'une exécution relativement rapide. Mais, au Laboratoire d'études de la soie de Lyon, on s'attache à conserver la soie entière, de manière à pouvoir, au besoin, renouveler les épreuves, soit comme contrôle, soit pour rechercher les variations qui auraient pu se produire dans les propriétés des baves.

Lorsqu'un cocon appartenant à un groupe doit être essayé, on le joint à un bulletin du modèle suivant :

| Laboratoire d'études de la soie | | Bulletin de dévidage des baves isolées | |
|---------------------------------|-----------|--|--|
| Date de l'essai | 188 | ÉTIQUETTE DU LOT | { Espèce Pays Envoyeur Numéro d'envoi |
| Numéro du registre | | | |
| Numéro du bocal | | | |
| Numéro du tiroir | | | |
| Cocon | | | |
| | Forme | | Grain |
| | Couleur | | Bave dévidée |
| | Dimension | | Palettes |
| | Poids | | Casse |
| | Tissure | | Dévidage |

Puis, ce bulletin et le cocon sont placés dans un des compartiments d'une cassette à divisions numérotées : le numéro du compartiment est inscrit sur le bulletin ; les cocons faisant partie du même lot sont placés avec des bulletins dans les cinq autres compartiments de la même cassette.

La fileuse place le cocon à dévider dans la bassine renfermant de l'eau à la température convenable ; puis, quand elle a trouvé le brin, elle déroule cinq mètres de soie sur une palette pour les opérations du titrage. La palette, est constituée par une lame de cuivre très mince, longue de dix centimètres, large de quatre, qu'à l'aide d'un manche mobile à pinces, la fileuse fait tourner entre ses doigts ; vingt-cinq tours prennent les cinq mètres.

Puis l'ouvrière casse le fil, l'applique sur le guindre et dévide cent mètres ; elle prélève ensuite une deuxième palette de cinq mètres, dévide cent mètres sur le guindre et continue ainsi par dévidages alternatifs de cinq et de cent mètres, sur les palettes et sur le guindre jusqu'à épuisement des cocons.

Une fileuse exercée peut dévider ainsi un cocon en l'espace de quinze minutes environ. Les flottillons sont pliés quatre fois sur eux-mêmes et, sous cette forme réduite, disposés

avec ordre sur une des feuilles de carton d'un album réservé aux baves.

On dévide ainsi six cocons du même groupe. Les palettes sont réunies aux bulletins correspondants dans les casiers de la cassette et remises au titreur qui fait quatre épreuves de titrage et d'élasticité pour chaque palette.

De la soie restant sur les palettes après ces épreuves, on prélève quelques fils, on les fixe parallèlement au moyen de baume du Canada, sur des lames de verre, puis après les avoir recouverts d'une lamelle, on les examine au microscope pour mesurer les épaisseurs. On étiquette et on conserve chaque préparation. Les frisons et la telette sont recueillis, séchés et renfermés dans un pli épinglé du bulletin.

Enfin, les bulletins sont l'objet d'un classement qui permet de les retrouver rapidement en cas de besoin.

Toutes ces opérations concourent à donner un très grand degré d'exactitude aux nombres obtenus par le Laboratoire d'études de la soie de Lyon. Par cette méthode qui fonctionne depuis six ans environ, et a porté déjà sur un grand nombre de lots, s'établissent ce que l'on pourrait appeler les constantes physiques et mécaniques des baves du cocon. Leur ensemble forme de précieux éléments pour l'étude de l'obtention des soies grêges.

Il nous reste maintenant, avant d'entreprendre l'étude des transformations mécaniques que doit subir la soie grège pour former un fil véritable capable d'être tissé et teint, à relater les recherches qui ont été faites pour élucider la constitution chimique de la soie. C'est sur la soie grège, en effet, que se sont portés tous les efforts des expérimentateurs. A cet état, la soie est débarrassée de toutes les impuretés qui l'accompagnent dans le cocon ; elle affecte une forme qui la rend particulièrement apte à l'examen physique et à l'action des réactifs. Nous avons vu toutefois que, par le court séjour que les cocons ont fait dans la bassine, une partie de leur grès est entrée en dissolution, mais cette élimination

s'est effectuée sans que les propriétés primordiales de la soie aient subi des modifications appréciables.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CONSTITUTION CHIMIQUE DE LA SOIE GRÈGE

Propriétés physiques

La soie grège est formée, nous l'avons vu, d'un nombre variable de baves ou brins élémentaires réunis entre eux au moment du dévidage du cocon et soudés par la coagulation du grès.

Parmi les propriétés physiques de la soie grège, un certain nombre d'entre elles, l'élasticité, la ténacité, la ductilité, dépendent évidemment du nombre de brins assemblés. Aussi ces propriétés doivent-elles être étudiées sur le brin. Il serait possible, il est vrai, de rechercher, par des expériences directes, si dans une grège obtenue par la soudure d'un nombre déterminé de brins, les propriétés physiques que nous venons d'énumérer ont une valeur exactement égale à la somme de celles des brins composants ; mais ces déterminations n'ont pas été réalisées et cette identité, quoique non établie encore expérimentalement est admise par des raisons d'analogie.

La soie grège est brillante, et par cette propriété, elle constitue le plus beau des textiles connus. Sa couleur varie suivant les cocons dont elle provient ; de même qu'on connaît des cocons blancs, des cocons jaunes et des cocons verts, on rencontre des soies blanches, jaunes et jaune verdâtre. La