Denise R E N A R D

Année scolaire 1986 - 1987

16364

R A P P O R T D E S T A G E

E F F E C T U E

A L ' U N I T E S E R I C I C O L E D E L Y O N

P O U R L ' O B T E N T I O N

D U D . E . S . S .

D E P R O D U C T I O N S A N I M A L E S

E N Z O N E T R O P I C A L E

L'unité séricicole de Lyon

BIBLIOTHÈQUE
CIRAD-EMVT
10, rue P. Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

BIBLIOTHEQUE
C.I.R.A.D. - E.M.V.T.

Je remercie très sincèrement

Monsieur CHAVANCY, Directeur de l'Unité,
sa disponibilité et son aide m'ont permis de réaliser un stage varié et très intéressant,

Monsieur le Docteur BOUVIER,

Toute l'équipe gaie et sympathique de l'Unité qui a rendu ce stage très agréable,

Mes parents qui m'ont aidée à réaliser cette année d'étude supplémentaire

Mes soeurs et mes amis dont l'affection a été très précieuse cet été .

P L A N

-:-:-:-

Pages

INTRODUCTION 6

- LA SERICICULTURE 6

- RAPPEL HISTORIQUE 6

- PRESENTATION DE L'UNITE SERICICOLE DE LYON 8

I - L'ELEVAGE DU VER A SOIE 11

I.1 - LE CYCLE DU VER A SOIE 15

I.1.1 - L'OEUF 15

I.1.2 - LA VIE LARVAIRE 15

I.1.2.1 - Anatomie 17

I.1.2.2 - Biologie larvaire 17

I.1.2.3 - Les glandes séricigènes 19

I.1.2.4 - La soie : nature et structure 20

* La séricine ou grés 20

* La fibroïne 20

I.1.3 - COCONNAGE ET CHRYSALIDE 21

I.1.4 - L'IMAGO 21

I.2 - PRESENTATION DES ELEVAGES DE PRINTEMPS 22

I.2.1 - L'INCUBATION 22

I.2.1.1 - Désinfection des graines 22

I.2.1.2 - Locaux d'incubation 22

I.2.1.3 - Méthode d'incubation 25

I.2.1.4 - La levée 25

I.2.2 - ELEVAGE DES JEUNES VERS 26

I.2.2.1 - La nourrisserie 26

I.2.2.2 - Matériel d'élevage 26

I.2.2.3 - Alimentation 27

I.2.2.4 - Récolte et réserves des feuilles ... 27

I.2.2.5 - Nourrissage 27

Pages

I.2.2.6 - Délitage 30

I.2.2.7 - Conduite d'élevage des jeunes vers à soie 30

I.2.3 - ELEVAGE DES VERS A SOIE AUX AGES ULTERIEURS..... 31

I.2.3.1 - Local d'élevage: la magnanerie 31

I.2.3.2 - Matériel d'élevage 31

I.2.3.3 - Alimentation 33

I.2.3.4 - Nourrissage 33

I.2.3.5 - Délitage 34

I.2.3.6 - Conduite d'élevage 34

I.2.3.7 - Montée 34

I.2.4 - RECOLTE DES COCONS 36

I.2.4.1 - Etouffage des cocons 36

I.2.4.2 - Conservation des cocons jusqu'à émergence des adultes 37 37

II - SELECTION - REPRODUCTION - GRAINAGE - HEREDITE 38

II.1- SELECTION PENDANT LE STADE LARVAIRE 39

II.1.1 - VARIABILITE ANATOMIQUE 40

II.1.1.1 - Couleur et décoration 40

II.1.1.2 - Taille et poids 40

II.1.1.3 - Dimorphisme sexuel 40

II.1.2 - VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES 41

II.1.2.1 - Perméabilité intestinale et coloration des soies 41

II.1.2.2 - Croissance, capacité de développement, utilisation digestive 41 41

II.1.2.3 - Nombre de mues 41

II.2 - SELECTION DES COCONS 42

II.2.1 - La couleur 42

II.2.2 - LA FORME DES COCONS 42

II.2.3 - LA TAILLE DU COCON 42

II.2.4 - COMPACITE ET DURETE 42

pages

II.2.5 - LE GRAIN 43

II.2.6 - LE POIDS 43

II.2.7 - POIDS DE LA COQUE VIDE 43

II.2.8 - RICHESSE SOYEUSE 43

II.2.9 - LONGUEUR DE LA BAVE 45

II.2.10 - APTITUDE AU DEVIDAGE 47

II.3 - ORGANISATION DE LA REPRODUCTION - SELECTION DES ADULTES 47

II.3.1 - SEPERATION DES SEXES 47

II.3.2 - SELECTION DES ADULTES 51

II.3.3 - ACCOUPLEMENT 51

II.3.4 - LA PONTE 51

II.3.5 - EXAMEN DES PONDEUSES 51

II.4 - SELECTION DES PONTES..... 52

II.4.1 - SELECTION DES PONTES 52

II.4.1.1 - Le nombre d'oeufs 52

II.4.1.2 - Le nombre d'oeufs fécondés 52

II.4.1.3 - Poids des oeufs fécondés 54

II.4.2 - CONSERVATION DE LA GRAINE A L'ANNEE SUIVANTE 54

II.4.2.1 - Oeufs hibernants pondus à la mi-juin 54

II.4.2.2 - oeufs hibernant pondus mi-août 54

II.4.2.3 - Graines hibernantes produites en fin d'automne 59

II.5 - HEREDITE 59

II.5.1 - HEREDITE D'UN CARACTERE 59

II.5.2 - HEREDITE DE PLUSIEURS CARACTERES 60

II.5.3 - SEXE ET HEREDITE 60

II.5.4 - HEREDITE DES CARACTERES QUANTITATIFS 60

II.5.5 - HETEROSIS 60

II.6 - ORGANISATION DU GRAINAGE 62

II.6.1 - GRAINES DESTINEES A LA REPRODUCTION 62

II.6.2 - GRAINES DESTINEES A L'INDUSTRIE 62

pages

III - PATHOLOGIE DES ELEVAGES DE PRINTEMPS 1987 65

III.1 - OBSERVATIONS 68

III.1.1 - OBSERVATIONS DES ELEVAGES de L'UNITE SERICICOLE 68

III.1.1.1 - Observations lors des stades larvaires 68

III.1.1.2 - Observations lors de la récolte des cocons 69

III.1.2 - OBSERVATIONS A LA SICA SOIE CEVENNES .. 69

III.1.3 - OBSERVATIONS AU C.A.T. des MAGNANS 73

III.1.3.1 - Description 73

III.1.3.2 - Etiologie 73

III.1.4 - OBSERVATIONS DANS LES PETITS ELEVAGES . 75

III.2 - EPIDEMIOLOGIE 75

III.2.1 - REPARTITION GEOGRAPHIQUE 75

III.2.2.- CHRONOLOGIE 78

III.2.3 - RACES ET SOUCHES..... 78

III.2.4 - ORIGINE DES GRAINES 78

III.2.5 - ALIMENTATION 79

III.2.6 - CONTACT ENTRE LES ELEVAGES 79

III.2.7 - MORBIDITE ET MORTALITE 79

III.3 - LESIONS ANATOMO PATHOLOGIQUES - HISTOLOGIE 79

III.3.1 - LESIONS MACROSCOPIQUES 79

- Lésions externes 79

- Autopsie 79

III.3.2.- LESIONS MICROSCOPIQUES - HISTOLOGIE ... 80

III.4 - ELEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES 81

III.4.1 - SYNDROME DE NON FILAGE 81

III.4.2 - FORMATION DE COCONS GEANTS CHEZ LE VER A SOIE BOMBYX MORI L. TRAITE LOCALEMENT AVEC L'HORMONE JUVENILE SJ-42-F 82

III.4.3 - LA MUE NYMPHALE : REGULATION HORMONALE 82

pages

III.5 - ANALYSES - EXPERIENCES 84

III.5.1 - RECHERCHES BACTERIENNES 84

III.5.1.1 - Prélèvements 84

III.5.1.2 - Résultats 84

III.5.1.3 - Interprétation 85

III.5.2 - RECHERCHES VIRALES 85

III.5.3 - RECHERCHES DE PROTOZAIRES 85

III.5.4 - RECHERCHES D'UNE ETIOLOGIE ALIMENTAIRE 85

III.5.4.1 - Alimentation avec des bourgeons terminaux 85

III.5.4.2 - Recherches d'une substance exogène déposée sur les feuilles du mûrier 86

III.5.4.3 - Recherches d'uns substance assimilée par l'eau du sol 86

III.5.5 - DOSAGES DES HORMONES CHEZ LES LARVES 87

III.6 - INTERPRETATION - RESULTATS 87

CONCLUSION 88

BIBLIOGRAPHIE 89

I N T R O D U C T I O N

LA SERICICULTURE

La sériciculture a pour objet l'élevage des vers à soie dont la soie est la production commerciale.

La soie est obtenue à partir du dévidage des cocons, formée d'un filament continu, long de plusieurs centaines de mètres .

Le commerce de la soie connaît quatre soies naturelles . La plus importante est la soie du Bombyx du mûrier .

Le ver à soie appartient à la classe des Insectes; l'ordre des Lépidoptères comprend tous les papillons de jour et de nuit dont le Bombyx. La famille des Bombycidés regroupe le Bombyx mori, le ver à soie domestique et le Bombyx mandarina, son ancêtre sauvage .

Les vers à soie sont des insectes à métamorphose complète : de l'oeuf à l'insecte parfait, ils passent par l'état de larve ou chenille et par celui de chrysalide ou nymphe à l'intérieur du cocon . Ils se nourrissent exclusivement de feuilles de mûrier .

RAPPEL HISTORIQUE

D'après Confucius, en 2640 avant Jésus-Christ, la princesse chinoise HSI-LING-SHI dévida la première la soie d'un cocon tombé dans sa tasse de thé. Partant de là, les Chinois découvrirent le cycle du ver à soie et pendant trente siècles, ils gardèrent le monopole de la soie .

Au IIIème siècle avant Jésus-Christ, les tissus de soie de Chine commencèrent à pénétrer dans le reste du monde et furent acheminés vers l'Ouest par les longs itinéraires de la route de la soie .

En 552, la sériciculture se répandit en Asie Mineure et en Grèce grâce à deux moines qui ramenèrent de Byzance des graines de ver à soie cachées dans un bambou .

La culture de la soie progressa vers le bassin méditerranéen au cours des siècles .

Plus tard, à la demande de Henri IV, Olivier de Serres entreprit le développement de la sériciculture en France .

La culture du ver à soie a atteint son apogée en 1853 avec une production de 26 millions de kilos de cocons, correspondant à plus de 2 200 000 kilos de soie grège. L'industrie de la soie lyonnaise a une renommée mondiale; deux grands noms : Philippe de la Salle et Vaucançon .

Dans les années 1855/1860, les maladies du ver à soie surtout la pébrine ravagèrent les magnaneries. Elles furent jugulées grâce aux découvertes de Pasteur. Cependant l'évolution du monde agricole et l'arrivée des soies d'Extrême-Orient provoquèrent le long déclin de la sériciculture française.

La guerre de 1939/1945 entraîna une rupture de l'approvisionnement en soie grège. Après cette guerre, progressivement, la sériciculture et donc la filature disparurent de tout le bassin méditerranéen. L'Extrême-Orient restaura sa production. Le Japon fit des progrès remarquables en sériciculture, filature, inspection et classement des soies .

Actuellement la Chine redevient le grand pays séricicole, premier producteur, exportateur de soie . L'Inde, la Corée du Sud créent une production moderne de soie et des efforts, dans le même sens, sont entrepris au Brésil .

Le tableau ci-après montre la part croissante de ces pays dans la production mondiale

années	1938	1960	1970	1975
Chine ( ) Corée du Sud ( ) Inde	22,00%	38,20%	51,60%	60,20%
Japon	64,31%	42,70%	32,60%	23,40%
Production mondiale de soie grège (milliers de tonnes)	56,40	30,80	41,00	48,00

En raison de sa valeur économique, le ver à soie est l'objet d'importantes études scientifiques pour intensifier et rationaliser la sériciculture. C'est l'un des buts de l'Unité nationale séricicole de LYON .

PRESENTATION DE L'UNITE NATIONALE SERICICOLE

Créée en 1979, l'Unité séricicole accueille le siège de la Commission séricicole internationale .

Ses activités sont les suivantes :

- activités scientifiques et techniques en sériciculture

  * Conservation du capital génétique du Bombyx mori

    Le ver à soie appartient à la famille des Bombycidés.

    Cet insecte est devenu totalement domestiqué et n'existe plus à l'état sauvage.

    Au cours de l'histoire de la sériciculture, le ver à soie a été différencié en de nombreuses races et souches. Ces souches et races présentent des particularités morphologiques, physiologiques, histologiques qu'il est très important de conserver.

  * Sélection et hybridation pour l'obtention de lignées commerciales .

    Certains mutants ont présenté des particularités concernant la taille, forme, le poids des cocons. Exploitées par la sélection et l'hybridation, ces lignées aboutissent à une productivité supérieure .

  * grainage pour l'enseignement, la recherche et la sériciculture pour la France et l'étranger.

    La récolte des cocons pour le dévidage de la soie grège interrompt

le cycle du ver à soie. Le papillon (adulte) en effet lyse le cocon pour assurer sa reproduction. Il y a donc séparation des reproducteurs qui vendent la graine et des éleveurs qui vendent les cocons pour obtenir la soie .

L'Unité de Lyon assure le grainage

- des races, modèle biologique de la recherche fondamentale
- des races et hybrides commerciaux destinés essentiellement aux adhérents de la S.I.C.A. soie Cévennes et au C.A.T. des Vigans.

* Recherches fondamentales et appliquées sur le ver à soie .

Bien qu'il ait été créé et utilisé par Pasteur, le mot BACOLOGIE n'est pas très couramment utilisé. Il désigne la science du ver à soie et couvre de nombreux domaines scientifiques tels que la biochimie, la physiologie, la génétique, la biologie cellulaire et moléculaire, la pathologie .

C'est chez le ver à soie que l'on a précisé les phénomènes tels que l'hérédité maternelle, l'hétérosis, la découverte de certains acides aminés. L'utilisation du ver à soie comme modèle biologique est intéressant grâce à un cycle vital relativement court, grâce à la facilité de manipulation (inoffensif et ne se déplace guère) et à l'homogénéité des souches génétiques stables; il est aujourd'hui techniquement possible de commencer un élevage à n'importe quel moment de l'année, selon les besoins de l'expérimentation .

- Activités de formation et d'aide au développement .

* Formation d'experts et techniciens français et étrangers
* Aide technique aux programmes séricicoles dans les pays en voie de développement.
* Stages de formation longue durée (3 mois) réservés aux ressortissants étrangers dans le domaine de la sériciculture, filature et techniques post-filature .
* Constitution et mise à la disposition des chercheurs et techniciens

d'un fond documentaire très important, relatif à la sériciculture. La diffusion de la bibliographie correspondante s'effectue par SERICOLOGIA, périodique édité par la Commission Séricicole Internationale .

* Travaillent à l'Unité :
  - un directeur : Monsieur G. CHAUVANCY
  - le secrétaire général de la Commission internationale séricicole : Docteur BOUVIER
  - un ingénieur agronome : Monsieur MAS
  - un technicien supérieur d'agriculture : Monsieur B. DECLERIEUX
  - un jardinier : Monsieur B. PERRET
  - deux secrétaires : NADINE et CLAUDE
  - des vacataires lors des élevages de printemps et d'automne .

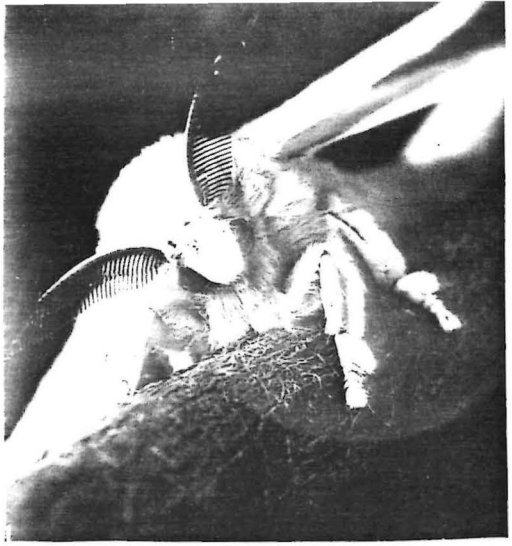
Je n'ai pu malheureusement aborder toutes les disciplines concernant le ver à soie. Je me suis surtout consacrée à la sériciculture au sens strict. J'ai participé à la conduite des élevages, au programme de sélection.

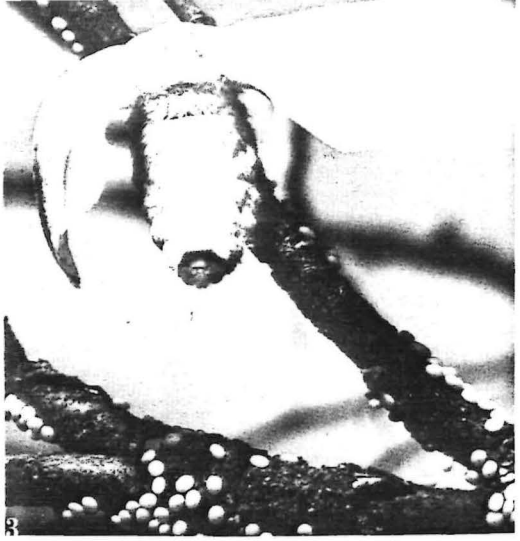
Je présenterai dans une première partie la pratique de l'élevage à l'Unité de Lyon. Puis j'aborderai les modalités de la sélection et la reproduction selon la finalité des graines. Par des circonstances fortuites, nous avons été exceptionnellement confrontés à des problèmes pathologiques pendant ces élevages de printemps. C'est pourquoi, en dernière partie, j'essaierai de présenter la symptomatologie, d'analyser les différentes étiologies possibles .

I

L'ELEVAGE DU VER A SOIE

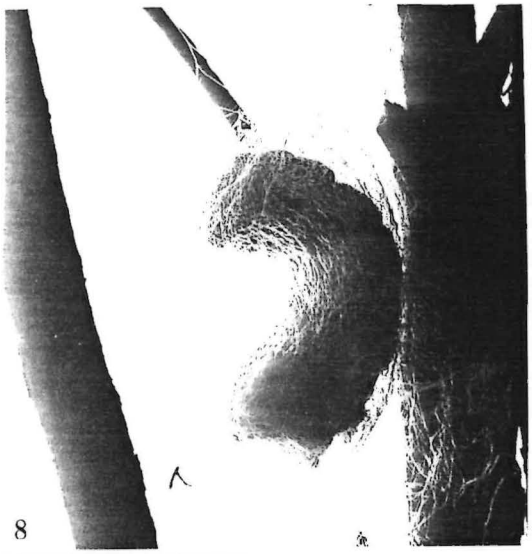
Nous allons brièvement présenter les caractéristiques morphologiques, anatomiques et physiologiques des différents stades de la vie du Bombyx mori. Puis nous décrirons la conduite et l'organisation des élevages de printemps .



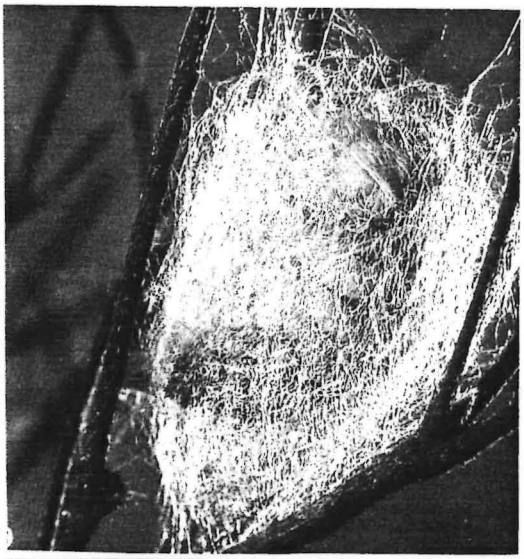


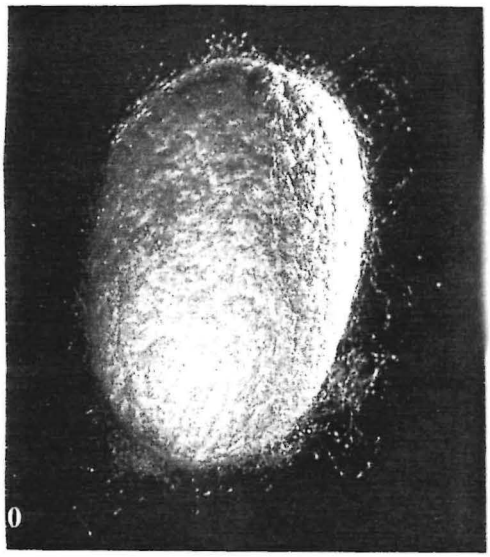
3

6

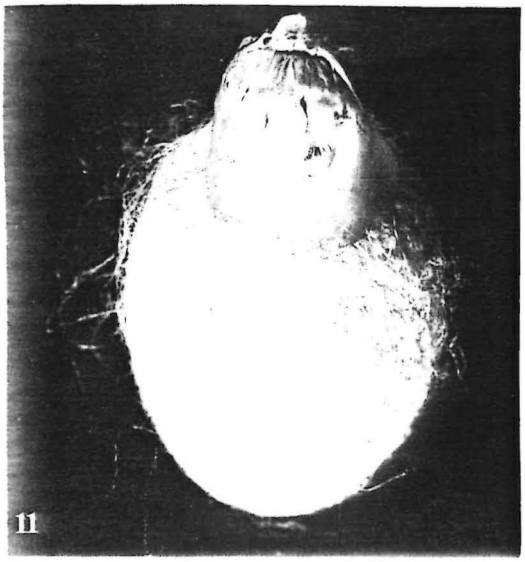


8

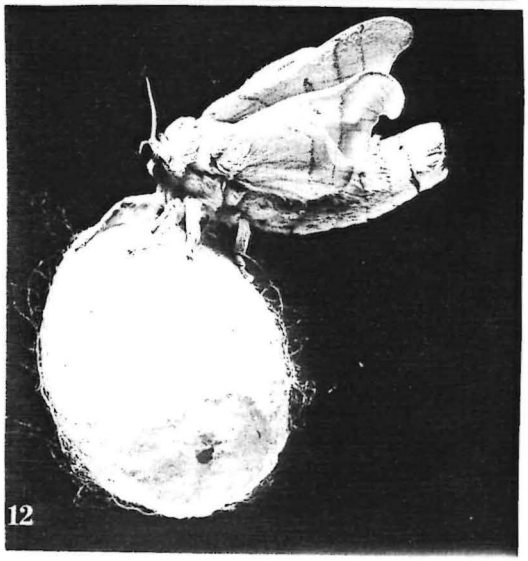




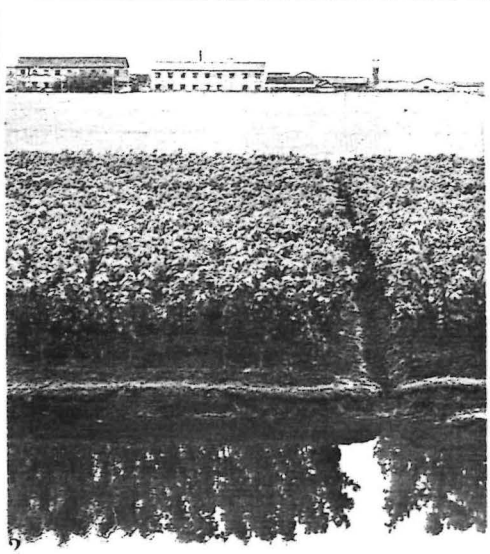
0



11



12



I.1 - CYCLE DU VER A SOIE

I.1.1 - L'OEUF

Les oeufs ou graines du Bombyx sont très petits. Il en faut 2 000 pour faire un gramme. La graine est ellipsoïde, petite et plate. Sa forme et sa taille varient quelque peu selon les races et les individus .

On distingue des races monovoltines dont les oeufs entrent en diapause pendant les mois d'hiver : ce sont les graines hibernantes. Quand la première génération pond des oeufs non hibernants et la seconde des graines hibernantes, en sorte qu'il y a deux générations dans l'année, de tels vers sont appelés bivoltins. Les vers qui produisent des graines non hibernantes sont polyvoltins .

L'hibernation du ver à soie est déterminée par l'hormone de la diapause qui, secrétée par le ganglion oesophagien, affecte les graines pendant qu'elles sont formées dans l'ovaire maternel. (20) C'est un caractère racial, influencé cependant par les conditions de conservation de la graine. La station de Lyon, comme les élevages des zones tempérées ou subtropicales, élève des races bi ou monovoltines dont les stades larvaires se déroulent du printemps à l'automne. Dans les régions tropicales, les vers polyvoltins peuvent produire 7 à 8 générations par an; le mûrier est en feuilles toute l'année .

I.1.2 - LA VIE LARVAIRE

Après incubation à 25°, la larve du Bombyx éclot.

Elle est noire, sa tête est grosse et son corps est couvertde soies denses qui lui donnent l'apparence d'une chenille poilue .

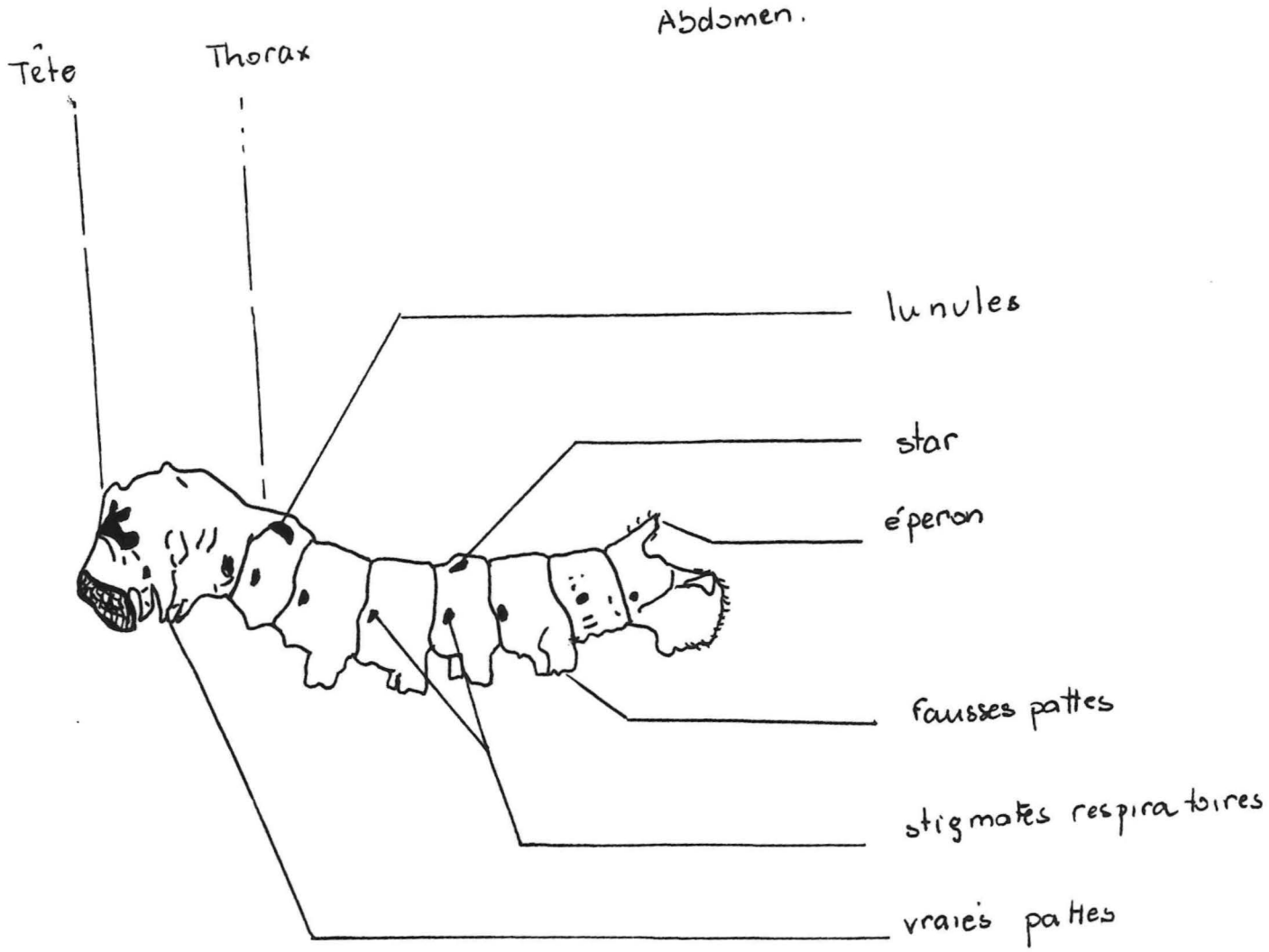


Fig 1 Larve de Bombyx mori L.

I.1.2.1 - Anatomie

Le corps de la larve se compose des mêmes segments que celui de tout insecte : la tête, le thorax et l'abdomen (fig.1).

Le corps est tout entier couvert d'une cuticule mince et élastique. La tête présente des appendices spécialisés notamment des mandibules puissantes, propres à la mastication . Le prémenton porte à son extrémité un organe médian, la filière par laquelle l'insecte expulse la soie. Les huitième et neuvième segments abdominaux portent à leur face ventrale des caractères sexuels qui apparaîssent à la 4ème et 5ème étape de la vie larvaire .

I.1.2.2. - Biologie larvaire

Le cycle larvaire dure 30 jours environ; la larve est le seul stade à s'alimenter. Sa nourriture est exclusivement constituée de feuilles de mûriers. Pendant sa vie larvaire, le ver à soie mue quatre fois en général, ce qui lui permet de grandir.

Ces quatre mues divisent la vie larvaire en cinq phases distinctes. Ces phases s'appellent les cinq âges du ver à soie. Les trois premiers âges sont les phases de jeunesse, les deux derniers les phases de maturité .

Durée des diverses phases et période de mue :

1er âge ..... 3 jours
Mue I .....20 heures

2ème âge ..... 2 jours
Mue II .....20 heures

Anatomie de la glande séricigène.

Fig. 2.

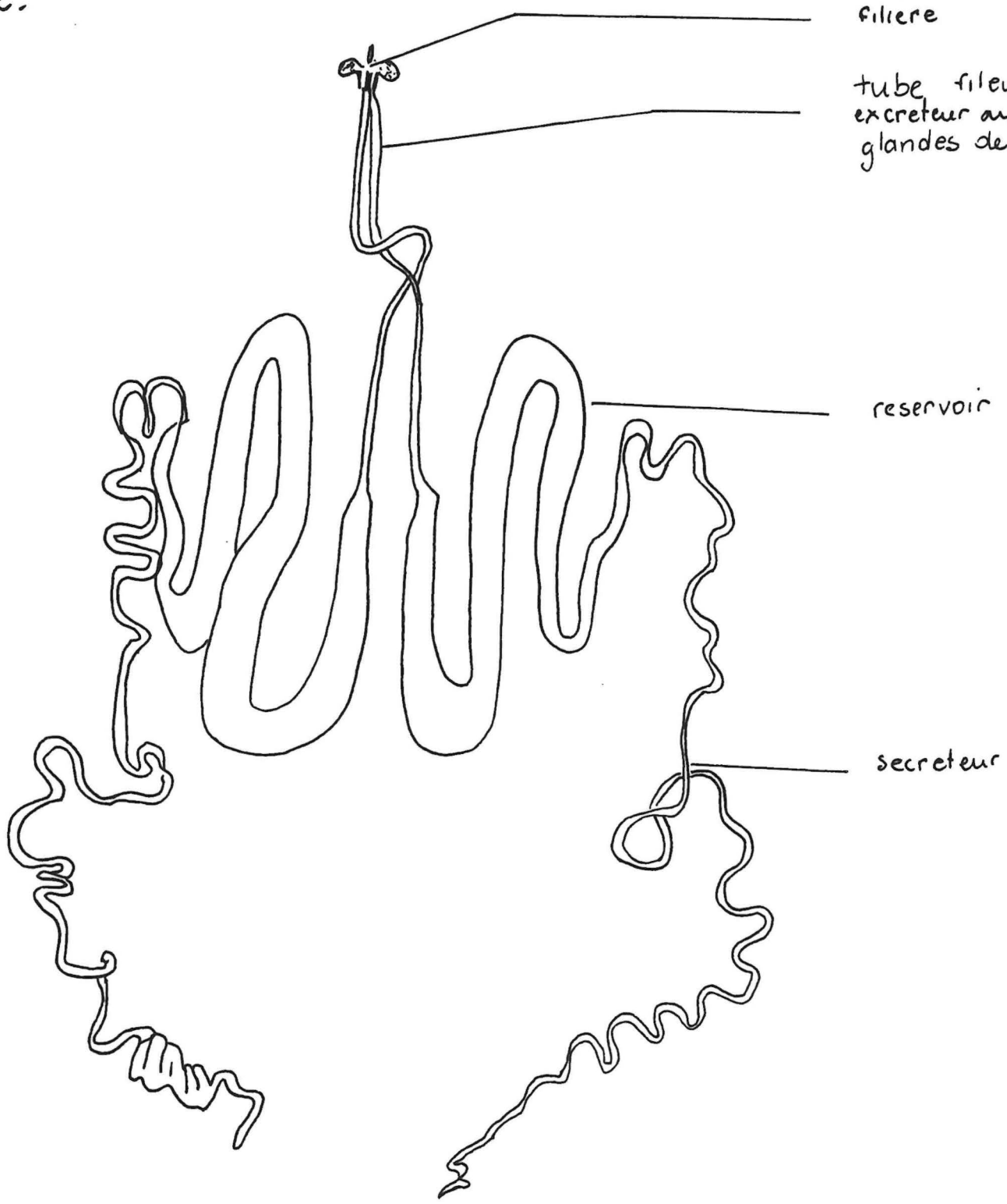
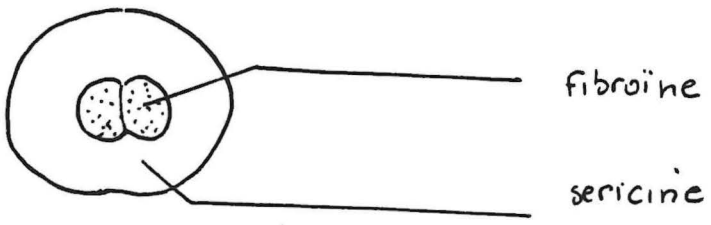


Fig 3



coupe transversale d'un fil de soie

3ème âge ..... 3 jours
Mue III ..... 1 jour

4ème âge ..... 5 jours
Mue IV ..... 1 jour

5ème âge ..... 9 à 10 jours

On peut diviser en deux périodes chaque phase de la vie larvaire : celle où le ver à soie se nourrit et celle où il change de peau .

Après s'être nourri avec voracité et avoir atteint la taille qui correspond à son âge, le ver à soie perd l'appétit et se prépare à se dépouiller de son ancienne peau. Avant de muer il s'arrête de manger et reste immobile, la tête dressée, l'animal en mue présente un triangle sur la tête. Il émet une substance soyeuse avec laquelle il se fixe à des feuilles sèches .

On appelle réveil le moment où le ver se dégage de sa mue .

Après sa quatrième mue, le ver à soie atteint son cinquième et dernier âge. Il atteint son plus grand poids , un jour avant de s'arrêter de manger. A ce moment là, il pèse environ 10 000 fois plus qu'à sa naissance. Cette croissance phénomènale n'a pris que 23 à 28 jours. Quand la larve atteint sa pleine maturité, quand elle est prête à la montée, elle perd l'appétit, cesse de manger et expulse des crottins mous et très humides. A ce moment là, les glandes séricigènes, qui ont beaucoup grossi, sont visibles à travers le tégument et représentent 40% du poids de l'animal entier(9).Le thorax et les premiers segments de l'abdomen sont translucides. Ce trait est caractéristique du ver à soie arrivé à maturité et donne le signal pour la montée. Arrivé à ce point, le ver à soie est très agité, il dresse la tête en cherchant un support où s'appuyer pour commencer son cocon .

I.1.2.3 - Les glandes séricigènes

Les glandes séricigènes de la chenille sont en fait des glandes labiales. Ce sont des organes pairs. Chacune d'elles, étroite et allongée, présente comme Malpighi le révèla en 1669, trois zones distinctes : (Fig 2)

* une partie postérieure, le secréteur, qui produit la fibroïne,
* une partie moyenne, le réservoir, qui produit la séricine ou grés

* une partie antérieure, le conducteur .

La séricine est formée de 3 couches provenant de différents niveaux du tube moyen. Les deux conducteurs se rejoignent pour former le tube fileur. A ce niveau débouchent les glandes de Lyonnet dont on ne connaît pas le rôle exact. Les deux fils s'accolent l'un à l'autre au moyen de la couche de grés qui les entoure . Ensuite, la soie passe par la presse, renflement fortement musclé du tube fileur. Le fil est aplati et comprimé. Après ce passage, les deux fils sont accolés par la couche interne de fibroïne, cet effet mécanique de pression et le contact à l'air font passer la soie de l'état liquide à l'état cristallin solide (fig. n° 3 : coupe transversale d'un fil de soie) .

Au bout du tube fileur, se trouve la filière, petit cône membraneux et mobile par où sort le fil.

Les glandes séricigènes sont fonctionnelles au 8ème jour de la vie larvaire.

I.1.2.4. - La soie : nature et structure

* La séricine ou grés : La séricine est formée de cinq polypeptides majeurs dont trois sont secrétés au niveau de la partie moyenne et deux au niveau de la partie antérieure du conducteur (22). Les 3 acides aminés majeurs sont la séricine (33,1%), la glycine (13,5%) et l'acide aspartique (14,6%). La séricine est soluble dans l'eau et sera éliminée lors de la préparation du fil de soie .

* La fibroïne

La fibroïne est une glycoprotéïne composée de deux polypeptides majeurs reliés par des liaisons S - S. Les quatre acides aminés majeurs sont : l'alanine (29,3%), la glycine (44,5%), la sérine (12,1%) et la tyrosine (5,2%). Treize autres acides aminés ont une représentation inférieure à 1% .

La feuille de mûrier contient les acides aminés nécessaires à la synthèse de la soie. Pendant la vie larvaire, ils sont transportés directement dans la glande par l'hémolymphe (A la fin de la vie larvaire, lorsque le ver arrête de manger, la synthèse de la soie est maintenue aux dépens des autres tissus)

Au cinquième âge, les besoins quantitatifs pour les quatre acides aminés majeurs de la fibroïne ne sont plus couverts par l'alimentation : la séricine, la glycine et l'alanine sont synthétisées en partie à partir d'acides aminés précurseurs (11)

I.1.3 - COCONNAGE ET CHRYSALIDE

Le ver à soie commence à filer son cocon presque immédiatement après la montée; il lui faut 48 à 72 heures pour le mener à bonne fin. Un jour ou deux plus tard, à l'intérieur de ce cocon, la larve se transforme en chrysalide. La période nymphale dure de 8 à 14 jours; après quoi, l'insecte parfait fend la peau de la chrysalide pour en sortir et ensuite perce la coque soyeuse de son cocon grâce à sa salive alcaline qui amollit cette coque .

I.1.4 - L'IMAGO

L'imago est le stade de reproduction au sens strict : accouplement et ponte .

Le papillon est inapte au vol. Il ne prend aucune nourriture et sa trompe est atrophiée. Il meurt au bout d'une dizaine de jours .

Cette présentation succinte de la biologie du ver à soie est indispensable pour comprendre les difficultés et les points importants de la conduite de l'élevage du ver à soie .

En prenant pour exemple les élevages de printemps auxquels j'ai participé, je vais présenter l'organisation et la conduite de l'élevage. Il faut cependant se souvenir que la station de LYON est une station à finalité scientifique et non commerciale. Les soucis d'élever les vers à soie dans les conditions optimales priment sur les problèmes de rentabilité et de main d'oeuvre .

I.2 - PRESENTATION DES ELEVAGES DE PRINTEMPS

Les élevages de printemps peuvent commencer dès que le mûrier est en feuilles. Cette année les premières feuilles ont été récoltées début mai .

L'élevage de printemps est constitué des pontes suivantes et a été programmé ainsi que le montre le calendrier d'élevage . (tableau n° 4)

I.2.1 - L'INCUBATION

Le but de l'incubation est d'obtenir à une date prévue une éclosion uniforme de larves saines .

Pour l'obtention des pontes hybrides, il faut calculer la date de mise en incubation afin que les parents des deux races apparaissent en même temps. Quand il s'agit de races dont la période larvaire n'a pas la même durée, il faut décaler le commencement de l'élevage des jeunes larves de façon à ce que l'éclosion coïncide (ex. J_{124} - I_{13}) .

I.2.1.1 - Désinfection des graines

Avant d'introduire les pontes en pièce d'incubation, les oeufs sont détachés du support de ponte, trempés dans une solution à 2% de formol pendant 30 minutes puis rincés plusieurs fois à l'eau claire.

Les graines éparpillées et séchées à l'air seront disposées dans des boîtes individuelles pour chaque ponte. Chaque boîte est identifiée. Les boîtes sont perméables à l'air et à la lumière par un filtre de tulle dans le couvercle .

I.2.1.2 - Locaux d'incubation

La pièce d'incubation est une pièce de 3 m2 environ. Elle est équipée de radiateurs, d'humidificateurs et d'éclairage afin de maintenir une température à 23° et une hygrométrie (75 à 85%) . Les données de température sont enregistrées .

tableau n°4

INVENTAIRE DES SOUCHES ELEVEES AU PRINTEMPS

PLANING DE LA MISE A L'INCUBATION

OBTENTION DU DOUBLE HYBRIDE 200 x 300

Le double hybride est la souche la plus utilisée en bacologie en France. Elle est génétiquement stable et depuis très longtemps étudiée. Chaque semaine on met en incubation une ponte de 200 x 300 pour les manipulations des laboratoires de l'Unité et de la faculté .

L'obtention de ce double hybride nécessite l'élevage de :

12 pontes de 300 A mises à l'incubation le 1er mai 1987
12 pontes de 300 B mises à l'incubation le 1er mai 1987
12 pontes de 200 A mises à l'incubation le 29 avril 1987
12 pontes de 200 B mises à l'incubation le 29 avril 1987
2 pontes de 200AB-BA mises à l'incubation le 28 avril 1987
2 pontes de 300 AB-BA mises à l'incubation le 28 avril 1987

3 pontes 200R ont été mises à l'incubation le 29 avril 1987

RACES BIVOLTINES

3 souches bivoltines sont élevées :

I_{22} - 1 ponte mise à l'incubation le 03/04/1987
éclosion de la 2ème génération le 09/06/1987

I_{21} - 1 ponte mise en incubation le 03/04/1987
éclosion de la deuxième génération le 10/06/87

I_{20} - 1 ponte mise en incubation le 03/04/1987
éclosion de la deuxième génération le 04/06/1987

J 80 : Deux lignées ont été sélectionnées

Lignée A : les vers ne produisent pas de soie
5 pontes de la lignée ont été mises en incubation le 28/03

Lignée C : les vers donnent des cocons de type normal
3 pontes ont été incubées à partir du 28/02/1987

.../..

F1c : La soie produite par ces vers est uniquement constituée de séricine
1 ponte a été mise à l'incubation le 28/04/1987

OBTENTION DES GRAINES HYBRIDES COMMERCIALES

J_{124} : 12 pontes ont été incubées à partir du 02/05/1987

I_{13} : 12 pontes ont été incubées à partir du 03/05/1987

ELEVAGE D'HYBRIDES JAPONAIS

X grammes d'hybrides japonais ont été élevés afin de comparer les performances séricicoles de l'hybride I x J à ces derniers.

111 pontes ont été élevées ce printemps .

La désinfection de la chambre est effectuée avec le plus grand soin : eau javelisée par aspersion puis formol gazeux. Les locaux sont maintenus hermétiquement fermés 24 heures, puis aérés.

Les boîtes contenant chacune une ponte sont disposées sur une table .

I.2.1.3 - Méthode d'incubation

En milieu naturel, il est impossible de prévoir quand et dans quel état vont éclore les graines, ce qui compromet tout plan d'élevage. L'incubation a pour but de synchroniser l'éclosion .

On procède ainsi :

Les graines hibernantes sorties du réfrigérateur sont maintenues à 15° C. pendant 3 jours et ensuite soumises à l'incubation régulière. Une basse humidité entraîne une mauvaise éclosion. L'éclosion est sensible à la photopériode. La méthode dite d'incubation sombre retarde l'éclosion des graines avancées de quelques heures. Puis l'éclairage brutal permet une éclosion plus uniforme. La cause la plus commune d'une éclosion médiocre est un traitement inadéquat des graines pendant la diapause. Les transports par avion ou autre peuvent être cause de détérioration des graines par choc thermique .

I.2.1.4 - La levée

La levée consiste à récolter les jeunes larves écloses sur un morceau de jeune feuille de mûrier déposée dans la boîte .

Par chimiotactisme, les jeunes larves montent sur le support qu'elles commencent à grignoter. Le moment de la levée est important. L'observation quotidienne, après éclairage, doit permettre d'estimer le pourcentage de larves écloses. Si le pourcentage dépasse 60%, la levée peut être faite le jour même; si le pourcentage d'éclosion est inférieur à 60%, la levée sera faite le lendemain. Si moins de 10 vers sont éclos, ils sont éliminés de la boîte .

Quelques heures après, on déposera la feuille de mûrier et les jeunes larves dans la boîte des vers du 1er âge que l'on placera dans la nourrisserie .

Pour l'élevage des souches parentales une seule levée est effectuée. Pour l'obtention des individus producteurs d'hybrides, plusieurs levées peuvent être faites, on obtient ainsi un mélange de vers de même race mais de pontes différentes .

I.2.2 - ELEVAGE DES JEUNES VERS

L'élevage des jeunes vers représente l'élevage des trois premiers stades larvaires; il se déroule dans la nourrisserie .

I.2.2.1 - La nourrisserie

L'élevage collectif des jeunes vers est recommandé pour des raisons économiques et sanitaires .

La pièce mesure environ 2,5 x 3 m.; elle est également équipée d'un climatiseur et d'un humidificateur, ainsi la température est maintenue entre 25 et 28° C. et l'humidité entre 80 et 90% .

Avant l'introduction des vers, la pièce est désinfectée à l'eau javelisée puis au formol gazeux. Il faut que cette désinfection soit terminée au moins deux jours avant l'entrée des vers .

I.2.2.2 - Matériel d'élevage

Les vers sont élevés pendant les trois premiers âges dans des boîtes plastiques transparentes de tailles croissantes : la première mesure 12 x 12 cm., la seconde 25 x 12 cm., la troisième : 25 x 25 cm. Elles sont munies d'un couvercle afin d'éviter la déshydratation des feuilles. On les dispose sur des étagères en bois, en regroupant les boites de même âge .

Au troisième âge, si le nombre de larves est important, on utilise des claies de 30 x 65 cm. dont le fond et le couvercle sont formés par un papier paraffiné .

Le matériel est également désinfecté après usage par une solution javelisée très chaude .

I.2.2.3 - Alimentation

Ni les petites feuilles ridées d'un vert tendre placées au sommet de la pousse, ni celles grossières et dures de la moitié inférieure ne doivent être récoltées .

La figure 5 montre l'ordre d'utilisation des feuilles suivant leur emplacement sur la pousse. En excluant les feuilles non mûres du sommet, les 3ème, 4ème, 5ème feuilles à partir du haut sont destinées aux larves du premier âge; le 5ème, 6ème, 7ème feuilles suivantes aux larves du second âge, les 7ème à 10ème feuilles aux larves du troisième âge .

L'analyse réalisée au laboratoire d'alimentation de Maisons Alfort permet de constater la haute valeur protéique des feuilles de mûrier . (tableau n°6)

I.2.2.4 - Récolte et réserves des feuilles

Les feuilles cueillies au mûrier perdent vite leur eau. Elles se fanent, ce qui nuit sensiblement à leur qualité. Quand la perte d'humidité atteint un certain point, le ver à soie ne les aime plus. Il importe donc, non seulement de n'obtenir que des feuilles de bonne qualité, mais aussi de les récolter fraîches mais non mouillées et de les conserver aussi fraîches que possible avant de les donner à manger aux vers à soie. D'une façon générale, les feuilles sont récoltées quotidiennement, aux heures fraîches de la journée, une fois la rosée séchée. Elles sont récoltées dans des boîtes ou sacs hermétiquement fermés et rapidement transportés au réfrigérateur .

I.2.2.5 - Nourrissage

La quantité de feuilles consommées par les trois premiers âges n'est que de 5% de la consommation totale. La quantité standard de nourrissage est la suivante: en poids de feuilles pour 20 000 jeunes larves, il faut

- 1,4 Kg pour la larve du premier âge
- 4,0 Kg pour la larve du deuxième âge
- 13,5 Kg pour la larve du troisième âge .

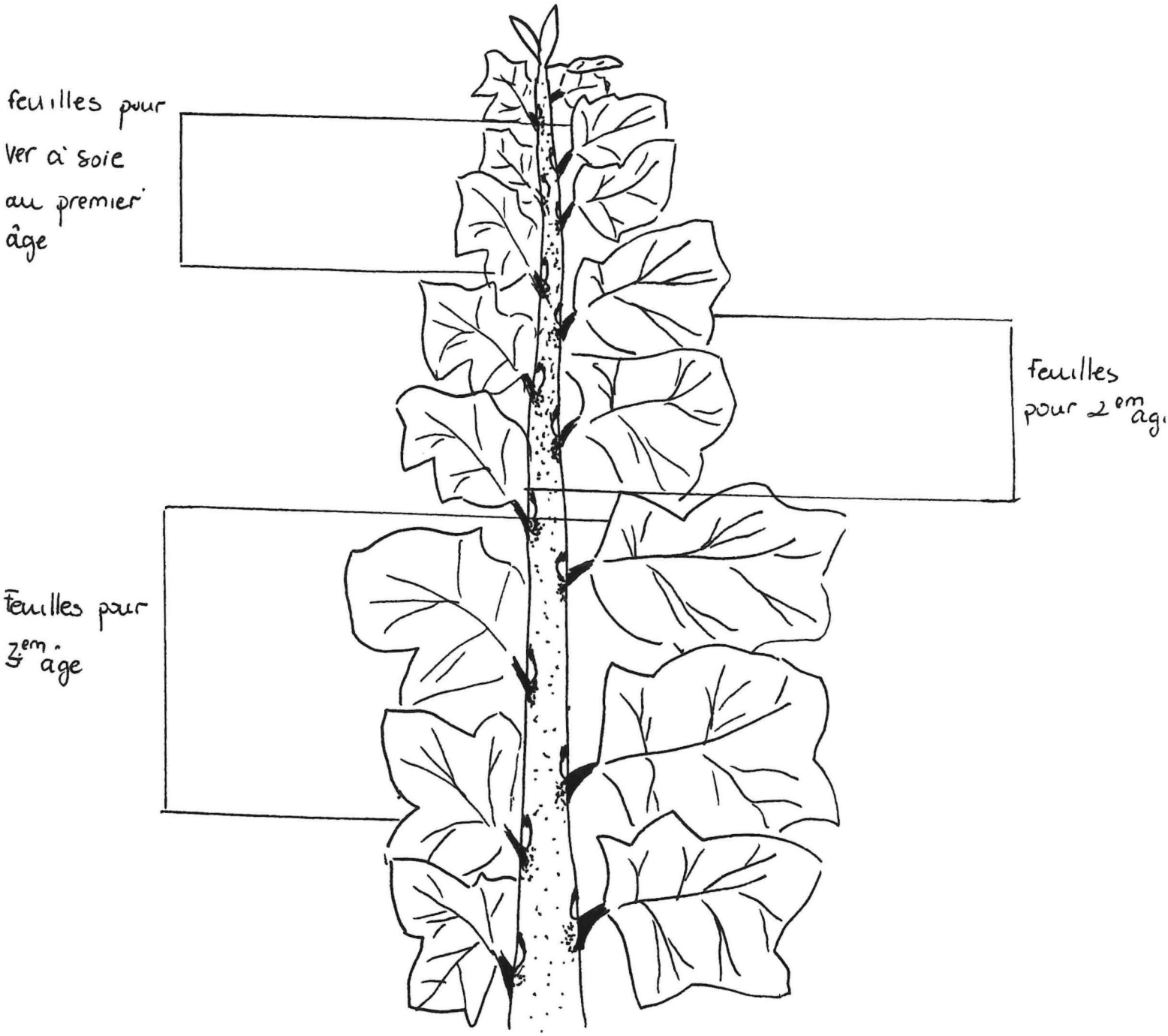


Fig 5

Récolte des feuilles de mûrier pour les jeunes vers à soie

Tableau n° 6

Analyse de feuilles de mûrier réalisée par la chaire d'alimentation de l'Ecole Vétérinaire de Maisons Alfort

---

Matières sèches	23,75 %
Cendres brutes	17,65% de M.S.
Azote	24,65% de M.S.
Cellulose	17,00% de M.S.
Ca	3 gr. 10 par kilo de M.S.
Phosphores	0 gr. 43 par kilo de M.S.

Les jeunes vers doivent recevoir une plus grande quantité de feuilles de mûrier que celles qu'ils mangeront effectivement . (17)

On ôte toutes les grosses nervures des feuilles et les hache très finement pour le premier âge. Pour le deuxième et troisième âge, on les découpe en lanières de 1,5 et 2 à 3 cm. Les feuilles doivent être disposées de façon homogène et sans tassement. La distribution de la nourriture s'effectue en 4 repas : 7 H., 11 H., 16 H., 21 H.

I.2.2.6 - Délitage

A force de répéter le nourrissage, une litière de feuilles à demi mangées, de détritus de larves s'accumulent. Il faut donc ôter ces litières; ce travail est appelé délitage. Pour cela on emploie des filets dont les mailles varient avec la taille des larves . Pour préparer ce nettoyage, on dispose un filet sur la litière avant le nourrissage. Les feuilles sont disposées sur ce filet. Les vers montent à travers les mailles sur le filet et mangent lesfeuilles du mûrier. Au repas suivant, on transfère le filet dans une autre boîte. La litière est jetée dans un compost. Généralement, il n'y a pas besoin de délitage pour les vers du premier âge. Pour ceux du deuxième âge, on l'effectue deux fois, juste après le réveil de leur première mue et juste avant qu'ils ne s'endorment une deuxième fois; pour ceux du troisième âge : trois fois .

Les filets après chaque usage sont lavés .

I.2.2.7 - Conduite d'élevage des jeunes vers à soie .

La conduite de l'élevage doit maintenir l'homogénéïté d'âges des vers. Elle doit, à l'occasion des mues, ralentir le développement des plus précoces afin d'attendre le plus grand nombre de vers.

A l'approche de la mue, l'appétit est diminué, la distribution des feuilles sera moindre. L'observation des premiers vers immobiles, présentant le triangle foncé sur la tête, signale l'entrée en mue. Cette entrée en mue est indiquée par une gomette jaune, accompagnée de la date et heure sur la fiche de la ponte. Progressivement, l'ensemble des individus d'une sorte s'endorment. L'arrêt de l'alimentation

intervient dès que l'on observe une larve, au stade supérieur, sortir de son exuvie. Elle présente alors une cuticule plus sombre et une tête plus importante. En l'absence de feuilles fraîches, ce ver ne peut plus s'alimenter et ne poursuit donc pas sa croissance. Le couvercle de la boîte est ôté afin d'obtenir la dessication des feuilles pour les rendre impropres à la consommation. Dans les douze heures suivantes au maximum pour les premiers âges, les autres vers auront effectué leur mue. La réalimentation se fera 12 à 24 H. après l'arrêt de l'alimentation. Les quelques vers retardataires, encore en mue, ne monteront pas sur le filet lors de la réalimentation et seront éliminés avec la litière .

Toutes ces étapes du cycle du ver sont inscrites et datées, afin de contrôler le bon déroulement de l'élevage et d'informer le personnel tournant (tab . n° 7) .

I.2.3 - ELEVAGE DES VERS A SOIE AUX AGES ULTERIEURS

I.2.3.1 - Local d'élevage : la magnanerie .

La chambre d'élevage pour vers adultes a une superficie d'environ 20 m2, elle est également équipée d'une climatisation qui maintient la température entre 20 et 26° C. L'humidité peut être inférieure à 75%. Il faut éviter les courants d'air et les rayons directs du soleil.

L'espace nécessaire pour l'élevage est plus vaste .

L'élevage au 4ème âge a besoin d'un espace environ deux fois supérieur que celui occupé en fin de troisième âge. Cet espace devient presque cinq fois plus grand pour l'élevage au cinquième âge .(17)

La désinfection, identique aux autres pièces d'élevage, est pratiquée avant l'introduction des vers .

I.2.3.2 - Matériel d'élevage .

La densité standard de vers à soie adultes est, en superficie d'élevage, pour 20 000 larves : 5 m2 au début du quatrième âge, 10 m2 à la fin du quatrième âge. Les vers sont disposés dans des claies à structure de bois et de grillage pour le fond. Un papier

fiche de ponte

Tableau n° 7

311A

incubation	1 Mai 1987
éclosion	95 %
Levée le	17 Mai 13 h
	20 Mai 11 h
	20 Mai 16 h
	21 Mai 11 h
	23 Mai 11 h
	24 Mai 14 h
	25 Mai 7 h
	28 Mai 11 h
	29 Mai 11 h
	30 Mai 14 h
	4 Juin 14 h
	6 Juin 14 h
	7 Juin 14 h

Debut Filage 16 juin 22 h

Fin Filage 17 juin 22 h

17 morts en casier

Selection de 30 cocons : 11 ♀

18 ♂

Selection RS ♀ 7/18 %

RS ♂ 7/21,5 %

Accouplements :

10. juil.	2 ♀	3 ♂	2 F.S.
11 juil.	3 ♀	5 ♂	3 FS
12 juil.	3 ♀	1 ♂	3 FS

Debut de mue

Arrêt alimentation

Réalimentation

kraft tapisse la boîte .

Les claies du quatrième âge mesurent 80 cm. environ de longueur, 35 cm. de largeur et 10 cm. de hauteur . Deux tailles de claies correspondent au cinquième âge : la première mesure 90 x 40 x 10 cm., la dernière 120 x 50 x 12 cm. Ces claies par 10 sont superposées sur un bâti d'environ 2,5 mètres de haut, la distance entre chaque rayon est d'environ 15 cm. Pour les lots très nombreux, par exemple les vers destinés à la production d'oeufs hybrides, des superstructures horizontales collectives de 2,5 x 0,8 m. réduisent les manipulations .

Le matériel est désinfecté par la chaleur, par passage à la flamme du chalumeau; une désinfection à l'eau javelisée est faite après chaque session d'élevage .

L'élevage en rayons a l'avantage de loger dans un espace limité davantage de vers à soie. Il permet, en outre, d'individualiser les lots. Cependant le nourrissage exige de sortir une à une les claies .

I.2.3.3 - Alimentation

Toutes les feuilles conviennent sauf si elles sont jaunes, trop épaisses ou trop dures. Il n'y a pas de doute cependant qu'il est préférable d'utiliser de bonnes feuilles à haute valeur nutritive.

La consommation de feuilles au quatrième âge représente 10%, au cinquième âge 85% de la consommation totale de feuilles, soit un total de 137,5 Kg pour 20 000 vers au quatrième âge et de 400 à 500 Kg pour le cinquième âge (17)

Les feuilles sont ramassées individuellement ou par rameaux de 10 cm. environ .

I.2.3.4 - Nourrissage

Le nourrissage s'effectue en trois repas .

Les heures de travail requises pour l'élevage sont de 20% pour le quatrième âge et 50% au moins pour le cinquième âge. La récolte des feuilles et les repas constituent les principales tâches .

I.2.3.5 - Délitage

La litière d'élevage doit être nettoyée une fois chaque deux jours pour l'élevage au quatrième âge, chaque jour pour l'élevage au cinquième âge. Le principe est identique au délitage des jeunes vers, la maille des filets est simplement plus grande .

I.2.3.6 - Conduite d'élevage

La conduite au moment des mues est identique à celle pour les trois premiers âges. Seulement même lorsque la croissance des vers a été uniforme, il faut environ 24 heures pour que tous les vers s'endorment. Ils dorment environ une trentaine d'heures. La réalimentation est effectuée environ 40 heures après l'arrêt de l'alimentation, le jeûne ne doit pas dépasser 48 heures .

Vers la fin du cinquième âge, le ver à soie s'arrête de manger et se prépare à filer son cocon pour se transformer en chrysalide à l'intérieur de ce cocon. Ayant cessé de manger et ayant vidé son tube digestif, la larve tout à fait mûre devient translucide et jaunâtre. Cela montre qu'elle est prête à monter. Ce stade requiert des attentions spécifiques que je vais préciser .

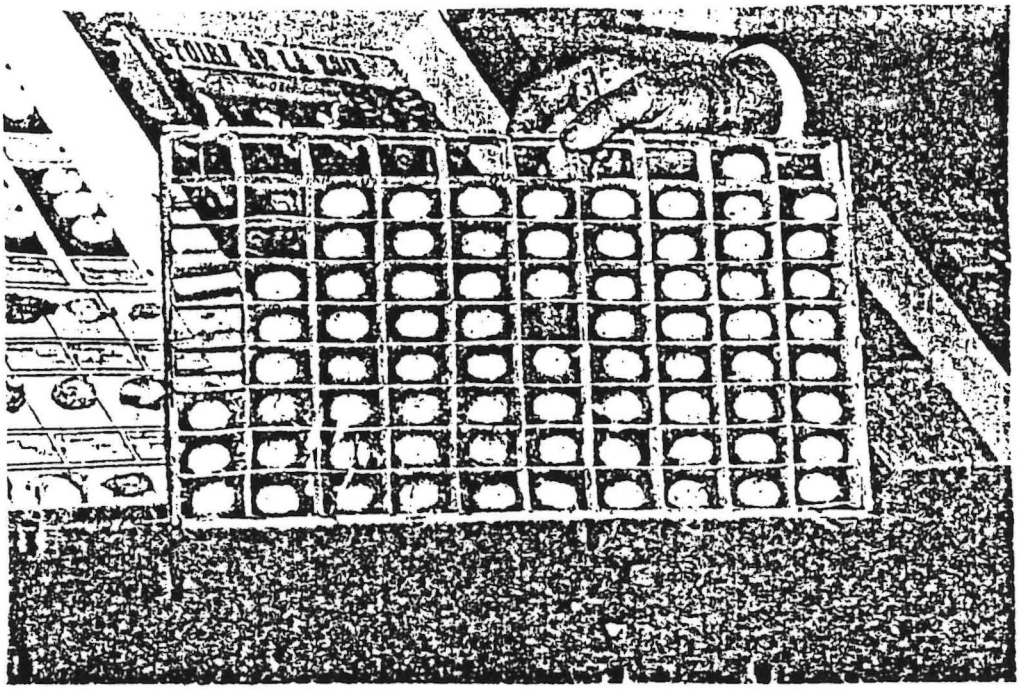
I.2.3.7 - Montée

Les larves mûres se déplacent vers la périphérie des plateaux d'élevage, à la recherche de supports pour leur cocon. Il faut alors placer des cadres pour que le ver trouve un endroit propice pour filer son cocon, sans que la qualité des cocons s'en trouve endommagée et de façon à ce que les cocons puissent être facilement ramassés .

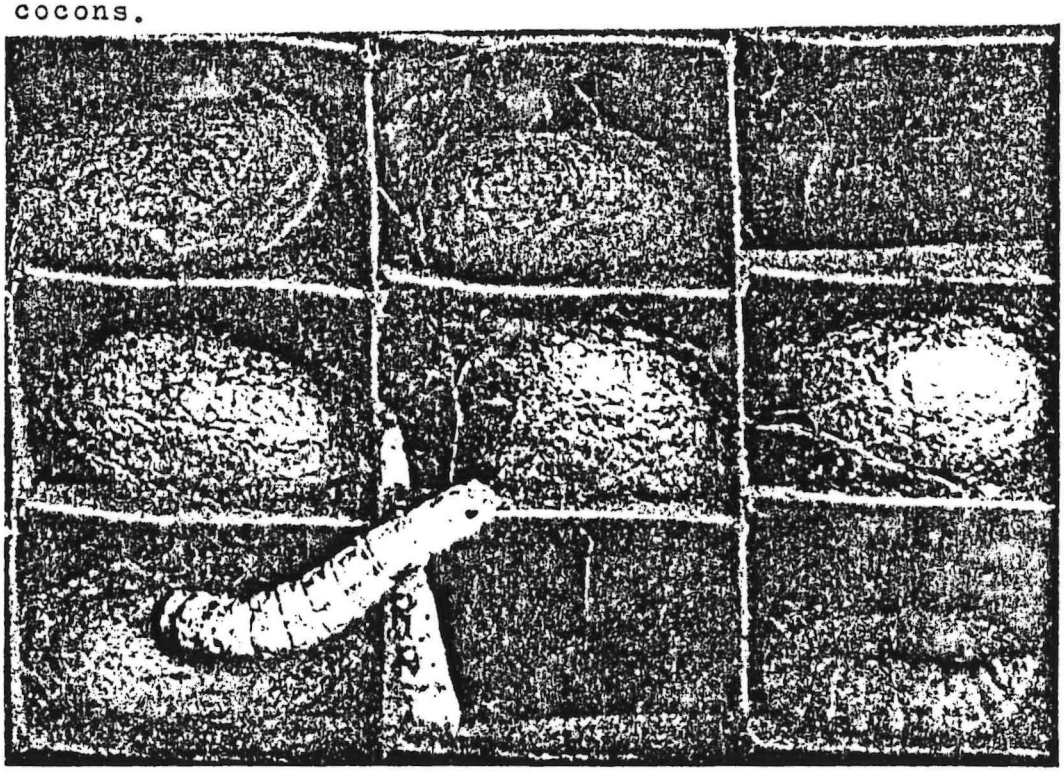
On appelle encabanage ou enramage l'opération qui consiste à prendre les vers à soie quand ils sont mûrs et à les placer en des montages commodes pour le coconnage. Il existe deux méthodes possibles

- l'une dite encabanage libre ou montée en libre service consiste à disposer sur la litière des montages; les vers grimpent d'eux-mêmes. On emploie comme cabane des hérissons plastiques ou des cadres de carton quel'on dispose en toit sur la litière (fig. n° 8).

Fig n° 8



Clayette pour le filage des larves et la formation des cocons.



- Récolte des larves pour l'encabanage .

On recueille les larves mûres et on les dispose dans des casiers japonais à raison d'un ver par case. Le casier japonais possède un fond mobile, il permet donc d'individualiser chaque case et d'empêcher un déplacement de la larve. Cette méthode est laborieuse et exige une certaine habitude pour reconnaître les vers mûrs à monter . Elle est utilisée pour la reproduction des souches pures. On remplit trois fois par jour un demi casier qu'on laisse fermé jusqu'à la récolte des cocons afin de ne pas déranger les larves .

La montée dure 24 à 36 heures. Pendant l'encabanage, il faut que le milieu remplisse les conditions voulues car c'est ce qui détermine la qualité des cocons. Le milieu idéal pour un bon encabanage a une température qui ne dépasse pas 26° et l'humidité relative va de 60 à 70% .

I.2.4 - RECOLTE DES COCONS

Le bon moment de la récolte se situe sept à huit jours après le coconnage. Quand elle vient de se former, la nymphe ou chrysalide est couverte d'une cuticule tendre à la pression, qui se rompt facilement si on manipule le cocon. Il faut donc se garder de récolter les cocons trop tôt. C'est quand la peau de la chrysalide durcit et devient brun foncé qu'il faut récolter .

Les cocons se récoltent à la main. Un premier tri est fait : les bons, les imparfaits, les doubles, les tachés, etc...

Le traitement ultérieur des cocons varie selon la finalité de l'élevage : dévidage ou reproduction .

I.2.4.1 - Etouffage des cocons

Les cocons destinés au dévidage sont étouffés.
Cette opération a pour but de tuer la chrysalide et de sécher le cocon. Pour cela on utilise un étouffoir, appareil muni d'un générateur d'air chaud qui passe à travers les cocons .

Diverses méthodes d'étouffage existent : (9)

* l'étouffage à courant direct

Au début du cycle la température est de 110-115° C. Elle est progressivement abaissée pour atteindre 55-60°C. en fin de cycle. Un cycle dure environ 6 heures .

* l'étouffage à température constante

Dans ce procédé la température est maintenue à 70° C. pendant toute la durée de l'opération (8 heures) .

* l'étouffage à contre courant

Les cocons sont disposés dans des tiroirs superposés traversés par un courant d'air chaud ascendant. A intervalles réguliers les cocons sont passés du tiroir supérieur au tiroir immédiatement inférieur .

Les cocons étouffés à l'Unité cette année sont :

- les hybrides japonais élevés pour estimer leurs propriétés siricicoles
- les cocons non retenus par la sélection pour la reproduction.

I.2.4.2 - Conservation des cocons jusqu'à émergence des adultes

Les cocons destinés à fournir des adultes pour l'obtention de graines sont conservés à la magnanerie .

Les cocons sont ouverts pour identifier le sexe des chrysalides et pour subir les tests de la sélection .

Ce paragraphe fait l'objet de la deuxième partie .

I I

S E L E C T I O N

R E P R O D U C T I O N

G R A I N A G E

H E R E D I T E

Les cocons possèdent des caractères physiques de base dont certaines sont commercialement importantes par leur influence sur le rendement du dévidage et la qualité du produit qui en résultera. Il s'agit par exemple du poids des coques soyeuses, de la longueur du fil, etc ...En un demi-siècle, la sélection a permis de doubler le poids du cocon, de tripler, voire quadrupler le poids de la coque soyeuse .

Ces résultats ont été acquis au prix d'un travail empirique énorme. Ces contrôles empiriques ne s'appliquent pas seulement au cocon mais interviennent à chaque étape de la sériciculture .

D'autre part, l'étude de l'hérédité chez le ver à soie permet de préciser quelques modalités concernant la transmission de ces caractères quantitatifs .

En dehors de la curiosité qui a poussé l'homme à améliorer ses connaissances dans le domaine de la génétique, les nécessités économiques l'ont conduit à vouloir modifier volontairement l'animal dont il se servait dans un sens utile pour lui. Si bien qu'actuellement les soucis théoriques et pratiques se mêlent dans toutes les recherches génétiques chez le ver à soie .

Dans une première partie, je préciserai les principaux caractères qualitatifs et quantitatifs d'intérêt économique qui aboutissent à l'obtention de souches plus performantes et plus standardisées. Ensuite, nous examinerons le comportement héréditaire de quelques uns de ces caractères, comment, en pratique, la sélection des reproducteurs est réalisée .

II.1 - SELECTION PENDANT LE STADE LARVAIRE

Pendant des siècles, les sériciculteurs ont pu voir et isoler des variations spontanées apparues dans les élevages. D'où l'accumulation de ces variations. C'est de loin la chenille qui présente la gamme la plus importante de ces variations quantitatives et qualitatives.
Ces variations portent essentiellement sur l'anatomie externe, la physiologie et sur quelques caractères d'anatomie et d'histologie .

II.1.1. - VARIABILITE ANATOMIQUE

II.1.1.1 - Couleur et décoration

La coloration du ver est un des caractères les plus complexes et les plus variables. La teinte de fond est normalement blanche mais peut être teintée rose, franchement jaune, soufré. Sur ce fond des marques tégumentaires définissent d'innombrables variétés. D'une façon générale, la répartition et la nature de la pigmentation du tégument ont été minutieusement étudiées et décrites dans les diverses races .
Ces variations phénotypiques sont conservées car ces caractères morphologiques sont des marqueurs génétiques et seront des repères pour d'éventuelles insertions chromosomiques .
Certains caractères sont intéressants pour la sériciculture

II.1.1.2 - Taille et poids

Sélection des souches et races de taille et de poids élevés, puisque la taille des glandes séricigènes est proportionnelle au poids de la larve au cinquième âge .

II.1.1.3 - Dimorphisme sexuel

La souche I_{13}, obtenue par mutation d'une race chinoise, présente un dimorphisme sexuel tégumentaire. La larve femelle au troisième âge apparaît fortement pigmentée, alors que le mâle est blanc. La séparation des sexes est donc très rapide et évite des observations délicates .

Au cours de l'élevage, les individus non conformes aux critères retenus de la race sont éliminés .

II.1.2 - VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES

Elles sont certainement moins bien connues mais leur intérêt en sériciculture est très important .

II.1.2.1 - perméabilité intestinale et coloration des soies

Différents degrés de perméabilité de l'intestin aux pigments alimentaires permettent d'expliquer les différentes couleurs de l'hémolymphe (incolore, jaune plus ou moins foncé) et des séricines (cocon jaune plus ou moins clair, verdâtre, blanc). (19)
L'obtention de soie blanche est d'un intérêt commercial

II.1.2.2 - Croissance, capacité de développement, utilisation digestive .

L'utilisation digestive varie de façon considérable.
On peut ainsi calculer le rapport feuille ingérée/poids des cocons obtenus pour estimer la productivité des souches .

II.1.2.3 - Nombre de mues

La majorité des races présentent quatre mues .
La larve du cinquième âge file son cocon quatre semaines environ après l'éclosion. La race I_{12} , d'origine chinoise, ne subit que trois mues. L'absence du cinquième âge représente une économie de feuilles correspondant à l'alimentation d'une dizaine de jours. Cependant, le cocon obtenu est beaucoup plus petit et l'intérêt en filature est diminué .

La souche Flc secrète une soie ~~sous~~fibroïne. Elle permet d'étudier le mécanisme des synthèse des protéïnes de la soie .

II.2 - SELECTION DES COCONS

Les caractères physiques des cocons déterminent la qualité de la soie et le rendement. Il est donc important d'étudier ces caractères .

II.2.1 - LA COULEUR

Comme nous l'avons dit, la couleur, caractère racial, est dûe à la présence de pigments dans la séricine. Elle n'est que superficielle et disparaît au moment du décreusage. Elle n'influence pas le dévidage et ne constitue pas un facteur important pour l'évaluation de la qualité du cocon.

Les cocons présentent les nuances suivantes (I_{13} - J_{124}) : blanc; blanc-gris, blanc argenté, jaune, jaune canari, jaune soufré, jaune pâle; verdâtre (141); jaune d'or; jaune orangé (200x300) .

II.2.2 - LA FORME DES COCONS

Il s'agit également d'un caractère racial qui peut être influencé, jusqu'à un certain point, par le type d'encabanage et les précautions prises à l'époque du tissage du cocon .

On observe ainsi des cocons cylindriques à bouts arrondis et à bords parallèles (200), des cocons allongés, légèrement cintrés (300), des cocons ovoïdes (J 80), sphériques, etc ...

On écarte systématiquement les cocons dissymétriques, pointus aux extrémités. L'extrémité pointue est en effet fragile, percée lors du déblazage, le dévidage est alors impossible .

II.2.3 - LA TAILLE DU COCON

La taille ou le volume du cocon est un caractère important pour son évaluation. Généralement la taille est indiquée par le nombre de cocons au litre. Ce nombre varie entre 110 et 115 avec les races uni ou bivoltines; il est considérablement plus élevé pour les races multivoltines .

II.2.4 - COMPACITE ET DURETE

Lorsque l'on presse légèrement un cocon entre les doigts, il

ne doit pas fléchir mais rester ferme et dense. Tout cocon faible aux extrémités et au centre est éliminé .

II.2.5 - LE GRAIN

Le cocon déblazé présente une surface granuleuse et plissée . La granulation n'est pas uniforme, elle varie selon la race et les conditions d'élevage. Les cocons à granulation épaisse sont réputés de faible rendement et leur bave est elle aussi de section plus épaisse .

II.2.6 - LE POIDS

Le poids est le caractère le plus important. Le cocon se paie au poids et celui-ci donne également une indication sur la qualité de la soie qui peut en être tirée. Le poids des cocons frais n'est pas constant mais va en décroissant à mesure que la chrysalide se transforme en papillon pour émerger du cocon. La perte de poids est d'environ 15%; cette perte est progressive et est provoquée par l'évaporation de l'humidité du corps de la chrysalide et par le brûlage des graisses au cours de la métamorphose . (9)

On peut estimer le poids par le nombre de cocons au kilo en précisant la date de pesée / date de fin de filage. Une pesée individuelle s'impose pour la sélection des animaux reproducteurs .

II.2.7 - POIDS DE LA COQUE VIDE

Le poids de la coque vide est plus important que le poids du cocon entier ~~car~~ car c'est cette coque qui donne la soie. On remarque que le poids de la coque est supérieur, en général, chez les femelles .
tableau 9

II.2.8 - RICHESSE SOYEUSE

Le pourcentage de la richesse soyeuse est calculé de la façon suivante :

$$\frac{\text{poids de la coque}}{\text{poids total du cocon}} \times 100$$

Pour les mêmes cocons, ce pourcentage fluctue selon l'âge du cocon, en raison de la perte graduelle du poids de la chrysalide .

Tab. 9

Paramètres caractérisant les aptitudes différentes
Selection des cocons

N° Cocon frais	Poids Total	Poids Enveloppe Soie	Poids Coque	Sexe	N° Cocon	Poids Total	Poids Enveloppe Soie	Poids Coque	Sexe
1	3,513	23,7 %	0,83	♀	26	3,580	22,9	0,82	♀
2	2,728	24,2	0,66		27	3,250	23,7	0,77	
3	3,141	23,6	0,74		28	3,340	24,8	0,83	
4	2,979	24,4	0,73		29	3,416	21,3	0,73	
5	3,019	25,8	0,78		30	2,192	27,7	0,61	♂
6	2,590	25,5	0,66		31 ♀	3,401	21,1	0,72	♀
7	3,247	21,7	0,71		32	2,433	28,1	0,68	♂
8	3,578	20,6	0,74		33	2,051	27,	0,56	♂
9	2,932	22,6	0,66		34 ♀	2,750	23,6	0,65	♀
10	2,900	24,1	0,70		35	2,424	26,3	0,64	♂
11	2,724	24,1	0,66		36	2,242	28,1	0,63	♂
12	3,413	23,4	0,80		37 ♀	3,078	23,4	0,72	♀
13	3,092	23,1	0,71		38	2,258	26,9	0,61	♂
14	3,232	24,5	0,79		39	2,364	29,5	0,70	♂
15	3,200	22,1	0,71		40	2,270	28,5	0,65	
16	2,977	24,5	0,72		41	3,339	26,9	0,63	
17	3,125	22,4	0,70		42	1,860	28,5	0,53	
18	3,467	21,1	0,73		43	2,135	27,8	0,58	
19	3,391	22,8	0,78		44	2,250	28,6	0,64	
20	3,014	24,9	0,75		45	2,340	27,	0,65	
21	3,512	21,5	0,76		46	2,174	28,2	0,61	
22	2,854	24,1	0,68		47	2,528	23,6	0,59	
23	3,560	19,0	0,68		48	2,340	27,6	0,65	
24	3,035	23,4	0,71		49	2,407	28,6	0,69	
25	2,891	23,1	0,67		50	2,455	27,0	0,66	

(27)

Selon les races, la richesse soyeuse peut varier de 12 à 30%. On notera que la richesse soyeuse des mâles est toujours supérieure de 2 à 3% à celle des femelles .

II.2.9 - LA LONGUEUR DE LA BAVE

La longueur de la bave contenue dans la coque est tout aussi importante que le pourcentage de coque soyeuse. Elle détermine en grande partie le rendement de production, la régularité du fil de soie et même les propriétés dynamométriques. Les races multivoltines indiennes donnent 300 à 400 m., les races japonaises peuvent atteindre 1000 à 1600 m. tableau 10.

La bave formant le cocon ne sera pas apte au dévidage sur toute sa longueur. Habituellement, on peut tirer 80 à 90% de la bave d'un seul cocon par dévidage manuel lent; ce pourcentage est plus faible en filature industrielle .

On exprime en denier le poids de 450 m. de soie, le denier étant le vingtième du gramme .

II.2.10 - APTITUDE AU DEVIDAGE

La plus ou moins grande facilité avec laquelle la bave est tirée d'un cocon permet de mesurer son aptitude au dévidage. Un dévidage difficile se traduit non seulement par des cassures mais par un surcroît de déchets. De bons cocons doivent donc pouvoir se dévider facilement sans cassures fréquentes .

Parmi ces mesures, certaines permettent d'estimer un lot de cocons, elles sont importantes pour les transactions commerciales . D'autres exigent des manipulations individuelles et permettent de sélectionner les reproducteurs. C'est l'une des tâches essentielles de l'Unité. En pratique, cela exige un élevage individuel de chaque souche identifiée, un système d'encabanage individualisant les cocons .

Comme nous l'avons déjà précisé, une semaine après la fin du filage,les cocons peuvent être ramassés et manipulés. Ensuite les cocons sont débarrassés de la blaze que le ver a émis au début du filage pour fixer son cocon. Cette opération est effectuée mécaniquement à l'aide d'une déblazeuse : les cocons glissent sur un plan incliné interrompu

Tableau N° 10 | Paramètres caractérisant l'aptitude au dévidage
ex : I x J

N° Cocon sec	Poids du cocon sec	Longueur du fil	Nombre de Casses	Poids du fil	Poids frisons	Poids Pelette	Poids Chrysalide	Titre du fil
1	1.512	1780		679	59	21	723	3,43
2	1.457	1900		691	32	30	677	3,27
3	1.390	1820		661	41	19	652	3,27
4	1.483	1750		658	39	42	703	3,38
5	1.275	1640	II	610	33	23	584	3,34
6	1.010	1650	I	526	35	20	84	2,87
7	1.396	1400	III	415	23	124	712	2,67
8	1.436	1740		814	35	31	662	4,21
9	0.945	1740		486	53	10	387	2,51
10	1.212	2010	I	630	28	27	496	2,81
11	1.347	1690	I	632	33	27	497	3,36
12	1.165	2040		585	25	30	650	2,58
13	1.347	1570		580	110	18	646	3,32
14	1.522	1660	I	613	59	40	745	3,32
15	1.154	1850		582	68	22	466	2,83
16	1.511	1480	II	594	130	32	[illegible]13	3,61
17	1.457	1400		604	74	53	[illegible]57	3,88
18	1.302	1780	II	595	15	81	626	3
19	1.562	1760	–	432	99	97	984	2,21
20	1.032	1550		499	57	28	409	2,9
21	1.376	1510		650	42	20	711	3,87
22	1.514	1900		695	45	19	634	3,29
23	1.236	1750		598	24	16	486	3,07
24	1.616	1670		721	304	27	710	3,88
25	1.349	1710	IIII	557	104	58	14	2,93

par quatre barres filetées animées d'un mouvement de rotation. Chaque cocon est alors apprécié pour son homogénéïté et son aspect (tableau n°11 Appréciation lot 200 A) .

A l'issue de cette estimation globale, on décide des croisements :

* frères-soeurs, afin de conserver une souche pure,
* éventuellement, croisements entre souches pour améliorer une souche déficiente par cosanguinité élevée .

L'observation individuelle de chaque cocon : dureté, poids total, coque, richesse soyeuse, permet de conserver les reproducteurs les plus performants . (tableau n° 11) .

L'aptitude au dévidage et la longueur de fil ne peuvent être calculées que sur des cotons étouffés. Ces deux mesures permettent de qualifier un lot par un échantillon mais surtout de contrôler les aptitudes des hybrides (tableaux n° 10)

II.3 - ORGANISATION DE LA REPRODUCTION - SELECTION DES ADULTES

II.3.1 - SEPARATIONS DES SEXES

Les cocons choisis pour la reproduction sont alors séparés selon les sexes afin de contrôler les accouplements. La distinction entre mâle et femelle peut être faite par observation de l'extrémité postérieure de l'abdomen face ventrale. La chrysalide femelle est plus lourde que la chrysalide mâle, si bien qu'il existe une différence pondérale entre cocon femelle et cocon mâle. On peut ainsi définir pour chaque souche des limites pour déterminer par pesée avec certitude les cocons mâles, les cocons femelles. Les cocons pesant entre ces deux limites sont ouverts et examinés individuellement (cf histogrammes n°12-13). Les cocons sont ensuite conservés à une température comprise entre 23 et 25° afin de permettre la transformation uniforme des chrysalides et l'émergence simultanée d'adultes. La meilleure humidité se situe entre 70 et 80%. Il faut que la pièce soit bien aérée .

TABLEAU N° 11

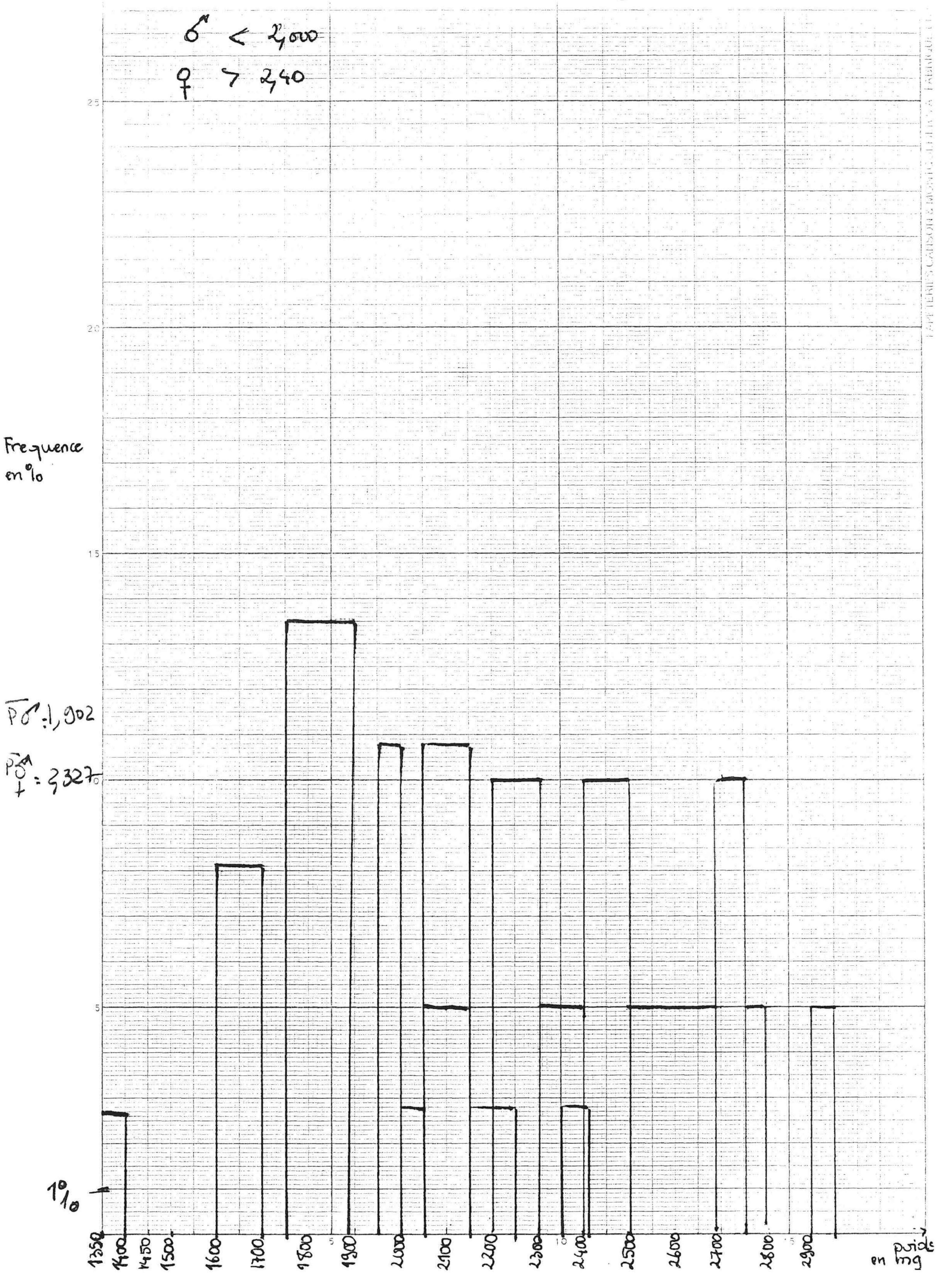
APPRECIATION GLOBALE D'UN LOT - PREMIERE SELECTION DES REPRODUCTIONS - CROISEMENTS

LOT	APPRECIATIONS	CROISEMENTS REALISES			Nbre DE COCONS SELECTIONNES	
					♀	♂
201 A	Assez bon lot - Coque un peu faible	F.S.		209 A	7	18
202 A	Assez bon lot. Bonne résistance des coques	F.S.			13	22
203 A	Très petits cocons - type 200 - pas très marqués peu homogènes	pas F.S.	X	211 A	8	6
204 A	Bon type 200 - Lot homogène - Taille moyenne	F.S.			6	21
205 A	Assez moyen					
206 A	Homognéité moyenne - Taille variable		X	203 A	13	10
207 A	Assez bonne homogénéité - Cocons gros - coque peu résistante	F.S..			11	17
208 A	Assez bonne homogénéité - Type 200 bien marqué - résistance moyenne	F.S.			12	17
209 A	Cocons de taille assez petite - Assez bonne homogénéité	F.S.			15	15
210 A	Très hétérogène - Petits cocons - Type 200 peu marqué	pas F.S.	X	211	5	9
211 A	Bon lot - Très bonne résistance de la coque	F.S.	X	203	16	33
			X	210		
212 A	Lot peu homogène - Taille moyenne	F.S.			12	11

F.S. = Frères-Soeurs .

N° 12 Lot AB 8H. Détermination des sexes par pesée

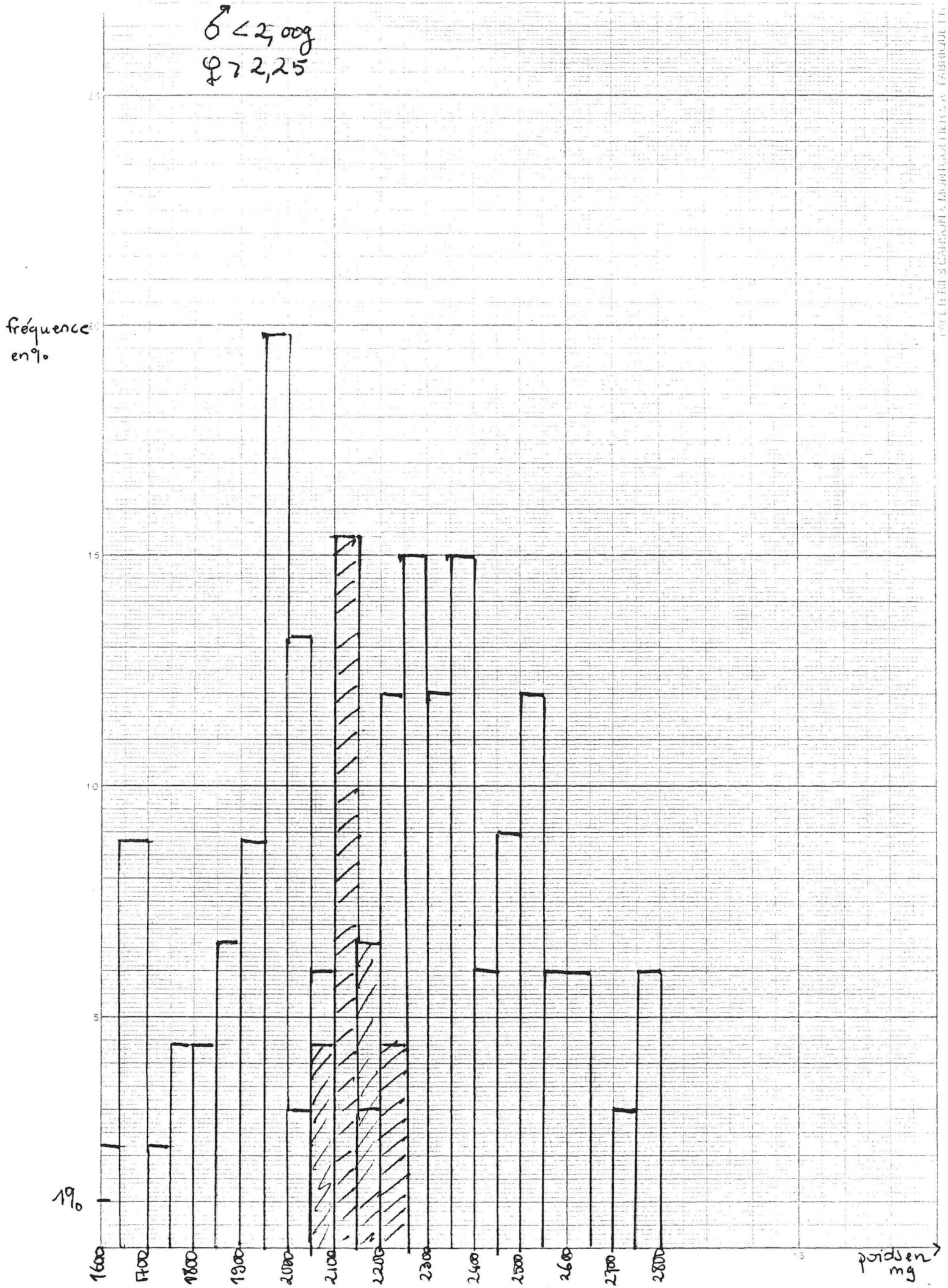
Histogramme.



N°13

500 AB 13+

♂ < 2,00g
♀ > 2,25



II.3.2 - SELECTION DES ADULTES

Le stade imaginal est infiniment moins riche en variation .

On retiendra pour l'accouplement les insectes qui émergent facilement et qui présentent une bonne vitalité. On rejette les individus trop petits, déformés et paresseux .

Les Bombyx adultes éclosent au petit matin .

II.3.3 - ACCOUPLEMENT

Les Bombyx ont tendance à s'accoupler dès leur sortie du cocon. On réunit donc les mâles et les femelles retenus pour la reproduction. On met sur un plateau, avec l'espacement qui convient, un nombre donné de femelles et l'on répand sur ce plateau un nombre égal de mâles. Les Bombyx s'accouplent presque immédiatement.
Une pariade d'environ 3 heures suffit car il survient, en trois heures, au moins deux éjaculations . Après la pariade, on sépare les couples en tenant délicatement la femelle de la main gauche et en déplaçant le mâle de la main droite. Les mâles peuvent être utilisés pour un ou deux accouplements .

II.3.4 - LA PONTE

Les femelles sont ensuite placées dans des entonnoirs métalliques individuels, sur une feuille de papier afin d'identifier chaque ponte et de limiter l'étalement de la ponte .

Les femelles commencent, en général, à pondre au début de l'après midi. Elles auront en majorité fini de pondre le lendemain matin .

II.3.5 - EXAMEN DES PONDEUSES

Quand les femelles ont fini de pondre, on les soumet à un examen microscopique pour contrôler qu'elles étaient exemptes de pébrine .

Les spores de pébrine se transmettent effectivement de la pondeuse malade à ses oeufs. A la suite de cet examen, on élimine les pontes des mères malades. (25)

Quand il s'agit de graines de reproduction, on examine individuellement toutes les pondeuses. Quand il s'agit de graines hybrides, on se contente d'examiner un échantillon .

Pour procéder à cet examen, on place les pondeuses dans un mortier, on ajoute un peu d'eau et on les écrase avec un pilon . On étale sur une lame quelques gouttes de la bouillie obtenue à laquelle on ajoute une goutte de bleu de méthylène. On examine au microscope avec un grossissement de 450 à 600 fois (figure n°). Un témoin est réalisé permettant de comparer les observations .(13)

Remarque : Pour les races bivoltines, l'examen doit être fait immédiatement, pour les races monovoltines, les femelles et les pontes étant identifiées, le contrôle peut être différé .

II.4 - SELECTION des PONTES

II.4.1 - SELECTION DES PONTES

Les oeufs pondus sont jaunes plus ou moins foncés selon les races. Ils collent au support grâce au vernis des glandes muqueuses dont ils ont été enduits à leur passage dans le vagin. Cependant dans la race 141, les oeufs ne sont pas adhérents .

Quantitativement, la ponte peut être caractérisée par plusieurs mesures .

II.4.1.1 - Le nombre d'oeufs

Il varie selon les races, de 250/300 à 800. Pour une même souche, on ne conservera que les pontes les plus nombreuses . tableau n° 14

II.4.1.2 - Le nombre d'oeufs fécondés

Tous les oeufs ne sont pas nécessairement fécondés et l'on s'en aperçoit rapidement car leur évolution est sensiblement différente .

La couleur des oeufs fécondés vire du jaune à l'orangé, au rouge vineux enfin au gris lilas qui est atteint au bout de cinq jours . Le changement de couleur des oeufs fécondés est lié au développement

TABLEAU N° 14

APPRECIATIONS DES PONTES I 13

	Nombre total d'oeufs	Nbre d'oeufs fécondés	Nbre d'oeufs stériles	Poids des oeufs fécondés	Nbre d'oeufs en grammes
I 13-1	715	661	54	0,219	2369,2
13-2	547	467	80	0,248	1883,0
13-3	608	582	26	0,248	2346,8
13-4	642	573	69	0,251	2282,9
13-5	638	588	50	0,269	2178,6
13-6	680	627	53	0,274	2288,3
13-7	721	670	51	0,299	2240,8
13-8	417	398	19	0,224	1776,8
13-9	581	575	6	0,282	2039,0
13-10	524	399	125	0,192	2078,1
13-11	577	511	66	0,205	2492,7
13-12	603	532	71	0,283	1879,8

de la séreuse et à la formation de pigments mélaniques dans ces cellules .

II.4.1.3 - Poids des oeufs fécondés

Chaque race a ses caractèristiques. Il n'y a pas toujours corrélation entre le poids de l'oeuf et le poids de l'embryon. C'est parfois un chorion volumineux qui peut être responsable d'un oeuf lourd .

Les résultats de ces observations détermineront un classement des pontes qui permettra de garder les souches pures (tableau n° 15).

Comme nous l'avons déjà précisé, le voltinisme permet de distinguer plusieurs catégories d'oeufs .

II.4.2 - CONSERVATION DE LA GRAINE A L'ANNEE SUIVANTE .

C'est à 25° que les graines entrent le plus rapidement en une diapause stable. Les points essentiels sont de prolonger la période de stockage en utilisant le stade de la diapause et de contrôler la température pour que le stade de diapause soit suffisant afin d'amener un réveil uniforme des graines (graphiques n° 16).

II.4.2.1 - Oeufs hibernants pondus à la mi-juin

Il s'agit des pontes des souches pures et hybrides : 200 A, 200 B, 300 A, 300 B, 200 AB, 300 BA, 200x300, I_{80}, J_{124} , IxJ . On obtient à la mi-juin les oeufs. On les garde deux mois à une température de 25°, ce qui permet aux oeufs d'entrer immédiatement en diapause stable. On peut alors les laisser à la température naturelle qui va graduellement descendre jusqu'à 20 °. A l'arrivée de l'hiver, la température descend encore. A partir de la fin novembre, on conserve les oeufs à 5° dans un réfrigérateur. A partir du printemps, les oeufs peuvent être mis en incubation . (Tab n°17)

II.4.2.2 - oeufs hibernants pondus mi-août : souches bivoltines de fin août à fin septembre .

Les graines sont conservées à 25° pendant 30 jours. Ensuite à 20° jusqu'à la mi-octobre, puis à la température naturelle .

Tableau N° 15

GRAINAGE 1986

IDENTIFICATION	NOMBRE DE PONTES	CLASSEMENT DES PONTES					REMARQUES PARTICULIERES
		T.B.	Bonne	Moyenne	Médiocre	Stérile	
I 20	3		2				1 début éclosion
I 21	17	←	15	→	2		
I 22	12	←	7	→	3	2	
VAR 2	4	1	1	1	1		
201 R	3			2		1	
202 R	2			1		1	
202 Rx201 R	1			1			
J 124-2	5		2	2		1	
J 124-1	3			2		1	
J124-1xJi24-2	5			3		2	
J124-2xJ124-1	8		2		2	4	
J x I	27		13		4	10	
I x J	7			5	2		
C 108							
1ère génération	2						
2ème génération							
200 - 300		←	580	→			
300 AB	30	8	13	4	3	2	
300 BA	33	5	14	7	5	2	
200 AB	17	2	4	4	5	2	
200 BA	49	6	17	18	5	3	
J 80-25	2			2			oeufs ovoïdes
J 80-26	8 + 8	4	9		2	1	tous les oeufs ovoïdes
J80-1 1er choix	5	2	2	1			oeufs normaux
J80-1 2ème choix	6	5				1	
J 80 - 2	3	3					1 ponte au frigo pou élevage d'automne
Taille des oeufs plus grosse que la normale des J 80							
J 80 - 3	3			1		2	
J 80 - 4	5				2	3	
J80-4 x J80-5	3				2	1	
J80-5 1er choix	3		2			1	
J80-5 2ème choix	6	1	2		2	1	
J80-20 1er choix	3				1	2	oeufs ovoïdes
J80-20 2ème choix	5		1		3	1	oeufs ovoïdes

Tableau n°15 (suite)

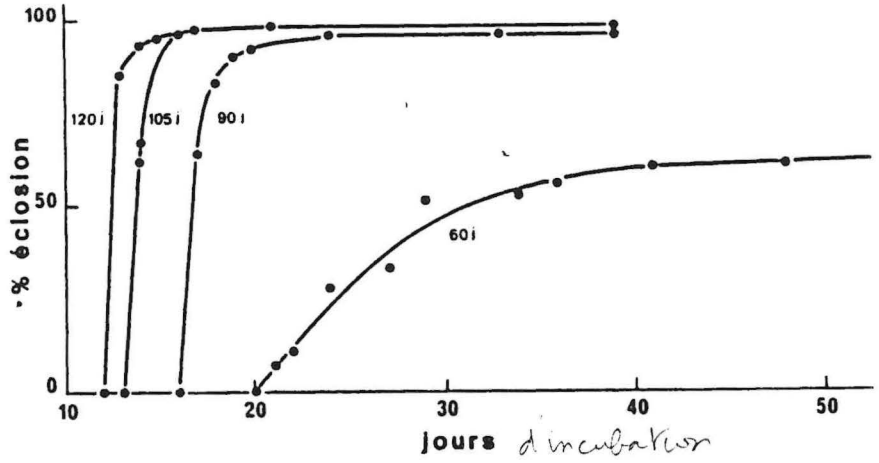
GRAINAGE 1986

IDENTIFICATION	NOMBRE DE PONTES	CLASSEMENT DES PONTES					REMARQUES PARTICULIERES
		T.B.	Bonne	Moyenne	Médiocre	Stérile	
J 80-21	2			1	1		oeufs ovoïdes
J 80 - 20 x 22	2					2	" "
J 80 - 22 x 20	3		1		1	1	" "
J 80 -22 1er choix	4	2			2		" "
2ème choix	6		3		1	2	" "
J 80-23	2				1	1	" "
M 83 - S	11			2	9		+ 3 pontes frig
I 14 - 1er choix	2	1		1			+ 1 ou 2 pontes
2ème "	4	1	2	1			frigo .
I 13 - 1	6		3	2	1		
I 13 - 2	7 + 4	←	7	→	4		
I 13-1 x I 13-2	14	←	11	→	2	1	
I 13-2 x I 13-1	8		4	4			
I x J	38	←	34	→	2	2	
J x I	40	←	32	→	8		

FIGURE 20 16 : INFLUENCE DE LA DUREE D'ESTIVATION ET D'HIVERNATION SUR LE TAUX D'ECLOSION

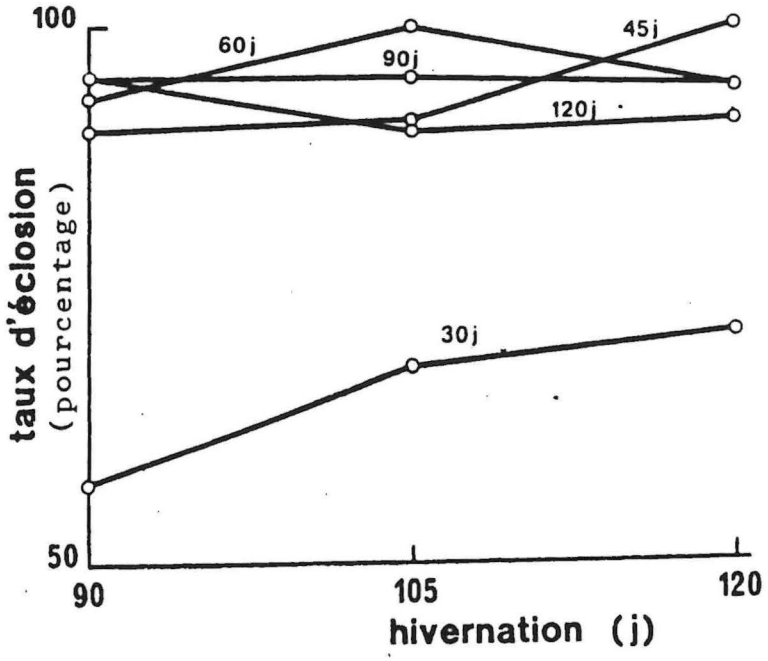
A.Effet de l'hivernation sur le taux d'éclosion des hybrides 200x300

Le chiffre indiqué sur chaque courbe indique la durée d'hivernation subie par les oeufs à partir du 5ème jour qui suit leur ponte.Le nombre de jours d'incubation à 25°C après les différents temps d'hivernation est porté en abscisse. Après 45 jours d'hivernation on observe 10% d'éclosion entre le 2ème et le 3ème mois d'incubation à 25°C. En l'absence totale d'hivernation, on constate toujours l'apparition d'éclosions éparses entre 260 jours et un an d'estivation (10 à 15% d'éclosions). Sur ces courbes, on peut constater que les oeufs pondus le même jour et ayant subi un même temps d'hivernation incomplet -par exemple 60 jours à 5°C- n'ont pas tous les mêmes capacités de développement : certains éclosent en 20 jours, d'autres en 40 jours et d'autres enfin ne se développent pas.

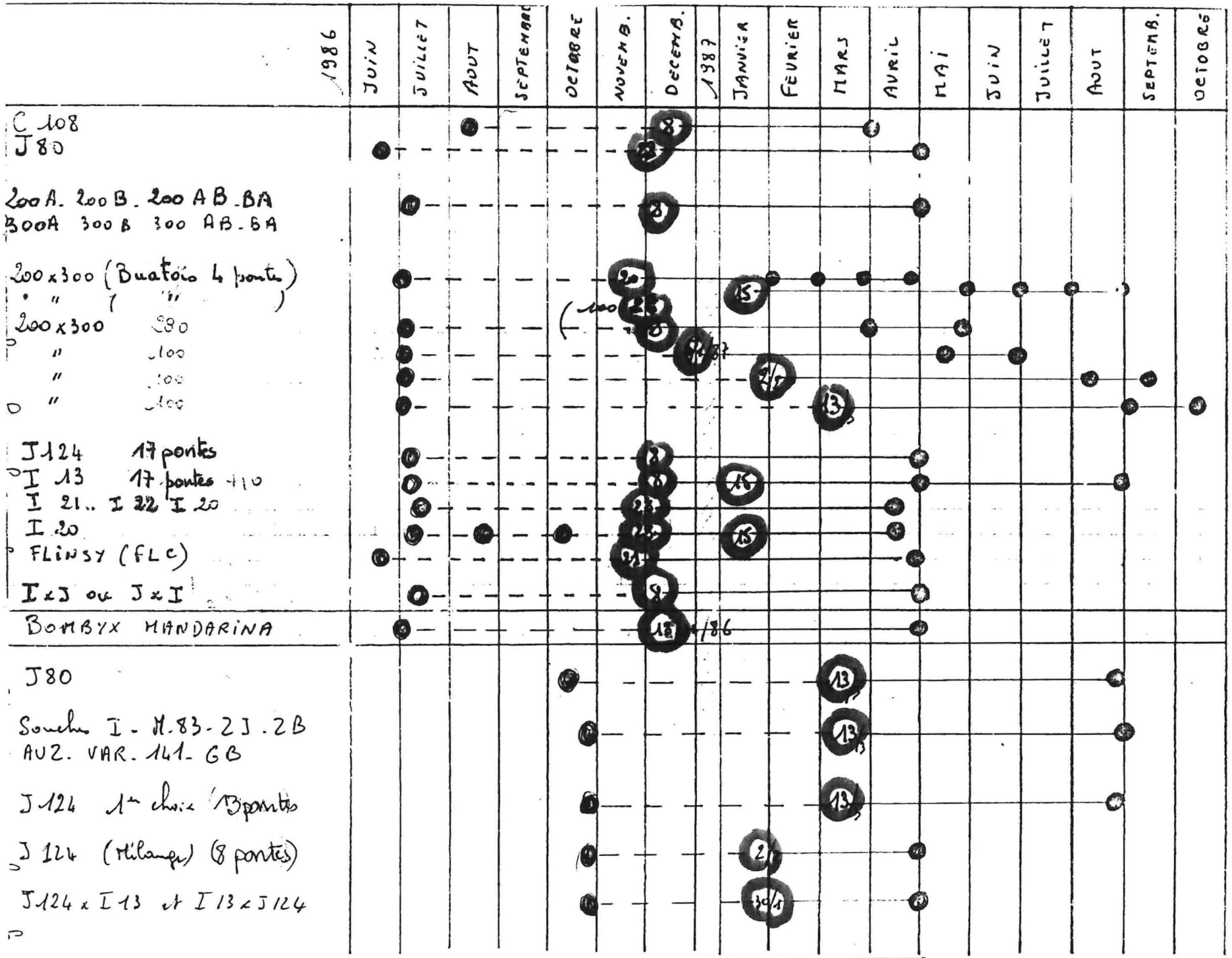


B. Effet de l'hivernation sur le taux d'éclosion. D'après CUBELLS (1955)

Le chiffre indiqué sur chaque courbe donne le temps d'estivation. Des durées d'hivernation croissantes sont portées en fonction du taux d'éclosion. Ce taux correspond au pourcentage des éclosions survenues durant les 2 mois d'incubation à 25°C qui suivent l'hivernation.



● Ponte ○ Mise au frigo à 5°C ● Prévision d'élevage ---- cultivation ——— hivernation



graînage juin - juillet

graînage d'automne

Planing de conservation des pontes de 86

II.4.2.3 - Graines hibernantes produites en fin d'automne

De la mi-octobre jusqu'au début novembre, les graines sont conservées à 25° pendant 20 jours. Progressivement la température est amenée à la température naturelle puis réfrigérée. (16)

Il existe des traitements qui empêchent artificiellement les graines hibernantes d'entrer en diapause ou qui les réveillent aussi artificiellement de la diapause pour les faire éclore.
Le traitement habituel est le traitement à l'acide. Les graines sont traitées dans les 20 à 24 heures qui suivent la ponte quand elles ont été gardées à 25°. La concentration optimale de l'acide chlorhydrique pour le traitement habituel à l'acide est de 1,064. Les normes de trempage sont les suivantes :

- races japonaises ..... 5 à 6 minutes
- races chinoises ..... 4 à 5 minutes
- races européennes ..... 6 à 7 minutes

Pendant le trempage, la température doit rester stable . Immédiatement après le trempage, les graines sont rincées à 20° C. Après lavage, elles sont séchées dès que possible . (9)

II.5 - HEREDITE

L'exposé précédent démontre l'extraordinaire aptitude à varier que possède actuellement le ver à soie .

Les variations sont parfois en relation directe avec le milieu extérieur et ne valent que pour les générations qui ont subi les effets. D'autres, qui sont beaucoup plus indépendantes des facteurs externes, se maintiennent de génération en génération. Elles ont été isolées dans des lignées stables qu'elles caractérisent .

II.5.1 - HEREDITE D'UN CARACTERE .

Dès le début du siècle, on vérifia sur le ver à soie les lois mendeliennes telles que l'on peut les observer après un croisement entre deux lignées différentes par un ou plusieurs caractères : par exemple le caractère zébré; si l'on effectue un croisement entre un ver zébré et un ver normal non zébré, on obtient en F_1 des chenilles

qui ont toutes l'aspect zébré. Si on croise entre elles de telles chenilles, la génération F_2 sera caractérisée par la présence de chenilles zébrées mais aussi de chenilles normales . (20)

II.5.2 - HEREDITE DE PLUSIEURS CARACTERES

L'observation des croisements de deux vers différents par deux caractères permet de conclure qu'il n'y a pas disjonction indépendante des caractères dans les gamètes. Ce phénomène, si on l'étudie systématiquement sur tous les caractères connus, permet d'établir des groupes de caractères liés entre eux, s'héritant solidairement. De proche en proche, on a pu établir une véritable carte des gènes pour chacune des 28 paires chromosomes du Bombyx mori (carte chromosomique , figure n°18) . (6) (7)

II.5.3 - SEXE ET HEREDITE

L'étude de la garniture chromosomique conduit à remarquer que si les deux sexes présentent le même nombre de chromosomes (28 paires), ils se distinguent cependant pour l'une des paires qui est composée chez la femelle de deux chromosomes dissemblables. Le sexe femelle chez le ver à soie est hétérogamétique. Le sexe mâle est Homogamétique. Comme mâle et femelle diffèrent d'un chromosome, on observe un dimorphisme sexuel pour des caractères liés au sexe (J 80) . (21) (23)

II.5.4 - HEREDITE DES CARACTERES QUANTITATIFS .

Les caractères quantitatifs ont, comme nous l'avons déjà précisé, un grand intérêt économique. Ce sont hélas ceux pour lesquels les connaissances théoriques sont les plus faibles .

On a cependant constaté que 3 principaux allèles commandent la précocité, la croissance normale et la maturité tardive donc la plupart des caractères économiques car poids du cocon, poids de la coque, poids de la chrysalide, poids de la soie, longueur et épaisseur du filament, sont en corrélation avec le poids de la larve à maturité.(20)

II.5.5 - HETEROSIS

On s'est aperçu depuis longtemps que les hybrides de deux races avaient des qualités supérieures à celles des parents.

Linkage Maps of *Bombyx mori*

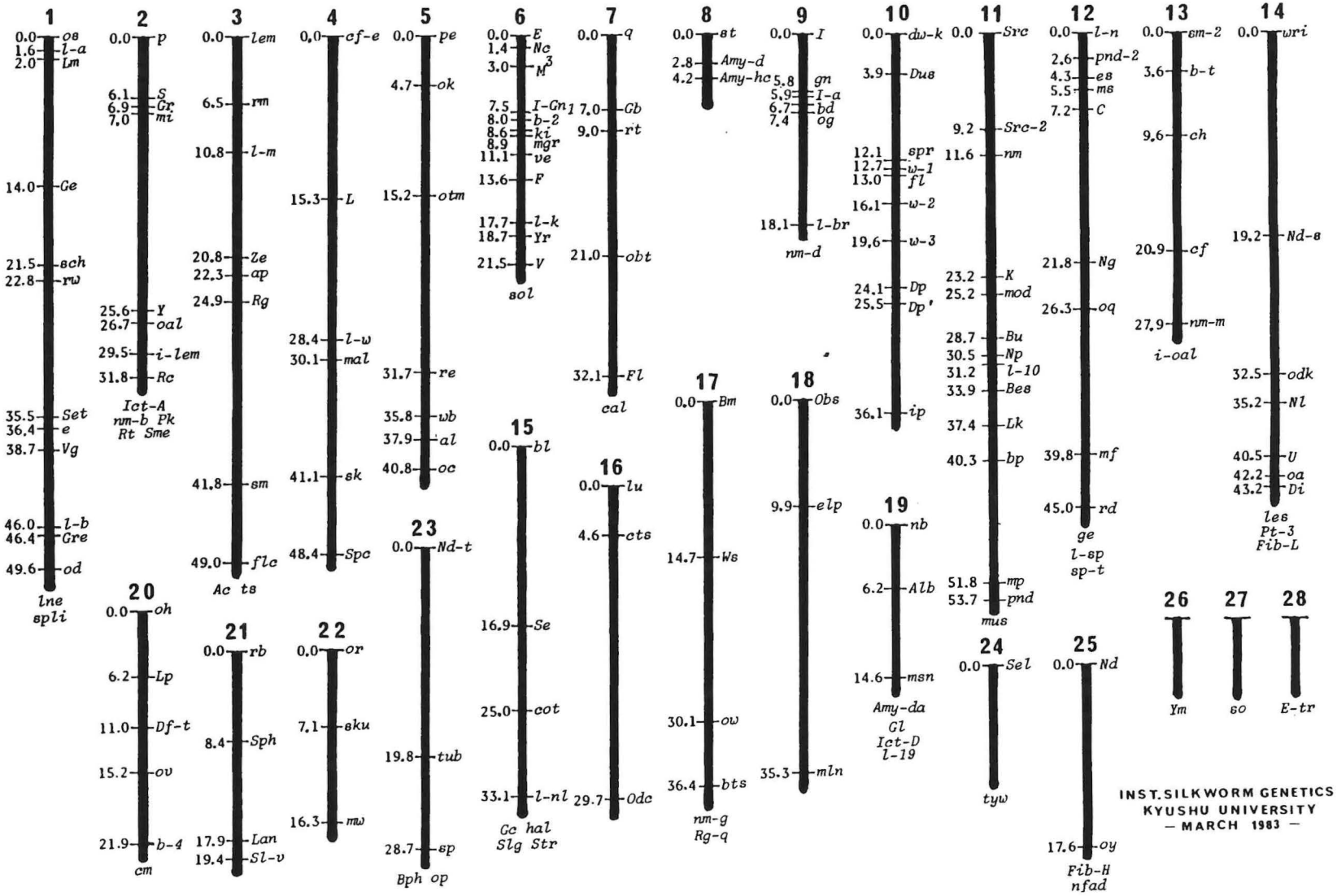


Fig. 1. Linkage maps of Bombyx mori. Females are XY and males are XX. The X chromosome is number 1.

Fig. 1. Carte de liaisons des gènes chez Bombyx mori. Les femelles sont XY et les mâles sont XX. Le Chromosome X est numéro 1.

Fig n°18.

Voici quelques avantages de ces hybrides :

- le rapport feuille/cocon est faible
- la mortalité est moins grande
- les cocons sont plus uniformes en forme et grandeur
- la vitalité à tous les stades est bien supérieure . (27)

Il y a cependant lieu de noter que l'effet hétérosis ne concerne pas la richesse soyeuse, la longueur de la bave dont le niveau est atteint pendant la phase de sélection. Les hybrides peuvent provenir d'un croisement simple entre parents de races différentes. Quelquefois on effectue un croisement triple, voire quadruple, exemple 200 x 300. On croise des races apparentées 200 A x 200 B - 300 A x 300 B, puis on croise les hybrides F_1 ainsi obtenues .

Grâce à des méthodes de sélection qui sont systématiques et rationnelles, on obtient constamment des races de vers à soie plus productives et répondant mieux aux exigences de l'industrie séricicole .

En étudiant les performances des nouvelles races obtenues, les spécialistes définissent des combinaisons d'hybrides pour le grainage destiné aux exploitations commerciales, exemple : création de l'hybride IJ, (Tab 9 10) comparaison des qualités séricicoles avec l'hybride japonais)

II.6 - ORGANISATION DU GRAINAGE

On peut distinguer deux grandes catégories dans la graine du ver à soie : les graines destinées à la reproduction et les graines destinées à l'industrie .

II.6.1 - GRAINES DESTINEES A LA REPRODUCTION

Il s'agit des oeufs issus de lignées pures. Ces lignées sont plus difficiles à élever, elles demandent des soins spéciaux et des conditions idéales .

II.6.2 - GRAINES DESTINEES A L'INDUSTRIE

La graine industrielle résulte en général d'un croisement

déterminé entre deux races ou deux lignées pures ou davantage. Elle sert aux éleveurs à produire des cocons en grande quantité pour les dévider .

Pour obtenir cette graine industrielle, on croise les parents des races obtenues dans la culture des oeufs destinés à la reproduction .

Des instituts de recherche et des centres de génétique expérimentale conservent les races agréées comme parents. Ils maintiennent ces races dans un état de forte productivité et de pureté génétique. Ils fournissent aux centres de reproduction les éléments de base dont ces centres partiront pour obtenir la graine destinée à la reproduction. Ces centres de reproduction, ayant obtenu les oeufs parentaux, les fournissent aux éleveurs de cocons à graine . Les cocons à graine vont à leur tour aux grainages industriels qui s'en servent pour obtenir la graine hybride .

Cette série de trois multiplications s'organise normalement sur trois ans. A l'échelle de la production française, l'Unité séricicole de LYON assure ces trois étapes et distribue des hybrides aux éleveurs .

Le Bombyx pondant en moyenne 400 à 500 oeufs, on devrait théoriquement pouvoir, d'une génération à l'autre, multiplier par 200 à 250, en supposant que les sexes soient également représentés à chaque génération. En pratique pour l'élevage de la graine de souche pure on a le schéma suivant :

ex: I_{13} 1

661 oeufs fécondés au départ

↓

pertes pendant l'élevage

↓

570 cocons obtenus

↓

82 cocons sélectionnés

↓

adultes

6 accouplements sont réalisés - 6 pontes sont ainsi classées

3 bonnes 2 moyennes 1 médiocre

Les 3 bonnes pontes seront conservées, une seule sera réélevée.

A chaque multiplication, la sélection est rigoureuse de sorte que la qualité des cocons se maintient jusqu'à la dernière étape .

III

PATHOLOGIE DES ELEVAGES CE PRINTEMPS

III.1 - OBSERVATIONS

III.1.1 - OBSERVATIONS DES ELEVAGES DE L'UNITE SERICICOLE

III.1.1.1 - Observations lors des stades larvaires (Tab 19)

- Vers le 19 mai, nous guettions la montée des hybrides 200 x 300 2, arrivés à la fin du cinquième âge larvaire .

Les larves du cinquième âge, âgées de plus de dix jours, continuaient à manger avec appétit. Leur taille grossissait à mesure des repas supplémentaires et leur apparence restait identique aux larves en croissance. Quelques vers prenaient l'aspect des larves prêtes au filage. Ils excrétaient des féces molles, vertes et très humides. Leurs corps se rétrécissaient, le tégument devenait jaunâtre, transparent.

Les vers étaient alors placés dans une enveloppe qui servait de support au filage . Dix jours après, lors de la récolte, nous observions :

- des vers morts dans les enveloppes sans avoir filé,
- des vers vivants,
- des cocons faibles, avec des chrysalides mortes à l'intérieur,
- des cocons normaux avec des chrysalides saines.

- L'élevage suivant des I_{20} et I_{21} présenta un cinquième âge presque standard. Cependant à la récolte des cocons, on fit les mêmes observations. Le maximum d'anomalies fut observé avec les hybrides japonais .
Les vers s'alimentaient goulûment même au delà des dix jours. Ils grossissaient en proportion. Leur tégument restait opaque. Cependant, on observa deux types de taches :
  - les taches noires, en forme de trait de quelques millimètres sur la partie abdominale face dorsale,
  - les taches brunes ressemblant à des mouchetures également réparties sur l'abdomen .

Douze à treize jours après la réalimentation du cinquième âge,

TABLEAU N° 19

ELEVAGE DE L'UNITE SERICICOLE DE LYON

RACE SOUCHE	DATE DE LA LEVEE	DUREE DU CYCLE	DUREE DES 4 PREMIERS AGES LARVAIRES	DUREE DU 5ème AGE	DUREE FILAGE	ANIMAUX MORTS SANS AVOIR FILE ANIMAUX VIVANTS N'AYANT PAS FILE
200 x 300 ①	14 avril	27 à 30 jours	normale	9 à 10 jours	3 jours	
200 x 300 ②	19 avril	31 à 38 jours	normale	11 à 18 jours	7 jours	
I 20 x I 21	20 avril	26 à 31 jours	normale	7 à 11 jours	4 jours	8 % de morts
200 x 300 ③	23 avril	animaux congelés au 6ème jour du 5ème âge				
200 x 300 ④	28 avril	28 à 32 jours	normale	9 à 14 jours	5 jours	nombreux animaux morts
200 x 300 ⑤	4 mai					
* alimentation normale		30 à 35 jours	normale	10 à 16 jours	6 jours	25% de morts n'ayant pas filé 25% chrysalides mortes
* alimentation bourgeons terminaux		29 à 31 jours	normale	10 à 13 jours	3 jours	8% de morts n'ayant pas filé
Hybrides japonais	4 mai	28 à 37 jours	normale	10 à 17 jours	7 jours	Très nombreux vers morts ne filant pas, environ 35%
J 80	11 mai	26 à 30 jours	normale	7 à 11 jours	4 jours	
200 x 300 ⑥	11 mai	animaux congelés au 6ème jour du 5ème âge				
200 x 300 ⑦	14 mai	animaux congelés au 6ème jour du 5ème âge				
200 A	13 mai	30 à 33 jours	normale	9 à 12 jours	3 jours	10 à 20% de morts n'ayant pas filé
200 B	13 mai	20 à 29 jours	normale	9 à 11 jours	1 à 2 j.	de 5 à 50% de morts de 2 à 3% de vers vivants n'ayant pas filé
200 R	14 mai	28 à 30 jours	normale	11 à 13 jours	2 jours	
300 A	17 mai	28 à 30 jours	normale	9 à 13 jours	24 à 30 H.	8 à 10% de morts n'ayant pas filé

TABLEAU N°19 (Suite)

ELEVAGE DE L'UNITE SERICICOLE DE LYON

RACE SOUCHE	DATE DE LA LEVEE	DUREE DU CYCLE	DUREE DES 4 PREMIERS AGES LARVAIRES	DUREE DU 5 ème âge	DUREE FILAGE	ANIMAUX MORTS SANS AVOIR FILE ANIMAUX VIVANTS N'AYANT PAS FILE
300 B	17 mai	28 à 31 jours	normale	10 à 12 jous	2 jours	6% de vers morts n'ayant pas filé 2 à 3% de vers vivants n°ayant pas filé
J 124	17 mai	30 jours	normale	10 à 13 jours	3 jours	6 à 8% de morts sans avoir filé
200 x 300 (8)	18 mai	29 à 32 jours	4ème âge durée : 6 j.	10 à 14 jours	4 jours	
I 13	19 mai	28 à 30 jours	normale	9 à 11 jours	2 jours	2 à 3% de morts sans avoir filé
200 x 300 (9)	22 mai	29 à 32 jours	4ème âge : 7 j. 1/2	10 à 14 jours	4 jours	
200 x 300 (10)	27 mai	29 à 31 jours	4ème âge durée : 6 j.	9 à 12 jours		
200 x 300 (11)	1er juin	29 à 31 jours	4ème âge : 7 jours	9 à 11 jours	2 jours	
200 x 300 (12)	4 juin					
* alimentation avec des feuilles récoltées à l'extérieur						
		30 à 32 jours	4ème âge : 7 jours	8 à 10 jours	2 jours	
* alimentation avec des feuilles récoltées dans la serra						
		31 à 32 jours	4ème âge : 7 jours	8 à 10 jours	2 jours	

quelques vers s'arrêtèrent de s'alimenter, leur corps se rétricit, l'aspect du tégument devint jaunâtre. Ces vers furent déposés sur des hérissons plastiques. Quelques uns filèrent un joli cocon gros et blanc .

D'autres restèrent immobiles et mouraient cinq à dix jours après. Leur tégument était jaunâtre, leur consistance était flasque. On sentait cependant tardivement une consistance particulièrement ferme des glandes séricigènes .

Les animaux morts (plus de cinquante) se dessèchaient en devenant noirâtres ou restaient flasques et fonçaient également.

Progressivement les élevages successifs présentèrent un cinquième âge de plus en plus proche des normes :

- début de filage à 10 jours
- filage du lot en 24 à 36 heures .

Le tableau n° 19 récapitule les caractèristiques des différents stades pour chaque ponte .

III.1.1.2 - Observations lors de la récolte des cocons

On a observé, lors de la récolte des cocons,

- un taux supérieur d'animaux morts dans les casiers,
- parfois un taux élevé de cocons déficients
- des animaux vivants n'ayant pas filé de cocons .

Ce syndrome, essentiellement caractérisé par un allongement du cinquième âge avec

- conservation de l'appétit pendant plus de 10 jours,
- modifications des larves sans filage, allant jusqu'à la mort
- récoltes de cocons déficients, d'animaux morts sans filer , d'animaux vivants n'ayant pas filé,

est appelé syndrome de non filage .

III.1.2 - OBSERVATIONS A LA SICA SOIE - CEVENNES . tab 20

La SICA SOIE CEVENNES comprend de nombreux adhérents répartis dans la Drôme, le Var, le Vaucluse, l'Ardèche, le Gard, l'Hérault .

TABLEAU N° 20

OBSERVATIONS DES ELEVAGES de la SICA SOIE - CEVENNES

ANNEE	EDUCATION	SOUCHE	Poids des GRAINES	QUANTITE DE COCONS OBTENUS	RENDEMENT	REMARQUES
1987	1ère éducation : 22 avril	Ardéchoise	77 gr.	93,45 Kg.	48,6 %	retard au filage
1987	1ère éducation : 22 avril	Japonaise	5 gr.	13,-- Kg	100 %	
1987	2ème éducation : 15 mai	Japonaise	144,5 gr.	265 Kg.	73 %	problèmes au filage
1987	3ème éducation : 25 mai	Japonaise	44 gr.	97 Kg.	88 %	
		Ardéchoise	40 gr.	17,3 Kg.	15,6 %	(morts aux 3ème et 4ème) âges.
		Lyonnaise	60 gr.	102 Kg.	68 %	(morts au 5ème âge avec) retard de filage
1986	1ère éducation	Japonaise	136 gr.	235,6 Kg.	68,8 %	
1986	2ème éducation		137 gr.	246,5 Kg.	49,3 %	
1986	3ème éducation		40 gr.	60 Kg.	60 %	
1986	4ème éducation		160 gr.	331,2 Kg.	78,8 %	
1986	5ème éducation		120 gr.	210 Kg.	70 %	

Elle a assuré l'incubation à MONOBLET et distribué des larves du premier âge à ses éleveurs pour les races ardéchoises et lyonnaises . Les hybrides japonais ont été importés au printemps, le début de l'incubation a été réalisé au Japon .

Le tableau n°20 résume les caractéristiques des éducations et des souches. Le tableau n°21 précise les productions obtenues par chaque éleveur .

On remarque :

- Pour la première éducation, levée le 22 avril, essentiellement composée de races ardéchoises, que tous les élevages ont présenté une baisse de production (la production normale moyenne est de 25 kg. de cocons pour 10 gr. de graines). La cause principale est due à une pathologie de non filage au cinquième âge.

- Pour la deuxième éducation, composée uniquement d'hybrides japonais, que la production moyenne a été moins mauvaise, cependant elle recouvre des résultats très insuffisants (exemple : 3 Kg. de cocons obtenus à partir de 20 gr. de graines) et des productions tout à fait correctes. A été observée, dans certains élevages, une importante pathologie qui s'est exprimée par un non filage des vers du cinquième âge .

- Lors de la troisième éducation (levée 25 mai) , dans les trois types d'élevages que

  * pour les races ardéchoises, la production a été extrêmement faible.
    Les causes de cette faible production sont :
    - pertes aux 3ème et 4ème âges
    - un retard au filage ne permettant pas l'obtention de cocons .

  * pour les hybrides lyonnais, le syndrome de non filage s'est manifesté également, cependant avec moins de sévérité.

  * pour les hybrides japonais, la production a été légèrement inférieure à celle des années standards .

- que les élevages de printemps 1986 avaient été également peu productifs. Tableau n° 10 . Les élevages d'automne avaient été meilleurs, sans

TABLEAU N° 21

SICA - SOIE CEVENNES - ANNEE 1987

SOUCHES	ELEVEURS	POIDS DES GRAINES	POIDS TOTAL DES COCONS OBTENUS	NOMBRE DE COCONS au Kg.
EDUCATION I - Levée : 22 avril				
Ardéchoise	BRIANSON	4 gr.	7,0 Kg.	490
	GREVOUL	15 gr.	11,5 Kg.	408
	HELLIN	10 gr.	25,1 Kg.	363
	LEYNAUD	20 gr.	18,6 Kg.	534
	MAYON	3 gr.	5,3 Kg.	
	POUPLIN	10 gr.	1,75 Kg.	456
	PRAT	15 gr.	24,2 Kg.	
Japonaise	Lycée Agricole des Arcs	5 gr.	13,0 Kg.	
	Maret	5 gr.		
EDUCATION II - Levée : 10 mai				
Japonaise	BEGIS	30 gr.	67,0 Kg.	421
	CHALIER	15 gr.	12,0 Kg.	471
	GRIGG	2,5 gr.	7,6 Kg.	550
	JAMES G.	10 gr.	25,7 Kg.	416
	LEYNAUD	20 gr.	3,0 Kg.	
	NOGARDEDE	12 gr.	38,8 Kg.	475
	VALENTI	10 gr.	36,0 Kg.	
	VALEZY	15 gr.	37,0 Kg.	465
	GONZALES	5 gr.	13,9 Kg.	502
	ADS Ardèche	25 gr.	24,0 Kg.	452
EDUCATION III - Levée : 25 mai				
Japonaise	EDEL	25 gr.	43,5 Kg.	459
	FINIELS	9 gr.	27,5 Kg.	438
	POUPLIN	10 gr.	26,0 Kg.	545
Ardéchoise	CHALIER	25 gr.	11,3 Kg.	
	LEYNAUD	20 gr.	6,0 Kg.	
Lyonnaise	BEGIS	30 gr.	67,0 Kg.	471
	PTELLIN	30 gr.	35,0 Kg.	604

atteindre une production de 25 Kg. pour 10 gr. de graines .

III.1.3 - OBSERVATIONS AU C.A.T. DES MAGNANS .

Le C.A.T. des Magnans est un centre d'aide par le travail qui élève trois générations de vers à soie .

Il réalise le dévidage de la soie ainsi que la filature des soies ouvrées. Les productions atteignent celles de la SICA, avec environ 25 Kg. de cocons pour 10 gr. de graines .

III.1.3.1 - Description

Le tableau N° 22 indique les résultats des trois élevages de ce printemps .

On observe des productions de l'ordre du tiers de celles des années normales. La pathologie se manifeste essentiellement lors des 3ème et 4ème âges . Les vers paraissent gonfler aux intersegments abdominaux, l'appétit diminue, ils meurent et se décomposent rapidement. Ils ont alors un aspect liquéfié, noir et sentent une odeur désagréable.

Les vers , qui atteignent le cinquième âge, filent au bout de 10 jours leur cocon en 24 à 30 heures .

Il ne s'agit pas du même syndrome .

III.1.3.2 - Etiologie

A part l'observation de nombreux cocons contenant des vers et non des chrysalides, la pathologie pendant les 3ème et 4ème âges peut être attribuée à une maladie virale : la grasserie ou polyhedrose nucléaire.

Cette maladie est favorisée par des écarts de température importants .

La magnanerie est un bâtiment important. La nuit, la température est maintenue grâce à une chaudière . Malheureusement, à cause d'une panne, la température est tombée à 12° pendant une nuit . Le jour, la température est régulée par l'ouverture de fenêtres et d'une faitière. Ces dispositifs sont insuffisants lors de fortes chaleurs. L'aspersion d'eau au sol lutte contre l'élévation

TABLEAU N° 22

OBSERVATIONS DES ELEVAGES DU C.A.T. DES MAGNANS

SOUCHE	Date de la LEVEE	DUREE DU CYCLE	DUREE DES 4 PREMIERS AGES LARVAIRES	DUREE DU 5ème AGE	DUREE FILAGE	PRODUCTION OU MORTALITE
100 gr. hybrides japonais	12 mai	29 jours	normale	normale : 9 j.		95 Kg de cocons récoltés rendement 38 % (nombreux cocons avec des vers dedans
20 gr. I x J	élevage jeté par inadvertance					
100 gr. japonais	24 mai	29 jours	normale	normale		88 kg cocons récoltés rendement 35 %
20 gr. I x J lyonnais	26 mai	29 jours	normale	normale		13 Kg de cocons récoltés rendement 26 %
90 gr. japonais	6 juin		normale	mortalité au 5ème âge		26 kg. de cocons récoltés rendement 11%
20 gr. I x J	6 juin	normale	normale	normale		11 kg. de cocons récoltés rendement 22 %

de température et maintient une certaine hygrométrie. Cependant des températures supérieures à 30° C. ont été notées.

Il faut sans doute trouver dans ces conditions défavorables la cause de l'incidence grave de la polyhedrose nucléaire . Des aménagements, afin de contrôler les conditions climatiques, doivent permettre la réduction de la maladie .

III.1.4 - OBSERVATIONS DANS LES PETITS ELEVAGES AMATEURS .

De nombreuses écoles élèvent chaque année une centaine de vers .

Des familles des anciens départements séricicoles, des Cévennes, du Lyonnais, élèvent des vers à partir des graines qu'ils produisent eux-mêmes .

De nombreux particuliers nous ont informés, par téléphone, d'une mortalité très importante (qui parfois touche l'ensemble de l'élevage) au cinquième âge. Ces cas correspondent au syndrome de non filage .

Afin de préciser les symptômes observés et l'épidémiologie, nous avons envoyé, à ces éleveurs et aux adhérents de la SICA Soie Cévennes, un questionnaire (questionnaire n° 23).

Sur environ 30 questionnaires distribués, nous n'avons malheureusement obtenu que 4 réponses . Nous allons cependant essayer de préciser l'épidémiologie .

III.2 -EPIDEMIOLOGIE

III.2.1 - REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Parmi les adhérents de la SICA, qui ont connu les plus lourdes pertes, nous pouvons citer :

GREVOUL	à Lasalle - Gard
LEYNAUD	à Ucols Lefort - Hérault
MANYON	à Luisson - Gard
POUPLIN	à Monoblet - Gard
BRIANSON	à Anduze - Gard
PRAT	à St Genest de Beauzon - Ardèche
EDEL	à Crest - Drome

N°23

Ministère de l'Agriculture
CEMAGREF
UNITE NATIONALE SERICICOLE
25, quai J.J. Rousseau
69350 LA MULATIERE
78.50.41.98

QUESTIONNAIRE

NOM : TEL. :

ADRESSE :

LIEU DE L'ELEVAGE :

ORIGINE DES VERS A SOIE (souche) :

PROVENANCE (fournisseurs) :

Avez-vous acquis des oeufs ou des larves ?

Combien de vers à soie avez-vous élevés ?

Pourriez-vous préciser les dates suivantes :

Eclosion le :
1ère levée le :
Début du 5ème âge le :
Début du filage le :
Fin du filage le :
% de vers ayant filé :
Poids total des cocons obtenus :

Avez-vous observé des anomalies (taches, manque ou excès d'appétit, temps de mue ou intermues différents des autres années, problèmes de filage, etc) ? OUI NON

Précisez les anomalies :

A quel âge se sont manifestés les troubles ?

Pendant combien de jours ont-ils mangé au 5ème âge ?

Présentaient-ils des taches ? OUI NON
si oui,
- des mouchetures : * noires
  * brunes
  * sur tout le corps
  * en région dorsale
  * en région ventrale

- des traits : * noirs
  * bruns
  * sur tout le corps
  * en région dorsale
  * en région ventrale

- autres taches (décrivez-les) :

Avez-vous observé de nombreux vers morts ? OUI NON
si oui,

- à quel âge et quel stade ?

- estimation en pourcentage :

- aspect des morts : * desséché
  * liquéfié
  * couleur :

Avez-vous des contacts avec d'autres éleveurs (prêts de matériel d'élevage, etc) ?

Avez-vous observé des symptômes identiques (ou d'autres) l'année passée ? OUI NON

- à l'élevage de printemps ?

- à l'élevage d'automne ?

Quelle alimentation utilisez-vous (quel type de mûrier) ?

AUTRES REMARQUES :

CHALIER à St Martin de Lorretres - Hérault
A.D.S. ARDECHE - Ardèche
HELLIN à St Hypolyte du Fort - Gard

Des particuliers de la région lyonnaise et même marseillaise nous ont signalé les mêmes symptômes .

III.2.2 - CHRONOLOGIE

A l'unité séricicole, les manifestations maximales ont été lors des élevages de début de printemps; elles se sont estompées petit à petit avec les élevages suivants.

Tous les élevages de printemps ont connu des pertes parmi les adhérents de la SICA.

III.2.3 - RACES ET SOUCHES

* A l'unité, les hybrides japonais ont exprimé avec gravité les symptômes.
* Parmi les élevages de la SICA, les hybrides ardèchois ont été systématiquement très touchés .
* Les hybrides japonais ont eu, chez les adhérents, un comportement variables : soit physiologie au 5ème âge normale
  soit le lot a subi de lourdes pertes .
* Des souches anciennes, conservées par les éleveurs d'une année à l'autre, ont également manifesté des symptômes .

III.2.4 - ORIGINE DES GRAINES

* Tous les hybrides japonais proviennent du même grainage.
  Pour la SICA, les oeufs ont fini leur incubation chez Madame HELLIN à St Hypolyte du Fort, puis ont été distribués aux éleveurs .
  De même pour les hybrides ardéchois; le graineur est Monsieur AUZAS d'Aubenas

* Les hybrides japonais élevés par l'Unité ont la même provenance, ils ont été cependant incubés à Lyon .

* Comme nous l'avons déjà précisé, quelques éleveurs produisent eux-mêmes leurs graines .

Une contamination de la graine est donc impossible .

III.2.5 - ALIMENTATION

Régionalement dispersé, chaque élevage a à sa disposition quelques mûriers qui assurent l'alimentation de l'élevage .

III.2.6 - CONTACT ENTRE LES ELEVAGES

Certains élevages n'ont aucun rapport avec les autres

* ni matériel commun
* ni alimentation
* ni provenance, ni échange d'animaux .

III.2.7 - MORBIDITE ET MORTALITE

Très variable, il y a eu des élevages totalement sains et des élevages totalement dessimés .

L'épidémiologie ne laisse pas supposer un facteur infectieux contagieux puisque les élevages géographiquement isolés ont manifesté une pathologie identique .

III-3 LESIONS ANATOMO-PATHOLOGIQUES . HISTOLOGIE

III.3.1 - LESIONS MACROSCOPIQUES

- Extérieurement, la principale anomalie est la présence de taches
  soit, rectilignes noires
  soit, ressemblant à des mouchetures brunâtres avec un liseret périphérique plus foncé.

Monsieur COSTA et Madame EDEL nous ont fait parvenir des vers malades. Ceux-ci présentaient également de très nombreuses mouchetures sur la tête, l'abdomen et le thorax, faces dorsale et ventrale .

- A l'autopsie, on constate :

* hemolymphe : R.A.S.
* tube de Malpighi : un ver autopsié présente des tubes de

~~des tubes~~ de Malpighi de taille supérieure et d'aspect blanc.

* Tube digestif : le contenu du tube digestif est constitué de débris de feuilles chez les animaux âgés de 32 jours (12 jours après la réalimentation du 5ème âge), les animaux plus âgés ~~ont un tube~~ ont un tube digestif rempli d'un mucus transparent. La paroi du tube digestif moyen semble épaissie chez quelques individus .

* Glandes séricigènes
  - la taille : la taille des glandes séricigènes est proportionnellement plus grosse que les autres organes : réservoirs plus dilatés et secréteurs plus longs .

  - chez les individus autopsiés à 15 jours du cinquième âge, on observe :
    . une solidification de la soie qui est alors très dure et blanche opaque.
    Cette solidification commence par la partie antérieure du réservoir puis gagne la partie distale

    . parfois, une rupture des tubes excréteurs avec épanchement de la soie dans la cavité générale .

III.3.2 - LESIONS MICROSCOPIQUES - HISTOLOGIE

Des coupes histologiques ont été réalisées au laboratoire de pathologie des Invertébrés à St Christol les Alès.

- Des lésions de la paroi du réservoir sont observées. Ces lésions se manifestent par des granulomes inflammatoires avec accumulation de mélanophages .(1)
  Ces granulomes formés de mélanophages pourraient être à l'origine des traits noirs observés .

- Atteinte de la membrane péritrophique.

Aucune anomalie, concernant les tubes de Malpighi ou la filière, n'a été communiquée.

III.4 - ELEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

III.4.1 - SYNDROME DE NON-FILAGE

JOY et SHYAMALA relatent un syndrome d'absence de filage chez le ver à soie . (18)

Les caractéristiques de ce syndrome sont les suivants :

- pertes de 10 à 50% exprimées dans des élevages de la région de KARNATAKA .

- les vers matures non fileurs ont une apparence normale mais ne filent pas, même au bout de 3 à 4 jours. Dans les derniers stades, la couleur de la peau palit progressivement et perd le lustre des animaux en bonne santé. Les vers meurent sans nymphoser .
  On n'a pas observé d'excrétion de méconium et il en résulte que la partie postérieure de la larve a une couleur plus foncée .

- L'observation de la filière chez les vers à soie sains, filant leur cocon et les vers à soie non fileurs indique une différence morphologique
  La filière est une structure rétractile, tubulaire, membraneuse, de forme conique, modérément pointue à son sommet. Chez l'insecte en bonne santé, la filière ne montre pas de régions sclérotiques importantes avant le filage. Cependant, pendant le filage, elle montre des barres intensément sclérotiques localisées. Les vers à soie malades collectés, le 3ème jour après la montée, ne montrent pas cette sclérotisation particulière. La sclérotisation serait nécessaire pour donner à l'appareil séricigène la rigidité requise mécaniquement pour éjecter la soie à travers le minuscule orifice .
  L'association étroite entre le filage de la soie et le durcissement de la filière est conforme au rôle établi des hormones, notamment l'ecdysone .

- physiopathologie des tubes de Malpighi.
  Les tubes de Malpighi sont normalement jaune vif chez l'insecte sain. Chez le ver à soie non fileur, ils sont presque incolores.
  La dégénérescence de l'épithelium des tubes de Malpighi entraîne une excression anormale. Le dérèglement de l'excrétion peut être une raison suffisante expliquant l'accumulation de fluide, de l'altération de la régulation osmotique . On observe en effet un oedème de la glande séricigène. Le grand nombre d'inclusions dans les tubes de

Malpighi des vers non fileurs peut être responsable d'un blocage mécanique . Des recherches approfondies sont cependant nécessaires pour déterminer la nature des inclusions .

Certes, nous ne disposons pas de précisions suffisantes sur l'histologie des animaux malades notamment filières et tubes de Malpighi. Cependant l'explication mécanique de non filage est intéressante .

III.4.2 - FORMATION DE COCONS GEANTS CHEZ LE VER A SOIE BOMBYX MORI L . TRAITE LOCALEMENT AVEC L'HORMONE JUVENILE S J - 42 - F. (24)(10)

Williams a montré que l'hormone juvénile empêche le développement en adulte des chrysalides des Saturnidés .

Il a également montré qu'une injection d'hormone juvénile de Cecropia avait comme conséquences une augmentation de la période d'alimentation et de synthèse de la fibroïne chez les larves du 5ème âge.

Nihmura a également travaillé sur un certain nombre d'analogues synthétiques de l'hormone juvénile et a observé que la plupart des analogues de J.H. retarde la maturité, prolongeant ainsi la durée de l'âge larvaire et augmentant la soie du cocon.
Cependant, on a observé l'extrême importance de la dose et du moment de l'application du traitement .
Ainsi, l'application de l'hormone juvénile après le troisième jour prolonge la période d'alimentation de 2 à 5 jours, la formation du cocon n'a pas lieu et on observe une malformation et la mort .

III.4.3 - LA MUE NYMPHALE : REGULATION HORMONALE (20)

Le déroulement de la métamorphose dans ses manifestations morphologiques s'effectue sous contrôle hormonal. Les mêmes hormones que pour la mue sont en jeu :
- l'ecdysone, secrétée par la glande prothoracique
- la juvénile hormone secrétée par les corpora allata .

A la mue nymphale, tandis que l'influence des corpora allata s'amenuise, l'activité de la glande prothoracique garde toute son importance .

L'ecdysone est un stéroïde dérivé du cholestérol. . Le métabolique actif est l'ecdystérone .

Retenons que :

- contrairement, au syndrome de non-filage décrit par Joy et Shyamala, les vers de nos élevages survivaient parfois pendant plus de quinze jours après la date de la montée,

- des chrysalides malformées, des vers incomplètement métamorphosés ont été observés pour chaque ponte

- le rôle des hormones dans le processus de mue et dans la transformation de la filière permet de secréter la soie .

III.5 - ANALYSES . - EXPERIENCES

III.5.1 - RECHERCHES BACTERIENNES

III.5.1.1 - Prélèvements

A partir de vers du cinquième âge sains, de vers morts, de vers malades, nous avons ensemencé des boîtes de Petri contenant un milieu complet "Bactéries L.B." .

Pour chaque type de vers nous avons réalisé deux ensemencements à partir

- contenu du TD moyen
- glande séricigène - tube excréteur

III.5.1.2 - Résultats

Après 24 heures à l'étuve, des colonies étaient développées

	Tube digestif	Glandes séricigènes
animal mort	+++	+++
animal malade	++	+
animal sain	±	±

L'identification des germes a été réalisée au laboratoire départemental des Service vétérinaires (analyse n°24) .

III.5.1.3 - Interprétation

Les germes isolés microcoques et enterobacter cloaquae appartiennent à la flore saprophyte du tube digestif de la larve du ver à soie. Citrobacter freundi n'est pas cité dans la bibliographie . (16)

La contamination des glandes serait secondaire .

Aucune cause bactérienne ne justifierait de la pathologie observée .

III.5.2 - RECHERCHES VIRALES

La recherche de polyhedrose nucléaire ou cytoplasmique a été effectuée au laboratoire de St Christol les Ales. Les larves du cinquième âge, mortes ou malades, ne présentent aucun polyhèdre .

III.5.3 - RECHERCHES DE PROTOZOAIRES

La recherche de spores de pébrine a été négative sur les adultes d'hybrides japonais ainsi que sur les femelles des autres races .

III.5.4 - RECHERCHES D'UNE ETIOLOGIE ALIMENTAIRE

Au regard de l'épidémiologie et de l'absence de facteurs infectieux au sens large, nous avons orienté nos recherches vers une substance qui pourrait être contenue dans la feuille du mûrier.

III.5.4.1 - Alimentation avec des bourgeons terminaux

Nous avons essayé de mettre en évidence l'influence de la composition chimique des feuilles de mûrier .

Les élevages du printemps 86 avaient été déficients pour la SICA, alors que les élevages d'automne étaient presque normaux. Nous pouvions supposer que la richesse en acides aminés

DÉPARTEMENT DU RHÔNE

LABORATOIRE DÉPARTEMENTAL DES SERVICES VÉTÉRINAIRES

1, quai Chauveau - 69009 LYON - Tél. 78.83.25.98

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

analyse n° 24

N/Réf. 6603

Le Directeur du Laboratoire Départemental adresse à

UNITE SERICICOLE
25 rue Jean Jacques Rousseau
69350 LA MULATIERE

V/Réf.

les résultats d'examen du matériel suivant :

Vers à soie

Reçu le : 16/7/87

Dr Vétérinaire : Mme RENART

Propriétaire :

Observations :

Recherches demandées :

RÉSULTATS :

Cultures de germes isolés de vers à soie

Bactériologie :

larve saine : glandes sericigènes
isolement d'une souche d'Entérobacter cloacae
présence de microcoques

Tube digestif :
présence de microcoques

Larve morte : Isolement à partir des glandes sericigènes et d
du tube digestif d'une souche d'Enterobacter cloacae
Présence dans le tube digestif de microcoques

Larve malade autopsiée : isolement à partir des glandes sericigènes et du tube digestif d'une souche d'Enterobacter cloacae
Isolement à partir du tube digestif d'une souche de Citrobacter freundi

Conclusion : les souches d'Enterobacter cloacae isolées présentent le même profil biochimique
Ce germe est un profiteur d'occasion chez les animaux à sang chaud

Antibiogramme : (S... sensible; I... intermédiaire; R... résistant) :

Pénicilline	Chloramphénicol	Terramycine	Lincomycine
Ampicilline	Streptomycine	Erythromycine	Virginiamycine
Carbenicilline	Néomycine	Oléandomycine	Polymyxine
Cefalotine	Kanamycine	Spiramycine	Colimycine
Oxacilline	Gentamycine	Rifampicine	Sulfamides
		Trimetoprime-Sulfamethoxazole	

A LYON, le 27.7.87
Le Directeur du Laboratoire

Dr Edith RICHARD
Vétérinaire inspecteur

libres des jeunes feuilles de printemps pouvaient provoquer les symptômes .

Nous avons effectué deux lots de 25 vers :
- L'un recevait uniquement des très jeunes feuilles très tendres et ridées;
- l'autre recevait une alimentation normale en fonction du stade larvaire .

Le cycle des animaux recevant uniquement des bourgeons a été plus proches des normes. Le filage a été retardé de 24 à 48 heures et a été étalé sur 3 jours. 8% des vers n'ont pas formé de cocons (tableau n° 19) .

La plus grande richesse en acides aminés libres des jeunes feuilles ne permet pas d'expliquer la pathologie fortement exprimée au début de printemps .

III.5.4.2 - Recherches d'une substance exogène déposée sur les feuilles de mûrier

Une serre abrite une dizaine de mûrier et permet de récolter précocement quelques feuilles pour les élevages d'avril. Ces mûriers sont à l'abri des précipitations et des pollutions atmosphériques .

Nous avons élevé deux lots de 25 vers :
- l'un nourri avec des feuilles récoltées sous serre
- l'autre avec des feuilles de mûriers extérieurs

Aucune différence n'a été observée entre les lots .

III.5.4.3 - Recherches d'une substance assimilée par l'eau du sol

Le mûrier est une plante très exigeante en eau. Pour produire un gramme de matière sèche, il faut 280 à 400 ml. d'eau. Une grande partie de l'eau absorbée par les racines est perdue par la transpiration. Les feuilles concentrent donc les substances dissoutes dans l'eau . (9)

Par spectrographie de masse, on a recherché la présence de métaux lourds dans des échantillons de feuilles et de terre de la plantation. Aucune concentration anormale n'a été détectée .

III.5.5 - DOSAGES DES HORMONES CHEZ LES LARVES

La méthode radioimmunologie permet de doser dans l'hémolymphe l'hormone juvénile et l'ecdysone.

L'obtention d'anticorps marqués exige plusieurs semaines avant d'obtenir des résultats. Nous ne disposons pas encore actuellement ce chiffre .

III.6 - INTERPRETATION - RESULTATS

La symptomatologie laisse supposer un déséquilibre hormonal, insuffisance de l'ecdysone ou augmentation du taux de H.J. lors du cinquième âge larvaire . Ce déséquilibre provoquerait le prolongement du cinquième âge larvaire et une inaptitude fonctionnelle au filage. La cause de ce déséquilibre semble complexe. Nous pouvons cependant écarter les agents infectieux au sens large . L'alimentation contiendrait peut-être un analogue de H.J. ou un inhibiteur de l'ecdysone .

CONCLUSION

Les termes employés autrefois dans l'élevage des vers à soie empruntaient au vocabulaire de la puériculture. On parlait de nourrisserie, d'éducation ... Cela reflète l'extrême attention constante qu'exige la sériciculture et peut-être l'affection des sériciculteurs pour leur élevage .

Longtemps gardée secrète, la sériciculture a conservé une dimension presque magique. COLETTE écrivait à propos du Bombyx : "celui qui tisse les rayons de la lune et du soleil". La découverte des mécanismes biologiques de la secrétion de la soie n'ôte rien à cette merveilleuse production. Le Bombyx mori, modèle biologique, est tout aussi riche de révélations .

Il va sans dire que ce stage m'aura permis d'apprendre les principes de l'élevage du ver à soie mais aussi d'être séduite par le Bombyx mori .

Le rôle économique très important de la production soyeuse dans les pays en voie de développement s'ajoute aux intérêts culturels de la sériciculture .

La visite du C.A.T. des Magnans et de la SICA SOIE CEVENNES m'a permis de voir des élevages de vers à soie de dimension supérieure, les installations possibles pour une rentabilité meilleure . Cependant, je n'ai ni étudié les problèmes de la mécanisation de l'élevage, du commerce des cocons, de la filature et tissage de la soie. J'ai participé quelque peu à la taille des mûriers mais ne connais pas la culture et les exigences de cette plante .

B I B L I O G R A P H I E

1 - BEAULATON J.

Hemocytes et hemocytopoiesis in silkworms.
Biochimie, 1979, 61 ; 157 - 164

2 - BLAES N.
La programmation du développement de la glande séricigène de Bombyx mori L.
Cell. Tissues Res. 1980, 213 ; 311 - 324 .

3 - CEMAGREF .
Techniques modernes de sériciculture

4 - CHAVANCY G. - Le ver à soie, un système modèle très utile pour la recherche fondamentale en biologie moléculaire .
Sericologia, 1984 , 24 (4) ; 565 - 569 .

5 - DAILLIE J.
Juvénile hormone modifies larvae and silk gland development in Bombyx mori.
Biochimie 1979, 61 ; 275 - 281 .

6 - DOIRA H.
Carte des liaisons des gènes chez Bombyx mori . Situation en 1983,
Sericologia, 1983 , 23 (4) ; 245 - 271 .

7 - DOIRA H.
Carte des liaisons des gènes chez Bombyx mori, révisée en 1986 .
Sericologia, 26 (4) ; 485 - 417 .

8 - DURCHON - JOLY , l'endocrinologie des Invertébrés .

9 - FAO - Manuel de sériciculture
I - culture du mûrier
II - élevage du ver à soie
III- filature de la soie .

10- FLOCA L.A., ANGHEL E., CRACIUTI C., GHERGHEL P., BERKESY L.
Effet du traitement par des analogues des hormones juvéniles et biostimulants sur la biosynthèse des protéïnes de la soie de la glande séricigène .

11- GAMO
Polypeptidies of fibroin and sericin secreted in differents parts of silk gland
Insect. Bioch. , 1977, 7, 3 ; 285 - 295 .

12- GAREL J.P., DAILLE J., LEGAY J.M. - Le ver à soie
La recherche 1979, 106, 10 ; 1222 - 1231 .

13- GEETHA BAI M., PATIL C.S., KASTURI A.R. - Une nouvelle méthode pour détecter facilement les spores de pébrine .
Sericologia, 1987, 27 (2) ; 297 - 301 .

14- HYDE N.
The queen of Textiles
National geographic 1984, 165, I ; 2 - 48

15 - ICHIMASA Y.
Studies on the mode of action of the diapause hormone with special reference to lipid metabolism in the silkworm, Bombyx mori .
J. sericult. Sci. Jpn, 1975, 44 ; 137 - 145.

16 - IIZUKA T. - Etude de la flore bactérienne intestinale et de l'activité antibactérienne du suc digestif des larves du ver à soie Bombyx mori L.
Sériculogia 1983, 23 (4) ; 227 - 245 .

17 - JAPAN SILK ASSOCIATION INC. - Introduction à l'élevage du ver à soie, Tokyo , 1968 .

18 - JOY O. - Le syndrome de l'absence de filage du cocon chez le ver à soie Bombyx mori L.
Sériculogia, 1986 , 26 (4) ; 493 .

19 - KAWAI N.
Hormonal effects on carotenoid uptake by the silk gland in the silkworm Bombyx mori
J. Insect. Physiol., 1976, 22 ; 207 - 216 .

20 - LEGAY J.M.
Physiologie du ver à soie - Annales des Epiphyties, 1959, 10, 4 .

21 - LEGAY J.M.
Discrimination des sexes dans une population de cocons de vers à soie Bombyx mori L.
Sériculogia, 1982, 22 (4) ; 189 - 193 .

22 - LOTZ B., COLONNA, CESARI F. - The chemical structure and the crystalline structure of Bombyx mori silk fibroin.
Biochimie, 1979, 61 ; 205 - 214 .

23 - MANO P. - Etudes sur la sélection des races de vers à soie autosexables au Japon .
Sériculogia, 1984, 24 (3) ; 389 - 393 .

24 - MOROHOSHI S. , IIJIMA T.
Induction of Supernumerous ecdysis by the injection of ecdysones in Bombyx mori.
Proc. Jpn. Acad., 1969, 45 ; 314 - 317 .

25 - PREMI P.L., BHAT D.V. - Possibilité d'infection extraovarienne du ver à soie Bombyx mori par la pébrine.
Sériculogia, 1984, 24 (4) ; 572

26 - SCHENK A., LEGAY J.M., VAGO C.
Le ver à soie (Bombyx mori L.) en France et dans le monde (socio-économie et valeur scientifique) .
Séance de l'Académie d'Agriculture de France, 17/10/1979,65, 14 .

27 - TAYADE D.S. - Heterosis effect on economic traits of new hybrids of silkworm. Bombyx mori L. under Marathwada conditions .
Sériculogia 1987,27 (C2) .

28 - SUKAMAR J.
Etudes sur la flore microbienne de la surface foliane du mûrier. Populations bactériennes des feuilles saines .
Sériculogia, 1986 , 26 (4) ; 535 - 549.