ANNALES SCIENTIFIQUES DE L'É.N.S.

L. PASTEUR
RAULIN

Note sur la flacherie

Annales scientifiques de l'É.N.S. 2e série, tome 1 (1872), p. 11-21
<http://www.numdam.org/item?id=ASENS_1872_2_1__11_0>

© Gauthier-Villars (Éditions scientifiques et médicales Elsevier), 1872, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Annales scientifiques de l'É.N.S. » (http://www.elsevier.com/locate/ansens) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (http://www.numdam.org/conditions). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM
Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
http://www.numdam.org/

NOTE

SUR LA FLACHERIE,

PAR

M. PASTEUR,

MEMBRE DE L'INSTITUT DE FRANCE,

ET

M. RAULIN,

SOUS-DIRECTEUR DU LABORATOIRE DE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE A L'ÉCOLE NORMALE.

Mémoire lu au Congrès sériciole international d'Udine (Haute-Italie) le 16 septembre 1871.

Après avoir reconnu et démontré l'indépendance de la pébrine et de la flacherie, qui constituent toute la maladie régnante des vers à soie, et la relation indiscutable de ces affections avec le développement d'organismes vivants spéciaux, les points les plus essentiels que M. Pasteur ait établis dans ses Mémoires sur la flacherie sont : 1° la transmission héréditaire; 2° le caractère éminemment contagieux de cette maladie.

Nous allons essayer de faire ressortir les différences qui existent entre la flacherie et la pébrine, sous le rapport de l'hérédité et de la contagion.

Hérédité de la flacherie. — Par l'éducation de vers en casiers isolés, M. Pasteur a démontré que dans la graine la plus prédisposée à la flacherie

comme à la pébrine, il n'y a jamais qu'une partie des œufs malades et condamnés à périr. Nos expériences de 1870 ont confirmé ce résultat en y ajoûtant cette particularité : que la graine la plus prédisposée héréditairement à la flacherie ne contient qu'une proportion d'œufs malades relativement très-faible : 50 vers d'une graine extrêmement prédisposée à la flacherie, provenant d'une éducation qui avait péri aux deux tiers par cette maladie, furent élevés ensemble et périrent complétement de la première mue à la quatrième; 25 vers de la même graine furent élevés dans des casiers isolés, chaque ver ayant sa case distincte : 4 périrent flats de la première à la deuxième mue, 21 marchèrent admirablement et donnèrent des cocons irréprochables.

Au point de vue de l'hérédité, la présence des chapelets dans l'estomac des chrysalides n'a pas la même valeur, relativement à la flacherie, que la présence des corpuscules dans les papillons relativement à la pébrine, comme il ressort des expériences suivantes :

En 1869 on a fait de la graine cellulaire avec trois chambrées, l'une A ayant péri aux deux tiers par la flacherie; les deux autres B et C ayant parfaitement réussi. Dans chacun de ces lots on réunit ensemble, d'une part, les pontes dont les producteurs, mâle et femelle, n'avaient points de chapelets dans l'estomac, d'autre part, les pontes de papillons ayant de nombreux chapelets; 50 vers de chacune de ces graines furent élevés à part et parallèlement en 1870. Voici les résultats :

Le lot A périt complétement de la flacherie; l'échantillon à chapelets de la première à la quatrième mue; l'échantillon sans chapelets de la deuxième à la montée; le lot B réussit bien et donna 46 cocons pour l'échantillon à chapelets, 47 pour l'échantillon sans chapelets. Le lot C marcha également bien et fournit, d'une part, 45 cocons, de l'autre 48. Ainsi il n'y a eu dans la réussite des pontes avec et sans chapelets que de faibles différences, ce qui enlève au caractère des chapelets la valeur précise et absolue qu'on peut tirer de la présence des corpuscules des papillons relativement à la pébrine : le caractère vraiment essentiel au point de vue de l'hérédité de la flacherie, c'est la présence ou l'absence des morts flats dans la chambrée productrice, c'est la lenteur ou la vigueur des vers à la montée. Aussi nous ne saurions trop insister sur la nécessité pour l'éducateur ou le fabricant de graines de ne livrer au grainage que des chambrées dont il aura constaté l'absence de mor-

talité par la flacherie dans les derniers jours de la vie des vers et l'agilité et la vigueur de ceux-ci au moment de la montée à la bruyère (1).

A défaut de ces données, la proportion des chrysalides à chapelets dans une chambrée peut utilement servir comme indice de la flacherie héréditaire, en tant qu'elle donne une idée de l'envahissement de la chambrée par cette maladie dont l'intensité est ordinairement en rapport avec la fréquence des chapelets dans l'estomac des chrysalides.

On a annoncé que des chambrées avaient péri de la flacherie, sans que les chrysalides des vers qui avaient échappé à la mort eussent, même en faible proportion, le caractère du ferment en chapelets de grains.

Nous avons constamment observé le contraire : dans ces conditions il existe toujours des chrysalides, et presque toujours la grande majorité de celles-ci offrent dans la poche du canal intestinal soit des chapelets, soit des vibrions.

Nous avons recherché si, indépendamment de tout signe microscopique, il existe dans les différentes pontes d'un même lot quelques inégalités de prédisposion à la flacherie. Ces inégalités, dans un cas particulier, se sont révélées d'une manière frappante en 1870 (2).

On sait que, dans le grainage en grand de nos races indigènes, il y a habituellement un petit nombre de pontes qui éclosent quinze jours ou trois semaines après leur formation : ce sont des bivoltins accidentels.

Plusieurs pontes semblables furent réunies et les vers élevés en un seul lot : tous ces vers, au nombre de 500 environ, périrent flats de la seconde mue à la montée, sauf deux qui filèrent leurs cocons. C'est, du reste, le sort habituel de ces sortes de graines bivoltines élevées en masse.

D'autre part, on préleva séparément, dans plusieurs autres pontes de même nature, des échantillons qui furent élevés chacun à part : trois

---

(1) *Voir* à ce sujet les prescriptions de l'ouvrage de M. Pasteur : *Études sur la maladie des vers à soie*, t. I, p. 232.

(2) *Voir*, au sujet de ces inégalités dans la prédisposition à la flacherie des différentes pontes d'un même lot, l'ouvrage de M. Pasteur, t. I, p. 213 et suivantes.

de ces échantillons périrent par la flacherie, de la deuxième à la troisième mue; un de la troisième à la quatrième mue; un autre perdit les deux tiers de ses vers, de la quatrième mue à la montée; un autre perdit 2 vers sur 20; un autre enfin donna 20 cocons sur 20 vers (1).

L'expérience a confirmé, en 1871, ces résultats, qui témoignent d'une influence marquée des parents sur la ponte, et qui indiquent un moyen simple d'obtenir des cocons exempts de flacherie avec une variété de vers qui, dans le mode d'éducation ordinaire, serait condamnée à périr.

Cette expérience a été reproduite en 1871, sur une grande échelle, par M. Raulin, au Pont-Gisquet près Alais, avec des graines ordinaires. Cent dix pontes appartenant à trois lots différents, et formant environ 1 $\frac{1}{2}$ once, furent élevées séparément dans une même magnanerie, chaque ponte ayant son casier distinct.

Quelques vers moururent çà et là avant la quatrième mue, mais la mortalité ne se fit sentir d'une façon un peu sensible qu'entre la quatrième mue et la montée.

Voici quel fut le résultat final : une quarantaine de ces pontes ne présentèrent ni un ver mort ni un cocon fondu, et furent de tout point irréprochables. Trente-cinq environ eurent chacune 1 ou 2 morts (par la flacherie); dans une vingtaine, on compta 5, 6, 8, 10 morts; dix perdirent le tiers, la moitié, les deux tiers de leurs vers; dans cinq ou six, enfin, il ne resta que 2 ou 3 cocons; et, pour chacun des trois lots, les résultats furent semblables.

Ces résultats s'expliquent-ils par une influence héréditaire absolue et radicale comme l'hérédité de la pébrine? Nous ne le pensons pas. En d'autres termes, si toutes les pontes avaient été divisées en deux parts, et les deux moitiés de ces cent dix pontes conservées et élevées dans des conditions très-diverses, nous ne croyons pas que les résultats de part et d'autre eussent présenté un parallélisme complet. Mais il est difficile de ne pas admettre que, dans les circonstances où elles furent placées, ces pontes avaient des prédispositions héréditaires différentes pour la flacherie.

---

(1) Nous ajouterons qu'on livra ces 20 cocons au grainage, et qu'en 1871 on obtint une récolte complète.

Au reste, ce résultat, quelque explication qu'on en donne, n'en est pas moins intéressant pour la pratique : si les cent dix pontes dont nous venons de parler avaient été réunies et élevées en un seul lot, vraisemblablement les vers malades auraient infecté les vers sains, et la chambrée aurait succombé en grande partie à la flacherie : si l'on met en doute cette hypothèse, on ne peut se refuser à admettre que la mortalité eût empêché de faire grainer la chambrée : or, quarante de ces pontes ont pu être livrées au grainage en toute sûreté.

Ce procédé d'éducation a donc sur le procédé ordinaire une supériorité marquée relativement à la flacherie. Il est d'ailleurs, dans la pratique, beaucoup plus simple qu'on ne pourrait le croire au premier abord; il offre toutes sortes de facilités pour le délitage des vers; il permet l'élimination des pontes défectueuses, à quelque titre que ce soit; l'étude de toutes les influences héréditaires; le choix des pontes qui présentent telle ou telle qualité, etc.

Nous espérons qu'entre des mains exercées, il deviendra le plus sûr moyen d'obtenir des graines vigoureuses, à l'abri de la flacherie héréditaire, et fort peu exposées à la flacherie accidentelle.

Contagion par vibrions. — Il résulte de nos nombreuses expériences de 1869, 1870, 1871, que l'on peut contagionner des vers avec succès : par les vibrions et les chapelets des vers morts flats; par ceux des chrysalides et des papillons; par ceux des fermentations de feuilles; par les poussières de magnanerie; à l'aide de différents procédés :

1° En enduisant de vibrions les œufs avant l'éclosion;

2° Par nutrition, en enduisant de substances contagionnantes les feuilles qui servent à la nourriture des vers;

3° Par piqûre, soit sur les vers, soit sur les papillons;

4° Par mélange de bons et de mauvais vers;

5° Par accouplement des papillons femelles avec des mâles dont l'extrémité postérieure a été trempée dans un liquide à vibrions.

En général, les vers contagionnés par ces divers moyens s'inégalisent peu à peu, se mettent en retard sur les vers du lot témoin, prennent des allures plus lentes, et finissent par mourir avec les caractères extérieurs de la flacherie. En même temps, des vibrions de diverse nature apparaissent dans leur organisme. Si les vers ont été contagionnés par

nutrition, les vibrions se montrent d'abord dans l'intestin; ce n'est qu'au moment de la mort, ou même après, qu'ils passent dans le sang; c'est alors que le ver noircit; s'ils ont été contagionnés par piqûre, les vibrions inondent d'abord le sang, puis très-rapidement l'intestin. Ces caractères se reproduisent également dans la flacherie naturelle.

Les papillons contagionnés par piqûre se remplissent de vibrions et ne tardent pas à mourir; les femelles contagionnées par accouplement meurent aussi en offrant d'abord des vibrions dans la poche copulatrice, puis dans tout l'organisme. Ces caractères se produisent aussi naturellement dans les grainages ordinaires chez certains papillons qui meurent prématurément : les uns ont des vibrions dans tous leurs organes, les autres en ont seulement dans la poche copulatrice, suivant une observation très-exacte de M. Chiozza.

La marche de la contagion par vibrions ne présente pas la même régularité, la même simplicité que la contagion par corpuscules : 1° le temps qui sépare le moment de la contagion du moment de la mort du ver à soie peut varier de douze heures à trois semaines; le ver peut même échapper complétement à l'influence du vibrion; 2° la relation entre l'époque d'apparition du vibrion et l'époque de la mort du ver ne suit pas les mêmes lois que celles qui sont propres au corpuscule de la pébrine. Souvent les vers dépérissent déjà et s'inégalisent sensiblement, qu'on ne découvre pas encore d'organismes dans leur intérieur; quelquefois même des vers, principalement des vers contagionnés dès l'éclosion, sont morts avec les caractères extérieurs de la flacherie, sans qu'on ait pu y découvrir de traces apparentes d'organismes vivants, en explorant avec tout le soin possible une goutte du liquide provenant du ver broyé dans un peu d'eau. Alors pourtant, on ne saurait le nier, la matière contagionnante était la véritable cause de la maladie; mais probablement le vibrion se localisait dans quelque organe restreint et y exerçait des ravages mortels. Peut-être aussi doit-on se demander si la maladie qui a causé la mort dans ces conditions doit être confondue avec la flacherie

La rapidité d'action des vibrions sur le ver à soie contaminé dépend d'une foule de circonstances :

Elle dépend du mode de contagion : par exemple, tandis que les vers,

infectés par nutrition à l'aide de vibrions de ver, meurent dans un espace de temps compris entre six et quinze jours, nous avons vu des vers piqués avec ces mêmes vibrions mourir après deux ou trois jours; les papillons piqués avec ces mêmes vibrions mouraient en moins de vingt-quatre heures; lorsque la contagion eut lieu par accouplement, la mort fut plus lente à venir.

Elle dépend aussi de la nature de la substance contagionnante. Dans une foule d'expériences nous avons vu les vibrions de feuilles de mûrier fermentées se montrer bien moins actifs que les vibrions de vers morts-flats : tandis que les seconds amenaient la mort en sept ou huit jours, les premiers ne faisaient périr les vers qu'en douze ou quinze jours, et encore partiellement. Il y a plus : de bons lots de vers, élevés dans des conditions normales, et contagionnés à l'éclosion par vibrions de feuilles fermentées, ne sont pas tous morts avant de tisser leurs cocons; d'autres reçurent un repas de vibrions de feuilles entre la première et la deuxième mue, et échappèrent complétement à la contagion.

Tous les vibrions de ver n'ont pas d'ailleurs la même activité : les vers contagionnés avec la substance de gros vers morts-flats vers la montée, noirs et remplis de vibrions dans l'intestin et dans le sang, sont morts très-rapidement en vingt-quatre ou quarante-huit heures.

La rapidité de la contagion varie aussi avec la nature du ver contagionné : certaines espèces de vers, en particulier les vers atteints de la pébrine, les vers fortement prédisposés à la flacherie, des vers élevés tardivement contagionnés à l'éclosion, certaines pontes délicates de bivoltins accidentels des races indigènes nous ont paru éprouver très-rapidement les effets de la contagion par vibrions.

Les circonstances d'éducation peuvent aussi exercer sur ce phénomène une grande iufluence : en première ligne, nous placerons la température du ver contagionné : la mortalité, après la contagion, a toujours été moins rapide dans des lots élevés à la température de 16 degrés que dans des lots élevés à 25 degrés, soit constamment, soit après la contagion; c'est lorsqu'on a soumis des vers à des variations brusques de température que l'activité du vibrion a atteint son degré maximum. Exemple :

Le 25 mai 1870, on donne un repas de vibrions à 25 vers élevés à 16 ou 18 degrés. La mortalité ne commence que le 3 juin, lorsque les

vers sont sur le point de monter à la bruyère, et on obtient 10 cocons. Le même jour, on donne un repas de vibrions à 25 vers placés, le jour, au soleil, la nuit au froid; le 29 mai, 5 vers meurent, et le 3 juin tous ont disparu.

De la flacherie naturelle.

Les considérations dans lesquelles nous sommes entrés expliquent les allures générales de la flacherie naturelle.

Pourquoi la pébrine présente-t-elle une marche si simple et si régulière comparativement à la flacherie?

C'est que les corpuscules ne peuvent se transmettre que du papillon femelle aux œufs, et par suite aux vers qui en sortent, et de ceux-ci aux vers sains par contagion. Or la contagion des corpuscules marchant toujours avec régularité et avec des vitesses peu différentes, il en résulte qu'une graine périra par la pébrine ou lui résistera, selon que les producteurs seront ou non corpusculeux. Il n'en est pas de même de la flacherie : ici l'hérédité n'est plus qu'une prédisposition plus ou moins grande des vers à être attaqués par les ferments du genre vibrion; d'un autre côté, le développement de ces derniers varie considérablement avec une foule de circonstances extérieures : on conçoit, dès lors, qu'une graine héréditairement prédisposée à la flacherie puisse lui échapper dans des circonstances exceptionnellement favorables, tandis qu'au contraire, la graine la plus saine périra dans des conditions mauvaises. Tous ces cas s'observent en effet dans la pratique industrielle.

Nous nous sommes assurés que les effets de la température sur la contagion artificielle se reproduisent également sur la contagion naturelle, quoique avec moins d'intensité. Mais il existe sans doute beaucoup d'autres circonstances influentes dont la recherche serait fort utile : plusieurs faits autorisent à penser que les conditions d'hivernage de la graine ne sont pas à négliger à ce point de vue; aux faits connus nous ajouterons le suivant : en 1869 et 1870, nous avons vu de la graine provenant de chambrées qui avaient péri presque en totalité par la flacherie périr complétement par cette maladie, à partir de la deuxième ou de la troisième mue. En 1871, au contraire, après un

hiver exceptionnellement rigoureux, sur plusieurs échantillons de graine provenant également de chambrées à mortalité presque complète, pas un ne périt avant la quatrième mue, et plusieurs donnèrent une récolte satisfaisante.

Les corpuscules qui infectent habituellement les éducations ne peuvent venir que de l'intérieur des œufs de l'année; il n'en est pas de même des vibrions et du ferment en chapelets de la flacherie. On n'a pu jusqu'ici découvrir dans les œufs de vers à soie le ferment en chapelets.

Cependant M. Pasteur a découvert des vibrions dans quelques œufs mal fécondés, dans lesquels ils n'avaient guère pu s'introduire que par l'intermédiaire des mâles.

Quoi qu'il en soit, les vibrions de la flacherie viennent du dehors en général; en particulier on conçoit qu'ils peuvent venir de la surface externe des œufs, et l'on comprend dès lors l'utilité de laver la graine avec soin. Car si les corpuscules perdent rapidement leur vitalité au contact de l'air, il n'en est pas de même des germes des vibrions. Les poussières de magnanerie sont certainement un foyer dangereux de ces mêmes vibrions, et la purification des magnaneries par le chlore peut être efficacement recommandée contre la flacherie, car nous nous sommes assurés de l'action délétère du chlore sur les vibrions. Quant aux bons effets du chlore sur une chambrée pendant l'éducation, même pour détruire les vibrions de l'atmosphère ou de la feuille, ils sont pour le moins très-contestables. En 1870, nous avons élevé, dans une salle dont l'air était sans cesse fortement imprégné de chlore, de bons vers, des vers prédisposés à la flacherie, de bons et de mauvais vers mélangés, et ces divers lots ont eu des réussites très-diverses, exactement comme les mêmes vers élevés dans l'air pur.

Considérée à un point de vue général, la flacherie n'est pas un accident dans l'éducation des vers à soie ; nous avons prélevé sur une graine excellente, conservée dans la glace après l'hiver, divers échantillons que nous avons élevés avec tous les soins possibles, à diverses époques de l'année : le lot élevé à l'époque normale des éducations donna une récolte complète; dans les suivants, la flacherie se montra de plus en plus promptement, à mesure qu'avançait la saison. Elle apparut d'abord entre la quatrième mue et la montée, puis entre la

troisième et la quatrième mue, enfin entre la deuxième et la troisième mue, dans les lots nés vers la fin du mois de mai, époque à laquelle la flacherie sévit en plein dans les éducations. Deux échantillons de la même graine furent élevés un peu plus tard, après les éducations; cette fois, ils marchèrent mieux : le premier ne commença à périr qu'un peu avant la troisième mue, le second avant la quatrième mue. Telle est la marche régulière et constante de ce phénomène : elle paraîtrait s'expliquer par l'abondance dans l'air, à une certaine époque, des germes de vibrions provenant des éducations envahies par la flacherie.

Sur les cristaux des tubes de Malpighi.

Si l'on étudie les cristaux des tubes de Malpighi dans un lot de bons vers à divers âges, on découvre bien vite que ces cristaux augmentent après chaque mue jusqu'à la mue suivante, pour disparaître aussitôt que le ver s'est dépouillé de sa peau : on les retrouve alors sous forme de poussière à la surface de la peau nouvelle. Après la quatrième mue, ces cristaux augmentent encore jusque trois ou quatre jours après la mue, puis diminuent lentement sans disparaître à mesure qu'augmente la sécrétion de la soie.

Or la flacherie suit à peu près les mêmes phases : lorsque la cause contagionnante n'est pas très-intense, la mortalité dans un lot qui doit mourir flat se montre au moment d'une mue, et frappe les vers en retard qui n'ont pu muer, ceux qui, par conséquent, ont les tubes de Malpighi gonflés de cristaux.

Après la quatrième mue, la flacherie retarde énormément la formation de la soie et la montée; il y a arrêt dans les fonctions principales du ver, celles même qui coïncident avec la disparition des cristaux des tubes de Malpighi. On comprend donc qu'il y aura arrêt dans le départ des cristaux, tandis que d'autres continueront à arriver : de là accumulation. Il n'existe donc qu'une simple coïncidence que l'on retrouverait probablement dans beaucoup d'autres affections, et qui n'a rien de nécessaire, entre l'abondance des cristaux des tubes de Malpighi et les vers atteints de flacherie que la maladie ratarde dans leur mue. La meilleure preuve que nous en puissions donner est celle-ci : on peut,

par piqûre avec vibrions de vers et à 25 degrés, faire périr un ver par flacherie en douze heures; s'il est sorti de mue depuis peu de temps, il n'a alors qu'une quantité de cristaux insignifiante; d'ailleurs, dans un lot de vers qui périt de la flacherie naturelle, on en trouve, lorsque la mortalité est intense, qui meurent au sortir de la mue : ceux-là ne renferment presque pas de cristaux.

Jusqu'ici, nous ne connaissons pas le moyen de faire varier à volonté la quantité des cristaux, et, en même temps, l'état de maladie du ver.

Au contraire, nous avons le moyen de propager à volonté le vibrion dans le ver à soie comme dans un terrain naturel, et il est démontré que, parallèlement à ce développement, apparaît la maladie du ver.

Que conclure de là, sinon que l'étude des cristaux n'a pour la flacherie qu'une importance secondaire, tandis que la relation de simultanéité entre la flacherie et la présence du vibrion dans le ver malade a une importance capitale; qu'en un mot la théorie de la flacherie est fondée par les expériences de M. Pasteur.

Paris, septembre 1871.