

Notes Académiques de l'Académie d'agriculture de France

Academic Notes of the French Academy of agriculture

Authors

Claude Debru

Title of the work

Louis Pasteur et les maladies des vers à soie : un regard épistémologique sur les recherches sur la pébrine

Year 2022, Volume 14, Number 1, pp. 1-14

Published online:

6 October 2022

<https://www.academie-agriculture.fr/publications/notes-academiques/n3af-note-de-recherche-louis-pasteur-et-les-maladies-des-vers-soie-un>

[Louis Pasteur et les maladies des vers à soie : un regard épistémologique sur les recherches sur la pébrine](#) © 2022 by Claude DEBRU is licensed under [Attribution 4.0 International](#) 

Louis Pasteur et les maladies des vers à soie : un regard épistémologique sur les recherches sur la pébrine

Louis Pasteur and the silk worm diseases: an epistemological view on the researches on pebrine

Claude Debru¹

1 Centre d'archives en philosophie, histoire et édition des sciences (UMS 3610 CNRS/École normale supérieure)

Correspondance :
45 rue d'Ulm, Paris
claude.debru@ens.fr

Résumé

Les travaux de Pasteur sur les maladies des vers à soie, de 1865 à 1870, ont constitué un tournant qui lui a permis de passer de la microbiologie à la médecine vétérinaire, puis à la médecine humaine. Une relecture épistémologique de l'histoire de ses recherches montre comment s'effectue le passage d'une conception erronée de la maladie dite pébrine à une conception justifiée comme maladie contagieuse due à un parasite. Ce passage a pu se produire par l'alliance de diverses méthodes utilisées avec constance, microscopie, statistique comparative, observations longitudinales des conséquences d'intoxications expérimentales, mises en évidence par l'autopsie de phénomènes jusqu'alors inconnus dans l'organisme malade,

cette dernière ayant apporté la preuve finale du caractère infectieux de la maladie.

Abstract

Pasteur's works on the silkworm diseases, from 1865 to 1870, were a turning point that allowed him to proceed from microbiology to veterinary and human medicine. Rereading the history of his research from an epistemological point of view allows to show the transition from an erroneous conception of the disease named pebrine to a justified conception of the disease as a contagious one due to a parasite. This transition could take place thanks to the alliance of various,

Note historique

persistently used methods, such as microscopy, comparative statistics, longitudinal observations of the consequences of experimental intoxications, autopsy revealing previously unknown phenomena in the diseased organism. This last method brought the final proof of the infectious character of the disease.

Mots clés

autopsie, maladie contagieuse, intoxication expérimentale, microscopie, pébrine, statistique comparative

Keywords

autopsy, contagious disease, experimental intoxication, microscopy, pebrine, comparative statistics

Revisiter l'œuvre de Louis Pasteur (1822-1895) à l'occasion du bicentenaire de sa naissance est l'occasion de revenir sur sa propre pratique de méthodologies qui ont généralement caractérisé la biologie expérimentale moderne et ont donné lieu à des développements scientifiques majeurs, même s'ils n'étaient pas toujours sans antécédents et s'ils se situaient dans un contexte scientifique, celui du développement de la biochimie, où s'activaient un certain nombre de chercheurs. Pour autant, la carrière scientifique de Pasteur reste assez unique en son genre, par une sorte d'enchaînement naturel qui l'entraîne d'un thème à un autre, de la découverte de la dissymétrie, parfois dite « moléculaire », des produits organiques naturels à l'étude des fermentations, à celle des micro-organismes responsables des altérations qui peuvent en affecter les produits, comme le vin ou la bière, puis à celle des maladies animales, avant d'aboutir à la vaccination antirabique.

Parmi ces développements, les études sur les maladies des vers à soie ont formé un tournant dans la carrière de Pasteur. À la demande de l'empereur Napoléon III, inquiet pour l'économie viticole, il travailla pendant deux années, de 1863 à 1865, sur les maladies du vin, ce qui donna lieu, en 1866, à la publication de l'ouvrage *Études sur le vin* (1866).

C'est dans ce contexte que Pasteur fut également sollicité par les pouvoirs publics, inquiets pour la sériciculture méridionale qui était durement frappée par les maladies des vers à soie, et qu'il s'engagea, en 1865, dans des travaux nouveaux pour lui et de longue durée.

En effet, c'était la première fois que Pasteur, qui n'était ni biologiste ni vétérinaire, étudiait une épizootie. La résolution pratique des problèmes mal connus des mécanismes des maladies des vers à soie, problèmes déjà bien étudiés par ailleurs, en particulier par des chercheurs italiens, mais controversés, ainsi que l'établissement de techniques efficaces en vue d'enrayer la propagation de ces maladies, ont nécessité de la part de Pasteur six années de recherches intensives, entre 1865 et 1871, consacrées principalement à la maladie dite pébrine, travaux qui ne furent vraisemblablement pas étrangers à l'hémiplégie qui le frappa en 1868 et dont il ne se remit jamais complètement.

Ces recherches sur un terrain inconnu furent caractérisées par l'alliance de méthodes diverses d'observation et d'expérience et par le tournant, quelque peu tardif de sa part, d'une conception initialement erronée, celle d'une maladie constitutionnelle de l'organisme malade, à une conception justifiée, celle de la nature parasitaire de la pébrine, hypothèse déjà soutenue par d'autres chercheurs. Selon un jugement de Patrice Debré: « *C'est la chenille d'Alès qui a conduit Pasteur de la microbiologie à l'art vétérinaire et à la médecine* » (Debré, 1994, 239). Dans son introduction à la traduction anglaise de l'ouvrage de Pasteur Vallery-Radot, *La Vie de Pasteur* (1900), le clinicien canadien William

Note historique

Osler a écrit que la maladie des vers à soie a fourni à Pasteur «une opportunité de première importance, qui non seulement a changé tout le cours de sa carrière, mais a eu une grande influence sur le développement de la science médicale. [...] L'histoire du brillant succès qui a suivi des années d'application à l'étude du problème sera lue avec un intérêt profond par tout étudiant en sciences» (Osler, 1926, IX). C'est cet intérêt profond que nous souhaitons entretenir.

Style de la recherche et style de sa narration

Pour cela, c'est le style de la recherche de Pasteur, avec l'interaction fondamentale de l'observation et de l'expérience, leur progrès conjoint, l'évolution de l'interprétation, qui va nous occuper, en relisant, citant abondamment et commentant des textes rassemblés dans le tome IV des *Œuvres complètes* (Pasteur, 1926). Ce volume est principalement constitué par une relation *a posteriori* des travaux de Pasteur fondée sur ses notes de laboratoire rapportant les résultats de séries expérimentales et de discussions des résultats, à quoi s'ajoutent divers textes originaux d'articles ou de correspondances.

En prenant connaissance de ces textes, l'auteur de ces lignes, littéraire de lointaine origine et lecteur plus récent de Pasteur, a été frappé par la fermeté et la précision de son écriture, bon exemple de la qualité de l'écriture scientifique française du dix-neuvième siècle, avec sa recherche d'un maximum de concordance entre les mots et les choses, d'une désignation adéquate, mais non garantie, des observations, dans le contexte d'une terminologie mal fixée. Dans ces textes, la place tenue par le «raisonnement expérimental», cher à Claude Bernard, et par l'argumentation est frappante. La difficulté d'interpréter les résultats d'expériences systématiques, mais longtemps insuffisantes est sensible au lecteur actuel qui tente rétrospectivement de saisir la pensée de Pasteur. Cette difficulté rend compte à la fois de



Figure 1. Habitation de Pont-Gisquet, près d'Alais, où ont été faites les expériences dont les résultats sont exposés dans l'ouvrage *Etudes sur la maladie des vers à soie* (BNF, Pasteur, 1870, 10).

la dynamique de la recherche, des hésitations sensibles d'un chercheur prisonnier d'idées préconçues, de son entêtement (effet d'une très forte personnalité, parfois assez assertorique), et de sa propre difficulté à corriger ses erreurs, ce qu'il ne finit par faire que sous la condition d'expériences répétées et suffisamment concluantes.

P. Debré rapporte une intéressante anecdote. Peu de temps après son arrivée à Alès, Pasteur rend visite à l'entomologiste Jean-Henri Fabre (1823-1915) en Avignon, qui lui donne des cocons que Pasteur examine pour la première fois. Fabre commente: «*Cette magnifique assurance me frappa. Ignorant chenille, cocon, chrysalide, métamorphose,*

Note historique

Pasteur venait régénérer le ver à soie. Les antiques gymnastes se présentaient nus au combat. Génial lutteur contre le fléau des magnaneries, lui pareillement accourait à la bataille tout nu, c'est-à-dire dépourvu des plus simples notions sur l'insecte à tirer du péril. J'étais abasourdi; mieux que cela, j'étais émerveillé. [...] Encouragé par le magnifique exemple des cocons sonnant aux oreilles étonnées de Pasteur, je me suis fait une loi d'adopter la méthode ignorante dans mes recherches sur les insectes» (Debré, 1994, 207).

C'est bien une sorte de « méthode ignorante » que Pasteur a appliqué aux maladies des vers à soie. Comme l'a affirmé le chimiste et homme politique français Jean-Baptiste Dumas (1800-1884), qui avait convaincu un Pasteur fort réticent de se lancer dans l'aventure: « *Tant mieux que vous ne sachiez rien sur la question; vous n'aurez d'autres idées que celles qui vous viendront de vos propres observations* » (Pasteur, 1926, 60).

L'observation, d'une théorie à l'autre

Très pragmatiquement, Pasteur s'est d'abord attaché à l'observation des métamorphoses subies par l'insecte *Bombyx mori* dans son cycle vital, qui comprend l'état de chenille ou « ver à soie », et des conditions favorisant ses maladies dans les magnaneries. Dans son ouvrage *La Vie des vers à soie*, le biologiste Jean Rostand (1894-1977) a écrit que le ver à soie est l'un des insectes « qui ont bien mérité de la science » (Rostand, 1943, 20). Il décrit ainsi le cycle vital du papillon *Bombyx mori*: à la suite de l'accouplement entre papillons mâle et femelle, la femelle pond des œufs fécondés, les « graines », qui se développent en chenilles (« vers à soie »), lesquelles se nourrissent des feuilles du mûrier. Au bout de quelques semaines, les chenilles filent un cocon soyeux dans lequel elles s'enferment pour se transformer en nymphes ou chrysalides, presque immobiles. Des nymphes sortent les

papillons mâles et femelles, qui, à peine échappés de leurs cocons, s'unissent et produisent la nouvelle génération. Ce sont les cocons qui forment la matière première pour l'industrie de la filature. L'élevage (ou « éducation ») des vers à soie constitue l'activité des magnaneries. Les vers montent sur des branches de bruyère où ils mangent avec avidité des feuilles de mûrier jusqu'à la production des cocons.

Tout en présentant systématiquement les travaux de nombreux autres observateurs, en particulier de l'entomologiste et embryologiste français Édouard-Gérard Balbiani (1823-1895) qu'il discute fréquemment, Pasteur reprend donc le problème *ab initio*, ne se fiant qu'à ses propres expériences. La nature parasitaire de la maladie, que Pasteur eut tant de mal à admettre, a été pourtant établie par Antoine Béchamp (1816-1908), médecin, chimiste et pharmacien qui en réclama la priorité par rapport à Pasteur, par Balbiani, par le zoologiste bavarois Franz von Leydig (1821-1908), par H. Frey et Hermann Lebert (Frey et Lebert, 1856, 389). Ces derniers naturalistes, dans une communication le 17 novembre 1856 à la Société de recherche naturaliste de Zurich, concluent à une maladie parasitaire, soumise aux influences climatiques générales, lesquelles ne peuvent être exclues.

Pasteur, qui n'était ni médecin ni biologiste, voyait pour sa part dans la pébrine une maladie interne, analogue au pus, ou aux granulations des cellules cancéreuses. Le zoologiste et anthropologiste français Armand de Quatrefages (1810-1892), qui a proposé les noms de « pébrine » ou maladie du poivre et « maladie de la tache », en raison des taches qui apparaissent sur les vers malades, y voyait d'une manière analogue une sorte de « gangrène intérieure » (Pasteur, 1926, 95). L'assimilation de la pébrine à une maladie interne n'était pas la seule erreur de Pasteur, qui a eu du mal à distinguer les différentes maladies des vers à soie. Les taches apparentes n'étaient pas le seul caractère de

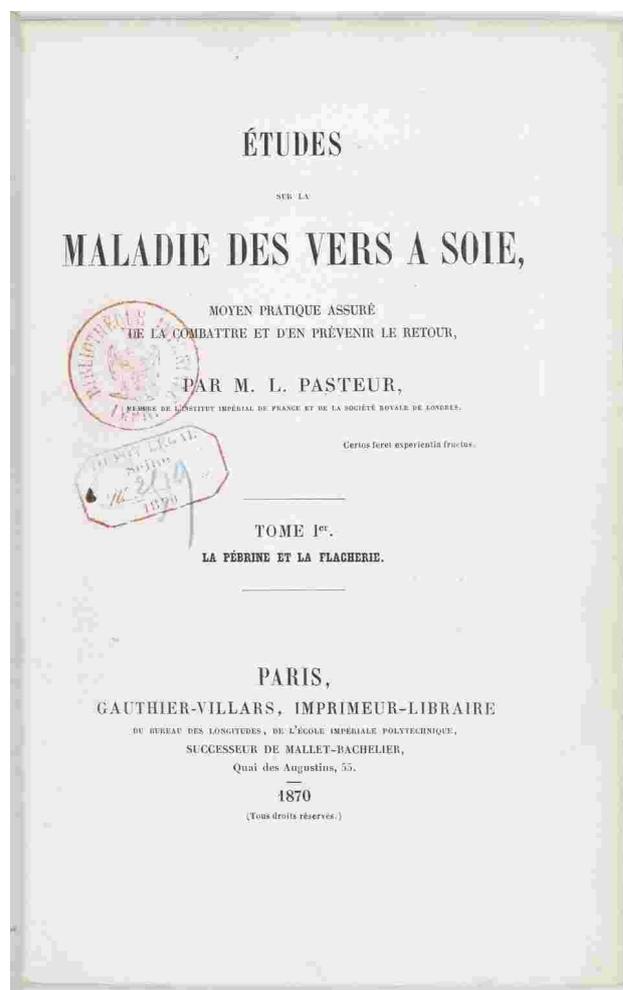
Note historique

la pébrine. S'y ajoutaient des corpuscules, visibles au microscope, vus de cette manière par l'entomologiste italien Emilio Cornalia (1828-1882), et observables tout au long du cycle de vie de l'insecte malade.

L'observation de ces corpuscules par des méthodes plus perfectionnées de préparation du matériau a été finalement l'un des éléments qui ont contraint Pasteur à adopter la théorie parasitaire, en se soumettant aux preuves quasiment irrécusables de l'identité entre la manifestation de la maladie et sa cause. La causalité a émergé par l'absorption de ce qui était d'abord conçu comme effet ou symptôme dans le cadre d'une conception interne de la maladie. Le corpuscule n'était plus signe ou effet, mais cause.

En effet, Pasteur a pu discerner dans les manifestations de la maladie certains objets dont la présence et, surtout, les propriétés comportementales (auto-reproduction des corpuscules) plaident en faveur de leur identification à la maladie elle-même et, par suite, à sa cause. S'imposait ainsi une conception du type d'un réalisme causal. En effet, d'une part, l'agent pathogène, le corpuscule lui-même, devenait toujours discernable comme marque constante de la maladie à partir d'un certain moment après une infection artificielle.

D'autre part, la propriété de multiplication des corpuscules observés dans les intestins (innovation expérimentale), puis dans l'ensemble de l'organisme infecté, a fini par convaincre Pasteur de leur nature d'organisme vivant, ce qu'il lia à la reconnaissance de leur nature parasitaire. Pasteur n'a pu effectuer cette révolution conceptuelle, longtemps appelée de leurs vœux par ses disciples, qu'après avoir longtemps erré, sans pouvoir établir sa conception préférée d'une maladie interne. À la décharge de Pasteur, il faut reconnaître que la confusion régnait partout, tant dans une pharmacopée aussi proliférante qu'inefficace que dans des observations qui furent entièrement reprises.



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Figure 2. L'ouvrage où Pasteur présente une synthèse de ses résultats (BNF, Pasteur, 1870, 21).

Comment contrôler la diffusion de la maladie

Trouver le moyen de produire des graines saines pour la sériciculture, tel était le problème pratique que Pasteur avait d'abord à résoudre (Pasteur, 1926, 47). Il est de fait que la solution de ce problème pratique, par une méthode de sélection de graines saines déjà envisagée dans son principe par M. Osimo à Padoue, a été acquise bien avant que Pasteur ait reconnu, pour sa part, la nature parasitaire

Note historique

de la maladie. La solution de ce problème pratique a reposé sur l'examen des taches et des corpuscules, et de leur évolution au cours du cycle de vie de l'insecte, surveillant ainsi le développement de l'infection, ce qui permettait de sélectionner les graines saines à partir de papillons exempts de corpuscules (cf. *infra*).

Notons que la notion d'infection n'avait pas à l'époque le même degré de précision qu'aujourd'hui, restant proche de l'idée de souillure qui se répand. Au tout début de ses recherches, Pasteur s'est beaucoup intéressé aux conditions physiques dans les élevages : température, humidité, éclairage, saisonnalité, cherchant à établir une corrélation avec la maladie encore vue comme interne. L'étude de ces conditions de milieu l'amenaient à des jugements sur la « faiblesse » des graines, base pour sa pratique de sélection des graines indemnes.

Une diversité de méthodes pour aborder le problème théorique

Pasteur a fini par venir à bout du problème de la nature de la pébrine par la mise en œuvre concomitante de toute une panoplie de méthodes diverses, dont il n'avait certes pas l'exclusivité. L'usage systématique du microscope complété par l'usage du dessin, celui de la photographie préférée au dessin, car plus objective, celui de la photographie microscopique, ont permis de mieux établir la séméiologie. « *Chose digne de remarque et qui peut servir à montrer combien était urgente la nécessité d'études approfondies, faites avec esprit de suite, au milieu des populations intéressées, je rappellerai que les corpuscules des vers à soie étaient connus depuis 1849 ; [...] néanmoins, dans ce centre séricicole par excellence de la ville d'Alais, au sein d'un département dont la fortune agricole est presque entièrement dans la culture du mûrier, personne encore n'avait vu au microscope les corpuscules déjà tant étudiés ailleurs. À peine comptait-on dans toute la France quatre ou cinq*

personnes qui s'en étaient occupées » (Pasteur, 1926, 57). Une méthode particulièrement significative a été de présenter les observations (les siennes et celles d'autres observateurs) en y mettant de l'ordre sous forme de tableaux statistiques comparatifs, utilisant ainsi la méthode comparative que la simple observation, répandue chez les sériciculteurs locaux qui cherchaient plutôt à établir l'efficacité des remèdes, ne comprenait pas : « *Dans les essais tentés par les éducateurs pour juger de leur efficacité, il en est très peu où l'on ait senti la nécessité d'épreuves comparatives* » (Pasteur, 1926, 49).

Pasteur a également procédé à l'utilisation réglée de techniques de préparation et d'observation du matériau, préférables à d'autres dans certains cas, pour mettre en évidence la présence parfois inapparente des corpuscules dans l'organisme et leur multiplication, fournissant ainsi des arguments décisifs. Il a procédé à des analyses au cours du temps et du cycle de vie. Il a procédé à des intoxications expérimentales et à des autopsies. Il a multiplié les expériences en faisant varier les conditions expérimentales. Cet acharnement expérimental dans la recherche de preuves rapproche Pasteur de Claude Bernard. Que Pasteur (tout comme Claude Bernard dans ses travaux sur le curare) se soit longtemps trompé au début de ses expériences tient sans doute à la difficulté d'établir une interprétation solide de phénomènes au départ incomplètement observés. Comme il l'a écrit, « *dans les sciences expérimentales, la vérité ne peut être distinguée de l'erreur, tant qu'on n'a pas établi des principes certains par une observation rigoureuse des faits* » (Pasteur, 1926, 39).

Quelques grandes étapes de la recherche

Dans ce qui suit, nous ne pourrions examiner du point de vue méthodologique que quelques moments clés, grandes étapes du long

Note historique

itinéraire de Pasteur: en premier lieu la démonstration du caractère contagieux de la maladie et la description de la marche de la contagion dans les stades du développement de l'insecte, puis les deux moments liés de l'admission du caractère parasitaire de l'infection et de la démonstration du phénomène d'autoreproduction des corpuscules. La présentation d'une démarche parfois très contournée ne pourra être que simplifiée.

« Lorsque j'arrivai à Alais, au mois de juin 1865, dès mes premières conversations avec les éducateurs qui pouvaient être le mieux informés, je fus surpris de l'incertitude générale des opinions. Personne n'avait eu, jusque-là, la patience de suivre des expériences précises pouvant conduire à un but connu et assigné à l'avance. On attendait du temps et des efforts d'autrui un remède aux souffrances. [...] Je résolus d'adopter une ligne de conduite bien différente. Concentrer mes observations sur un point déterminé, choisi le mieux possible, et n'en abandonner l'étude qu'après avoir établi quelques principes qui permissent d'avancer d'un pas sûr au milieu du dédale des idées préconçues, telle fut mon ambition » (Pasteur, 1926, 54-55).

Comment des observations incomplètes entraînent des erreurs d'interprétation

Nous allons examiner comment des observations, initiales mais nécessairement incomplètes, sur deux chambrées différentes ont pu orienter Pasteur vers des conclusions erronées, tout en indiquant un chemin à parcourir. « Pendant que je poursuivais mes premières études, une circonstance remarquable vint fixer mon attention. Dans la magnanerie où j'avais installé mes observations microscopiques, il y avait deux éducations: l'une achevée; l'autre offrant des vers après la 4^{ème} mue, et devant, sous peu de jours, monter à la bruyère. La première chambrée provenait de graines du Japon portant l'estampille de la Société d'acclimatation, l'autre

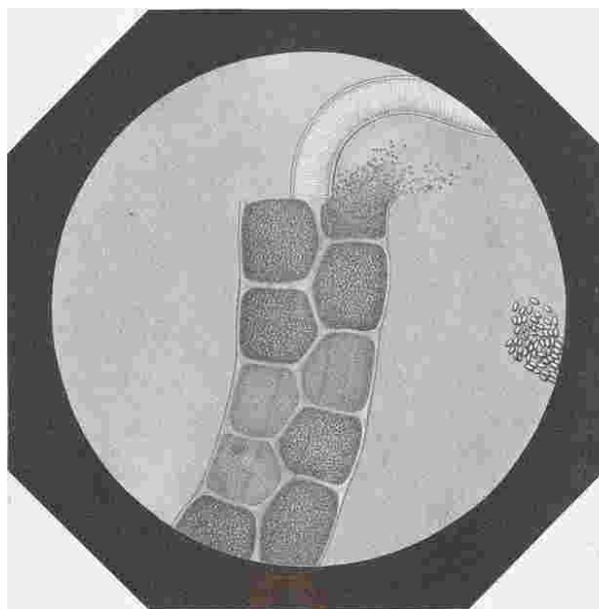


Figure 3. Portion antérieure d'une des glandes de la soie dans un ver très corpusculeux (BNF, Pasteur, 1870, 21).

de graines japonaises de reproduction, qui avaient été fournies par un enfant du pays. La première chambrée avait très bien marché, et on commençait pour ce motif un grainage portant sur 35 kg des cocons qu'elle avait produits. La deuxième chambrée, au contraire, avait la plus mauvaise apparence. Or, en examinant au microscope une multitude de chrysalides et de papillons de la chambrée qui remplissait de joie son propriétaire, j'y trouvai, pour ainsi dire constamment, les corpuscules dont je viens de parler, tandis que l'examen des vers de la mauvaise chambrée ne m'en offrait qu'exceptionnellement. Ces faits étaient-ils accidentels, propres seulement aux sujets des deux chambrées? En aucune façon. À mesure que je multipliai les observations microscopiques sur des sujets d'autres éducations, ces résultats prirent un caractère de plus en plus général. Je me crus dès lors autorisé à affirmer qu'une chambrée peut aller très mal sans que la majorité de ses vers montrent le caractère physique des corpuscules; qu'au contraire, une chambrée

Note historique

peut aller très bien, et que tous ses papillons, même les plus beaux, peuvent contenir ces mêmes corpuscules. On comprend tout l'intérêt que devait offrir l'étude des cocons de la mauvaise chambrée. Dès leur apparition, je m'empressai de les observer, et successivement à leurs divers âges, d'abord les vers pendant qu'ils filaient, puis les chrysalides et enfin les papillons. Parmi les vers filant leur soie, bon nombre continuaient de ne montrer ni taches, ni corpuscules; mais dans les chrysalides, surtout dans les chrysalides âgées, les corpuscules étaient fréquents; enfin, pas un seul des papillons n'en était privé, et ils y étaient à profusion» (Pasteur, 1926, 58).

Quelle est donc la valeur du signe constitué par la présence des corpuscules manifestée à certains stades du cycle de vie (chrysalide, papillon) ? « Je pensai qu'il fallait conclure de ces faits, [...] que ce n'est pas dans le ver qu'il faut chercher les corpuscules, indices de l'affaiblissement de l'animal, mais dans la chrysalide, dans la chrysalide à un certain âge, et, mieux encore, dans le papillon. Sans doute, la constitution d'un ver peut être assez mauvaise pour que, déjà à l'état de ver, il montre abondamment les corpuscules, et qu'il ne puisse filer sa soie; mais il me paraissait que c'était là, en quelque sorte, une exception, et que, le plus souvent, les vers sont malades sans qu'il y ait de signe physique qui l'indique, et qu'il en est encore de même des chrysalides dans les premiers jours de leur existence, et que le caractère de la présence des corpuscules devient un indice manifeste du mal lorsqu'on le recherche dans les chrysalides âgées et dans les papillons » (Pasteur, 1926, 58).

Et Pasteur de poursuivre son raisonnement mêlant séméiologie et considérations pragmatiques: « Au point de vue de l'industrie, la maladie n'est redoutable qu'autant que le ver est assez affaibli pour qu'il ne puisse filer sa soie. Il importerait peu, à la rigueur, qu'une maladie affectât l'animal, s'il pouvait toujours faire son cocon. D'autre part, n'est-il pas logique d'admettre que le ver sera d'autant plus malade

dès l'origine, et plus éloigné ultérieurement de pouvoir monter à la bruyère, qu'il proviendra d'une graine issue de parents plus chargés de corpuscules au moment de la fonction de reproduction? En dehors du raisonnement, tous les faits m'avaient paru conduire à cette manière de voir, et j'arrivai à penser que la maladie devait être regardée comme affectant de préférence la chrysalide et le papillon, qu'en d'autres termes, c'est à cet âge de l'animal qu'elle se manifeste plus apparente, et sans doute aussi plus dangereuse pour sa postérité. Les faits et les considérations qui précèdent, exposés dans la Note que je présentai au Comice agricole d'Alais, le 26 juin 1866, et à l'Académie, au mois de septembre de la même année, donnaient à l'étude de la maladie une direction nouvelle; ils paraissaient conduire aux principes suivants: 1°) On avait tort de chercher exclusivement le signe du mal, le corpuscule, dans les œufs ou dans les vers; les uns et les autres pouvaient porter en eux le germe de la maladie, sans offrir de corpuscules distincts et visibles au microscope. 2°) Le mal se développait surtout dans les chrysalides et les papillons, c'était là qu'il fallait le rechercher de préférence. 3°) Il devait y avoir un moyen infaillible de se procurer une graine saine, en ayant recours à des papillons exempts de corpuscules. Je m'empressai d'adopter ce mode nouveau d'obtenir des graines pures, malgré l'état très avancé des éducations et des grainages au moment où mes études m'avaient conduit à l'essayer » (Pasteur, 1926, 59).

Ce texte, narration *a posteriori*, est révélateur de la coexistence de diverses causes d'erreur dans la conclusion pastoriennne, tout autant que de directions fructueuses. La présence des corpuscules dans les vers fut d'abord considérée comme un indice non obligatoire d'un état d'affaiblissement manifesté plus clairement dans les chrysalides et les papillons, ce qui impliquait une conception de la maladie à la fois essentielle à l'organisme porteur et évolutive. Mais ce texte suscite également deux autres commentaires. Un

Note historique

regard rétrospectif (celui de Pasteur comme celui de son lecteur) y perçoit les prémisses d'une solution pratique, à savoir la sélection de papillons exempts de corpuscules pour produire des graines saines. Le même regard rétrospectif y perçoit la nécessité de poursuivre l'examen systématique de la présence des corpuscules tout au long du cycle de vie de l'insecte, ce qui n'est pas sans conséquences théoriques sur la nature de la maladie. Complexité de l'exploration pastoriennne, entrelacement de vues erronées, fondées sur des observations qui devaient s'avérer incomplètes, et d'une progression constante de la recherche.

Découvrir le mode de reproduction des corpuscules

Comme Pasteur l'indique le 9 décembre 1866, dans une lettre au zoologiste allemand Franz von Leydig, pour qui les corpuscules de vers à soie sont des parasites se reproduisant comme tels : « *Toutes mes recherches pour découvrir un mode de reproduction des corpuscules sont restées infructueuses. Les corpuscules des vers à soie me paraissent être des organites, des éléments anatomiques, des corps analogues aux globules du sang, du pus, de la féculé, en un mot à tous ces corps de l'organisme animal ou végétal qui, très réguliers de formes, sont organisés, mais non susceptibles de reproduction par génération. [...] L'apparition du corpuscule chez le ver à soie me semble procéder d'une transformation des tissus* » (Pasteur, 1926, 135).

Comment donc Pasteur est-il arrivé à une conclusion fort différente, à savoir que la maladie des vers à soie est une maladie qui se propage par contagion et est due à un parasite ? Cette démonstration n'a pu être effectuée que par étapes, l'interprétation des expériences n'étant nullement univoque.

La question est la suivante : « *La pébrine peut-elle se communiquer des vers malades aux vers sains, soit au contact, soit à distance ? On a fait,*



Figure 4. Vers sains (BNF, Pasteur, 1870, 101).

à ce sujet, beaucoup d'hypothèses et très peu d'expériences » (Pasteur, 1926, 100). Celles que Pasteur entreprend « *ne laissent aucun doute sur le caractère contagieux et infectieux de la pébrine* » (Pasteur, 1926, 102). « *Un de mes premiers soins, en 1866, a été de rechercher l'influence que pouvaient avoir les poussières des magnaneries pour la propagation du fléau. [...] En observant ces poussières au microscope, je fus surpris de l'effrayante proportion de corpuscules qu'elles renfermaient dans la plupart des cas, particulièrement lorsque les éducations avaient été détruites par la pébrine. [...] Dans le but de reconnaître si ces poussières peuvent servir à propager le fléau, je pris des vers très sains (circonstance qui m'était prouvée par la marche des lots témoins) et je leur donnai chaque jour un repas de feuilles saupoudrées*

Note historique

avec les poussières dont je viens de parler. La mortalité des lots à repas de poussières fut énorme, et elle se manifesta dès le second ou le troisième jour après le commencement de l'expérience» (Pasteur, 1926, 102-103). D'où la nécessité d'un nettoyage parfait des magnaneries, l'importance des questions d'hygiène.

Pourtant, Pasteur se refuse à tirer de ces observations certaines conclusions. « Il paraît naturel de conclure des observations précédentes que la maladie est contagieuse et que les poussières des magnaneries chargées de corpuscules à la veille d'une campagne nouvelle peuvent provoquer une grande mortalité dans les éducations. Toutefois, nous verrons que ce serait une erreur grave que de rapporter à la pébrine la maladie communiquée par les poussières dont il s'agit. Je démontrerai bientôt que les corpuscules de ces poussières sont des organismes sans vie, incapables de se reproduire, et que c'est pour ce motif que les vers morts dans les expériences que je viens de résumer n'étaient point corpusculeux. La maladie inoculée par ces poussières était la maladie des morts-flats » (Pasteur, 1926, 103-104).

Il s'agit de la deuxième maladie du vers à soie, la flacherie, longtemps mal distinguée par Pasteur de la pébrine. Il fallait donc poursuivre, multiplier les expériences. Quant à la démonstration annoncée, elle n'a pas eu lieu.

Dans une communication faite à l'Académie des sciences le 23 juillet 1866, qui a d'importantes conséquences pratiques, Pasteur décrit la présence ou l'absence des corpuscules dans la graine, le ver, la chrysalide, le papillon. « Pour décider de cette alternative, nous attendrons que la chrysalide soit sur le point de se transformer en papillon ; mieux encore, nous attendrons que le papillon soit sorti de son cocon, afin de l'étudier au microscope. S'il est corpusculeux, nous dirons que la graine dont il est issu, que le ver d'où il provient, que la chrysalide qui lui a donné naissance étaient malades, du moins très prédisposés à le devenir, ou que la

*maladie est survenue dans la chambrée pendant le cours de l'éducation. L'Académie doit voir clairement où je veux en venir. Elle doit pressentir la conséquence à laquelle je veux arriver. C'est que le papillon sain est le papillon non corpusculeux ; par suite, que la graine vraiment saine est celle qui provient de papillons non corpusculeux, et que l'on peut trouver dans la connaissance de ce simple fait le salut de la sériciculture. Il faut donc que toutes les observations concourent à établir que le papillon qui a des corpuscules est malade et que celui qui n'en a pas est relativement très sain » (Pasteur, 1926, 438). « Telles sont quelques-unes des observations qui me conduisent à proposer cette année le mode de grainage que j'avais déjà indiqué un peu timidement l'an dernier. Pour faire à coup sûr de la bonne graine, adressons-nous d'abord aux papillons non corpusculeux » (Pasteur, 1926, 440). Les expériences de Pasteur l'ont donc conduit, entre autres, à proposer une méthode de sélection (cf. *supra*) qui va améliorer le rendement de la sériciculture, alors même qu'il n'avait pas encore admis la vraie nature parasitaire de la maladie et qu'il ne pouvait pas rassembler toutes les pièces du puzzle.*

Comment Pasteur a-t-il été amené à changer d'avis, et à admettre que les corpuscules sont des causes, non des effets ou des signes ? S'étant livré à une critique serrée de certains auteurs (Balbiani ou auteurs italiens) qui l'ont critiqué lui-même, Pasteur remarque : « Il est des sujets qu'il vaut mieux aborder l'esprit libre d'idées préconçues et sans la connaissance des travaux qui les concernent, alors que la part n'a pas encore été faite entre les vérités et les erreurs que ces travaux renferment » (Pasteur, 1926, 63).

Et il ajoute : « Contrairement aux assertions de ces observateurs, nous verrons que le corpuscule est un organisme d'une nature particulière, qui ne se trouve chez les vers, dans les chrysalides et dans les papillons, que s'il a été introduit dans le corps de l'insecte, soit par la nourriture, soit par piqûre à l'aide

Note historique

d'un objet qui en était recouvert. C'est donc une erreur de croire que les corpuscules sont normaux dans les vers à soie soumis à une diète prolongée, ou dans les papillons sains avancés en âge» (Pasteur, 1926, 63).

À la recherche de preuves

Les preuves accumulées par Pasteur dans plusieurs séries d'expériences à partir de 1867 relèvent principalement de deux registres : la contagion par la nourriture, l'examen anatomique des organismes infectés révélant la présence constante des corpuscules. « *Les premières notions propres à donner raison aux vues de M. Leydig, et à faire admettre que les corpuscules sont réellement une espèce parasite du genre psorosperme, se trouvent peut-être dans une publication faite par M. Tigri, professeur à Sienne. Elles ont été beaucoup mieux précisées ultérieurement par M. Balbiani en 1866. [...] J'ai donné beaucoup d'attention à ce difficile sujet d'études, et M. Duclaux [Emile Duclaux (1895-1904), biologiste, médecin, chimiste, espérantiste], de son côté, dans les divers séjours qu'il a faits dans le Midi avec moi, a employé également un temps considérable dans cette recherche. L'exposé suivant est l'expression de notre commune opinion. [...] Nous adoptons l'opinion de Leydig, c'est-à-dire que les corpuscules nous paraissent rentrer dans le genre psorospermie de Müller ou dans un genre voisin, mais leurs modes de formation diffèreraient dans des points essentiels de celui que je viens de rappeler, d'après une publication de M. Balbiani*» (Pasteur, 1926, 137-138).

Pasteur, qui a procédé depuis longtemps à une description anatomique attentive et parfois exubérante des diverses formes de corpuscules, s'attache désormais à étudier les processus de la contagion, étant donné que le caractère contagieux de la maladie des corpuscules lui paraît indubitable (Pasteur, 1926, 105). Il étudie le cours temporel de la maladie, au long de plusieurs semaines, à la

suite de l'infection de vers sains par des corpuscules de papillons malades, et procède à des examens microscopiques.

La première d'une série d'expériences, débutée le 16 avril 1868, donne lieu à l'observation suivante :

« Le 10 mai, un ver de belle apparence est arrivé à maturité. Je ne vois sur sa peau aucune tache de pébrine, même à la loupe. Je le place sur la bruyère, mais il en descend bientôt et va se fixer dans un coin du panier où je le vois faire tous les mouvements d'un ver en train de filer son cocon. Pendant vingt-quatre heures, je l'observe à maintes reprises, et je le vois constamment occupé au même mouvement, mais, chose étrange, pas le moindre fil de soie n'est sorti de sa filière. Alors j'en fais l'autopsie et je trouve la glande de la soie entièrement remplie de corpuscules. Il n'y a pas la plus petite portion de cet organe qui offre la moindre transparence; dans toute sa longueur il est blanc, porcelaine. Le 11 mai, il ne reste plus que six vers vivants dans le panier des contagionnés [...] il n'en est pas dont tous les tissus ne soient remplis de corpuscules. Dans le panier du lot témoin, la montée à la bruyère a commencé le 8 mai; le 11, tous les vers filent leur soie, un seul est mort depuis le début de l'expérience. Plus tard, on a étudié les papillons nés de ces vers; tous, à l'exception de deux, se sont montrés exempts de corpuscules» (Pasteur, 1926, 109).

D'autres expériences suivent. « *L'examen de tous les vers dans les essais dont nous venons de parler a été faite avec un soin minutieux, tissu par tissu, organe par organe. [...] En opérant de cette manière, s'il existe des corpuscules, même en petit nombre, on parvient à les découvrir. Mais, supposons qu'au lieu d'agir ainsi, on ait broyé le ver tout entier dans un peu d'eau pour examiner ensuite une goutte de la bouillie au microscope. Ce serait miracle, dans de telles conditions, que d'y rencontrer les corpuscules, tant ils sont rares dans les premiers temps de*

Note historique

leur développement. Eh bien, l'examen des chrysalides ne peut être fait qu'en les broyant intégralement» (Pasteur, 1926, 111).

Des données nouvelles

Poursuivant ce type d'expériences de contagion par la nourriture infectée, en suivant l'apparition des corpuscules tant dans les vers que dans les chrysalides et les papillons, Pasteur parvient à la conclusion suivante: «Les expériences précédentes jettent une vive lumière sur la maladie qui nous occupe, et permettent de se rendre un compte exact de sa funeste influence dans les éducations» (Pasteur, 1926, 116). En effet, en introduisant l'autopsie des vers ou des chrysalides, Pasteur recueille des données nouvelles et insoupçonnées de ceux qui s'en tiendraient à des observations de surface. «Lorsque je commençai mes études sur la maladie des corpuscules, la recherche de ces petits corps dans la chrysalide et le papillon était complètement négligée. Les personnes, en très petit nombre, surtout en France, qui connaissaient le parasite, concentraient leur attention sur les œufs ou sur les vers. Quand on voulait savoir si, dans une chambrée, les vers étaient malades, on examinait au microscope une goutte de sang d'un certain nombre d'entre eux, et, suivant qu'on voyait ou non des corpuscules, on jugeait que les vers étaient malades ou sains» (Pasteur, 1926, 73-74). Plus loin, il ajoute: «Nous voyons, en outre, combien il était illusoire de rechercher la maladie dans les vers par le caractère des taches ou par l'examen des corpuscules dans une goutte de sang, comme on le faisait généralement lorsqu'il s'agissait de décider si l'éducation serait propre à la reproduction. Chrysalides et papillons peuvent être chargés de corpuscules et les vers qui leur ont donné naissance ne pas offrir la moindre tache de pébrine, ni déceler le parasite aux yeux les plus exercés. Quant à la contagion du mal, non seulement elle est indiscutable, mais ses effets sont immenses, incalculables, car on peut admettre que, dans une éducation

quelconque, tous les papillons corpusculeux le sont précisément par le fait de la contagion» (Pasteur, 1926, 118-119).

Rapportant une nouvelle série d'expériences d'examen microscopique de l'intestin de vers contagionnés par l'ingestion de broyats de vers corpusculeux, effectuées à partir du 24 avril 1869, Pasteur conclut: «Par les observations dont je viens de rendre compte, on voit que le mode de division par scission, indiqué par le Dr. Lebert et constaté par moi avec plus de certitude en 1867, n'est qu'un des modes de propagation des corpuscules. En entrant dans tous les détails qui précèdent, j'ai eu principalement pour but de faire comprendre au lecteur la marche habituelle de la contagion, sa lenteur au début, les particularités qu'elle offre dans divers organes, et dans un même organe avec le temps, et surtout le genre d'observations par lequel M. Duclaux et moi nous avons réussi à fixer nos opinions sur les divers modes de multiplication des corpuscules» (Pasteur, 1926, 149-150). La lenteur de la contagion a été en effet un obstacle important à la compréhension de ce processus dans son ensemble.

Le 24 avril 1867, depuis Alès, Pasteur avait écrit à Jean-Baptiste Dumas l'importante lettre suivante: «M. Leydig, dès 1853, avait assimilé les corpuscules à des psorospermies, et cette opinion a été soutenue récemment par M. Balbiani. Comme ces parasites ont, paraît-il, un mode de génération exceptionnel, qui n'a rien de commun avec ceux que je viens de rappeler, j'ai dû chercher à contrôler les descriptions de M. Balbiani. Je n'y ai point réussi; mais ces études nouvelles m'ont offert l'occasion de constater rigoureusement la génération des corpuscules par scissiparité, tout au moins dans les circonstances que je vais indiquer. Lebert, en 1856, avait admis l'existence de ce mode de génération des corpuscules, tout en n'étant que médiocrement satisfait lui-même de ses preuves, et, depuis lors, personne à ma connaissance n'avait pu voir le nombre considérable de corpuscules en voie de division qu'aurait exigé l'existence d'un

Note historique

pareil développement de ces petits corps. S'ils se multiplient, disait-on, par scissiparité à la façon des vibrions, etc., comment ne voit-on pas toujours, dans le champ du microscope, parmi des milliers de corpuscules, bon nombre de corpuscules doubles, triples, ou prêts à le devenir? Telle était l'objection, et, comme à beaucoup d'observateurs, elle m'avait paru irréfutable. Mais je viens de reconnaître qu'il est très facile de rencontrer, en nombre immense, des corpuscules à tous les états d'une division spontanée. Il suffit de considérer la tunique interne de l'estomac des vers corpusculeux. Je ne veux rien préjuger encore sur le mode de formation des corpuscules des autres tissus; mais à coup sûr, dans la tunique interne de l'estomac, les corpuscules se forment par scissiparité, perpendiculairement au grand axe» (Pasteur, 1926, 498-499). Pasteur ajoute l'observation dans les corpuscules de noyaux qui se divisent en même temps qu'eux. Cette lettre à Dumas est le témoignage d'une étape clé de la réflexion de Pasteur.

Une fois admise, finalement, la nature vivante des corpuscules comme parasites, Pasteur n'a donc eu de cesse d'effectuer ses propres expériences en vue de décrire le processus de reproduction des corpuscules dans l'organisme infecté, se réappropriant, en quelque sorte d'autorité, le sujet. On ne saurait contester l'honnêteté de la démarche expérimentale pastoriennne, parfois mise en cause par certains historiens concernant l'expérience de Pouilly-le-Fort de vaccination anti-charbonneuse (Geison, 1995). Pasteur a multiplié les hypothèses et les expériences, a poussé toujours plus loin l'investigation, jusqu'à acquérir une certitude. L'exemple de Pasteur montre aussi éloquemment que l'erreur, comme moment positif de la recherche de la vérité, fait partie du progrès scientifique.

Le philosophe catholique Jean Lacroix, longtemps chroniqueur au *Monde*, y a publié en 1967 une recension de l'ouvrage de François Dagognet, *Méthodes et doctrines dans l'œuvre de Pasteur* (Presses universitaires de France, 1967), dans laquelle il écrit, s'agissant de

Pasteur : « La chimie même lui sert à faire le partage entre le vivant et le non-vivant et à dégager l'existence de ce qui dépasse la chimie. Ultime paradoxe, qui n'est que le même porté aux extrêmes limites, ce génie n'a rien découvert de franchement nouveau. Bien avant Pasteur, microbes et vaccins par exemple sont connus ou utilisés. Mais la plupart des éléments qu'il re-découvre sont connus, épars, éparpillés; il a su les fonder, les replacer dans un ensemble qui les soutient et les assume. Plus et mieux qu'un expérimentateur, il est un organisateur de pensées, un constructeur, le champion d'une "vision du monde". Ses expériences, en quelque sorte il les déduit : il avance en bâtissant des expériences démonstratives. Puissance de l'idée ! Si la pratique achève le savoir et le vérifie, elle porte aussi en elle des germes d'erreur. C'est sa doctrine qui a entraîné cet esprit ferme et rationnel dans un monde invisible et plein de contradictions. Certes, cette doctrine ne va pas sans erreur. Jamais le vrai et le faux n'ont été autant mêlés. Mais c'est avec elle qu'il avance » (Lacroix, 1967, p. 9).

Par les temps actuels de pandémie et de graves questions climatiques, fréquenter l'œuvre de Pasteur revient aussi à illustrer et à défendre la méthodologie scientifique et l'importance pour la société de cette manière très particulière de poser des problèmes et d'inventer des solutions. C'est enfin retrouver le sens de l'ensemble qui relie tous les êtres vivants au milieu qu'ils forment et qui constitue leurs conditions d'existence.

Je remercie Hervé This et Nadine Vivier pour leurs conseils.

Références

Dagognet F. 1967. *Méthodes et doctrines dans l'œuvre de Pasteur*, Presses universitaires de France, Paris.

Notes académiques de l'Académie d'agriculture de France
Academic Notes from the French Academy of Agriculture
(N3AF)
Note historique

Debré P. 1994. *Louis Pasteur*, Flammarion, Paris.

xxxxx

Geison G. 1995. *The Private Science of Louis Pasteur*, Princeton University Press, Princeton.

Lacroix J. 1967. Pasteur, *Le Monde*, 2 septembre 1967, 9.

Lebert H, Frey H. 1856. Beobachtungen über die gegenwärtig im Mailandschen herrschende Krankheit der Seidenraupe, der Puppe und des Schmetterlings, *Naturforschende Gesellschaft in Zürich*, 1, 374-389.

Osler W. 1926. *Introduction*. In Pasteur Vallery-Radot P, *The Life of Pasteur*, Garden City Publishing Co, New York, V-XXI.

Pasteur L. 1926. *Études sur la maladie des vers à soie*, In Pasteur Vallery-Radot (ed), *Œuvres de Pasteur*, tome IV, Masson, Paris (réédition de Pasteur L. 1870. *Études sur la maladie des vers à soie. Moyen pratique assuré de la combattre et d'en prévenir le retour. Vol. 1 La pébrine et la flacherie. Vol. 2 Notes et documents*, Gauthier-Villars, Paris).

Pasteur L. 1866. *Études sur le vin*, Victor Masson et fils, Paris.

Rostand J. 1943. *La vie des vers à soie*, Gallimard, Paris.

Vallery-Radot P. 1900. *La vie de Pasteur*, Hachette, Paris.

Edité par

Nadine Vivier

Rapporteurs

Hervé This

Rubrique

Cet article a été publié dans la rubrique « Notes historiques » des *Notes Académiques de l'Académie d'agriculture de France*.

Reçu

4 juin 2022

Accepté

10 septembre 2022

Publié

6 octobre 2022

Citation

Debru C. 2022. Louis Pasteur et les maladies des vers à soie: un regard épistémologique sur les recherches sur la pébrine/Louis Pasteur and the silk worm diseases: an epistemological view on the researches on pebrine, *Notes académiques de l'Académie d'agriculture de France / Academic Notes from the French Academy of Agriculture (N3AF)*, 3, 1-14. <https://doi.org/10.58630/pubac.not.a2441>.



Claude Debru est membre de l'Académie d'agriculture de France et professeur émérite de philosophie des sciences au Centre d'archives en philosophie, histoire et édition des sciences (UMS 3610 CNRS / École normale supérieure).