



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

Comptes Rendus

Biologies

Gérard Orth

Pasteur and the veterinarians

Volume 345, issue 3 (2022), p. 71-81

Published online: 14 October 2022

Issue date: 10 November 2022

<https://doi.org/10.5802/crbio.90>

Part of Special Issue: Pasteur, a visionary

Guest editor: Pascale Cossart (Professeur de l'Institut Pasteur, France – Secrétaire perpétuel honoraire de l'Académie des sciences)

 This article is licensed under the
CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE.
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Les Comptes Rendus. Biologies sont membres du
Centre Mersenne pour l'édition scientifique ouverte
www.centre-mersenne.org
e-ISSN : 1768-3238

first to analyze the influence that these princeps discoveries had on the conception that veterinarians had of the origin of virulent diseases, before Pasteur showed in 1877 that the bacteridia of Davaine was indeed the agent of anthrax [2], and that he successfully carried out the first anti-anthrax vaccination experiment in 1881 [3]. This conception opposed the Veterinary School of Alfort and the Parisian elite dominated by Henri Bouley to the Veterinary Schools of Lyon and Toulouse, embodied by Jean-Baptiste Chauveau, Pierre-Victor Galtier and Henri Toussaint. The School of Alfort was initially in favor of the spontaneity of virulent diseases, while the Schools of Lyon and Toulouse were convinced, very early on, of the specificity and exogenous origin of contagious diseases [4, 5]. The purpose of this article is also to expose the role that Henri Bouley and Edmond Nocard then played in the acceptance of the germ theory and the implementation of vaccinations by rural veterinarians, in contact with breeders undergoing heavy economic losses due to epizootics [5, 6].

1. The Alfort school, the Parisian veterinary elites, and the germ theory

The Alfortian Eloi Barthélemy had established as early as 1823 that anthrax, one of the deadliest livestock diseases, was transmissible by inoculation to various animal species [7, 8]. Onésime Delafond could have concluded from his work, as early as 1860, that the bacteridium played a specific role in the etiology of this zoonosis [9]. However, the teachers of Alfort, in the first place Henri Bouley and Gabriel Colin and their disciples, have long been spontaneists. They had ended up admitting the notion of contagion but considered that contagious diseases had an endogenous origin. These teachers exerted their influence within the Academy of Medicine and within the Central Society of Veterinary Medicine created in 1849. The *Recueil de médecine vétérinaire* and the *Bulletins et Mémoires de la Société Centrale* gave a national audience to the members of this Society [10]. André Sanson and Henri Bouley have devoted columns to debates on spontaneous generation and the nature of virulent diseases, without being convinced by Pasteur's theories [7, 10]. Henri Bouley converted to Pasteur doctrines in 1877. Edmond Nocard, his pupil, was a brilliant disciple of Pasteur. They attracted the support of the

Parisian veterinary elite, with the notorious exception of Colin [7]. Four figures stand out: Henry Bouley, Onésime Delafond, Gabriel Colin and Edmond Nocard.

1.1. *Henry Bouley, a spontaneist who became an advocate of Pasteurian doctrines*

Henri Bouley (1814–1885), clinician, orator and popularizer of great talent, was a figurehead of veterinary medicine in the 19th century. His multiple responsibilities within education (General Inspector of Veterinary Schools, professor at the Natural History Museum), the Central Society of Veterinary Medicine (founding member), learned societies (Academy of medicine, Academy of sciences, Society of agriculture) and the veterinary press (Editor-in-chief of the *Recueil de M decine V t rinaire* since its creation) gave it a preponderant position very early on [7]. Bouley was initially a supporter of the spontaneity of virulent diseases. He wrote, among other things, “I have said and maintain that horse glanders is more often a spontaneous disease than a communicated disease... that it depends on the abnormal, extraneous conditions in which we force the horse to live, that exhausting work is one of the main causes” [7]. Having become a contagionist, Bouley was at the origin of the creation, in 1876, of the Consultative Committee on Epizootics and inspired the law on animal health policy of July 21, 1881 which changed the status of veterinarians [11]. Bouley converted to the germ theory in 1877, when Pasteur established without ambiguity, by the method of successive cultures, that the bacteridium was the agent of anthrax diseases. Having become a friend of Pasteur, he was the most fervent defender of the germ theory and vaccinations. He published, in the *Recueil de médecine vétérinaire* and the *Bulletins et Mémoires de la Société Centrale de médecine vétérinaire*, all the writings of Pasteur, those of his disciples and competitors (Chauveau, Toussaint and Galtier) and those of Colin, his opponent. He commented on them in his “Epistles” and criticized Colin's theories [7, 10]. Bouley promoted the election of Pasteur to the Central Society of Veterinary Medicine in 1880 [7]. Under his influence, veterinarians adhered with fewer reservations than physicians to Pasteurian ideas.

1.2. *Onésime Delafond, on the way to specificity*

Onésime Delafond (1805–1861), professor at Alfort, could have been the first to demonstrate the bacterial etiology of a disease [7, 8]. In charge of studying an epizootic of anthrax in Beauce, he had concluded that the disease resulted from an overly rich diet, before Rayer and Davaine observed “little filiform bodies” in the blood of anthrax sheep. Delafond undertook the study of these “little filiform bodies”. He actually has a detailed description and conducted many inoculation experiments on various animal species. He cultivated the anthrax agent in watch glasses, fifteen years before Robert Koch (1843–1910) obtained a pure culture from it and demonstrated its sporulated form. In presenting his work in 1860, Delafond affirmed the diagnostic and prognostic significance of the “baguettes”, but did not dare to conclude on their causal role [9]. What the physician Casimir Davaine (1812–1882) did in 1863, inspired by the work of Pasteur on the butyric ferment. Davaine thus provided the first proof of the microbial origin of a disease transmissible to humans [7, 8].

1.3. *Gabriel Colin, the irreducible adversary of Pasteur*

Gabriel Colin (1825–1896), an excellent physiologist from the School of Alfort, was an obstinate opponent of Pasteur from 1874, during debates aroused by the origin of putrefaction. An advocate of the spontaneity of contagious diseases, Colin disputed that bacteridium is the cause of anthrax. He opposed Pasteur on many occasions at the Academy of Medicine [7]. Pasteur has repeatedly expressed his feelings about Colin’s controversies [12]. Thus Pasteur wrote, after a discussion prompted by his work on the survival of bacteria in the soil, “Once again, there are a thousand ways to lead to error, and these are the ones that you always follow”. But Colin’s criticisms led Pasteur to experiments that confirmed his conclusions [12].

1.4. *Edmond Nocard, early disciple of Pasteur*

Edmond Nocard (1850–1903), an Alfortian teacher and clinician, was one of Pasteur’s most respected lieutenants [13]. An extraordinary experimenter, he founded veterinary microbiology. Nocard took part in the first anti-anthrax vaccination campaigns with  mile Roux and Charles Chamberland. He was

trained in the methods of nascent microbiology in Pasteur’s laboratory. Pasteur greatly benefited from his knowledge of veterinary medicine. Nocard participated in the mission to study cholera in Egypt during which Louis Thuillier (1856–1883) died of this disease. Nocard’s work on the agents of various contagious animal diseases (cow mastitis, bovine farcy, ulcerative lymphangitis in horses, bovine pleuropneumonia, psittacosis, etc.) brilliantly illustrated the Pasteurian method [13]. His collaboration with his friend  mile Roux (1853–1933) made it possible, among other things, to improve the culture of the tubercle bacillus and to achieve the first culture of a mycoplasma, the agent of bovine pleuropneumonia [14]. He contributed to the success of Roux’s work on anti-diphtheria serotherapy. The rules of prophylaxis and hygiene that Nocard deduced from his work on two animal diseases transmissible to humans, tuberculosis and glanders and their detection using tuberculin and mallein, had important consequences in France. Nocard obtained that bovine tuberculosis be added to the list of contagious diseases in 1888. The substance of Nocard’s work is contained in a masterful work, “Les maladies microbiennes des Animaux”, published with his pupil Emmanuel Leclainche [15].

2. **The veterinary schools of Lyon and Toulouse and Pasteurian theories**

Unlike the Alfortians, the teachers of the School of Lyon, followers of the experimental approach advocated by Claude Bernard, were quickly inspired by Pasteur’s work on fermentations and were contagionists and specificists. Among the followers of Pasteurian theories are Jean-Baptiste Chauveau, his pupils Saturnin Arloing and Henri Toussaint, and Victor Galtier [4, 7, 8]. These representatives of the Lyon school were competitors of Pasteur.

2.1. *Jean-Baptiste Chauveau, an emulator of Pasteur, a great head of school*

Jean-Baptiste Chauveau (1827–1917) was first a physiologist. He carried out pioneering work on the metabolism of living organisms and cardiac physiology and became a microbiologist from 1863 [16]. His work on the vaccinia and horsepox viruses led him to show the corpuscular nature of virulent agents, to

oppose Colin, and to conclude as early as 1866 that “virulent diseases have no other causes than contagion; this always proceeds from a special agent... whom vital spontaneity is powerless to create from scratch” [17]. Pasteur underlined the great interest of Chauveau’s experiments. In collaboration with his pupil Saturnin Arloing (1846–1911), Chauveau showed the inoculability of tuberculosis in calves by digestive contamination. He advocated the uniqueness of human and bovine tuberculosis, opposing Robert Koch, and recommended, as early as 1872, an inspection of meat for health purposes. Chauveau’s work on the relative resistance of Algerian sheep to anthrax led him to attribute immunity to “poisoning” by a toxic substance generated by bacterial proliferation [18]. A hypothesis in contradiction with the Pasteurian theory which postulated that immunity should reside “in the disappearance of some substance consumed in the life of the microbe” [8]. Chauveau was a great school leader. He provided constant support for the work of his favorite pupil, Henri Toussaint. We owe Arloing and Cornevin the discovery of the agent of symptomatic anthrax, *Bacterium chauvei*. Chauveau succeeded Bouley in various important functions and, like him, he was an emblematic figure in 19th century veterinary medicine.

2.2. *Pierre Victor Galtier, a pioneer in rabies studies*

Pierre Victor Galtier (1846–1908) undertook his work on rabies before the beginning of Pasteur’s studies [19]. Galtier demonstrated, as early as 1879, the transmissibility of rabies from dogs to rabbits by subcutaneous inoculation of rabies saliva [20]. He made the rabbit an animal of choice for the diagnosis of the disease. In 1881, he reported the possibility of immunizing sheep by intravenous inoculation with rabies saliva, without causing rabies. He claimed, incorrectly, that the nervous tissue of rabid animals did not contain virus detectable by rabbit inoculation. Pasteur opposed Galtier. He transmitted rabies to rabbits by intracerebral inoculation of rabies nerve material and reported the ineffectiveness of vaccination of dogs by intravenous injection of rabies nerve tissue. But Roux and Nocard then had to show that “the injection of rabies marrow into the veins of sheep does not give them rabies and gives them immunity” [21].

2.3. *Henri Toussaint, at the origin of the inactivation of microbes by an antiseptic*

Henri Toussaint (1847–1890), professor at the Veterinary School of Toulouse, was a respected competitor of Pasteur [7, 8]. Toussaint was the first to cultivate the bacterium responsible for fowl cholera, without obtaining successive cultures, unlike Pasteur, to whom he had sent the microbe. Pasteur was thus able to create his first vaccine, an attenuated bacterium which gives the disease without killing and protects against virulent inoculation, in accordance with the non-recurrence of contagious diseases [22]. After providing evidence of the parasitic nature of anthrax shortly after Pasteur, Toussaint proposed vaccination procedures using defibrinated anthrax blood inactivated by heat [23] or by an antiseptic (carbolic acid). He considered, like Chauveau, that his vaccines did not contain virulent bacteridia and that their activity resulted from a soluble bacterial substance. Pasteur quickly challenged the principle and effectiveness of the heat-inactivated vaccine [24] and Toussaint had to admit that the animals vaccinated according to his protocols had been vaccinated with attenuated and unkillable bacteridia. Henri Toussaint’s brilliant career remained unfinished, due to rapidly declining health. His pioneering work paved the way for the production of killed vaccines using antiseptics.

3. Pasteur and field veterinarians

Pasteur has benefited greatly from his collaboration with practicing veterinarians. They gave Pasteur the benefit of their clinical observations, provided him with samples, or housed inoculated animals [6, 8]. Pasteur took advantage of their knowledge of farms and rendering plants during his studies on anthrax in Brie and Beauce. After the success of the Pouilly-le-Fort and Chartres experiments in 1881, Bouley and Nocard mobilized veterinarians to confirm the effectiveness of anti-anthrax vaccination [6, 8, 25]. Mortality was about ten times lower in vaccinated sheep, despite some failures due to vaccine instability or insufficient attenuation [6, 8, 25]. Pasteur’s correspondence highlights the role played by Daniel Boutet, Hippolyte Rossignol, Achille Maucuer and Jean-Aim  Bourrel in his work [26].

3.1. *Daniel Boutet, a reference in terms of anthrax diseases*

Daniel Boutet (1819–1891), veterinarian in Chartres, was the one who knew best the anthrax diseases of domestic animals in the middle of the 19th century. Boutet participated with Rayer, Davaine and Delafond in the historical experiments on the causes of anthrax carried out in 1850, under the auspices of the Medical Association of Eure-et-Loir. He published a summary of these studies [27]. Boutet transmitted to Pasteur the blood which enabled him to carry out his first study on anthrax [7]. Shortly after the Pouilly-le-Fort experiment, Boutet organized a second successful public anti-anthrax vaccination experiment near Chartres [9,25,28]. Boutet was then an apostle of vaccination in Beauce [9,25].

3.2. *Hippolyte Rossignol, promoter of the Pouilly-le-Fort experiment*

Hippolyte Rossignol (1837–1919), veterinarian in Melun, had met the possibility of an anti-anthrax vaccination with skepticism. On his proposal, a first public vaccination experiment was organized in May 1881, on his farm in Pouilly-le-Fort, in the presence of many veterinarians [3]. Pasteur was thus able to demonstrate the effectiveness of his vaccine administered according to a protocol comprising two inoculations of bacteria differing in their degree of attenuation. This success prompted vaccination campaigns in Brie, under the impetus of Roux, Chamberland and Nocard. Pasteur then used the burial pits of dead unvaccinated sheep at Pouilly-le-Fort to study the role of worms in anthrax transmission [8]. Rossignol's collaboration with Pasteur continued until 1885, during work on bovine pleuropneumonia.

3.3. *Achille Maucuer, the instigator of Pasteur's work on swine erysipelas*

Achille Maucuer (1845–1923), veterinarian in Boll ne (Vaucluse), was a direct collaborator of Pasteur [29]. Maucuer had drawn Pasteur's attention to swine erysipelas as early as 1877, but their collaboration did not begin until 1881, after the isolation of the swine erysipelas agent by Louis Thuillier (1856–1883). Pasteur and Thuillier stayed in Boll ne twice.

It was in Boll ne that Pasteur discovered that rabbits were sensitive to the swine erysipelas agent. Successive passages in rabbits then enabled him to obtain an attenuated virulent vaccine and, thus, to discover a new method of attenuating virulence [30]. It was in Boll ne that Pasteur and Thuillier tested the effectiveness of this vaccine. Maucuer continued their work and studied the duration of the protection conferred. Pasteur repeatedly underlined the boundless zeal of Achille Maucuer and the warmth of his welcome [29].

3.4. *Jean-Aim  Bourrel, the expert on canine rabies*

Jean-Aim  Bourrel (1822–1892), veterinarian in Paris, was a specialist in canine rabies. He published a "Complete Treatise on Rabies in Dogs and Cats". Bourrel provided Pasteur with the dogs suffering from furious rabies and sullen rabies which enabled him to undertake his work on this disease in December 1880. He housed and observed dogs vaccinated by Pasteur then tested by trepanation or bite, in the aim of assessing the quality and duration of acquired immunity [19].

4. Conclusions

The conception that veterinarians had of the origin of virulent diseases was variously influenced by the work of Pasteur on fermentations. Jean-Baptiste Chauveau affirmed as early as 1866 the specificity of virulent diseases and their exogenous origin, while Henri Bouley was initially a supporter of the spontaneity of contagious diseases and their endogenous origin [5]. But Bouley became the strongest supporter of the germ theory when Pasteur published his "Study on Anthrax Diseases" [10]. Pasteur then continued his fruitful collaboration with veterinarians during his studies on gangrenous septicemia, septic vibrio, chicken cholera, swine erysipelas, contagious pleuropneumonia and canine rabies [12,26]. Bouley advocated vaccinations with veterinarians after Pasteur's experiments at Pouilly-le-Fort and Chartres [8,25]. He inspired the law on animal health policy, which gave veterinarians a monopoly on the prevention of epizootics and charged them with ensuring compliance with the rules of public health, by entrusting them with the meat inspection [11]. Edmond

Nocard, Pasteur's pupil, took over from Bouley. According to  mile Roux "Nocard took his part in the struggles which brought about the triumph of the microbial doctrines. No one has contributed more than him to getting veterinarians and farmers to accept Pasteurian vaccinations" [31]. And, after the founding of the Institut Pasteur, Camille Guérin, creator of

BCG with Albert Calmette, and Gaston Ramon, the inventor, among others, of toxoids, perpetuated the link uniting veterinarians to Louis Pasteur [13].

Conflicts of interest

The author declare no competing financial interests.

Version française

Dans sa célèbre communication sur « La théorie des germes et ses applications à la médecine et à la chirurgie », Louis Pasteur a rappelé que ses travaux sur les fermentations, la génération spontanée, la putréfaction et l'asepsie ont été à l'origine de ses recherches sur les maladies contagieuses [1]. Le propos de cet article est d'abord d'analyser l'influence qu'ont eu ces découvertes princeps sur la conception qu'avaient les vétérinaires de l'origine des maladies virulentes, avant que Pasteur ne montre en 1877 que la bactéridie de Davaine était bien l'agent du charbon [2], et qu'il ne réalise avec succès la première expérience de vaccination anti-charbonneuse en 1881 [3]. Cette conception a opposé l' cole vétérinaire d'Alfort et l'élite parisienne dominées par Henri Bouley aux écoles vétérinaires de Lyon et de Toulouse, incarnées par Jean-Baptiste Chauveau, Pierre-Victor Galtier et Henri Toussaint. L' cole d'Alfort a d'abord été favorable à de la spontanéité des maladies virulentes, alors que les écoles de Lyon et de Toulouse ont été acquises, très tôt, à la spécificité et à l'origine exogène des maladies contagieuses [4, 5]. L'objet de cet article est aussi d'exposer le rôle qu'ont ensuite joué Henri Bouley et Edmond Nocard dans l'acceptation de la théorie des germes et la mise en œuvre des vaccinations par les vétérinaires ruraux, au contact des éleveurs subissant de lourdes pertes [5, 6].

1. L' cole d'Alfort, les élites vétérinaires parisiennes, et la théorie des germes

L'alforien Eloi Barthélemy avait établi dès 1823 que le charbon, l'une des maladies les plus meurtrières du bétail, était transmissible par inoculation à diverses espèces animales [7, 8]. Onésime Delafond aurait pu conclure de ses travaux, dès 1860, que la bactéridie jouait un rôle spécifique dans l'étiologie de

cette zoonose [9]. Cependant, les enseignants d'Alfort, en premier lieu Henri Bouley et Gabriel Colin et leurs élèves, ont longtemps été des spontan istes. Ils avaient fini par admettre la notion de contagion mais considéraient que les maladies contagieuses avaient une origine endogène. Ces enseignants ont exercé leur influence au sein de l'Académie de médecine et au sein de la Société centrale de médecine vétérinaire cr e e en 1849. Le Recueil de médecine vétérinaire et les Bulletins et Mémoires de la Société Centrale ont donné une audience nationale aux membres de cette Société [10]. André Sanson et Henri Bouley ont consacré des chroniques aux débats sur la génération spontanée et la nature des maladies virulentes, sans être convaincus par les théories pasteuriennes [7, 10]. Henri Bouley s'est converti aux doctrines pasteuriennes en 1877. Edmond Nocard, son élève, a été un brillant disciple de Pasteur. Ils ont entraîné l'adhésion des élites vétérinaires parisiennes, à l'exception notoire de Colin [7]. Quatre figures se détachent : Henry Bouley, Onésime Delafond, Gabriel Colin et Edmond Nocard.

1.1. Henry Bouley, spontan iste, devenu avocat des doctrines pasteuriennes

Henri Bouley (1814–1885), clinicien, orateur et vulgarisateur de grand talent, a été une figure de proue de la médecine vétérinaire au XIX  siècle. Ses multiples responsabilités au sein de l'enseignement (inspecteur général des écoles vétérinaires, professeur au Muséum d'histoire naturelle), de la Société centrale de médecine vétérinaire (membre fondateur), de sociétés savantes (Académie de médecine, Académie des sciences, Société nationale d'agriculture) et de la presse vétérinaire (rédacteur-en-chef du Recueil de médecine vétérinaire depuis sa création)

lui ont conféré, très tôt, une position prépondérante [7]. Bouley a d'abord été un partisan de la spontanéité des maladies virulentes. Il a écrit, entre autres, « J'ai dit et je maintiens que la morve du cheval est plus souvent une maladie spontanée qu'une maladie communiquée... qu'elle dépend des conditions anormales, extra-naturelles dans lesquelles nous forçons le cheval à vivre, que le travail épuisant en est une des causes principales » [7]. Devenu contagionniste, Bouley a été à l'origine de la création, en 1876, du Comité consultatif des épizooties et a inspiré la loi sur la police sanitaire des animaux du 21 juillet 1881 qui a changé le statut des vétérinaires [11]. Bouley s'est converti à la théorie des germes en 1877, quand Pasteur a établi sans ambiguïté, par la méthode des cultures successives, que la bactériémie était l'agent des maladies charbonneuses. Devenu un ami de Pasteur, il a été le plus fervent défenseur de la théorie des germes et des vaccinations. Il a publié, dans le Recueil de médecine vétérinaire et les Bulletins et Mémoires de la Société Centrale de médecine vétérinaire, tous les écrits de Pasteur, ceux de ses émules et concurrents (Chauveau, Toussaint et Galtier) et ceux de Colin, son adversaire. Il les a commentés dans ses « Épitres » et a pourfendu les théories de Colin [7, 10]. Bouley a promu l'élection de Pasteur à la Société centrale en 1880 [7]. Sous son influence, les vétérinaires ont adhéré avec moins de réserves que les médecins aux idées pasteurienne.

1.2. *Onésime Delafond, sur le chemin de la spécificité*

Onésime Delafond (1805–1861), professeur à Alfort, aurait pu, le premier, démontrer l'étiologie bactérienne d'une maladie [7,8]. Chargé d'étudier une épizootie de charbon en Beauce, il avait conclu que le « sang de rate » résultait d'un régime alimentaire trop riche, avant que Rayet et Davaine n'observent des « petits corps filiformes » dans le sang de moutons charbonneux. Delafond a entrepris l'étude de ces « petits corps filiformes ». Il a en fait une description détaillée et a procédé à de nombreuses expériences d'inoculation à diverses espèces animales. Il a cultivé la bactérie dans des verres de montre, quinze ans avant que Robert Koch (1843–1910) n'en obtienne une culture pure et ne mette en évidence sa forme

sporulée. En présentant ses travaux en 1860, Delafond a affirmé la signification diagnostique et pronostique des « baguettes », mais n'a pas osé conclure à leur rôle causal [9]. Ce qu'a fait, en 1863, le médecin Casimir Davaine (1812–1882), inspiré par les travaux de Pasteur sur le ferment butyrique. Davaine a ainsi apporté la première preuve de l'origine microbienne d'une maladie transmissible à l'homme [7,8].

1.3. *Gabriel Colin, l'adversaire irréductible de Pasteur*

Gabriel Colin (1825–1896), excellent physiologiste de l'École d'Alfort, a été un adversaire opiniâtre de Pasteur dès 1874, lors de débats suscités par l'origine de la putréfaction. Partisan de la spontanéité des maladies contagieuses, Colin a contesté que la bactériémie soit la cause du charbon. Il s'est opposé à Pasteur à de multiples reprises à l'Académie de médecine [7]. Pasteur a exprimé de nombreuses fois le sentiment que lui inspiraient les controverses de Colin [12]. Ainsi Pasteur écrivait-il, après une discussion suscitée par son travail sur la survie de la bactériémie dans le sol, « Encore une fois, il y a mille chemins pour conduire à l'erreur, et ce sont ceux-là que vous suivez toujours ». Mais les critiques de Colin ont conduit Pasteur à des expériences qui l'ont conforté dans ses conclusions [12].

1.4. *Edmond Nocard, disciple de la première heure de Pasteur*

Edmond Nocard (1850–1903), enseignant et clinicien alfortien, a été l'un des lieutenants les plus respectés de Pasteur [13]. Expérimentateur hors du commun, il a fondé la microbiologie vétérinaire. Nocard a participé aux premières campagnes de vaccination anti-charbonneuse avec Émile Roux et Charles Chamberland. Il a été formé aux méthodes de la microbiologie naissante dans le laboratoire de Pasteur, rue d'Ulm. Pasteur a grandement bénéficié de ses connaissances en médecine vétérinaire. Nocard a participé à la mission chargée d'étudier le choléra en Egypte au cours de laquelle Louis Thuillier (1856–1883) est mort de cette maladie. Les travaux de Nocard sur les agents de diverses maladies animales contagieuses (mammites des vaches, farcin du bœuf, lymphangite ulcéreuse du cheval, péripneumonie bovine, psittacose...) ont

brillamment illustré la méthode pasteurienne [13]. Sa collaboration avec son ami Émile Roux (1853–1933) a permis, entre autres, d’améliorer la culture du bacille tuberculeux et de réussir la première culture d’un mycoplasme, l’agent de la péripneumonie bovine [14]. Il a contribué au succès des travaux de Roux sur la sérothérapie antidiphthérique. Les règles de prophylaxie et d’hygiène que Nocard a déduites de ses travaux sur deux maladies animales transmissibles à l’homme, la tuberculose et la morve et leur détection à l’aide de la tuberculine et de la mall ine, ont eu des conséquences importantes en France. Nocard a obtenu que la tuberculose bovine soit ajoutée à la liste des maladies contagieuses en 1888. La substance des travaux de Nocard est contenue dans un ouvrage magistral, « Les maladies microbiennes des animaux », publié avec son élève Emmanuel Leclainche [15].

2. Les écoles vétérinaires de Lyon et de Toulouse et les théories pasteurienues

A l’opposé des Alforiens, les professeurs de l’ cole de Lyon, adeptes de la démarche expérimentale prônée par Claude Bernard, se sont vite inspirés des travaux de Pasteur sur les fermentations et ont été des « contagionnistes, sp cifistes ». Parmi les adeptes lyonnais des théories pasteurienues figurent Jean-Baptiste Chauveau, ses élèves Saturnin Arloing et Henri Toussaint, et Victor Galtier [4, 7, 8]. Ces représentants de l’ cole lyonnaise ont été des concurrents de Pasteur.

2.1. Jean-Baptiste Chauveau, un émule de Pasteur, un grand chef d’ cole

Jean-Baptiste Chauveau (1827–1917) a d’abord été un physiologiste. Il a réalisé des travaux pionniers sur le métabolisme des organismes vivants et la physiologie cardiaque et est devenu un microbiologiste à partir de 1863 [16]. Ses travaux sur les virus de la vaccine et du horsepox l’ont amené à montrer la nature corpusculaire des agents virulents, à s’opposer à Colin, et à conclure dès 1866 que « les maladies virulentes n’ont pas d’autres causes que la contagion; celle-ci procède toujours d’un agent spécial... que la spontanéité vitale est impuissante à créer de toutes pièces » [17]. Pasteur a souligné le grand intérêt des expériences de Chauveau. En collaboration

avec son élève Saturnin Arloing (1846–1911), Chauveau a montré l’inoculabilité de la tuberculose à des veaux par contamination digestive. Il a prôné l’unicité des tuberculoses humaine et bovine, s’opposant à Robert Koch et a préconisé dès 1872 une inspection des viandes à but sanitaire. Les travaux de Chauveau sur la résistance relative des moutons algériens au charbon l’ont conduit à attribuer l’immunité à un « empoisonnement » par une substance toxique engendrée par la prolifération bactérienne [18]. Une hypothèse en contradiction avec la théorie pasteurienne qui postulait que l’immunité devait résider « dans la disparition de quelque substance consommée dans la vie du microbe » [8]. Chauveau a été un grand chef d’ cole. Il a apporté un soutien constant aux travaux de son élève préféré, Henri Toussaint. On doit à Arloing et Cornevin la découverte de l’agent du charbon symptomatique, *Bacterium chauvei*. Chauveau a succédé à son ainé Bouley dans diverses fonctions importantes et, comme lui, il a été une figure emblématique de la médecine vétérinaire du XIX  siècle.

2.2. Pierre Victor Galtier, un pionnier des études sur la rage

Pierre Victor Galtier (1846–1908) a entrepris ses travaux sur la rage avant le début des études de Pasteur [19]. Galtier a montré, dès 1879, la transmissibilité de la rage du chien au lapin par inoculation sous-cutanée de salive rabique [20]. Il a fait du lapin un animal de choix pour le diagnostic de la maladie. En 1881, il a rapport  la possibilité d’immuniser le mouton par inoculation intraveineuse de salive rabique, sans provoquer la rage. Il a affirmé, à tort, que le tissu nerveux d’animaux enragés ne contenait pas de virus décelable par inoculation au lapin. Pasteur s’est opposé à Galtier. Il a transmis la rage au lapin par inoculation intracérébrale de substance nerveuse rabique et a rapport  l’inefficacité d’une vaccination du chien par voie injection intraveineuse de tissu nerveux rabique. Mais Roux et Nocard devaient ensuite montrer que « l’injection de moelle rabique dans les veines des moutons ne leur donne pas la rage et leur confère l’immunité » [21].

2.3. *Henri Toussaint, à l'origine de l'inactivation des microbes par un antiseptique*

Henri Toussaint (1847–1890), professeur à l'École vétérinaire de Toulouse, a été un concurrent respecté de Pasteur [7, 8]. Toussaint a, le premier, cultivé la bactérie responsable du choléra des poules, sans en obtenir des cultures successives, à la différence de Pasteur, à qui il avait adressé le microbe. Pasteur a ainsi pu créer son premier virus-vaccin, une bactérie atténuée qui donne la maladie sans tuer et protège contre une inoculation virulente, en conformité avec la non-récidive des maladies contagieuses [22]. Après avoir apporté des preuves de la nature parasitaire du charbon peu après Pasteur, Toussaint a proposé des procédés de vaccination utilisant du sang charbonneux défibriné inactivé par la chaleur [23] ou par un antiseptique (l'acide phénique). Il considérait, comme Chauveau, que ses vaccins ne contenaient pas de bactériidies virulentes et que leur activité résultait d'une substance bactérienne soluble. Pasteur a rapidement contesté le principe et l'efficacité du vaccin inactivé par la chaleur [24] et Toussaint a dû admettre que les animaux vaccinés selon ses protocoles l'avaient été par des bactériidies atténuées et non tuées. La brillante carrière d'Henri Toussaint est restée inachevée, en raison d'une santé rapidement déclinante. Ses travaux pionniers ont ouvert la voie à la production de vaccins tués à l'aide d'antiseptiques.

3. Pasteur et les vétérinaires de terrain

Pasteur a tiré grand profit de sa collaboration avec des vétérinaires praticiens. Ils ont fait bénéficier Pasteur de leurs observations cliniques, l'ont pourvu en prélèvements, ou ont hébergé des animaux inoculés [6, 8]. Pasteur a tiré parti de leur connaissance des exploitations agricoles et des clos d'équarrissage lors de ses études sur le charbon en Brie et en Beauce. Après le succès des expériences de Pouilly-le-Fort et de Chartres en 1881, Bouley et Nocard ont mobilisé les vétérinaires pour confirmer l'efficacité de la vaccination anti-charbonneuse [6, 8, 25]. La mortalité a été environ dix fois plus faible chez les moutons vaccinés, en dépit de certains échecs dus à l'instabilité du vaccin ou à son atténuation insuffisante [6, 8, 25]. La correspondance de Pasteur met en valeur le rôle qu'ont joué Daniel Boutet, Hippolyte Rossignol, Achille Maucuer et Jean-Aimé Bourrel dans ses travaux [26].

3.1. *Daniel Boutet, une référence en matière de maladies charbonneuses*

Daniel Boutet (1819–1891), vétérinaire à Chartres, a été celui qui connaissait le mieux les maladies charbonneuses des animaux domestiques au milieu du XIX^e siècle. Boutet a participé avec Rayet, Davaine et Delafond aux expériences historiques sur les causes du charbon effectuées en 1850, sous l'égide de l'Association médicale d'Eure-et-Loir. Il a publié un résumé de ces études [27]. Boutet a transmis à Pasteur le sang qui lui a permis d'effectuer sa première étude sur le charbon [7]. Peu après l'expérience de Pouilly-le-Fort, Boutet a organisé près de Chartres une deuxième expérience publique de vaccination anti-charbonneuse couronnée de succès [9, 25, 28]. Boutet a ensuite été un apôtre de la vaccination en Beauce [9, 25].

3.2. *Hippolyte Rossignol, promoteur de l'expérience de Pouilly-le-Fort*

Hippolyte Rossignol (1837–1919), vétérinaire à Melun, avait accueilli avec scepticisme la possibilité d'une vaccination anti-charbonneuse. Sur sa proposition, une première expérience publique de vaccination a été organisée, en mai 1881, dans sa ferme de Pouilly-le-Fort, en présence de nombreux vétérinaires [3]. Pasteur a ainsi pu démontrer l'efficacité de son virus-vaccin administré selon un protocole comportant deux inoculations de bactériidies différant par leur degré d'atténuation. Ce succès a suscité des campagnes de vaccination en Brie, sous l'impulsion de Roux, Chamberland et Nocard. Pasteur a ensuite utilisé les fosses d'enfouissement des moutons non vaccinés morts à Pouilly-le-Fort pour étudier le rôle des vers dans la transmission du charbon [8]. La collaboration de Rossignol avec Pasteur s'est poursuivie jusqu'en 1885, à l'occasion de travaux sur la péripneumonie bovine.

3.3. *Achille Maucuer, l'instigateur des travaux de Pasteur sur le rouget*

Achille Maucuer (1845–1923), vétérinaire à Bollène (Vaucluse), a été un collaborateur direct de Pasteur [29]. Maucuer avait attiré l'attention de Pasteur sur le rouget du porc dès 1877, mais leur collaboration n'a débuté qu'en 1881, après l'isolement de

l'agent du rouget par Louis Thuillier (1856–1883). Pasteur et Thuillier ont séjourné   Bollène à deux reprises. C'est à Bollène que Pasteur a découvert que le lapin était sensible à l'agent du rouget. Des passages successifs chez le lapin lui ont ensuite permis d'obtenir un vaccin virulent atténué et, ainsi, de découvrir une nouvelle méthode d'atténuation de la virulence [30]. C'est à Bollène que Pasteur et Thuillier ont éprouvé l'efficacité de ce vaccin. Maucuer a poursuivi leurs travaux et a étudié la durée de la protection conférée. Pasteur a souligné à diverses reprises le zèle sans borne d'Achille Maucuer et la chaleur de son accueil [29].

3.4. Jean-Aimé Bourrel, l'expert de la rage canine

Jean-Aimé Bourrel (1822–1892), vétérinaire à Paris, a été un spécialiste de la rage canine. Il a publié un « Traité complet de la Rage chez le chien et le chat ». Bourrel a procuré à Pasteur les chiens atteints de rage furieuse et de rage mue qui lui ont permis d'entreprendre ses travaux sur cette maladie en décembre 1880. Il a hébergé et observé des chiens vaccinés par Pasteur puis éprouvés par trépanation ou morsure, dans le but d'apprécier la qualité et la durée de l'immunité acquise [19].

4. Conclusions

La conception qu'avaient les vétérinaires de l'origine des maladies virulentes a été diversement influencée par les travaux de Pasteur sur les fermentations. Jean-Baptiste Chauveau a affirmé dès 1866 la spécificité des maladies virulentes et leur origine exogène, alors qu'Henri Bouley a d'abord été un partisan de la spontanéité des maladies contagieuses et de leur origine endogène [5]. Mais Bouley est devenu le plus fervent défenseur de la théorie des germes quand Pasteur a publié son «  tude sur les maladies charbonneuses » [10]. Pasteur a ensuite poursuivi sa fructueuse collaboration avec les vétérinaires lors de ses études sur la septicémie gangreneuse, le vibrion septique, le choléra des poules, le rouget du porc, la péripneumonie contagieuse et la rage canine [12, 26]. Bouley s'est fait l'avocat des vaccinations auprès des vétérinaires après les expériences de Pasteur   Pouilly-le-Fort et à Chartres [8, 25]. Il a inspiré la loi sur la police sanitaire des animaux, qui a donné aux vétérinaires le monopole en matière de

prévention des épizooties et les a chargés de veiller à l'observance des règles de la salubrité publique, en les chargeant de l'inspection des viandes [11]. Edmond Nocard, l'élève de Pasteur, a pris la relève de Bouley. Selon Émile Roux « Nocard a pris sa part des luttes qui ont amené le triomphe des doctrines microbiennes. Nul n'a plus contribué que lui à faire accepter par les vétérinaires et les agriculteurs les vaccinations pastoriennes » [31]. Et, après la fondation de l'Institut Pasteur, Camille Guérin, créateur du BCG avec Albert Calmette, et Gaston Ramon, l'inventeur, entre autres, des anatoxines, ont perpétué le lien unissant les vétérinaires à Louis Pasteur [13].

Conflit d'intérêt

L'auteur n'a pas de conflit d'intérêts à déclarer.

References

- [1] L. Pasteur, J. Joubert, C. Chamberland, "La théorie des germes et ses applications à la médecine et à la chirurgie", *Bull. Acad. Natl. Med.* **7** (1878), p. 432-453.
- [2] L. Pasteur, J. Joubert, "Etude sur la maladie charbonneuse", *C. R. Acad. Sci.* **84** (1877), p. 900-906.
- [3] L. Pasteur, C. Chamberland, E. Roux, "Compte rendu sommaire des expériences faites à Pouilly-le-Fort, près de Melun, sur la vaccination charbonneuse", *C. R. Acad. Sci.* **92** (1881), p. 1378-1383.
- [4] G. Ramon, "Ce que Pasteur doit aux vétérinaires et ce que la médecine vétérinaire doit à Pasteur", *Rec. Med. V t.* **112** (1936), p. 220-224.
- [5] L. Nicol, *L' pop e pastorienne et la médecine vétérinaire*, Chez l'auteur, Garches, 1974.
- [6] R. Rosset, "Pasteur et les vétérinaires", *Bull. Acad. V t. Fr.* **148** (1995), p. 405-414.
- [7] L. Nicol, "Pasteur et l'Académie vétérinaire", *Bull. Acad. V t. Fr.* **125** (1972), p. 545-565.
- [8] I. Strauss, *Le charbon des animaux et de l'homme. Leçons faites à la Faculté de médecine de Paris*, A. Delahaue et E. Lecrosnier, Paris, 1887.
- [9] O. Delafond, "A propos de la maladie régnante", *Rec. Méd. Vét.* **7** (1860), p. 726-788.
- [10] S. Rosolen, "Que trouve-t-on dans le Bulletin et Mémoires de la Société Centrale de Médecine Vétérinaire au temps de Louis Pasteur ?", *Bull. Acad. V t. Fr.* **Janvier** (2022), article no. 175.
- [11] R. Hubscher, "L'invention d'une profession : les vétérinaires au XIXe siècle", *Rev. Hist. Mod. Contemp.* **43** (1996), p. 686-708.
- [12] L. Pasteur, in *Œuvres. Tome VI : Maladies virulentes, virus-vaccins et prophylaxie de la rage* (L. Pasteur Valléry-Radot, ed.), Masson, Paris, 1933.
- [13] G. Orth, J. L. Gu net, "L'oeuvre scientifique d'Edmond Nocard (1850–1903)", *Bull. Soc. Fr. Hist. Méd. Sci. V t.* **2** (2003), p. 100-110.

- [14] E. Nocard, E. Roux, "avec la collaboration de MM. Borrel, Salimbeni et Dujardin-Baumetz, Le microbe de la péripneumonie", *Ann. Inst. Pasteur* **12** (1898), p. 240-262.
- [15] E. Nocard, E. Leclainche, *Les maladies microbiennes des animaux*, Masson, Paris, 1896.
- [16] A. Arsonval, "Eloge funèbre de Jean-Baptiste Chauveau", *C. R. Acad. Sci.* **164** (1917), p. 65-66.
- [17] A. Chauveau, "Production expérimentale de la vaccine naturelle improprement appelée vaccine spontanée", *Bull. Acad. Natl. Med.* **34** (1866), p. 558-568.
- [18] A. Chauveau, "Du renforcement de l'immunité des moutons algériens, à l'égard du sang de rate, par les inoculations préventives. Influence de l'inoculation de la mère sur la réceptivité du fœtus", *C. R. Acad. Sci.* **91** (1880), p. 148-151.
- [19] R. Rosset, "Pasteur et la rage. Le rôle des vétérinaires : P. V. Galtier et J. A. Bourrel en particulier", *Bull. Acad. V t. Fr.* **58** (1985), p. 425-447.
- [20] P.-V. Galtier, " tudes sur la rage", *C. R. Acad. Sci.* **89** (1879), p. 444-446.
- [21] E. Nocard, E. Roux, "Expériences sur la vaccination des ruminants contre la rage, par injections intraveineuses de virus rabique", *Ann. Inst. Pasteur* (1888), p. 341-353.
- [22] L. Pasteur, "Sur les maladies virulentes, et en particulier sur la maladie appelée vulgairement choléra des poules", *C. R. Acad. Sci.* **90** (1880), p. 239-248.
- [23] H. Toussaint, "Procédé pour la vaccination du mouton et du jeune chien", *C. R. Acad. Sci.* **91** (1880), p. 303-304.
- [24] L. Pasteur, J. Chamberland, E. Roux, "De la possibilité de rendre les moutons réfractaires au charbon par la méthode des inoculations préventives", *C. R. Acad. Sci.* **92** (1881), p. 662-665.
- [25] C. Chamberland, *Le charbon et la vaccination charbonneuse d'après les travaux récents de M. Pasteur*, B. Tignol, Paris, 1883.
- [26] L. Pasteur, in *Correspondance, 1840-1895. Tome III : L'étape des maladies virulentes : virus-vaccins du choléra des poules, du charbon, du rouget, de la rage, 1877-1884* (L. Pasteur Vallery-Radot, ed.), Flammarion, Paris, 1951.
- [27] D. Boutet, "Résumé d'expériences sur les affections charbonneuses de l'homme et des principales espèces domestiques", *Bull. Acad. Natl. Med.* **17** (1852), p. 644-646.
- [28] L. Pasteur, "Une statistique au sujet de la vaccination préventive contre le charbon, portant sur quatre-vingt-cinq mille animaux", *C. R. Acad. Sci.* **95** (1882), p. 1250-1252.
- [29] D. Wrotnowska, "Le "rouget du porc". Pasteur et Achille Mauer", *Rev. Hist. Sci.* **26** (1973), p. 339-364.
- [30] L. Pasteur, L. Thuillier, "La vaccination du rouget des porcs à l'aide du virus mortel atténué de cette maladie", *C. R. Acad. Sci.* **97** (1883), p. 1163-1169.
- [31] E. Nocard, *1850-1903. Discours prononcés à la cérémonie d'inauguration du monument élevé à sa mémoire*, Masson, Paris, 1906.