



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

Comptes Rendus

Biologies

Paul T. Brey

Louis Pasteur: the child is father of the man

Volume 345, issue 3 (2022), p. 51-70

Published online: 14 October 2022

Issue date: 10 November 2022

<https://doi.org/10.5802/crbio.91>

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



Pasteur, a visionary / *Pasteur, un visionnaire*

Louis Pasteur: the child is father of the man

Louis Pasteur : L'enfant est le père de l'homme

Paul T. Brey[®] ^a

^a Institut Pasteur du Laos, Samsenthai Road, Ban Kao-Gnot, Vientiane, Laos,

Lao People's Democratic Republic

E-mail: p.brey@pasteur.la

Abstract. I attempt in this essay to shed new light on the origins of Louis Pasteur's uniquely progressive mind and spirit and the various factors in his background and upbringing that shaped them. There is, however, very limited documentation on the early period of Pasteur's life, apart from his son-in-law's (René Vallery-Radot) biographical account, and this is considered by many as more akin to a work of hagiography. We do have, on the other hand, Pasteur's correspondence with his parents and sisters as compiled and annotated by his grandson, Louis Pasteur Vallery-Radot. Using these limited sources, combined with what we know about Pasteur's home environment and early education, his cultural influences (like the books he read), and his drawings and etchings, I have attempted in this essay to hypothesize regarding the influences during Pasteur's childhood, adolescence, and very early adult years as a scientist and how they contributed to the formation of Pasteur's mind and spirit, while fully acknowledging the extent to which this is based on indirect evidence and, occasionally, outright speculation.

Résumé. J'essaie dans cet essai d'apporter un éclairage nouveau sur les origines de l'esprit progressiste unique de Pasteur et sur les divers facteurs de son passé et de son éducation qui les ont façonnés. Il existe cependant très peu de documentation sur les débuts de la vie de Pasteur, à l'exception du récit biographique de son gendre (René Vallery-Radot), qui est considéré par beaucoup comme un ouvrage d'hagiographie. En revanche, nous disposons de la correspondance de Pasteur avec ses parents et ses sœurs, compilée et annotée par son petit-fils, Louis Pasteur Vallery-Radot. En utilisant ces sources limitées, combinées avec ce que nous savons de l'environnement familial et de l'éducation précoce de Pasteur, de ses influences culturelles (comme les livres qu'il lisait), et de ses dessins et gravures, j'ai tenté dans cet essai de formuler des hypothèses concernant les influences de l'enfance, de l'adolescence et des toutes premières années d'adulte de Pasteur en tant que scientifique et comment elles ont contribué à la formation de l'esprit de Pasteur, tout en reconnaissant pleinement la mesure dans laquelle cela est basé sur des preuves indirectes et, parfois, des spéculations pures et simples.

Keywords. Louis Pasteur, Father-son relationship, Genius, Early education, Motivated research.

Mots-clés. Louis Pasteur, Relation père-fils, Génie, Éducation précoce, Recherche motivée.

Published online: 14 October 2022, Issue date: 10 November 2022

La version française de l'article est disponible à la suite de la version anglaise

1. Introduction

A half a century ago, while browsing through the musty-smelling science books in the dimly lit back aisles of the Mead Public Library, I stumbled upon a 1925 book entitled “The Life of Pasteur” by René Vallery-Radot. While paging through the introduction I read, “This is a biography for young men of science and for the others who wish to learn what science has done, and may do, for humanity.” Reading “The Life of Pasteur” deeply influenced me and modified the trajectory of my own life and as a result has brought me to the Institut Pasteur for the past forty-three years.

Like many others, one of the aspects of Pasteur's œuvre that has always impressed me was the linearity and forward-thinking connectivity of his researches: a knowledge of the true nature of the bio-chemical processes of fermentation; techniques and processes to improve fermentation; the establishment of the germ theory of disease; and measures by which to attenuate the virulence of microorganisms to render them innocuous upon injection within the body in order to protect against disease. Émile Duclaux, perhaps one of the persons who knew Pasteur the best, in that he was one of Pasteur's closest collaborators, said in the introduction to his book “The History of a Mind” that “Pasteur was not a savant like the others. His scientific life had an admirable unity; it was the logical and harmonious development of one and the same thought” [1]. Duclaux goes on in the same text to underline the paramount importance of Pasteur's using an exacting experimental method throughout his researches, which allowed him to deftly move forward in his scientific assertions and to design remedies and improvements to benefit industry, as well as human and animal health.

Both Émile Duclaux and Émile Roux, another close collaborator of Louis Pasteur's, declared that Pasteur had the mind of a “genius.” However, later on upon re-reading Pasteur's biography written by his son-in-law, René Vallery-Radot, as well as the Correspondence de Pasteur 1840–1895 compiled by his grandson Louis Pasteur-Vallery Radot, (1940) and more recent articles on the savant, I did not get the impression that Pasteur was a typical genius or polymath like Albert Einstein or Leonardo Di Vinci.

Instead, I got the image of a highly sensitive, exceptionally observant, and careful individual, who was exceedingly curious, serious, and literally obsessed by his laboratory work and in his later years by his public image. Pasteur was seemingly able to observe minute details to imagine and later prove unforeseen associations before others could, e.g., the links and connections between stereochemistry and microbial fermentation and later links between microbial fermentation and infectious diseases. But what was the origin or source of Louis Pasteur's clairvoyant scientific vision? Was he a natural genius? Or was it his upbringing and education?

What Pasteur's closest collaborators referred to as his “genius” was perhaps his perceptive ability to see affinities hidden under facts or within phenomena seemingly far apart, using a relentless personal “motivated” or “targeted” research approach to bring these phenomena to light and link them into a common thesis or vision, at the same time spinning off useful applications. One detailed example that places Pasteur in another realm compared to his contemporary detractors and competitors will serve to illustrate this point. This is when he related to Jean-Baptiste Biot his observations during the fermentation of sodium-ammonium racemate (or paratartrate), which was initially optically inactive, but as fermentation progressed gradually became optically active. Pasteur demonstrated that the *d*-enantiomer is metabolized by the living fermenting microorganism, leaving behind the *l*-enantiomer in solution, thereby rendering the solution optically active. Pasteur concluded that fermenting microorganisms, like higher organisms, are composed of dissymmetric organic molecules, and as such, for their nutrition, selectively metabolize the enantiomer that corresponds to their nutritional needs. To quote Pasteur, “Let it therefore be admitted that all fermentation is an act correlative to a vital act.” (Letter from Louis Pasteur to Jean-Baptiste Biot, September 7, 1857) [2]. This assertion, seemingly commonplace for us today, was all but unimaginable, or even revolutionary, at the time as fermentation was considered as a purely chemical process unrelated to living organisms. Pasteur's understanding that fermentation is a “vital act” or a biological process of living organisms was indeed a eureka moment

in that it was the starting point that directed him to a series of subsequent discoveries. This led Pasteur to conclude that “The universe is asymmetric and I am persuaded that life, as it is known to us, is a direct result of the asymmetry of the universe or of its indirect consequences,” a hypothesis still actively debated today [3].

Personally, alongside my interest in and fascination with his work and discoveries, I have always wondered about the origins of Pasteur’s uniquely progressive mind and spirit and the various factors in his background and upbringing that shaped them. There is, however, very limited documentation on the early period of Pasteur’s life, apart from his son-in-law’s (René Vallery-Radot) biographical account, and this is considered by many as more akin to a work of hagiography. We do have, on the other hand, Pasteur’s correspondence with his parents and sisters as compiled and annotated by his grandson, Louis Pasteur Vallery-Radot. Using these limited sources, combined with what we know about Pasteur’s home environment and early education, his cultural influences (like the books he read), and his drawings and etchings, I have attempted in this essay to hypothesize regarding the influences during Pasteur’s childhood, adolescence, and very early adult years as a scientist and how they contributed to the formation of Pasteur’s mind and spirit, while fully acknowledging the extent to which this is based on indirect evidence and, occasionally, outright speculation.

2. Education at home and at school: “the child is father of the man” paradox

Jean-Joseph Pasteur (1791–1865), Louis’s father, was orphaned at a young age, received little formal education, and followed in his father’s and grandfather’s footsteps to become a tanner. At the age of 20 he was conscripted into the Napoleonic army to fight in the final stages of the Peninsular War, from 1812 to 1814, on the Iberian Peninsula. Promoted to Sergeant-Major, he returned to France in early 1814, was awarded *La croix de chevalier de l’Ordre de la Légion d’honneur*, and continued fighting until Napoleon’s unconditional abdication on 6 April, 1814. Discharged shortly thereafter, he returned to Salins to resume the ordinary life of a tanner [4].

As a fervent Bonapartist, one can only imagine the young man’s dejection following Napoleon’s defeat

and his own return to a relatively uneventful life following his war-time experiences. Certainly, this had a lasting effect on his personality and perception of the world. Upon returning to his trade in Salins, Jean-Joseph, who was said to be a thoughtful and hard-working man, continued to read, study, and paint in his spare time despite the rigors of the working day (Pasteur Vallery-Radot, 1956). At this time, he met his future wife, Jeanne-Étiennette Roqui (1793–1849), portrayed as modest, intelligent, and kind woman, and the couple were married in 1816. Their first-born was a son, Jean-Denis, who only lived a few months. Virginie, Louis Pasteur’s older sister, was born in 1818, followed by Louis on 27 December 1822 and two younger sisters, Josephine in 1825 and Émilie in 1826. Louis therefore grew up in what appears to have been a tight-knit family with his parents and three sisters in Dole and later in Arbois [4]. It is clear from the correspondence between Louis Pasteur and his father that they had a warm and affectionate relationship. We should not forget that during the 1820s and 1830s, the period of Louis Pasteur’s childhood, fathers were often portrayed as stern, authoritarian figures, emotionless and incapable of smiling [5]. This was definitely not the case with Jean-Joseph Pasteur who, based on his correspondence, was indeed both a loving father and capable of displaying that love to his children.

Pasteur entered primary school shortly after the educational reforms of 1816 were put into practice. This was during the Bourbon Restoration (1815–1830), where local children were grouped together to receive primary instruction for free. At this time, “mutual teaching” was popular among the groups of students, where the more advanced students, i.e., monitors, taught the rudiments of reading to the younger or less advanced students under the supervision of the headmaster. According to Pasteur’s son-in-law, René Vallery-Radot, Louis Pasteur aspired to become a monitor, but he goes on to say that during his early school years Louis Pasteur was not exceptionally talented, just a studious “good average pupil” [4, 6]. Pasteur’s parents, although not formally educated themselves, believed deeply in educating their children.

More interestingly, Vallery-Radot also mentions that during Louis’ school studies, his father spent his evenings with his son helping Louis with his homework and concomitantly instructing himself [4, 6].

I am inclined to believe that this seemingly banal reference to the father's sitting with the boy, learning alongside his son while he did his school homework day after day, could have played a paramount role in imprinting and modeling Louis Pasteur's future mind and spirit. This situation certainly created an unusual learning environment, where father and son initially learned together, but as time went on and Louis Pasteur's studies advanced, the son becoming more and more the father's teacher. In fact, this possible reversal of roles, if it were indeed the case, would appear to be quite exceptional and would require a great deal of love, sensitivity, mutual respect, humility and confidence on the part of both. Perhaps the young Louis Pasteur recognized in this situation a certain form of vulnerability on the part of his father, a man without formal education due to being orphaned as a child, who was seeking every opportunity to learn alongside and from his son. Even years later, when Louis was at the *École Normale Supérieure*, he continued to participate in his father's instruction by sending him problems to solve, under the guise that his father "may be able to help Josephine," Louis' younger sister, but they both knew this was just a respectful and delicate way to continue their son/father shared learning experience [4]. In a letter dated 2 January, 1845, Pasteur's father wrote, "I have spent two days over a problem, which I afterwards found quite easy; it is no trifle to learn a thing and teach it directly afterwards" [2].

This seemingly exceptional learning experience between Louis Pasteur and his father had a profound personal effect on me when I read about it. As a boy, I had an odd educational experience with my own father. Blind from the age of five, my father was fearful to the point of phobia of insects and the sounds they made. During a summer picnic, I remember how deeply distressed and intimidated my father became because of the droning, brusque, vibrating sounds of the wings of a large dragonfly I had caught. I realized immediately, even at such a young age, that in order to relieve his distress I must be truthful in describing the nature of the wings and why, due to their ridged structure, they made such a dreadful sound to my father's ears. Furthermore, I explained to him that neither the loud vibration of its wings, nor the dragonfly itself, for that matter, posed a threat or was dangerous or offensive in any way. I learned thereafter that this was contrary to old wives' tales that dragonflies

(often called locally "sewing needles") would sew up your mouth if you approached them too closely or uttered profanities! From this experience, I became in a way my father's eyes, explaining to him the natural world as I saw it, and I realized that in such a situation I needed to be entirely exact, objective, and truthful as to what I was describing to him. No doubt this at least partly explains why I went on to become an entomologist!

This educative relationship seems to me an exceptional situation that required Louis to become an active player and influence in complementing his father's instruction. It is possible that understanding the gaps in his beloved father's knowledge and realizing that he, in part, held the keys to his father's increased learning, could have produced a strong emotional and filial motivation to share and transmit, to the best of his ability, his knowledge to his father. If this were indeed true, it would have obliged Louis to master the subject prior to sitting with his father in order to be able to answer his questions completely and fill the knowledge gaps.

This assumed affective learning situation resembles humanistic learning theory in some ways, where the student becomes highly self-motivated and focused on learning by being in a physically, emotionally, and mentally safe environment. Perhaps Pasteur's father's resolute interest in learning *with* his son and *from* his son—relying on his son's background knowledge combined with his own personal experience and practical knowledge gleaned through his life—may have engaged and amplified Louis' desire to learn and to teach when he was to become an adult.

The latter, now proverbial, part of the title of this essay, "Louis Pasteur: the child is father of the man" is taken from the poem "My Heart Leaps Up," written in 1802 by the romantic English poet William Wordsworth (1770–1850). More commonly interpreted as expressing the idea that the character that we form as a child stays with us into our adult life, which is seemingly true in the case of Louis Pasteur, it also captures, in a different sense, the possible role reversal of Louis and Jean-Joseph Pasteur—the son helping the father to become more learned, the child playing the role of father to the older man. This was also a type of relationship Pasteur was to re-enact throughout his life with other, even older mentors.

Pasteur was eternally grateful to his parents for their love and the valued education they provided him. In 1883, during a visit to his childhood home, Pasteur evoked the memory of his parents who had passed away decades before:

Oh! my father, my mother, dear departed ones, who lived so humbly in this little house, it is to you that I owe everything. Thy enthusiasm, my brave-hearted mother, thou hast instilled in me. If I have always associated the greatness of Science with the greatness of France, it is because I was impregnated with the feelings that thou hadst inspired. And thou, dearest father, whose life was as hard as thy hard trade, thou hast shown to me what patience and protracted effort can accomplish. It is to thee that I owe my perseverance in daily work. Not only hadst thou the qualities which go to make a useful life, but also admiration for great men and great things. To look upwards, to learn to the utmost, to seek to rise even higher, such was thy teaching. I can see thee now, after a hard day's work, reading in the evening some story of the battles in the glorious epoch of which thou wast a witness. Whilst teaching me to read, thy care was that I should learn the greatness of France. (Vallery-Radot, 1925)

3. Jean-Baptiste Biot: More than a mentor

Louis Pasteur established another important filial relationship at the age of 26, when he was a young *Agrégé Préparateur* at the *École Normale Supérieure* in Paris. This was with the renowned elderly physicist, Jean-Baptiste Biot (1774–1862), nearly 50 years his senior, who was professor of physics at the *Collège de France* and a member of the prestigious French Academy of Sciences. In fact, it was Pasteur's ground-breaking experiments, described at the beginning of this article, to demonstrate that stereochemistry was the link between optical activity and the molecular structure of tartrate and paratartrate and their salts that brought the two men together.

This episode was recently clearly re-explained in a noteworthy 2021 article by Ghislaine Vantomme and Jeanne Crassous [3]. Remarkably, Pasteur noticed under a magnifying lens that the chemically identical paratartrate crystals were in fact two types of dissymmetric crystals, each one manifesting a tiny symmetrical facet that was the mirror image of the other and could not be superimposed. Hence, Pasteur went on to separate the left hemihedral crystals from the right hemihedral crystals and separately observed their solutions using polarized light produced by a polarimeter, an apparatus designed by Biot. The left crystals deviated the plane of polarization to the right and the right crystals to the left. Mixing together the same volume of the two solutions, made from right and left crystals of equal weight, the mixture was optically neutral and did not deviate the plane of polarization as they canceled each other. When the initially skeptical Biot witnessed Pasteur's discovery at first hand, he proclaimed, "My dear boy, I have loved science so much in my life, that this touches my very heart" [3].

As with his father 20 years earlier, we see Pasteur, a young college graduate, in the position of "teacher" demonstrating to Biot, the elderly master, the truth of the matter! Biot was indeed amazed by Pasteur's discovery as specialists from France and Germany had already spent years trying to understand this stereochemical enigma. Biot could have been vexed or envious that such a young scientist had made so important a discovery in his own area of specialty. On the contrary, Biot from that moment on took a very kindly attitude toward Pasteur as attested to in their copious correspondence [2]. During the next 13 years, until Biot's death, a genuinely warm scientific complicity and friendship grew between the two men despite their age difference. Biot mentored and guided Pasteur through the complexities of human relations and the political meanderings of mid-nineteenth-century French and European science. While occasionally, like a father, Biot chided Pasteur's impulsiveness, the general tone of his letters to Pasteur was often fatherly, kind, and affectionate. Biot lost his only son in 1850, and one can only wonder if over the years Louis Pasteur came to represent a sort of surrogate son for the old man and he a scientific father for Pasteur himself. Even decades after Biot's death, Pasteur mentioned their filial relationship in a speech he gave during the inauguration of the statue

of Olivier de Serres (father of the French silk industry) in Aubenas, Ardèche, in May 1882. Pasteur said, “A man whose kindness to me was truly paternal (Biot) had for his motto *Per vias rectas...*” [4].

Pasteur’s important discoveries in the area of stereochemistry, which led to his close relationship with Jean-Baptiste Biot, also contributed to Pasteur’s recognition by the scientific community in France and in Germany. Biot’s benevolent guidance helped Pasteur not only scientifically at this critical period in his career when he was starting his studies on fermentation, but also led to Pasteur’s receiving the *Légion d’honneur* in 1853 from Napoleon III, and eventually to his being granted the coveted membership of the French Academy of Sciences in 1862.

4. Portraiture and pastels influence on Louis Pasteur’s science

Unbeknownst to many, Pasteur’s father, Jean-Joseph, was a talented artist. One of his paintings depicts a touching scene from the Peninsular War where a French soldier wearing a distinctive bicorne hat has just buried a comrade fallen in battle. Louis Pasteur noted on the back of the painting that it was painted by his father in 1826 [7]. Louis Pasteur’s personal artistic talent, perhaps influenced by his father’s, manifested itself early on as he produced nearly 40 portraits from the ages of 13 to 18 using pencil, pastels, charcoal, and lithography [8–11]. In fact, years later, the highly respected Finnish portraitist and landscape painter Albert Edelfelt (1884–1905), who painted the famous portrait of Louis Pasteur in his laboratory, commented on the high artistic quality of Louis Pasteur’s pastel portraits, which he saw during his frequent visits to the Pasteur residence [8]. Edelfelt, who initially became friends with Louis Pasteur’s son, Jean-Baptiste Pasteur (1851–1908), an art critic for the magazine *Le Moniteur universel*, later became an intimate friend of the entire Pasteur family [8, 12].

Although for reasons that remain unclear Pasteur no longer drew artistically after his teens, with the exception of a single sketch of his wife nursing one of their children, he remained extremely interested in art and in artists, many of whom were his closest friends [8–10]. Even during his busiest years Pasteur always took the time to visit museums and art exhibitions in Paris and when he was abroad. He never

missed the “Salon” held in early May in Paris, which was arguably the largest annual art event in the Western world from 1748 to 1890 [11].

Going back to Pasteur’s studies on stereochemistry, recent publications by Gal [13], Hansen [11], and Vantomme and Crassous [3] make a compelling (albeit speculative) argument that there may be a link between the artistic skills Pasteur acquired during his early years back in Arbois while drawing and making lithographs and his later ability to discern the chirality (mirror images) of the hemihedral facets on the left and right crystals of paratartrate. Pasteur’s grandson noted that his grandfather’s drawings and pastels revealed a powerful gift of observation and a rare concern for precision [7]. Gal shares this view and suggests Pasteur’s artistic sensibilities and his experience played an important role in his discovery of molecular chirality. Gal [13] and Vantomme and Crassous [3] go on to underline the importance of Pasteur’s use of lithography, a skill that requires the ability to visualize how the mirror image of a design carved on stone will appear on paper.

5. Literary and philosophical Influences in a changing society

The writers and writings of the Bourbon Restoration, a period of uneasy cohabitation between the old and the new, were considered transitional. The extent to which some of the personal traits of the authors or their philosophies influenced Louis Pasteur during his adolescence and young adulthood is speculative, but the fact that in his correspondence with his parents Pasteur himself mentions these authors, their works, and to some degree how they influenced him suggests that they did indeed affect him, and may have played a significant role in shaping not just his beliefs, arguments, and assumptions at the time, but also his value judgments later in life.

During his late teens in his correspondence with his parents, Pasteur mentions four authors who inspired him [2]. The first was Joseph Droz (1773–1850), a historian, ethicist, philosopher, and writer. He was a member of the prestigious Académie Française to which he was elected in 1824. A prolific writer and major intellectual figure of the early nineteenth century, Droz was born in the city of Besançon where Louis Pasteur earned his high school diploma.

Both men shared a common *Franc-Comtois* spirit and deep affection for the people and traditions of this region of eastern France. Of all the authors Pasteur read as a teenager, Droz certainly had the greatest impact. He read two of Droz' books: *Essai sur l'art d'être heureux* and *De la philosophie morale*, and they seem to have become his ethical reference point. Speaking of *De la philosophie morale*, Pasteur wrote to his parents on 7 December, 1840:

I have never read anything wiser, more moral and more virtuous. Nothing is better written. At the end of the year, I will bring you all these works by M. Droz. One experiences, in reading them, an irresistible charm which penetrates the soul and inflames it with the most sublime and generous feelings. There is not a single exaggerated letter in what I am telling you. So, I read on Sundays, during church services, only the works of M. Droz, and I believe, in doing so, despite all that thoughtless and foolish cagotism might say, I am conforming to the most beautiful religious ideas.

The essential philosophy of Droz, which had such a profound effect on Pasteur's heart and soul at the age of 18, can be summed up in the following: "Man should strive for self-perfection; he must have a passion for good and a concern for the happiness of his fellow men [14].

Xavier Boniface Saintine (1798–1865) was a French dramatist and novelist. In 1836, Saintine wrote the popular sentimental novel, *Picciola*, to which the young Pasteur was drawn. In this story, a former soldier who has lost trust in man has been incarcerated for plotting against Napoleon. The prisoner notices a tiny plant growing between the cobblestones of his prison yard. This tiny plant soon becomes the center of all his attention, eventually to the point of obsession and passion, representing for the prisoner the symbol of freedom, life, and love. The delicate beauty of this tiny flowering plant, growing freely within such a wretched environment, brings to light for the prisoner the beauty and force of Nature. He then identifies himself with the plant to transcend his own condition and decides to enrich his mind and soul within the desolate walls of his prison

cell. Pasteur in a letter to his parents 31 May 1841 said that he found this book "very interesting" and that it would be "very instructive" for his sisters to read [14].

Another source of inspiration for Pasteur was Silvio Pellico (1789–1859), an Italian writer, poet, and dramatist who campaigned for the reunification of Italy. Because of his political affiliations, Pellico was arrested in 1820, tried, and sentenced to death in 1822, but his sentence was finally commuted to 15 years in prison under abject conditions. During his imprisonment he composed a tragedy, but unable to write it down, he was compelled to trust it to his memory. In the end, his prison sentence was reduced to a total of eight years. Upon his release, Pellico wrote a simple narrative *mémoire* of his misfortunes and sufferings in prison entitled "Mes prisons" or "My Ten Years in Prison" (1832) which was translated into several European languages and brought Pellico fame. Pasteur recommended this book to his sisters, saying, "I would like them to read this interesting work where one breathes on every page a fine scent of religion that elevates and ennobles the soul" [2].

The last of the four, Félicité Robert de Lamennais (1782–1854), was a French Catholic priest, philosopher, and political theorist. He was one of the most influential intellectuals of the Bourbon Restoration period in France (1814–1830), writing numerous pamphlets and considered the precursor of liberal and social Catholicism. One source describes de Lamennais as having had "an exuberant nature, a lively but indocile intelligence, a brilliant but highly impressionable imagination, and a will resolute to obstinacy and vehement to excess" [15]. Pasteur does not say in his correspondence exactly why he was attracted to de Lamennais' pamphlets, but the idea that the character traits described above, so similar to Pasteur's own, resonated with him is a reasonable hypothesis.

Among these authors' writings and in their philosophies, some recurrent themes appear: filial piety, evolving religious thought, the beauty and force of Nature, freedom, loss of freedom, regaining freedom, affliction, earnestness, the importance of constant and regular learning, and striving for self-perfection in relation to life's experiences whether positive or negative. If Pasteur took the time to write to his parents about these books, they must have had

an impact on him. Their rich contents and philosophies certainly provided intellectual nourishment and material for reflection for the teenage Louis Pasteur.

The literary and philosophical upwelling at the beginning of the nineteenth century was paralleled by a scientific and technological surge. Scientific theory and practice were also going through transitions with the improvement of microscopes and the advent of other optical instruments, which allowed for more in-depth investigation of chemical, physical, and biological phenomena. Pasteur's coming of age during this expansionist period of the early 1840s would undoubtedly have had a major impact on him and his science. The concomitant economic boom and rapid societal changes during the same period led to progressive social transformations, stimulated by movements such as the utopian Saint-Simonians who campaigned for an immediate and radical transformation of society. It also marked the beginning for much of Europe of the transformation from a largely rural to an industrial society.

Under the influence of these myriad developments and changes, Pasteur's mind was stimulated and he became avid to learn even more, aided by the fact that the appropriate technology to do so was now becoming available.

When Pasteur returned to Paris in 1842, after a failed attempt four years earlier due to acute homesickness, he had matured tremendously; he had invested vast amounts of time in his studies and had increased his knowledge base. One gets the impression from his correspondence with his parents that studying occupied most of his time, including weekends. When years later at a school reunion in Arbois, he was asked by the sons of his school comrades how he had made so many successful and diverse discoveries, Pasteur replied, "Convince yourself that it is in assiduous work without any other particular gift other than that of perseverance in the effort, joined perhaps to the attraction of all that is great and beautiful, that I found the secret of these successes" [6].

Based on the above, I am more and more convinced that Pasteur's so-called "genius" was in fact a combination of all his personal traits coming together at exactly the right moment in time when theory could be challenged by experimentation, facilitated by the new technologies available.

6. Origins of Pasteur's "motivated" or "targeted" research

One of the aspects of Pasteur's oeuvre that has been repeatedly mentioned by authors is the link between his fundamental discoveries through precise experimental research and the direct application of the results to industry and for the improvement of animal and human welfare. Pasteur is often quoted as saying, "there is no such thing as applied sciences, only applications of science."

In the mid-nineteenth century, a relationship between experimental research and concrete applications was not uncommon. This may be linked, at least in part, to developments and increasing competitiveness within industries across Europe during their various industrial revolutions. For example, in 1800 Napoleon was already resolved to make French industry greater than that of all other nations, particularly England. This led to the creation of the, *Société d'encouragement pour l'industrie nationale* (Society for the Development of National Industry) in 1801. It is noteworthy that Pasteur's chemistry professor, Jean-Baptiste Dumas (1800–1884), also another life-long mentor, was president of this society from 1845 to 1864. Pasteur's own research activities therefore coincided with a mid-nineteenth-century environment where research and direct applications went hand in hand.

In an opinion piece in *EMBO reports*, Antoine Danchin underlines the importance of this and goes on to emphasize the increased need for this essential relationship between research to generate knowledge and practical applications, especially in today's world. He explains what has come to be seen by some nowadays as a "dichotomy between the research to generate knowledge and the application of that knowledge to benefit humanity seems to be a recent development". He explains that 100 years ago Louis Pasteur avoided this debate altogether citing Pasteur's major, yet forgotten, contributions to science as a perfect example of how research and its applications are not separate from each other. For Pasteur, research to generate knowledge and the applications of that knowledge to benefit industry and later humankind were in fact inseparable. The "motivation" behind this, according to Danchin, was curiosity, creativity, and the fact that discoveries would result in more knowledge, leading to finding yet more

ways to improve processes and our wellbeing. As Danchin said, “Pasteur developed what we might call ‘motivated’ research” [16].

Vantomme and Crassous [3] also address the relationship between fundamental and applied research in the context of Pasteur. Their view parallels that of Danchin in that they see Pasteur’s sense of discovery as linked to the capacity to be astonished, to be conscious of something unusual, to think critically, and to try to imagine an interpretation. The authors emphasize that fundamental work and basic knowledge lead to breakthrough discoveries. They consider Pasteur a highly talented experimentalist with outstanding deductive skills, and a genius in the sense that his numerous researches always started from everyday observations and from a question of applied interest (“targeted science”), from which he took the opportunity to develop very fundamental scientific principles and gain an understanding of general phenomena. One seemingly essential quality in this process of “motivated” research is Pasteur’s relentless perseverance during experimentation, an ability he said he learned from his father and repeatedly mentioned throughout his life.

Whether Pasteur developed the concept of “motivated” or “targeted” research or just put it to good use to make his discoveries, there is no doubt that in his hands this method was particularly successful. Pasteur understood the importance of taking society’s demands and needs into account. One instance that exemplifies this is Pasteur’s in-depth studies on alcoholic fermentation and his subsequent understanding that spoilage or “diseases” of wine and beer were caused by undesirable microorganisms that interfered with the normal desired fermentation process. This then pushed him to experiment with and develop the thermal processing of beer and wine known as “Pasteurization” which would deactivate unwanted microorganisms and preserve the beer and wine. Pasteur’s “motivated” research on the subject coincided with the development and expansion of the brewing and wine-making industries in Europe.

Pasteur and his collaborators also applied a “motivated” research approach when investigating the silkworm diseases that were ravaging the sericulture industry in Southern France (they did this at the request of Jean-Baptiste Dumas, who originated from the region hardest hit by the outbreaks). Pasteur demonstrated how a parasitic pathogen

caused pebrine disease and that bacterial pathogens were responsible for another disease called *flacherie*. The study of silkworm diseases laid the foundation for the germ theory of disease. Pasteur’s discovery that the pebrine disease parasite could be transmitted via the eggs of infected females (hereditary or vertical transmission) also led Pasteur to devise an ingenious new seeding process (*grainage cellulaire*) whereby, using microscopic observation, only eggs from female moths verified devoid of pebrine disease corpuscles were selected. The eggs selected by this process resulted in healthy silkworms that produced high-quality cocoons. This seeding process not only partially rejuvenated the sericulture industry in France and across Europe, but in 1911 Pasteur’s seeding process was promulgated into law in Japan as the “Sericulture Act of 1911” as the official method of preventing pebrine disease among silkworm egg producers [17].

7. Conclusion

So, what made Pasteur and his work so exceptional? I am inclined to believe that Pasteur’s deeply loving relationship with his father during his early childhood, and especially their unique shared joint learning experience, created a special bond—a sort of rare emotional and intellectual “bud” that would bloom later in life. There is also Pasteur’s filial scientific association with Jean-Baptiste Biot, where once again Pasteur was in the role of “the teacher” while explaining or demonstrating his discoveries, but there again the relationship was balanced by their profound mutual respect and warm friendship. Pasteur was incredibly lucky to enter Biot’s intellectual sphere, as was one of the leading and most reputable physicists of the period with vast knowledge, insurmountable experience, profound wisdom, and relationships with France’s and Europe’s intellectual elite. These two filial relationships were no doubt decisive in making Pasteur who he was. In addition, artistic, philosophical, and literary influences helped shape young Louis’ mind and spirit. Finally, we cannot forget Pasteur’s deep thinking, his sharp observational focus, and inexhaustible methodical experimentation that also contributed to his discoveries and their application.

One could say that the ensemble of these influences is nothing extraordinary, that many could have

had similar experiences, just as any one of the numerous sparks produced by a flint can ignite the fire. It certainly cannot be denied that the societal, economic, scientific, and technological environment of the 1840s served as remarkable tinder. Like seeds falling on fertile soil, perhaps young Louis' spirit and mind were thus prepared to engage with and profit from this favorable environment.

The ongoing transformation of Europe into a powerful industrial society also played its role in shaping Pasteur and his discoveries. Fermentation and its related industries were thriving, flush with funds, but also in dire need of resolving complex issues of spoilage related to "diseases" or microbial contaminations that could ruin their products and jeopardize their industries. More and more of the research at the time was "motivated," driven to resolve complex issues relating to industrial processes and their success (such as in brewing, wine and vinegar making, and disease-free silkworm rearing), and drawing upon methodical experimentation and in-depth scientific knowledge. This robust scientifically and technologically oriented industrial environment gave Pasteur the opportunity to delve into these problems and solve them.

Version française

1. Introduction

Il y a un demi-siècle, alors que je parcourais les livres scientifiques à l'odeur de moisi dans les allées peu éclairées de la bibliothèque publique de Mead, je suis tombé sur un livre de 1925 intitulé « La vie de Pasteur » par René Vallery-Radot. En feuilletant l'introduction, j'ai lu : « C'est une biographie pour les jeunes hommes de science et pour tous ceux qui souhaitent apprendre ce que la science a fait et peut faire pour l'humanité. » La lecture de « La vie de Pasteur » m'a profondément influencé et a modifié la trajectoire de ma propre vie et, par conséquent, m'a amené à l'Institut Pasteur depuis quarante-trois ans.

Comme beaucoup d'autres, l'un des aspects de l'œuvre de Pasteur qui m'a toujours impressionné est la linéarité et la connectivité avant-gardiste de ses recherches : la connaissance de la véritable nature des processus biochimiques de la fermentation ; les techniques et les processus visant à améliorer la fermentation ; l'établissement de la théorie des germes de la maladie ; et les mesures permettant d'atténuer

Despite two centuries of examining and probing the origins of Pasteur's exceptional scientific mind, we still do not really know for sure. I have nevertheless tried to provide a few elements of reflection to continue nourishing this speculation. Regardless, Louis Pasteur remains one of the most prominent scientific figures of the nineteenth century, a man whose discoveries have changed the world and are still of paramount importance today.

Conflicts of interest

The author has no conflict of interest to declare.

Acknowledgements

My sincere appreciation to Antoine Danchin for urging me to write my personal views on Louis Pasteur for this special edition of the *Comptes Rendus* of the French Academy of Sciences to celebrate the bicentennial of the birth of Louis Pasteur. Special thanks also to Ruairí Ó hEithir for his careful review of the paper and for his helpful comments, suggestions, and corrections.

la virulence des micro-organismes pour les rendre inoffensifs lors de leur injection dans le corps afin de se protéger contre la maladie. Émile Duclaux, peut-être l'une des personnes qui a le mieux connu Pasteur, car il était l'un de ses plus proches collaborateurs, a déclaré dans l'introduction de son livre « L'histoire d'un esprit » que « Pasteur n'était pas un savant comme les autres. Sa vie scientifique a eu une admirable unité ; elle a été le développement logique et harmonieux d'une seule et même pensée » [1]. Duclaux poursuit dans le même texte en soulignant l'importance primordiale de l'utilisation par Pasteur d'une méthode expérimentale rigoureuse tout au long de ses recherches, qui lui permettait d'avancer habilement dans ses affirmations scientifiques et de concevoir des remèdes et des améliorations au profit de l'industrie, ainsi que de la santé humaine et animale.

Émile Duclaux et Émile Roux, un autre proche collaborateur de Louis Pasteur, ont tous deux déclaré que Pasteur avait l'esprit d'un « génie ». Cependant,

plus tard, en relisant la biographie de Pasteur écrite par son gendre, René Vallery-Radot, ainsi que la Correspondance de Pasteur 1840–1895 compilée par son petit-fils Louis Pasteur-Vallery Radot, (1940) et des articles plus récents sur le savant, je n'ai pas eu l'impression que Pasteur était un génie ou un polymathe typique comme Albert Einstein ou Léonard de Vinci. Au contraire, j'ai eu l'image d'un individu très sensible, exceptionnellement observateur et prudent, qui était extrêmement curieux, sérieux et littéralement obsédé par son travail de laboratoire et, dans ses dernières années, par son image publique. Pasteur était apparemment capable d'observer d'infimes détails pour imaginer et, plus tard, prouver des associations imprévues avant que d'autres ne le fassent, par exemple, les liens entre la stéréochimie et la fermentation microbienne et, plus tard, les liens entre la fermentation microbienne et les maladies infectieuses. Mais quelle était l'origine ou la source de la vision scientifique clairvoyante de Louis Pasteur ? Était-il un génie naturel ? Ou était-ce dû à son éducation et à sa formation ?

Ce que les collaborateurs les plus proches de Pasteur appelaient son « génie » était peut-être sa capacité perspicace à voir des affinités cachées sous des faits ou au sein de phénomènes apparemment très éloignés les uns des autres, en utilisant une approche personnelle implacable de recherche « motivée » ou « ciblée » pour mettre en lumière ces phénomènes et les relier à une thèse ou une vision commune, tout en créant des applications utiles. Un exemple détaillé qui place Pasteur dans un autre domaine par rapport à ses détracteurs et concurrents contemporains servira à illustrer ce point. Il s'agit du moment où il a raconté à Jean-Baptiste Biot ses observations lors de la fermentation du racémate (ou paratartrate) de sodium et d'ammonium, qui était initialement optiquement inactif, mais qui, au fur et à mesure de la fermentation, devenait progressivement optiquement actif. Pasteur a démontré que l'énantiomère d est métabolisé par le micro-organisme vivant en fermentation, laissant l'énantiomère l en solution, rendant ainsi la solution optiquement active. Pasteur a conclu que les micro-organismes fermenteurs, comme les organismes supérieurs, sont composés de molécules organiques dissymétriques, et qu'à ce titre, pour leur nutrition, ils métabolisent sélectivement l'énantiomère qui correspond à leurs besoins nutritionnels. Pour citer Pasteur, « Admettons donc

que toute fermentation est un acte corrélatif à un acte vital. » (Lettre de Louis Pasteur à Jean-Baptiste Biot, 7 septembre 1857) [2]. Cette affirmation, qui nous semble banale aujourd'hui, était à l'époque inimaginable, voire révolutionnaire, car la fermentation était considérée comme un processus purement chimique sans rapport avec les organismes vivants. Le fait que Pasteur ait compris que la fermentation est un « acte vital » ou un processus biologique des organismes vivants a été un véritable moment d'eurêka, car c'est le point de départ qui l'a orienté vers une série de découvertes ultérieures. Cela a conduit Pasteur à conclure que « l'univers est asymétrique et je suis persuadé que la vie, telle qu'elle nous est connue, est un résultat direct de l'asymétrie de l'univers ou de ses conséquences indirectes », une hypothèse encore activement débattue aujourd'hui [3].

Personnellement, en plus de mon intérêt et de ma fascination pour son travail et ses découvertes, je me suis toujours interrogé sur les origines de l'esprit progressiste unique de Pasteur et sur les divers facteurs de son passé et de son éducation qui les ont façonnés. Il existe cependant très peu de documentation sur les débuts de la vie de Pasteur, à l'exception du récit biographique de son gendre (René Vallery-Radot), qui est considéré par beaucoup comme un ouvrage d'hagiographie. En revanche, nous disposons de la correspondance de Pasteur avec ses parents et ses sœurs, compilée et annotée par son petit-fils, Louis Pasteur Vallery-Radot. En utilisant ces sources limitées, combinées avec ce que nous savons de l'environnement familial et de l'éducation précoce de Pasteur, de ses influences culturelles (comme les livres qu'il lisait), et de ses dessins et gravures, j'ai tenté dans cet essai de formuler des hypothèses concernant les influences de l'enfance, de l'adolescence et des toutes premières années d'adulte de Pasteur en tant que scientifique et comment elles ont contribué à la formation de l'esprit de Pasteur, tout en reconnaissant pleinement la mesure dans laquelle cela est basé sur des preuves indirectes et, parfois, des spéculations pures et simples.

2. L'éducation à la maison et à l'école : Le paradoxe de « l'enfant est le père de l'homme »

Jean-Joseph Pasteur (1791–1865), le père de Louis, est orphelin à un jeune âge, reçoit peu d'éducation

formelle et suit les traces de son père et de son grand-père pour devenir tanneur. À l'âge de 20 ans, il est enrôlé dans l'armée napoléonienne pour combattre dans les dernières phases de la guerre péninsulaire, de 1812 à 1814, dans la péninsule ibérique. Promu sergent-major, il rentre en France au début de l'année 1814, reçoit la croix de chevalier de l'Ordre de la Légion d'honneur et continue à combattre jusqu'à l'abdication inconditionnelle de Napoléon le 6 avril 1814. Réformé peu après, il retourne à Salins pour reprendre la vie ordinaire de tanneur [4].

En tant que bonapartiste fervent, on ne peut qu'imaginer l'abattement du jeune homme après la défaite de Napoléon et son propre retour à une vie relativement sans histoire après ses expériences de guerre. Cela a certainement eu un effet durable sur sa personnalité et sa perception du monde. De retour à son métier à Salins, Jean-Joseph, dont on disait qu'il était un homme réfléchi et travailleur, continuait à lire, à étudier et à peindre pendant son temps libre malgré les rigueurs de la journée de travail (Pasteur Vallery-Radot, 1956). C'est à cette époque qu'il rencontre sa future épouse, Jeanne-Étiennette Roqui (1793–1849), décrite comme une femme modeste, intelligente et aimable, et le couple se marie en 1816. Leur premier enfant est un fils, Jean-Denis, qui ne vivra que quelques mois. Virginie, la sœur aînée de Louis Pasteur, est née en 1818, suivie de Louis le 27 décembre 1822 et de deux sœurs cadettes, Joséphine en 1825 et Émilie en 1826. Louis grandit donc dans ce qui semble être une famille très unie avec ses parents et ses trois sœurs à Dole puis à Arbois [4]. Il ressort de la correspondance entre Louis Pasteur et son père qu'ils entretenaient une relation chaleureuse et affectueuse. N'oublions pas que dans les années 1820 et 1830, période de l'enfance de Louis Pasteur, les pères sont souvent dépeints comme des personnages sévères et autoritaires, sans émotion et incapables de sourire [5]. Ce n'était absolument pas le cas de Jean-Joseph Pasteur qui, d'après sa correspondance, était un père aimant et capable de manifester cet amour à ses enfants.

Pasteur entre à l'école primaire peu après la mise en pratique de la réforme de l'enseignement de 1816. C'est la Restauration des Bourbons (1815–1830), où les enfants du pays sont regroupés pour recevoir une instruction primaire gratuite. À cette époque, l'« enseignement mutuel » était populaire parmi les groupes d'élèves, où les élèves les plus avancés,

c'est-à-dire les moniteurs, enseignaient les rudiments de la lecture aux élèves plus jeunes ou moins avancés, sous la supervision du directeur. Selon le gendre de Pasteur, René Vallery-Radot, Louis Pasteur aspirait à devenir moniteur, mais il ajoute que durant ses premières années d'école, Louis Pasteur n'était pas exceptionnellement doué, juste un studieux « bon élève moyen » [4,6]. Les parents de Pasteur, bien que n'ayant pas eux-mêmes fait d'études formelles, croyaient profondément en l'éducation de leurs enfants.

Plus intéressant encore, Vallery-Radot mentionne également que pendant les études de Louis, son père passait ses soirées avec son fils à l'aider à faire ses devoirs et à s'instruire lui-même [4, 6]. Je suis enclin à croire que cette référence apparemment banale au fait que le père s'asseyait avec son fils, apprenant à ses côtés pendant qu'il faisait ses devoirs jour après jour, pourrait avoir joué un rôle primordial dans l'imprégnation et le modelage de l'esprit de Louis Pasteur. Cette situation a certainement créé un environnement d'apprentissage inhabituel, où le père et le fils ont d'abord appris ensemble, mais où, au fil du temps et des études de Louis Pasteur, le fils est devenu de plus en plus le professeur du père. En fait, cette possible inversion des rôles, si elle était effectivement le cas, semblerait tout à fait exceptionnelle et exigerait beaucoup d'amour, de sensibilité, de respect mutuel, d'humilité et de confiance de la part des deux. Le jeune Louis Pasteur a peut-être reconnu dans cette situation une certaine forme de vulnérabilité de la part de son père, un homme sans éducation formelle parce qu'il était orphelin dans son enfance, qui cherchait toutes les occasions d'apprendre aux côtés de son fils. Même des années plus tard, lorsque Louis était à l'École Normale Supérieure, il a continué à participer à l'enseignement de son père en lui envoyant des problèmes à résoudre, sous prétexte que son père « pourrait être en mesure d'aider Joséphine », la jeune sœur de Louis, mais tous deux savaient qu'il s'agissait simplement d'une manière respectueuse et délicate de poursuivre l'expérience d'apprentissage partagée entre leur fils et leur père [4]. Dans une lettre datée du 2 janvier 1845, le père de Pasteur écrit : « J'ai passé deux jours sur un problème, que j'ai trouvé ensuite assez facile ; ce n'est pas une bagatelle d'apprendre une chose et de l'enseigner tout de suite après » [2].

Cette expérience d'apprentissage apparemment exceptionnelle entre Louis Pasteur et son père a eu un effet personnel profond sur moi lorsque je l'ai lue. Enfant, j'ai vécu une étrange expérience éducative avec mon propre père. Aveugle depuis l'âge de cinq ans, mon père avait une peur bleue, jusqu'à la phobie, des insectes et des sons qu'ils émettaient. Lors d'un pique-nique d'été, je me souviens de la détresse et de l'intimidation de mon père à cause du bourdonnement, de la brusquerie et de la vibration des ailes d'une grande libellule que j'avais attrapée. Je me suis immédiatement rendu compte, même à un si jeune âge, que pour soulager sa détresse, je devais être honnête en décrivant la nature des ailes et pourquoi, en raison de leur structure striée, elles produisaient un son si épouvantable aux oreilles de mon père. En outre, je lui ai expliqué que ni la forte vibration de ses ailes, ni la libellule elle-même, d'ailleurs, ne constituaient une menace ou n'étaient dangereuses ou offensantes de quelque manière que ce soit. J'ai appris par la suite que cela allait à l'encontre des contes de vieilles femmes selon lesquels les libellules (souvent appelées localement « aiguilles à coudre ») vous coudraient la bouche si vous les approchiez de trop près ou si vous profériez des blasphèmes ! À partir de cette expérience, je suis devenu en quelque sorte les yeux de mon père, lui expliquant le monde naturel tel que je le voyais, et j'ai réalisé que dans une telle situation, je devais être tout à fait exact, objectif et véridique quant à ce que je lui décrivais. Cela explique sans doute, au moins en partie, pourquoi je suis devenu entomologiste !

Cette relation éducative me semble être une situation exceptionnelle qui a nécessité que Louis devienne un acteur et une influence active pour compléter l'enseignement de son père. Il est possible que le fait de comprendre les lacunes dans les connaissances de son père bien-aimé et de réaliser qu'il détenait en partie les clés permettant à son père d'accroître son apprentissage, ait pu produire une forte motivation émotionnelle et filiale pour partager et transmettre, au mieux de ses capacités, ses connaissances à son père. Si cela était effectivement vrai, cela aurait obligé Louis à maîtriser le sujet avant de s'asseoir avec son père afin de pouvoir répondre complètement à ses questions et combler les lacunes de connaissances.

Cette situation d'apprentissage affectif présumée ressemble à certains égards à la théorie de

l'apprentissage humaniste, dans laquelle l'élève devient très motivé et concentré sur l'apprentissage en se trouvant dans un environnement physiquement, émotionnellement et mentalement sûr. Peut-être que l'intérêt résolu du père de Pasteur à apprendre avec son fils et de son fils — en s'appuyant sur les connaissances de base de son fils combinées à sa propre expérience personnelle et aux connaissances pratiques glanées au cours de sa vie — a pu susciter et amplifier le désir de Louis d'apprendre et d'enseigner lorsqu'il est devenu adulte.

Cette dernière partie, désormais proverbiale, du titre de cet essai, « Louis Pasteur : L'enfant est le père de l'homme » est tirée du poème « My Heart Leaps Up », écrit en 1802 par le poète romantique anglais William Wordsworth (1770–1850). Plus communément interprété comme exprimant l'idée que le caractère que l'on se forge dans l'enfance reste avec nous dans notre vie d'adulte, ce qui semble vrai dans le cas de Louis Pasteur, il capture également, dans un sens différent, l'inversion possible des rôles de Louis et Jean-Joseph Pasteur — le fils aidant le père à devenir plus savant, l'enfant jouant le rôle de père pour l'homme plus âgé. C'est également un type de relation que Pasteur devait reproduire tout au long de sa vie avec d'autres mentors, encore plus âgés.

Pasteur sera éternellement reconnaissant à ses parents pour leur amour et la précieuse éducation qu'ils lui ont donnée. En 1883, lors d'une visite dans la maison de son enfance, Pasteur évoque le souvenir de ses parents, décédés des décennies auparavant :

Oh ! mon père, ma mère, chers disparus, qui avez vécu si humblement dans cette petite maison, c'est à vous que je dois tout. Ton enthousiasme, ma mère au grand cœur, tu me l'as insufflé. Si j'ai toujours associé la grandeur de la Science à la grandeur de la France, c'est parce que j'étais imprégné des sentiments que tu m'avais inspirés. Et toi, très cher père, dont la vie fut aussi dure que ton dur métier, tu m'as montré ce que peuvent accomplir la patience et les efforts prolongés. C'est à toi que je dois ma persévérance dans le travail quotidien. Tu avais non seulement

les qualités qui font une vie utile, mais aussi l'admiration des grands hommes et des grandes choses. Regarder vers le haut, apprendre au maximum, chercher à s'élever encore plus haut, tel était ton enseignement. Je te vois maintenant, après une dure journée de travail, lisant le soir un récit des batailles de l'époque glorieuse dont tu as été le témoin. Tout en m'apprenant à lire, tu avais soin de me faire connaître la grandeur de la France. (Vallery-Radot, 1925)

3. Jean-Baptiste Biot : Plus qu'un mentor

Louis Pasteur établit un autre lien de filiation important à l'âge de 26 ans, alors qu'il est jeune agrégé-préparateur à l'École Normale Supérieure de Paris. Il s'agit du célèbre physicien âgé, Jean-Baptiste Biot (1774–1862), de près de 50 ans son aîné, qui était professeur de physique au Collège de France et membre de la prestigieuse Académie des sciences. En fait, ce sont les expériences révolutionnaires de Pasteur, décrites au début de cet article, visant à démontrer que la stéréochimie était le lien entre l'activité optique et la structure moléculaire du tartrate et du paratartrate et de leurs sels qui ont rapproché les deux hommes. Cet épisode a récemment été clairement réexpliqué dans un article remarquable de Ghislaine Vantomme et Jeanne Crassous [3]. En effet, Pasteur remarqua à la loupe que les cristaux de paratartrate chimiquement identiques étaient en fait deux types de cristaux dissymétriques, chacun présentant une minuscule facette symétrique qui était l'image miroir de l'autre et ne pouvait être superposée. Pasteur sépare donc les cristaux hémédriques de gauche des cristaux hémédriques de droite et observe séparément leurs solutions à l'aide de la lumière polarisée produite par un polarimètre, appareil conçu par Biot. Les cristaux de gauche ont dévié le plan de polarisation vers la droite et les cristaux de droite vers la gauche. En mélangeant ensemble le même volume des deux solutions, faites à partir de cristaux de droite et de gauche de poids égal, le mélange était optiquement neutre et ne devait pas le plan de polarisation alors qu'ils s'annulaient mutuellement. Lorsque Biot, d'abord sceptique, est témoin de la découverte de Pasteur, il proclame :

« Mon cher garçon, j'ai tant aimé la science dans ma vie, que ceci me touche au cœur » [3].

Comme avec son père 20 ans plus tôt, nous voyons Pasteur, jeune diplômé d'université, dans la position de « professeur » démontrant à Biot, le vieux maître, la vérité de la question ! Biot est en effet stupéfait par la découverte de Pasteur, car les spécialistes français et allemands avaient déjà passé des années à essayer de comprendre cette énigme stéréochimique. Biot aurait pu être vexé ou envieux qu'un si jeune scientifique ait fait une découverte aussi importante dans son propre domaine de spécialité. Au contraire, Biot adopte dès lors une attitude très bienveillante à l'égard de Pasteur, comme l'atteste leur abondante correspondance [2]. Au cours des 13 années suivantes, jusqu'à la mort de Biot, une complicité et une amitié scientifiques véritablement chaleureuses se développent entre les deux hommes malgré leur différence d'âge. Biot encadre et guide Pasteur dans la complexité des relations humaines et les méandres politiques de la science française et européenne du milieu du XIXe siècle. Bien que Biot ait parfois, comme un père, réprimandé l'impulsivité de Pasteur, le ton général de ses lettres à Pasteur était souvent paternel, gentil et affectueux. Biot perd son fils unique en 1850, et on ne peut que se demander si, au fil des ans, Louis Pasteur n'est pas devenu une sorte de fils de substitution pour le vieil homme, et lui un père scientifique pour Pasteur lui-même. Même des décennies après la mort de Biot, Pasteur a mentionné leur relation filiale dans un discours prononcé lors de l'inauguration de la statue d'Olivier de Serres (père de l'industrie française de la soie) à Aubenas, en Ardèche, en mai 1882. Pasteur dit : « Un homme dont la bonté à mon égard a été vraiment paternelle (Biot) avait pour devise *Per vias rectas...* » [4].

Les importantes découvertes de Pasteur dans le domaine de la stéréochimie, qui ont conduit à sa relation étroite avec Jean-Baptiste Biot, ont également contribué à la reconnaissance de Pasteur par la communauté scientifique en France et en Allemagne. Les conseils bienveillants de Biot ont aidé Pasteur non seulement sur le plan scientifique à cette période critique de sa carrière, alors qu'il commençait ses études sur la fermentation, mais ont également permis à Pasteur de recevoir la Légion d'honneur en 1853 des mains de Napoléon III, et finalement d'obtenir le titre convoité de membre de l'Académie française des sciences en 1862.

4. L'influence du portrait et du pastel sur la science de Louis Pasteur

À l'insu de beaucoup, le père de Pasteur, Jean-Joseph, était un artiste de talent. L'un de ses tableaux représente une scène touchante de la guerre péninsulaire, où un soldat français portant un chapeau bicorne distinctif vient d'enterrer un camarade tombé au combat. Louis Pasteur note au dos du tableau qu'il a été peint par son père en 1826 [7]. Le talent artistique personnel de Louis Pasteur, peut-être influencé par celui de son père, s'est manifesté très tôt puisqu'il a réalisé près de 40 portraits de 13 à 18 ans au crayon, au pastel, au fusain et en lithographie [8–11]. En fait, des années plus tard, le très respecté portraitiste et paysagiste finlandais Albert Edelfelt (1884–1905), qui a peint le célèbre portrait de Louis Pasteur dans son laboratoire, a commenté la grande qualité artistique des portraits au pastel de Louis Pasteur, qu'il voyait lors de ses fréquentes visites à la résidence Pasteur [8]. Edelfelt, qui s'est d'abord lié d'amitié avec le fils de Louis Pasteur, Jean-Baptiste Pasteur (1851–1908), critique d'art pour la revue *Le Moniteur universel*, est ensuite devenu un ami intime de toute la famille Pasteur [8, 12].

Bien que, pour des raisons qui restent obscures, Pasteur n'ait plus dessiné artistiquement après l'adolescence, à l'exception d'un seul croquis de sa femme allaitant un de leurs enfants, il est resté extrêmement intéressé par l'art et les artistes, dont beaucoup étaient ses amis les plus proches [8–10]. Même pendant ses années les plus chargées, Pasteur prend toujours le temps de visiter les musées et les expositions d'art à Paris et à l'étranger. Il ne manquait jamais le « Salon » qui se tenait au début du mois de mai à Paris et qui était sans doute la plus grande manifestation artistique annuelle du monde occidental de 1748 à 1890 [11].

Pour en revenir aux études de Pasteur sur la stéréochimie, des publications récentes de Gal [13], Hansen [11], et Vantomme et Crassous [3] présentent un argument convaincant (bien que spéculatif) selon lequel il pourrait y avoir un lien entre les compétences artistiques acquises par Pasteur au cours de ses premières années à Arbois en dessinant et en réalisant des lithographies et sa capacité ultérieure à discerner la chiralité (images miroir) des facettes hémédriques sur les cristaux gauche et droit de paratartrate. Le petit-fils de Pasteur a noté que les dessins et

les pastels de son grand-père révélaient un puissant don d'observation et un rare souci de précision [7]. Gal partage ce point de vue et suggère que la sensibilité artistique de Pasteur et son expérience ont joué un rôle important dans sa découverte de la chiralité moléculaire. Gal [13] et Vantomme et Crassous [3] soulignent ensuite l'importance de l'utilisation de la lithographie par Pasteur, une technique qui requiert la capacité de visualiser comment l'image miroir d'un dessin gravé sur la pierre apparaîtra sur le papier.

5. Influences littéraires et philosophiques dans une société en mutation

Les écrivains et les écrits de la Restauration des Bourbons, période de cohabitation malaisée entre l'ancien et le nouveau, sont considérés comme transitoires. La mesure dans laquelle certains traits personnels des auteurs ou leurs philosophies ont influencé Louis Pasteur pendant son adolescence et sa vie de jeune adulte est spéculative, mais le fait que, dans sa correspondance avec ses parents, Pasteur lui-même mentionne ces auteurs, leurs œuvres et, dans une certaine mesure, la façon dont ils l'ont influencé, suggère qu'ils l'ont effectivement touché et qu'ils ont pu jouer un rôle important dans la formation non seulement de ses croyances, arguments et hypothèses à l'époque, mais aussi de ses jugements de valeur plus tard dans la vie.

À la fin de son adolescence, dans sa correspondance avec ses parents, Pasteur mentionne quatre auteurs qui l'ont inspiré [2]. Le premier est Joseph Droz (1773–1850), historien, éthicien, philosophe et écrivain. Il est membre de la prestigieuse Académie française à laquelle il est élu en 1824. Écrivain prolifique et figure intellectuelle majeure du début du XIXe siècle, Droz est né dans la ville de Besançon où Louis Pasteur a obtenu son baccalauréat. Les deux hommes partageaient un même esprit franc-comtois et une profonde affection pour les gens et les traditions de cette région de l'est de la France. De tous les auteurs que Pasteur a lus pendant son adolescence, Droz a certainement eu le plus grand impact. Il a lu deux des livres de Droz : *Essai sur l'art d'être heureux* et *De la philosophie morale*, qui semblent être devenus sa référence éthique. A propos de *De la philosophie morale*, Pasteur écrit à ses parents le 7 décembre 1840 :

Je n'ai jamais rien lu de plus sage, de plus moral et de plus vertueux. Rien n'est mieux écrit. A la fin de l'année, je vous apporterai tous ces ouvrages de M. Droz. On éprouve, en les lisant, un charme irrésistible qui pénètre l'âme et l'enflamme des sentiments les plus sublimes et les plus généreux. Il n'y a pas une seule lettre exagérée dans ce que je vous raconte. Aussi, je ne lis le dimanche, pendant les offices, que les ouvrages de M. Droz, et je crois, en agissant ainsi, malgré tout ce que pourrait dire un cagotisme irréfléchi et imbécile, me conformer aux plus belles idées religieuses.

La philosophie essentielle de Droz, qui a si profondément marqué le cœur et l'âme de Pasteur à l'âge de 18 ans, peut se résumer ainsi : « L'homme doit tendre à la perfection de lui-même ; il doit avoir la passion du bien et le souci du bonheur de ses semblables [14] ».

Xavier Boniface Saintine (1798–1865) était un dramaturge et romancier français. En 1836, Saintine écrit un roman sentimental populaire, *Picciola*, qui attire le jeune Pasteur. Dans cette histoire, un ancien soldat qui a perdu confiance en l'homme est incarcéré pour avoir comploté contre Napoléon. Le prisonnier remarque une petite plante qui pousse entre les pavés de la cour de sa prison. Cette petite plante devient bientôt le centre de toute son attention, jusqu'à l'obsession et la passion, représentant pour le prisonnier le symbole de la liberté, de la vie et de l'amour. La beauté délicate de cette minuscule plante à fleurs, qui pousse librement dans un environnement aussi misérable, met en lumière pour le prisonnier la beauté et la force de la nature. Il s'identifie alors à la plante pour transcender sa propre condition et décide d'enrichir son esprit et son âme entre les murs désolés de sa cellule de prison. Pasteur dans une lettre à ses parents le 31 mai 1841 dit qu'il trouve ce livre « très intéressant » et qu'il serait « très instructif » pour ses sœurs de le lire [14].

Une autre source d'inspiration pour Pasteur était Silvio Pellico (1789–1859), un écrivain, poète et dramaturge italien qui militait pour la réunification de l'Italie. En raison de ses affiliations politiques, Pellico a été arrêté en 1820, jugé et condamné à mort en

1822, mais sa peine a finalement été commuée en 15 ans de prison dans des conditions abjectes. Pendant son emprisonnement, il compose une tragédie, mais ne pouvant l'écrire, il est contraint de s'en remettre à sa mémoire. Finalement, sa peine de prison a été réduite à un total de huit ans. A sa libération, Pellico rédige un simple mémoire narratif de ses malheurs et de ses souffrances en prison intitulé « Mes prisons » ou « Mes dix ans de prison » (1832) qui sera traduit dans plusieurs langues européennes et apportera la gloire à Pellico. Pasteur recommande ce livre à ses sœurs en disant : « Je voudrais qu'elles lisent cet ouvrage intéressant où l'on respire à chaque page un fin parfum de religion qui élève et ennoblit l'âme » [2].

La dernière des quatre, Félicité Robert de Lamennais (1782–1854), était un prêtre catholique, un philosophe et un théoricien politique français. Il fut l'un des intellectuels les plus influents de la période de la Restauration des Bourbons en France (1814–1830), écrivant de nombreux pamphlets et considéré comme le précurseur du catholicisme libéral et social. Une source décrit de Lamennais comme ayant eu « une nature exubérante, une intelligence vive mais indocile, une imagination brillante mais très impressionnable, et une volonté résolue jusqu'à l'obstination et véhémence jusqu'à l'excès » [15]. Pasteur ne dit pas dans sa correspondance pourquoi exactement il a été attiré par les pamphlets de de Lamennais, mais l'idée que les traits de caractère décrits ci-dessus, si semblables à ceux de Pasteur, ont résonné en lui est une hypothèse raisonnable.

Dans les écrits de ces auteurs et dans leurs philosophies, quelques thèmes récurrents apparaissent : la piété filiale, l'évolution de la pensée religieuse, la beauté et la force de la Nature, la liberté, la perte de la liberté, la reconquête de la liberté, l'affliction, le sérieux, l'importance d'un apprentissage constant et régulier, la recherche du perfectionnement par rapport aux expériences de la vie, qu'elles soient positives ou négatives. Si Pasteur a pris le temps d'écrire à ses parents au sujet de ces livres, ils ont dû avoir un impact sur lui. La richesse de leur contenu et de leur philosophie a certainement nourri intellectuellement et donné matière à réflexion à l'adolescent Louis Pasteur.

L'essor littéraire et philosophique du début du XIXe siècle s'accompagne d'un essor scientifique et technologique. La théorie et la pratique scientifiques connaissent également des transitions

avec l'amélioration des microscopes et l'avènement d'autres instruments optiques, qui permettent d'approfondir l'étude des phénomènes chimiques, physiques et biologiques. L'arrivée à l'âge adulte de Pasteur durant cette période expansionniste du début des années 1840 aurait sans aucun doute eu un impact majeur sur lui et sa science. L'essor économique concomitant et les changements sociaux rapides de la même période ont entraîné des transformations sociales progressives, stimulées par des mouvements tels que les utopistes saint-simoniens qui militaient pour une transformation immédiate et radicale de la société. Elle a également marqué le début, pour une grande partie de l'Europe, de la transformation d'une société essentiellement rurale en une société industrielle.

Sous l'influence de cette myriade de développements et de changements, l'esprit de Pasteur est stimulé et il devient avide d'en apprendre encore plus, aidé par le fait que la technologie appropriée pour le faire devient maintenant disponible.

Lorsque Pasteur retourne à Paris en 1842, après une tentative ratée quatre ans plus tôt en raison d'un mal du pays aigu, il a énormément mûri ; il a investi beaucoup de temps dans ses études et a augmenté sa base de connaissances. On a l'impression, d'après sa correspondance avec ses parents, que les études occupaient la majeure partie de son temps, y compris les week-ends. Lorsque, des années plus tard, lors d'une réunion d'école à Arbois, les fils de ses camarades de classe lui demandent comment il a fait pour faire tant de découvertes diverses et réussies, Pasteur répond : « Persuadez-vous que c'est dans un travail assidu, sans autre don particulier que celui de la persévérance dans l'effort, joint peut-être à l'attrait de tout ce qui est grand et beau, que j'ai trouvé le secret de ces succès » [6].

Sur la base de ce qui précède, je suis de plus en plus convaincu que le soi-disant « génie » de Pasteur était en fait une combinaison de tous ses traits personnels réunis au moment précis où la théorie pouvait être remise en question par l'expérimentation, facilitée par les nouvelles technologies disponibles.

6. Origines de la recherche « motivée » ou « ciblée » de Pasteur

L'un des aspects de l'œuvre de Pasteur qui a été mentionné à plusieurs reprises par les auteurs est le

lien entre ses découvertes fondamentales grâce à des recherches expérimentales précises et l'application directe des résultats à l'industrie et à l'amélioration du bien-être des animaux et des hommes. On cite souvent Pasteur pour avoir dit « il n'y a pas de sciences appliquées, seulement des applications de la science ».

Au milieu du XIX^e siècle, la relation entre la recherche expérimentale et les applications concrètes n'est pas rare. Cela peut être lié, du moins en partie, aux développements et à la compétitivité croissante des industries européennes au cours de leurs diverses révolutions industrielles. Par exemple, en 1800, Napoléon était déjà résolu à faire de l'industrie française une industrie supérieure à celle de toutes les autres nations, en particulier l'Angleterre. Cela a conduit à la création de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale en 1801. Il est intéressant de noter que le professeur de chimie de Pasteur, Jean-Baptiste Dumas (1800–1884), également un mentor de longue date, a été président de cette société de 1845 à 1864. Les propres activités de recherche de Pasteur ont donc coïncidé avec un environnement du milieu du XIX^e siècle où recherche et applications directes allaient de pair.

Dans un article d'opinion paru dans *EMBO reports*, Antoine Danchin en souligne l'importance et insiste sur le besoin accru de cette relation essentielle entre la recherche pour générer des connaissances et les applications pratiques, surtout dans le monde d'aujourd'hui. Il explique que ce que certains considèrent aujourd'hui comme une « dichotomie entre la recherche visant à générer des connaissances et l'application de ces connaissances au profit de l'humanité semble être un développement récent ». Il explique qu'il y a 100 ans, Louis Pasteur a évité ce débat en citant les contributions majeures, et pourtant oubliées, de Pasteur à la science comme un exemple parfait de la manière dont la recherche et ses applications ne sont pas séparées l'une de l'autre. Pour Pasteur, la recherche visant à générer des connaissances et les applications de ces connaissances au profit de l'industrie, puis de l'humanité, étaient en fait inséparables. La « motivation » derrière tout cela, selon Danchin, était la curiosité, la créativité et le fait que les découvertes entraînaient davantage de connaissances, ce qui permettait de trouver d'autres moyens d'améliorer les processus et notre bien-être. Comme le dit Danchin,

« Pasteur a développé ce que nous pourrions appeler la recherche ‘motivée’ » [16].

Vantomme et Crassous [3] abordent également la relation entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée dans le contexte de Pasteur. Leur point de vue rejoint celui de Danchin en ce sens qu'ils considèrent que le sens de la découverte de Pasteur est lié à la capacité de s'étonner, d'être conscient de quelque chose d'inhabituel, d'avoir une pensée critique et d'essayer d'imaginer une interprétation. Les auteurs soulignent que le travail fondamental et les connaissances de base conduisent à des découvertes révolutionnaires. Ils considèrent Pasteur comme un expérimentateur de grand talent, doté de capacités déductives exceptionnelles, et comme un génie dans le sens où ses nombreuses recherches partaient toujours d'observations quotidiennes et d'une question d'intérêt appliqué (« science ciblée »), dont il profitait pour développer des principes scientifiques très fondamentaux et acquérir une compréhension des phénomènes généraux. Une qualité apparemment essentielle dans ce processus de recherche « motivée » est l'implacable persévérance de Pasteur pendant l'expérimentation, une capacité qu'il disait avoir apprise de son père et qu'il a mentionnée à plusieurs reprises tout au long de sa vie.

Que Pasteur ait développé le concept de recherche « motivée » ou « ciblée » ou qu'il l'ait simplement mis à profit pour faire ses découvertes, il ne fait aucun doute qu'entre ses mains, cette méthode a été particulièrement fructueuse. Pasteur a compris l'importance de prendre en compte les demandes et les besoins de la société. Les études approfondies de Pasteur sur la fermentation alcoolique et sa compréhension du fait que l'altération ou les « maladies » du vin et de la bière étaient causées par des micro-organismes indésirables qui interféraient avec le processus normal de fermentation en sont un bon exemple. Cela l'a poussé à expérimenter et à développer le traitement thermique de la bière et du vin, connu sous le nom de « pasteurisation », qui désactiverait les micro-organismes indésirables et préserverait la bière et le vin. Les recherches « motivées » de Pasteur sur le sujet ont coïncidé avec le développement et l'expansion des industries brassicoles et vinicoles en Europe.

Pasteur et ses collaborateurs ont également appliqué une approche de recherche « motivée »

lorsqu'ils ont étudié les maladies des vers à soie qui ravageaient l'industrie séricicole dans le sud de la France (ils l'ont fait à la demande de Jean-Baptiste Dumas, originaire de la région la plus touchée par les épidémies). Pasteur a démontré qu'un agent pathogène parasite était à l'origine de la maladie de la pébrine et que des agents pathogènes bactériens étaient responsables d'une autre maladie appelée flacherie. L'étude des maladies du ver à soie a jeté les bases de la théorie germinale des maladies. La découverte par Pasteur que le parasite de la maladie de la pébrine pouvait être transmis par les œufs des femelles infectées (transmission héréditaire ou verticale) l'a également amené à mettre au point un nouveau procédé d'ensemencement ingénieux (grainage cellulaire) par lequel, grâce à une observation microscopique, seuls les œufs de papillons femelles vérifiés exempts de corpuscules de la maladie de la pébrine étaient sélectionnés. Les œufs ainsi sélectionnés ont donné des vers à soie sains qui ont produit des cocons de grande qualité. Non seulement ce procédé d'ensemencement a partiellement rajeuni l'industrie de la sériciculture en France et en Europe, mais en 1911, le procédé d'ensemencement de Pasteur a été promulgué au Japon sous le nom de « Sericulture Act of 1911 » en tant que méthode officielle de prévention de la pébrine chez les producteurs d'œufs de vers à soie [17].

7. Conclusion

Alors, qu'est-ce qui a rendu Pasteur et son travail si exceptionnels ? Je suis enclin à croire que la relation profondément affectueuse de Pasteur avec son père pendant sa petite enfance, et en particulier leur expérience unique d'apprentissage commun, a créé un lien spécial — une sorte de « bourgeon » émotionnel et intellectuel rare qui s'épanouira plus tard dans la vie. Il y a aussi l'association scientifique filiale de Pasteur avec Jean-Baptiste Biot, où une fois de plus Pasteur jouait le rôle du « professeur » en expliquant ou en démontrant ses découvertes, mais là encore la relation était équilibrée par leur profond respect mutuel et leur chaleureuse amitié. Pasteur a eu une chance incroyable d'entrer dans la sphère intellectuelle de Biot, qui était l'un des physiciens les plus éminents et les plus réputés de l'époque, doté de vastes connaissances, d'une expérience insurmontable, d'une profonde sagesse et de relations

avec l'élite intellectuelle française et européenne. Ces deux relations filiales ont sans doute été déterminantes pour faire de Pasteur ce qu'il était. En outre, des influences artistiques, philosophiques et littéraires ont contribué à façonner l'esprit du jeune Louis. Enfin, on ne peut oublier la pensée profonde de Pasteur, son sens aigu de l'observation et son inépuisable expérimentation méthodique qui ont également contribué à ses découvertes et à leurs applications.

On pourrait dire que l'ensemble de ces influences n'a rien d'extraordinaire, que beaucoup auraient pu vivre des expériences similaires, tout comme n'importe laquelle des nombreuses étincelles produites par un silex peut allumer le feu. On ne peut certainement pas nier que l'environnement sociétal, économique, scientifique et technologique des années 1840 a servi d'amadou remarquable. Comme des graines tombant sur un sol fertile, l'esprit et l'âme du jeune Louis étaient peut-être ainsi préparés à s'engager dans cet environnement favorable et à en tirer profit.

La transformation en cours de l'Europe en une puissante société industrielle a également joué son rôle dans la formation de Pasteur et de ses découvertes. Les industries de la fermentation et les industries connexes étaient en plein essor et disposaient de fonds considérables, mais elles avaient également besoin de résoudre des problèmes complexes d'altération liés à des « maladies » ou à des contaminations microbiennes qui pouvaient ruiner leurs produits et mettre en péril leurs industries. À l'époque, la recherche était de plus en plus « motivée », c'est-à-dire qu'elle visait à résoudre des problèmes complexes liés à des processus industriels et à leur réussite (comme dans le brassage, la fabrication du vin et du vinaigre, l'élevage des vers à soie sans maladie), et s'appuyait sur une expérimentation méthodique et des connaissances scientifiques approfondies. Ce solide environnement industriel à vocation scientifique et technologique a donné à Pasteur l'occasion d'approfondir ces problèmes et de les résoudre.

Malgré deux siècles d'études et de recherches sur les origines de l'esprit scientifique exceptionnel de Pasteur, nous n'en sommes toujours pas certains. J'ai néanmoins essayé d'apporter quelques éléments de réflexion pour continuer à nourrir cette spéculation. Quoi qu'il en soit, Louis Pasteur reste l'une des figures scientifiques les plus marquantes du XIXe siècle, un

homme dont les découvertes ont changé le monde et sont toujours d'une importance capitale aujourd'hui.

Remerciements

Je remercie sincèrement Antoine Danchin de m'avoir incité à écrire mon point de vue personnel sur Louis Pasteur pour cette édition spéciale des Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de France destinée à célébrer le bicentenaire de la naissance de Louis Pasteur. Je remercie également Ruairí Ó hEithir pour sa relecture attentive de l'article et pour ses commentaires, suggestions et corrections utiles.

Conflit d'intérêt

L'auteur n'a aucun conflit d'intérêt à déclarer.

References

- [1] E. Duclaux, *Pasteur: The History of a Mind*, W.B. Saunders, Philadelphia and London, 1920.
- [2] L. Pasteur Vallery-Radot, *Correspondance de Pasteur 1840–1895*, vol. I–IV, Flammarion, Paris, 1940.
- [3] G. Vantomme, J. Crassous, “Pasteur and chirality: A story of how serendipity favors the prepared minds”, *Chirality* **33** (2021), p. 597–601.
- [4] R. Vallery-Radot, *The Life of Pasteur*, Doubleday & Page, New York, 1925.
- [5] J. Delumeau, D. Roche, *Histoire des pères et de la paternité*, Larousse, Paris, 2000.
- [6] R. Vallery-Radot, “Lettres ouvertes aux instituteurs de France”, *Manuel général de l'instruction primaire: Journal hebdomadaire des instituteurs* **67** (1900), no. 36, p. 805–808, https://www.persee.fr/doc/magen_1257-5593_1900_num_67_36_38938.
- [7] L. Pasteur Vallery-Radot, *Images de la Vie et Œuvre de Pasteur*, Flammarion, Paris, 1956.
- [8] R. E. Weisberg, B. Hansen, “Collaboration of art and science in Albert Edelfelt's portrait of Louis Pasteur: Making of an enduring medical icon”, *Bull. Hist. Med.* **89** (2015), no. 1, p. 59–91.
- [9] B. Hansen, R. E. Weisberg, “Louis Pasteur (1822–1895), his friendships with artists Max Claudet (1840–1893) and Paul Dubois (1829–1905), and his public image in the 1870s and 1880s”, *J. Med. Biogr.* **25** (2015), no. 1, p. 9–18.
- [10] B. Hansen, R. E. Weisberg, “Louis Pasteur's three artist compatriots—Henner, Pointelin and Perraud: A story of friendship, science and art in the 1870s and 1880s”, *J. Med. Biogr.* **25** (2015), no. 1, p. 18–27.
- [11] B. Hansen, “Pasteur's lifelong engagement with the fine arts: Uncovering a scientist's passion and personality”, *Ann. Sci.* **78** (2021), no. 3, p. 334–386.

- [12] J. Bindé, “Le peintre et ami de la famille Pasteur”, in *Albert Edelfelt - Lumières de Finlande*, BeauxArts Hors série, Petit Palais, Paris, 2022.
- [13] J. Gal, “Pasteur and the art of chirality”, *Nat. Chem.* **9** (2017), p. 604-605.
- [14] L. Pasteur Vallery-Radot, “Discours au Centenaire de l’Academie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Besançon”, 1952, <https://www.academie-francaise.fr/centenaire-de-lacademie-des-sciences-belles-lettres-et-arts-de-besancon>.
- [15] Catholic Encyclopedia, <https://www.newadvent.org/cathen/08762a.htm>.
- [16] A. Danchin, “Motivated research”, *EMBO Rep.* **11** (2010), no. 7, p. 488.
- [17] T. Hukuhara, “Epizootiology: prevention of insect diseases”, in *Epizootiology of Insect Diseases* (J. R. T. Fuxa, Y. Tanada, eds.), J. Wiley & Son, New York, 1987, p. 497-512.