

Pasteur et l'entrée du vin dans la modernité scientifique

Anne-Marie Moulin

► Dans l'œuvre de Louis Pasteur, les travaux sur le vin sont peut-être les moins étudiés. Pasteur y révèle pourtant ses différentes facettes. Chimiste décidé à élucider les mécanismes de la fermentation alcoolique, il a en tête l'amélioration de la production et de la qualité des vins destinés à l'exportation. Il est aussi un homme de terroir gardant un lien avec le savoir-faire des vignerons et une tradition empirique de dégustation, et un enseignant dévoué à ses étudiants. Cet article explore l'impact des méthodes pasteuriennes sur l'amélioration et la conservation des crus, et l'avenir de la pasteurisation. Il s'interroge pour finir sur le rôle des études sur le vin dans l'élaboration de la théorie microbienne des maladies humaines. ◀



Directrice de recherche émérite, UMR SPHERE CNRS/Université de Paris-Cité, bâtiment Condorcet, 4 rue Elsa Morante, 75013 Paris, France.
anne.saintromain@gmail.com

qui bourgeoise. Il proposera plus tard de lui attribuer le nom de *Mycoderma vini*. En 1861, il réagit aux sollicitations de Célestin Guyétand, avocat à Arbois, qui écrit sur le vin dans le journal *L'Abeille jurassienne*.

C'est à partir de 1863 que Pasteur a pour de bon commencé à travailler sur le vin, à la demande de Napoléon III, pour améliorer les exportations, en particulier en Angleterre (traité de libre-échange en 1860), et même aux États-Unis. Toutes sortes de facteurs ont donc concouru à ce qu'il se consacre, à partir de la demande impériale, à une étude scientifique en appliquant les méthodes qu'il a utilisées jusque-là pour ses recherches sur les fermentations, comme celle du vinaigre.

Ses travaux commencent vraiment à Arbois, en 1863, dans un petit laboratoire improvisé dans une ancienne cantine pour cheminots. Pasteur va de cave en cave recueillir les expériences des uns et des autres, les nuances sur le goût de vieux et l'acidité plus propres aux vins blancs. Il médite en les écoutant sur l'importance du terroir, le rôle des modifications climatiques, du vent du nord ou du vent qui apporte la pluie, etc. Entre Paris et Arbois, pas moins de trois allers et venues, rien que pour l'année 1863. En 1864, le groupe constitué par Pasteur et ses élèves normaliens s'installe plus au large dans la maison Gerbet, et le savant commence de communiquer ses résultats à l'Académie des sciences. Les expériences sont notées dans trois registres : premier cahier 1863-4 ; deuxième cahier 1864 ; troisième cahier 1865, etc. Le dernier cahier date de 1867.

Pasteur part de l'hypothèse qui s'étoffe au fur et à mesure de ses recherches, que les « germes parasites » qu'il observe au microscope dans les liquides soutirés, et le film qui se développe à leur surface dans les fûts, jouent un rôle dans les maladies des vins, et que pour les prévenir « il faut détruire (leur) vitalité » [2] p123. Rappelons que le terme de microbe n'apparaît qu'en

Comment Pasteur en est-t-il venu à étudier scientifiquement le vin ?

Pasteur avait toujours apprécié le bon vin. Dans sa correspondance d'étudiant, y compris pendant la révolution de 1848, il commente le goût des « feuilletes » (un peu plus de cent litres)¹ qu'il reçoit de son père vivant à Arbois, capitale des vins du Jura, et n'hésite pas à faire part de son désappointement devant l'inégalité des envois. Dans son enfance, il a entendu débattre des problèmes de vinification et vu son père procéder au méchage des tonneaux par l'introduction d'une mèche de soufre allumée dans le tonneau pour diffuser de l'anhydride sulfureux (SO₂). En 1854, il fait une communication à l'Académie des sciences sur « Les altérations spontanées ou maladies des vins » [1] (Figure 1). Chez son père, en 1858, il observe au microscope une levure

Vignette (© Wellcome Collection gallery).

¹ Vieille unité de mesure des liquides qui viendrait de feuillet, jauge indiquant le bon remplissage d'un fût.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Études sur les vins. Deuxième partie : Des altérations spontanées ou maladies des vins, particulièrement dans le Jura ; par M. L. PASTEUR.*

« Le vignoble du Jura produit des vins rouges de qualités très-diverses et des vins blancs ordinaires ou de nature particulière, tels que vins blancs mousseux, vins claires, vins jaunes ou vins dits de garde de Château-Chalon et d'Arbois. Ces derniers, d'un prix assez élevé, sont des vins analogues au madère sec, et doués d'un bouquet très-agréable.

» Les altérations spontanées ou maladies des vins ne proviendraient-elles pas de ferments organisés, de petits végétaux microscopiques, dont les germes se développeraient lorsque certaines circonstances de température, de variations atmosphériques, d'exposition à l'air, ..., permettraient leur évolution ou leur introduction dans les vins? Tel est le principal objet que j'ai eu en vue, dont l'idée m'avait été suggérée par mes recherches de ces dernières années.

» Je suis arrivé, en effet, à ce résultat que les altérations des vins sont corrélatives de la présence et de la multiplication de végétations microscopiques. Il m'a paru utile de dessiner ces végétations dans une planche jointe à cette Note, en y ajoutant les ferments organisés de quelques autres fermentations, afin que l'on puisse comparer entre elles les formes de ces diverses productions que je vais décrire succinctement.

§ I. — *Des vins acides.*

» Le *Mycoderma aceti* est la cause de l'acidité que prennent en tonneau les vins rouges ou blancs du Jura. J'ai reconnu sa présence à la surface de tous les vins, en nombre considérable, qui m'ont été signalés comme vins acides, vins qu'il ne faut pas confondre avec les vins dits *tournés* ou *montés*.

» La fig. 1 représente le *Mycoderma aceti*. Ce végétal est formé d'articles courts, légèrement déprimés vers le milieu, et dont la longueur est un peu

écoute le chuchotement de la fermentation et atteste au toucher le caractère « pulpeux » du même ploussard ([2], page 234). Au cours de sa jeunesse à Arbois, il s'est familiarisé, au contact des voisins et amis vigneron, avec les nombreuses maladies des vins, rapportées avec les termes locaux : la « maladie de la graisse », du « tourné », de « l'amer », du « filant », qui concourent à gâter la saveur des crus grands et petits. Le chimiste évoque même « la guérison » du vin ([2], pages 161-164), lorsqu'on lui adjoint des substances pour en améliorer le goût.

Pasteur observe attentivement les différentes étapes qui vont de la vendange, avec égrappage et ablation des rafles (les parties ligneuses), à la fermentation en cuves. Le raisin est foulé et parfois pelleté pour favoriser l'aération qui joue un grand rôle dans la fermentation. Pendant trois ans, le chimiste s'emploie à préciser les composantes des réactions et à établir le rapport des maladies avec des modifications des processus de fermentation, en faisant varier les conditions locales (température, oxygène, etc.). La fermentation est un processus complexe qui se poursuit après la mise en tonneau et parfois même après la mise en bouteille. Pasteur incrimine l'étanchéité des contenants (tonneaux en bois, bouchons, etc.) et relève l'influence de l'environnement (aération, lumière, changements de température, etc.), notée depuis longtemps par les villageois.

Le fils du terroir s'intéresse en priorité aux différents crus du Jura et à leur bouquet inimitable, comparable, pour le vin jaune Château-Chalon, à celui des vins de Madère (ils forment alors une part importante des vins exportés), mais aussi à des crus de Bourgogne et d'ailleurs. Il alterne ses lectures de la littérature historique avec une correspondance suivie avec les viticulteurs et les négociants en vins. Ces derniers, spontanément ou à sa demande, lui adressent des échantillons de leur production qu'il enregistre soigneusement. Il procède à des essais comparatifs : il fait appel à des jurys de spécialistes pour tester l'impact des procédés de conservation qu'il propose. Mais il n'hésite pas à opérer lui-même comme goûteur en comparant, par exemple, une bouteille conservée au frais à la cave et une bouteille exposée au soleil à la fenêtre. Il entretient une importante correspondance avec les propriétaires de crus célèbres comme monsieur de Vergnette-Lamotte à Beaune. Pasteur associe ainsi une sensibilité rurale enracinée dans la France profonde et un zèle scientifique sans relâche au service d'un des grands domaines de l'agriculture française. Les connaissances irremplaçables des praticiens du vin gardent pour lui une place à côté des recherches scientifiques en laboratoire, car

Figure 1. Première page de l'article de Louis Pasteur publié en 1854.

1878. Ces germes parasites, Pasteur les appelle « cellules-ferments » [2] p171 ou ferments organisés.

La lecture des monumentales *Études sur le vin* dans les *Œuvres* complètes rassemblées chez l'éditeur Masson (1922-1939), frappe par plusieurs choses :

D'abord, par le soin avec lequel le savant fait le tour des publications précédentes, et remonte à des auteurs loin dans le passé : l'alchimiste Van Helmont (mort en 1644) et, plus près de lui, des chimistes comme Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), le révolutionnaire², et Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) dont il ne méconnaît pas l'importante communication à l'Académie des sciences en 1810. Plus tard, il tendra à considérer que c'est lui seul qui a enfin donné à la science du vin et à la prévention de ses maladies, un fondement rationnel.

Ensuite, à la lecture des *Études*, le médecin que je suis ne peut que ressentir une analogie profonde avec la « clinique » ou l'examen du malade, reposant sur les qualités sensorielles directement accessibles : la vue, l'odorat, et même l'odeur. Lorsque Pasteur trie des raisins grain par grain, il observe leur couleur lie de vin ou noire, le nombre des bulles au moment de la fermentation, renifle l'odeur de beurre rance. Il déguste ou fait déguster, détecte un goût de cire, apprécie le ploussard « qui remplit mieux la bouche » ([2], page 234),

² *L'art de faire le vin*, Paris : Deterville, 1803.



« ce qui peut être bon pour un vin peut être moins bon pour un autre » ([2], page 330).

Dans les écrits de Pasteur sur le vin se profile la démarche qui est encore à venir pour les maladies infectieuses des hommes : *prévenir la maladie avant qu'elle ne se manifeste* (dans le cas du vin) par un goût altéré ou une absence du bouquet qui réjouit les amateurs et s'avère une condition de leur exportation. Un Clos Vougeot (un grand cru de la côte de Nuits, en Bourgogne) peut perdre les trois quarts de sa valeur marchande en cas d'altération lors du transport. On ne peut qu'être frappé par une analogie qui consiste à pressentir la maladie quand elle n'est pas encore complètement déclarée, grâce à l'observation au microscope. Autre analogie : « les maladies épidémiques atteignent de préférence ceux qui sont disposés à les contracter ».

Pasteur a décrit au microscope une matière colorante inerte qui constitue en partie le dépôt observé et un « dépôt flottant organique » [2] p164, des branchages articulés, illustrés par les planches des *Études sur le vin*. Il propose d'associer à chaque maladie des vins un « être microscopique » ([2], page 223). L'effort d'identification des germes impliqués dans la fermentation et les maladies du vin a donc joué un rôle dans l'évolution des idées sur les maladies infectieuses, même si nous ne savons pas toujours avec certitude quels sont les germes (des levures *Mycodermas*, *Saccharomyces*, etc., voire des bactéries) que Pasteur a observés au microscope dans les différentes affections du vin. Il a embauché un photographe travaillant avec les anatomistes, Pierre Lackerbauer (1823-1872), et ce sont ses dessins, d'après les images vues au microscope, qui figurent dans les *Études sur le vin* parues en 1872.

L'introduction du chauffage dans la conservation du vin

Avec ses assistants, Pasteur accomplit un travail intense, à la fois dans son laboratoire de chimiste à l'École normale à Paris et dans la maison Gerbet à Arbois, là avec un équipement très simple : une cuve à mercure pour vérifier la pression atmosphérique, divers contenants et tubes gradués. Pendant ses expériences, il dialogue avec les Anciens, citant régulièrement Pline ou Columelle, et rendant justice à leur recherche de procédés pour améliorer la conservation du vin, comme l'ajout de moût cuit ou celui d'aromates ou de résine de pin. Lorsqu'il dépose un brevet pour son procédé de chauffage du vin, en avril 1865, il note que Nicolas Appert (1749-1841), au cours de ses recherches sur les moyens de conserver les aliments, a bien évoqué une application semblable de sa méthode au vin, mais seulement de façon fugitive.

Progressivement, le savant s'enhardit à considérer que son procédé de chauffage, à environ 60 °C pendant quelques minutes, permet de conserver *tous* les vins et pas seulement les meilleurs. Il insiste sur l'idée que le chauffage peut sinon « guérir » du moins stopper le mal, et surtout le prévenir. On notera une fois de plus l'analogie avec les maladies humaines : il est question de vins de « santé robuste » ou encore « de santé douteuse » ([2] page 227).

En France, depuis 1844, une loi définit le brevet comme un contrat entre l'inventeur et la collectivité. Après avoir déposé son brevet sur le chauffage du vin, Pasteur s'engage dans une lutte vigoureuse contre les contestataires, portant le débat devant l'Académie des sciences

où son ancien maître, le pharmacien chimiste Antoine-Jérôme Balard (1802-1876), lui apporte un soutien sans faille. Et il se révèle coriace dans les échanges avec ses contradicteurs. Pour appuyer sa proposition, il fait appel à des « gens du monde » comme les grands propriétaires, à des négociants ([2], page 131) et à la Commission parisienne du commerce des vins en gros, et, finalement, porte le problème à la connaissance du « public » ([2], page 233).

Pour tester comparativement le vin chauffé et non chauffé, il convoque des experts qui, à quelques exceptions près, concluent que le vin chauffé a meilleur goût. Normalement, les étiquettes n'indiquent pas quel vin est chauffé, mais Pasteur ne manque pas de rouerie : il tente de piéger les dégustateurs en leur présentant le même vin sous deux catégories différentes : chauffé contre non chauffé. Il rappelle que les experts perçoivent des nuances de goût, qui échappent au commun des mortels, et disserte ironiquement sur l'influence de l'imagination dans le jugement empirique ([2], page 239) (nous savons maintenant, aux dires des œnologues, qu'il n'y a pas de « dégustateur parfait »). Il s'agit dès lors de faire passer le procédé de chauffage des bouteilles au bain-marie dans l'industrie, de la façon la plus économe de main d'œuvre. Les projets de machines se succèdent en France. En 1868, Pasteur s'intéresse à « l'œnotherme »³ de Edmond Terrel des Chênes (1819-1889), mais il refuse qu'il porte son nom. Le vin cesse alors d'être au centre de ses préoccupations, au profit des vers à soie auxquels il se consacre désormais. Pasteur estime en effet avoir « résolu » le problème de la conservation du vin et de son transport, mais l'achat d'un terrain à Arbois lui donne l'occasion de revenir à son combat contre la théorie de la génération spontanée. Contre Claude Bernard (1813-1878), qui semblait avoir eu des doutes, peu de temps avant sa mort, sur le rôle nécessaire des êtres vivants au cours de la fermentation, il réalise, en 1878, une expérience : « après avoir vérifié l'absence de levures sur les grains, des grappes sont laissées à l'air libre, d'autres sont encotonnées sur des ceps protégés dans des serres de verre... , quelques vitres protégeant les raisins, pour vérifier que sans levures la fermentation ne se produit pas. Quand les raisins sont à maturité, les deux types de grains sont prélevés et placés dans une étuve à 30° : seuls fermentent ceux qui ont été laissés à l'air libre » [3]. Les autres « étaient là au milieu d'une contagion universelle possible, et ils ne la craignaient pas depuis plusieurs mois » [4].

³ Chaudière en cuivre, à foyer central, contenant de l'eau qui enveloppe le foyer ; dans cette eau plonge un serpentin dans lequel circule le vin à chauffer.

À partir des années 1870, le drame du phylloxéra occupe le devant de la scène. C'est pour aider les colons en Tunisie à améliorer la vinification (avec les cépages greffés par les plants américains) que Pasteur envoie son neveu Adrien Loir (1862-1941) à Tunis pour fonder en 1883 ce qui sera, ce qui est toujours, l'Institut Pasteur de Tunis.

L'avenir de la pasteurisation du vin

Pasteur ne doutait pas de l'impact de sa découverte quand il écrivait : « le vin a deux vertus bien distinctes : c'est un excitant et c'est un aliment, ce qu'il faut tenter, c'est de porter à bas prix sur la table de l'ouvrier, comme sur la table du lord d'Angleterre, le vin de France aliment, c'est-à-dire le vin naturel, non viné⁴ donc peu alcoolisé, celui dont Dieu a largement gratifié le beau pays de France. Quelle est la condition expresse de cette extension du commerce des vins français ? C'est qu'ils puissent voyager sans tourner, s'aigrir, devenir amers ou filants. » (lettre au rédacteur en chef du *Moniteur agricole*, 1865) [2] p356. Son patriotisme n'étant jamais en reste, Pasteur se réjouit de la diffusion de sa méthode en Hongrie et aux États-Unis, un pays « qui ne connaissait pas la vigne il y a cinq ans » ([2], page 260). Surtout, il note, en 1871 (!), que le terme de pasteurisation est entré dans la langue allemande ([2], page 260).

Pasteur avait déposé un brevet pour le chauffage du vin. Pour lui, la propriété scientifique est « la plus belle des propriétés » [5]. Il a rapidement laissé tomber son brevet, mais il a été récompensé par la médaille du Mérite agricole et le grand prix de l'Exposition universelle en 1867. Plus que pour un bénéfice personnel, il militait pour un « Budget de la science » [6]. Tout en déplorant constamment la pauvreté de la recherche (directeur de l'École normale supérieure, il n'était pas à proprement parler rémunéré comme chercheur), il a décliné un « don » de l'Empereur, trop « politique », et préféré quémander auprès du ministre de l'Instruction publique des subsides pour ses missions et celles de ses élèves. Grandi par cette attitude, il a récolté le fruit symbolique de son brevet.

Curieusement, Pasteur n'a pas pensé à pasteuriser le lait, et c'est un chimiste munichois, Franz von Soxhler (1848-1926), qui, travaillant après 1872, a déposé un brevet en 1886 en Suisse pour toutes sortes de liquides. Le terme général de pasteurisation a pourtant été retenu. Le procédé de pasteurisation s'est ainsi étendu au-delà du domaine où Pasteur l'avait inscrit, un domaine hautement significatif pour l'alimentation du peuple à travers ses enfants. Le pédiatre Gaston Variot (1855-1930), fondateur de la première *Goutte de lait* à Belleville⁵, déclare en 1910 que « l'hygiène a été révolutionnée » (sic) par Pasteur, inscrivant durablement la révolution pasteurienne dans l'Histoire.

La pasteurisation s'est appliquée à toutes sortes de produits (y compris le sang chez les Soviétiques dans les années 1930), mais pour le vin, elle a été progressivement (discrètement ?) plus ou moins abandonnée... La pasteurisation du vin ne s'est pas imposée finalement,

en raison des difficultés à la mettre en pratique en fonction des quantités et des contextes. La pasteurisation désigne donc un procédé qui n'est pas appliqué aux substances pour lesquelles Pasteur l'a conçue expressément. Actuellement, la flash pasteurisation ou pasteurisation éclair est un procédé très employé pour conserver (et transporter sans risque) tous les liquides naturels comme les jus de fruits qui tendent à fermenter.

Force est d'admettre que la pasteurisation n'a été qu'une étape dans l'entrée du vin dans la modernité. Pour beaucoup d'œnologues, elle est surtout marquée par la découverte ultérieure de l'importance de ce qu'on appelle la deuxième fermentation, celle de l'acide malique en acide lactique, décrite par le célèbre bordelais Jean Ribéreau-Gayon, petit-fils d'Ulysse Ribéreau-Gayon, ancien assistant de Pasteur. Succédant à la fermentation alcoolique, elle est due à des bactéries lactiques qui diminuent l'acidité des vins et s'avèrent indispensables pour leur qualité.

L'émergence de questions nouvelles sur la fabrication des vins, liée aux avancées scientifiques et à l'inventivité des œnologues et des viticulteurs, relativise un peu ce qui a jadis été célébré comme une révolution technique et un progrès définitif. Différant de l'idée de révolution que le sociologue américain Thomas Kuhn avait popularisée en histoire des sciences, dans les années 1960, celle d'un accommodement constant de la science avec sa ou ses sociétés, revient à la surface. Il est intéressant de revoir l'histoire du vin, à la lumière des innovations des viticulteurs et des œnologues, attentifs à la demande des sociétés et aux moyens renouvelés mis en œuvre pour les satisfaire.

Le rôle des études sur le vin dans l'élaboration de la théorie microbienne des maladies infectieuses

Pour finir, quand Pasteur parlait du vin, comme on l'a vu, il parlait du « malade », et se trouvait dans la position où il sera, quelques vingt ans plus tard, perplexe face à Joseph Meister et Jean-Baptiste Jupille, ses premiers patients humains. On voit bien, à cet égard, les difficultés à faire de Pasteur, de façon simpliste, un précurseur de la théorie microbienne des maladies. Entre tous ces petits êtres microscopiques qu'il décrivait dans les vins atteints de la maladie de l'amertume, de la graisse, du vin tourné, du goût du vieux, etc. lequel fallait-il retenir comme les vrais responsables ? Pasteur pensait avoir trouvé la solution définitive en éliminant tous les microbes responsables par le chauffage. Aujourd'hui, il s'agit moins d'éliminer les « mauvaises » bactéries que

⁴ Sans ajout d'alcool au moût.

⁵ Les Gouttes de lait étaient des dispensaires destinés à diminuer la mortalité infantile par une meilleure alimentation en surveillant la croissance du nourrisson.

de laisser subsister les « bonnes », celles qui participent aux nuances de la dégustation.

Aujourd'hui, en médecine du vin, l'univers microbien n'est plus peint en blanc et noir mais en teintes mélangées, car il s'agit de ne pas se tromper de cible, et de rechercher les lois d'un nouvel équilibre dans un monde vivant qui évolue sans cesse. On est tenté par un parallèle avec la médecine humaine, où le rôle bienfaisant des microbiotes, parties importantes de l'organisme, n'est plus à démontrer ni l'importance d'un équilibre toujours menacé [7].

Pasteur était un travailleur acharné, ses biographes racontent qu'à la fin de sa vie, « il faut travailler » était devenu sa devise favorite. Avec Pasteur et le vin, nous retrouvons moins le sens d'une révolution que celui de l'aventure scientifique, avec ses espoirs et ses doutes, ses succès et ses incertitudes, une aventure qui continue. ♦

SUMMARY

Pasteur and the entry of wine into scientific modernity

Among the imposing bulk of Louis Pasteur's work, his *Studies on Wine* are the least known and commented. However, in these *Studies*, collected in 1874, he displayed all the facets of his versatile genius, as a citizen, as a teacher, and as a scientist. As a chemist, he analysed the steps of vinification and the mechanisms of fermentation. As a citizen, he aimed at the improvement of an industry key to the French prosperity. He was also a man rooted in his *terroir*; aware of the know-how of wine makers, and a teacher working hard with his students. This article explores the circumstances and results of his work and assesses the so-called pasteurization of wine, that, contrary to the epic narrative, was not later established for wine, as it was for other natural beverages. Lastly, the article raises the question of the role of the *Studies on Wine* on the emergence of the Pasteurian microbial theory of human illnesses. ♦

LIENS D'INTÉRÊT

L'auteur déclare n'avoir aucun lien d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.

RÉFÉRENCES

1. Pasteur L. Études sur le vin. Deuxième partie : des altérations spontanées ou maladies des vins. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1854 ; 58 : 150.
2. Pasteur L. *Œuvres*. tome III. Paris : Masson, 1924.
3. Marchal A. Louis Pasteur et Claude Bernard, les ferments de la discorde. In : Barbe N, Raichvarg D (éds.), *Les vies de la pasteurisation. Récits, savoirs, actions*. Dijon : Éditions universitaires de Dijon, 2015 : p. 39.
4. Pourrez A, Bruniaux P. Registre d'expérience du 19 juin 1878, BnF Mss, NAF189/11. In : Barbe N, Raichvarg D (éds.), *Les vies de la pasteurisation. Récits, savoirs, actions*. Dijon : Éditions universitaires de Dijon, 2015 : p. 235.
5. Lettre au directeur du *Journal d'agriculture pratique*, 28 juin 1872, p. 455.
6. Pasteur L. *Le budget de la science*. Paris : Gauthier-Villars, 1868.
7. Sansonetti P, Medzhitov R. Learning tolerance, while fighting ignorance. *Cell* 2009 ; 138 : 416–20.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Ces bactéries qui nous gouvernent. *Pour la Science* 2015, n° 447.
- *Les vies de la pasteurisation. Récits, savoirs, actions (1865-2015)*. Barbe N, Raichvarg D (éds.). Dijon : Éditions universitaires de Dijon, 2015.
- Le monde du vin célèbre Pasteur, le père de l'œnologie moderne. <https://www.youtube.com/@nologuesdefrance3799>

TIRÉS À PART

A.M. Moulin

