Louis Pasteur avec des collaborateurs dans une cave à vins où il donne des explications sur la fermentation, la conservation et le rôle de l'oxygène de l'air sur les vins.

Musée Pasteur © Institut Pasteur

La pasteurisation au cœur de la révolution alimentaire

Laurent Beney

Unité Mixte de Recherche
Procédés Alimentaires et Microbiologiques
Dijon - FRANCE

La pasteurisation au cœur de la révolution alimentaire

1822 — 1854 — 1871 — 1895

1854 : Lille

1871 : Recherches sur de nouveaux procédés de fabrication et de conservation de la bière.

I. Vers la pasteurisation
II. La mise au point
III. L'impulsion

La maison de Louis Pasteur à Arbois

Jura TERRE DE LOUIS PASTEUR DOLE / ARBOIS

Bicentenaire Louis Pasteur – Académie d'Agriculture de France – 14 décembre 2022

1822 → 1895

Études sur les mycodermes, le rôle de ces plantes dans la fermentation acétique

1854 — Doyen à Lille

1857 — Mémoire sur la fermentation lactique

1862

1865 1866 — Brevet pour la conserva-tion du vin

Publication de l'ouvrage «Études sur les vins» puis le vinaigre (1868)

1876 — Etudes sur la fermentation de la bière

1877

La maison de Louis Pasteur à Arbois

Jura TERRE DE LOUIS PASTEUR DOLE / ARBOIS

1822 → 1895

Études sur les mycodermes, le rôle de ces plantes dans la fermentation acétique

1854 — Doyen à Lille

1857 — Mémoire sur la fermentation lactique

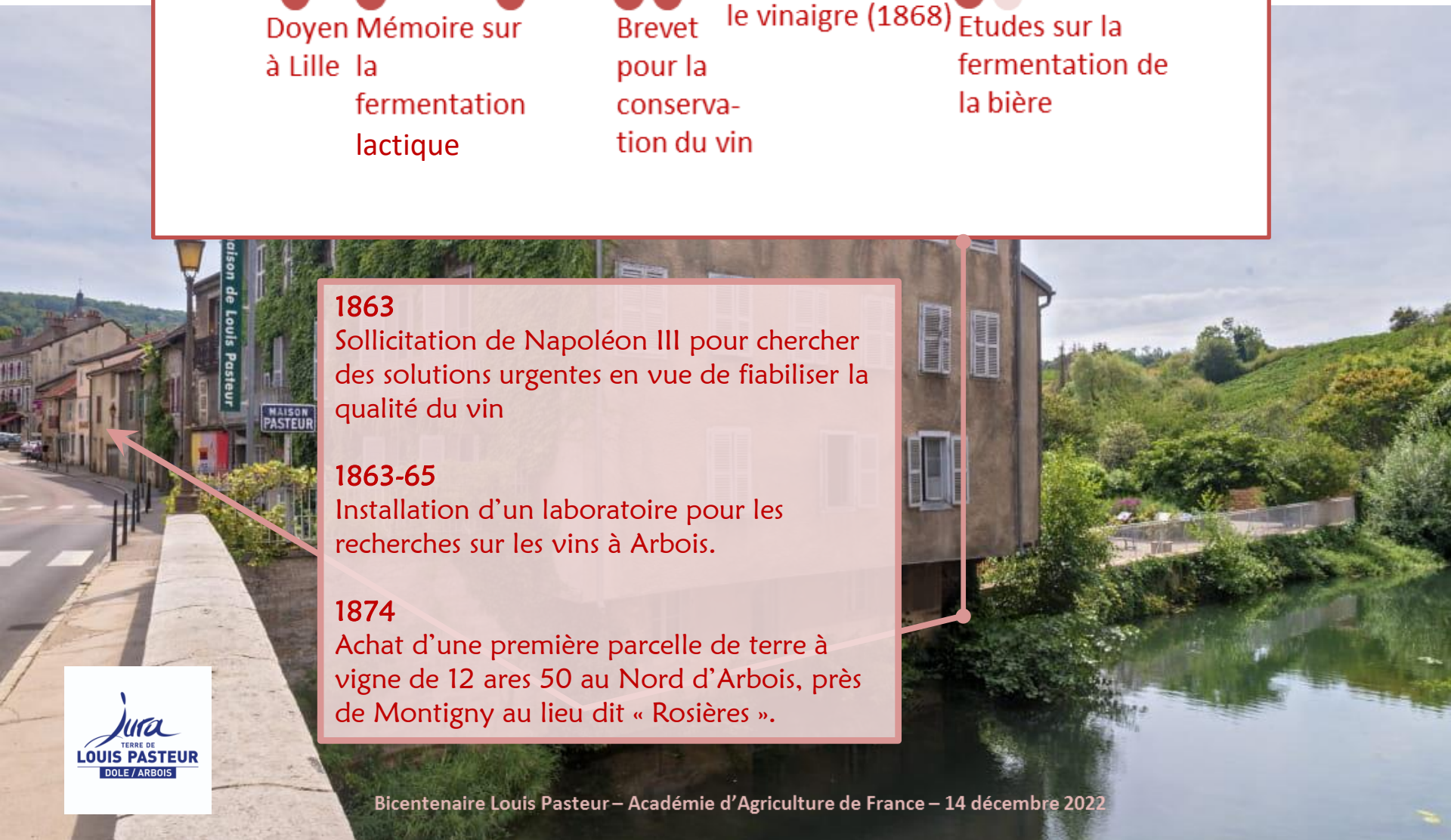
1862

1865 1866 — Brevet pour la conserva-tion du vin

Publication de l'ouvrage «Études sur les vins» puis le vinaigre (1868)

1876 — Etudes sur la fermentation de la bière

1877



1863
Sollicitation de Napoléon III pour chercher des solutions urgentes en vue de fiabiliser la qualité du vin

1863-65
Installation d'un laboratoire pour les recherches sur les vins à Arbois.

1874
Achat d'une première parcelle de terre à vigne de 12 ares 50 au Nord d'Arbois, près de Montigny au lieu dit « Rosières ».

Jura TERRE DE LOUIS PASTEUR DOLE / ARBOIS

Mycoderma aceti

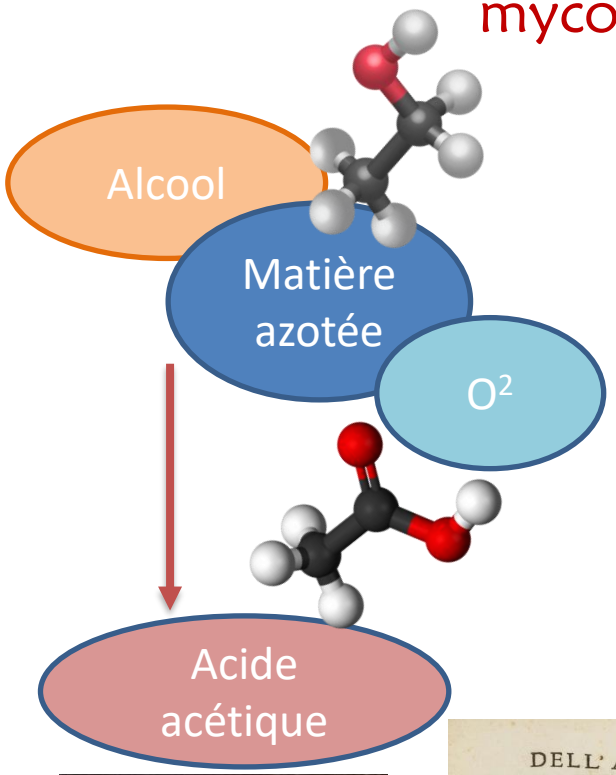
Planche de Lackerbauer

Musée Pasteur; Vin; Fermentation; Travaux de Pasteur; Vinaigre; Planche illustrée

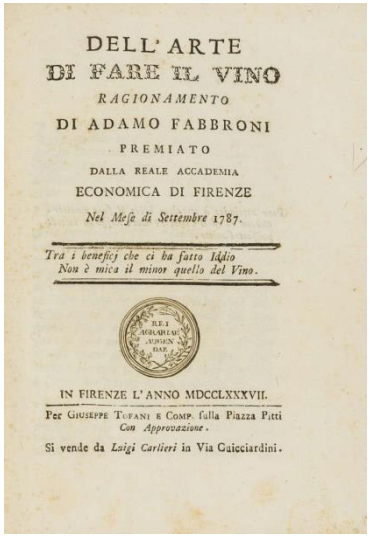
Préambule à la pasteurisation

Crédit : Institut Pasteur/Musée Pasteur

« Entre cette théorie et la théorie ancienne […] il y a cette différence fondamentale […] je prétends qu'elle ne réside que dans un mycoderme » (Etudes sur le vin, 1866)



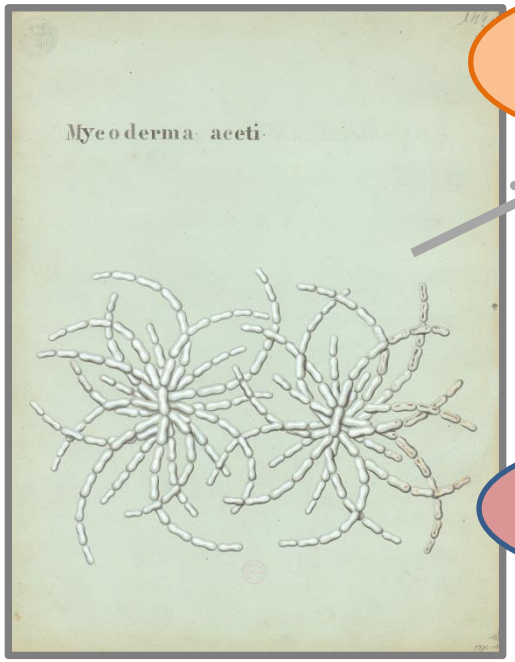
Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794)

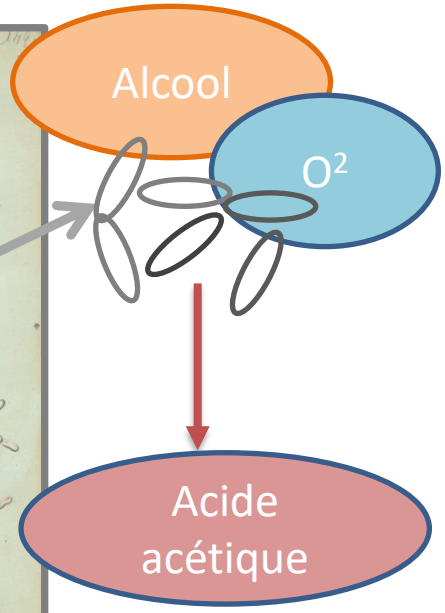


DELL' ARTE
DI FARE IL VINO
RAGIONAMENTO
DI ADAMO FABBRONI
PREMIATO
DALLA REALE ACCADEMIA
ECONOMICA DI FIRENZE
Nel Mese di Settembre 1787.

Tra i beneficj che ci ha fatto Iddio
Non è mica il minor quello del Vino.

IN FIRENZE L'ANNO MDCCLXXXVII.
Per Giuseppe Tofani e Comp. sulla Piazza Pitti
Con Approvazione.
Si vende da *Luigi Carlieri* in Via Guicciardini.





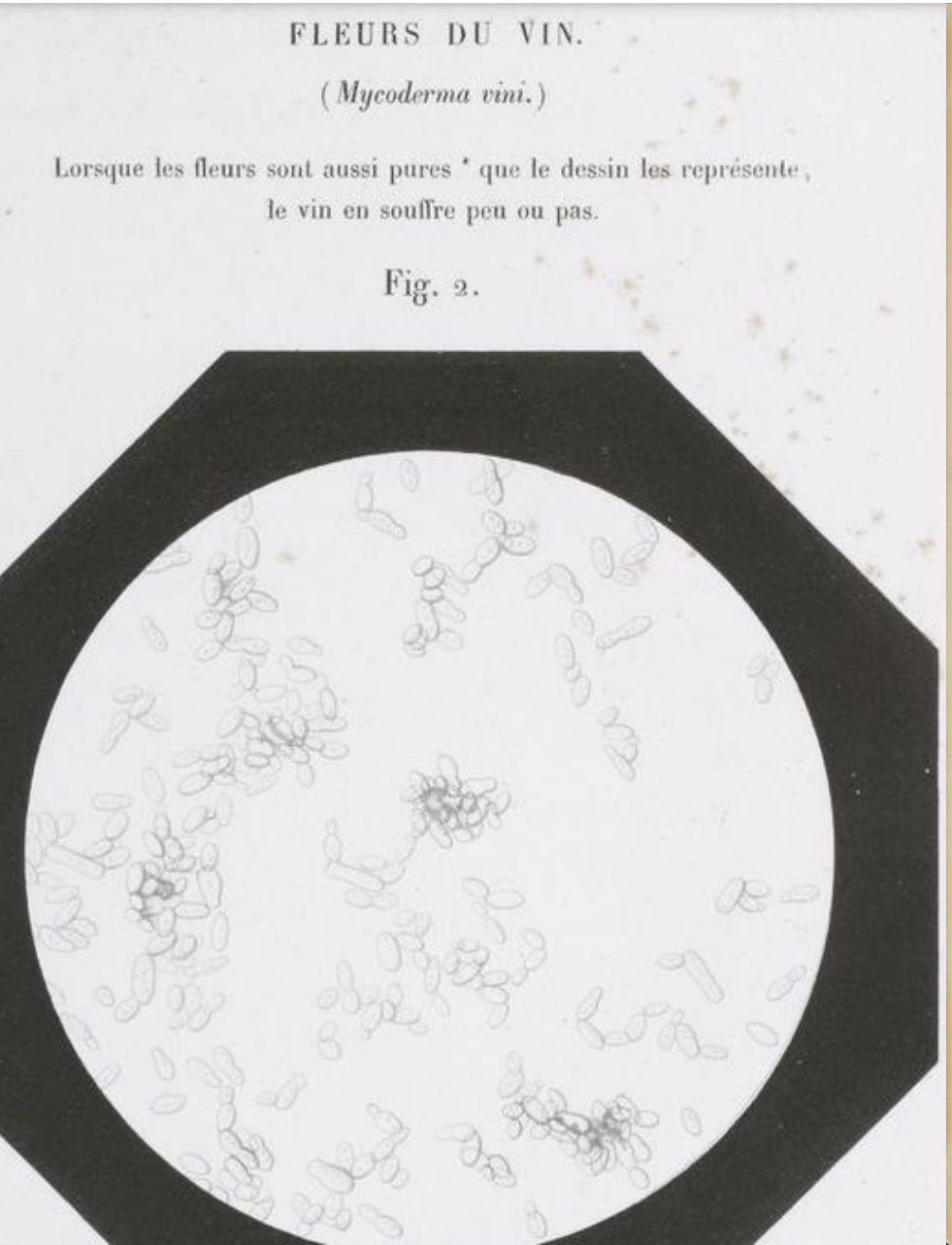
Vers la Pasteurisation :

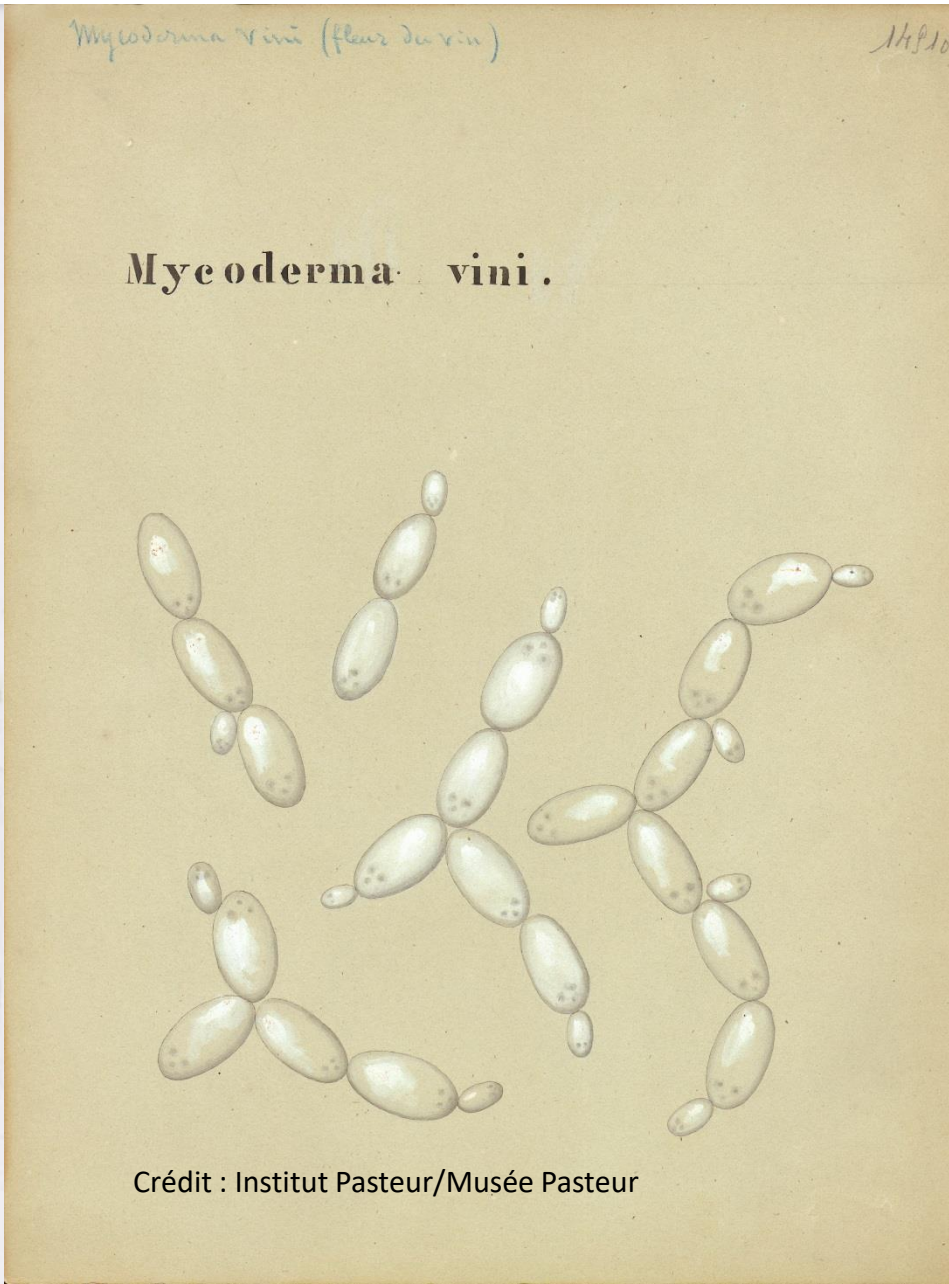
campagne d'investigations sur les maladies du vin (1863-65)

Echantillon	Observations microscopiques propres aux dépôts de ces huit espèces de vins
N° 1. — Vin d'Arbois de tous plants. Ploussard dominant, et environ un quart de trousseau. Très-bon ordinaire. Température du vin au moment de la prise d'échantillon, 11°.	**Belle levure alcoolique** de vin, de tailles diverses, de forme sphérique ou ovale, rarement sous forme allongée ou pyriforme. Beaucoup de cristaux de bitartrate de potasse en lamelles aiguillées, associés à des cristaux primastiques-octaédriques de tartrate de chaux. Enfin, de temps à autre, en déplaçant la lame de verre sur le porte-objet, un filament pareil à ceux de la figure 5.
N° 2. — Vin d'Arbois de tous plants, avec enfariné et plant maldoux dominant. Vin très-ordinaire. T — 8°,5.	Le dépôt a exactement l'aspect du n°1 et renferme les mêmes éléments organiques ou minéraux; **filaments du parasite aussi rares que dans le n° 1.**
N° 3. — Vin d'Arbois, presque uniquement formé par du ploussard des meilleures vignes de Pupillin. Vin très-fin. T = 9°,5.	Même dépôt; mêmes principes; mais ce dépôt se distingue tout de suite des précédents par **une plus grande abondance des filaments du parasite**. Il y en a toujours plusieurs dans chaque champ ; dans les nos 1 et 2 il fallait chercher dans plusieurs champs pour en trouver un seul.
N° 4. — Vin d'Arbois de tous plants. Vin ordinaire. T — 9°,1.	Même dépôt, mais avec absence complète de bi-tartrate de potasse ; rares cristaux de tartrate de chaux; **ici pas du tout de filaments**. **Il m'est arrivé quelquefois d'en soupçonner un, en cherchant attentivement dans une foule de champs distincts, mais je n'oserais rien affirmer.** L'élévation initiale de la température de la vendange et son aération ne paraissent donc pas avoir provoqué le développement du parasite filiforme.
N° 5. — Vin d'Arbois de ploussard à peu près pur. Vin assez fin.	Même dépôt que dans le n° 1 ; **peut-être quelques filaments de plus que dans les nos 1 et 2.**
N° 6. — Vin d'Arbois de ploussard, valet noir et nature. Très bon ordinaire. T= 9°, 5.	Même dépôt et toujours avec bitartrate en lamelles plus ou moins nettes, et des cristaux de tartrate de chaux. **Des filaments du parasite à peu près comme dans le n° 3, toujours plusieurs par champ.**
N° 7. — Vin d'Arbois, bon ordinaire, un peu moins fin que le n° 5. T= 9°.	Ici les globules de levure alcoolique paraissent vieux et fanés. Pas de tartrate de chaux. Du bi-tartrate de potasse en aiguilles peu nettes. Des huit échantillons, **c'est celui qui renferme le plus de filaments du parasite. Il y en a sensiblement plus que dans les nos 3 et 6, une dizaine par champ environ.**
N° 8. — Vin blanc d'Arbois, du plant appelé melon	Ici **pas de filaments du parasite dans le dépôt**, qui est formé d'une belle levure alcoolique.

Vers la Pasteurisation :

Mycoderma vini, végétal microscopique du vin sain





Crédit : Institut Pasteur/Musée Pasteur

Vers la Pasteurisation :

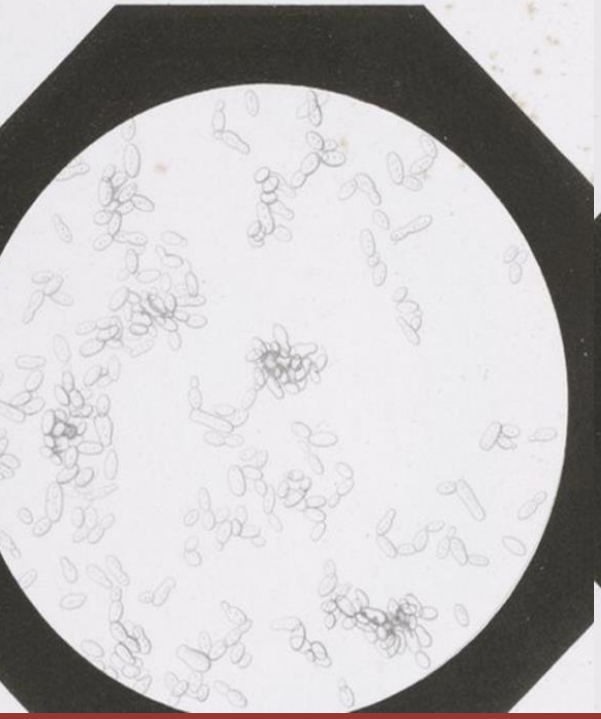
Mycoderma aceti, parasite responsable de l'acescense

FLEURS DU VIN.

(*Mycoderma vini.*)

orsque les fleurs sont aussi pures * que le dessin les représente, le vin en souffre peu ou pas.

Fig. 2.

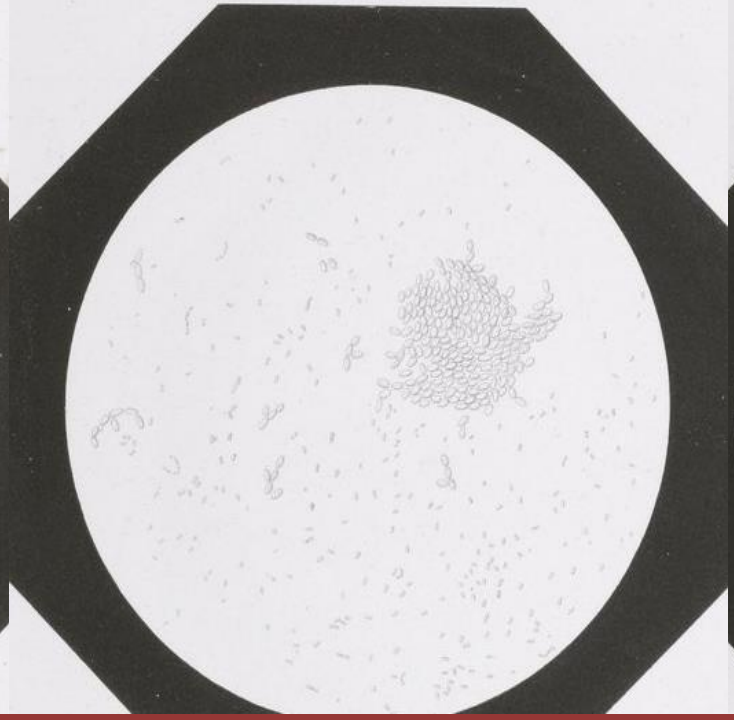


MALADIE DE L'ACESCENCE DU VIN.

(*Mycoderma vini* et *Mycoderma aceti* réunis.)

La maladie est à son début; la fleur du vin commence à perdre de sa pureté.

Fig. 3.

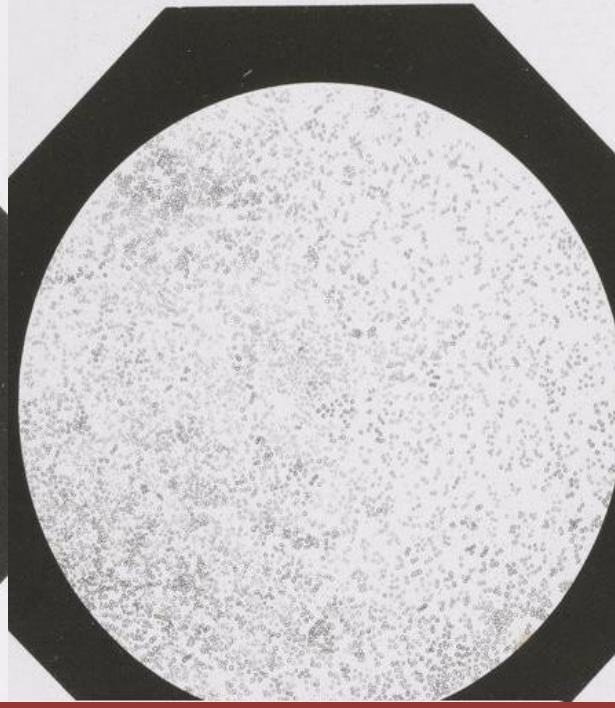


MALADIE DE L'ACESCENCE DU VIN.

(*Mycoderma aceti.*)

A cet état de ferment, le mal est déjà très-avancé.

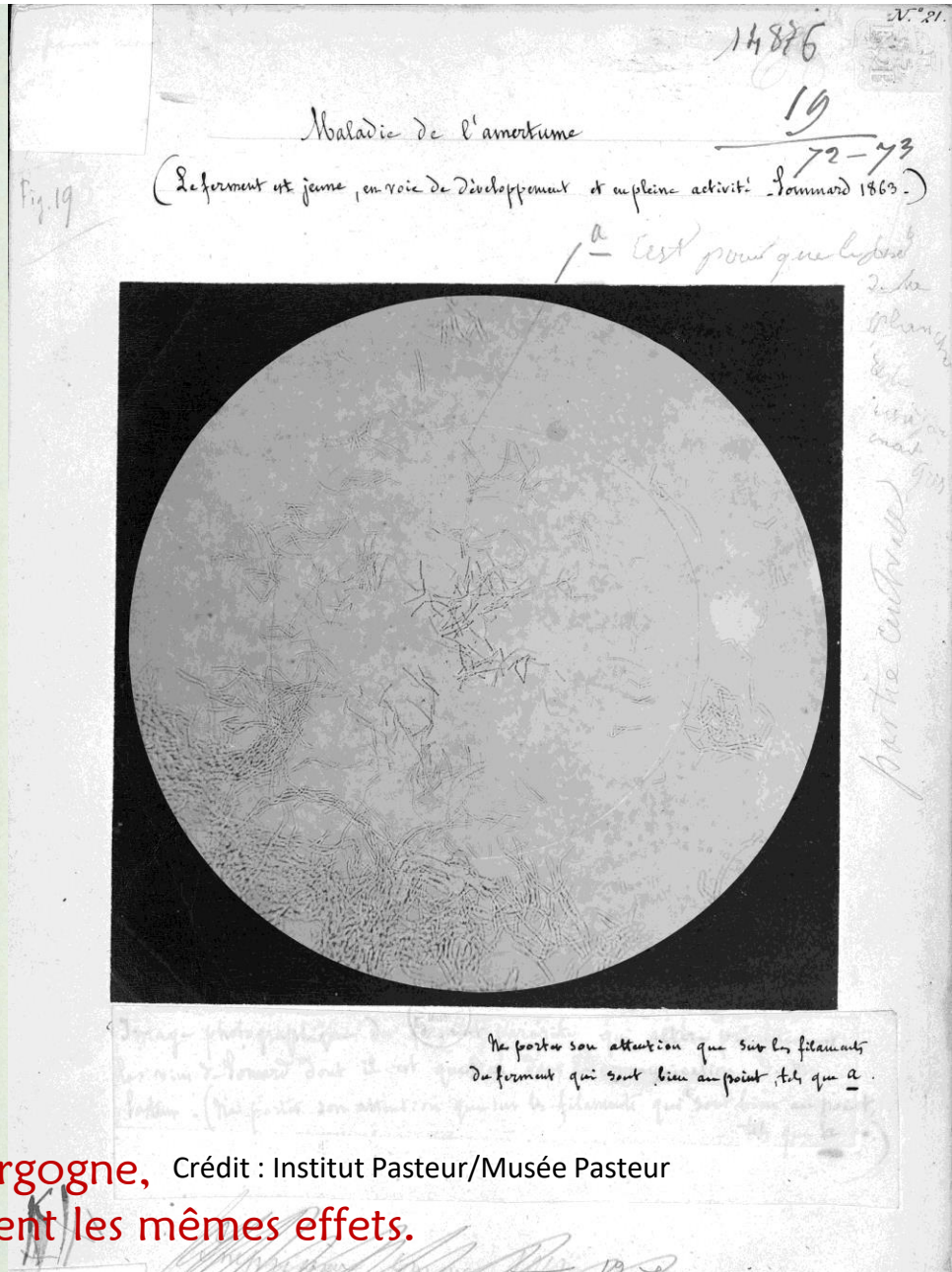
Fig. 4.



Crédit : Institut Pasteur/Musée Pasteur

Vers la Pasteurisation :

parasites de la tournure et de l'amertume



Champagne, Bordelais, Orléanais…Bourgogne,
Les parasites sont les mêmes et engendrent les mêmes effets.

Crédit : Institut Pasteur/Musée Pasteur

II. La mise au point de la pasteurisation

Cave de la maison de Louis Pasteur à Arbois, décembre 2022.

Photo de Sylvie Morel

Jura
TERRE DE
LOUIS PASTEUR
DOLE / ARBOIS

La mise au point de la pasteurisation :

essais de destruction des parasites du vin

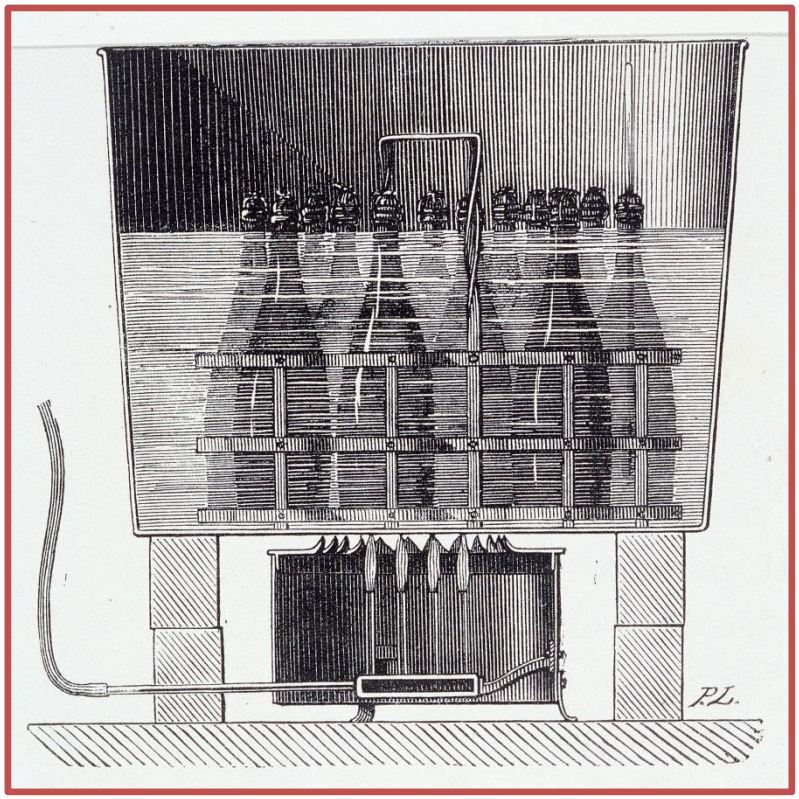
«La connaissance des causes des maladies des vins nous donne des vues très-nettes sur les conditions à remplir pour leur conservation. Tout le problème se réduit à s'opposer au développement des parasites.»

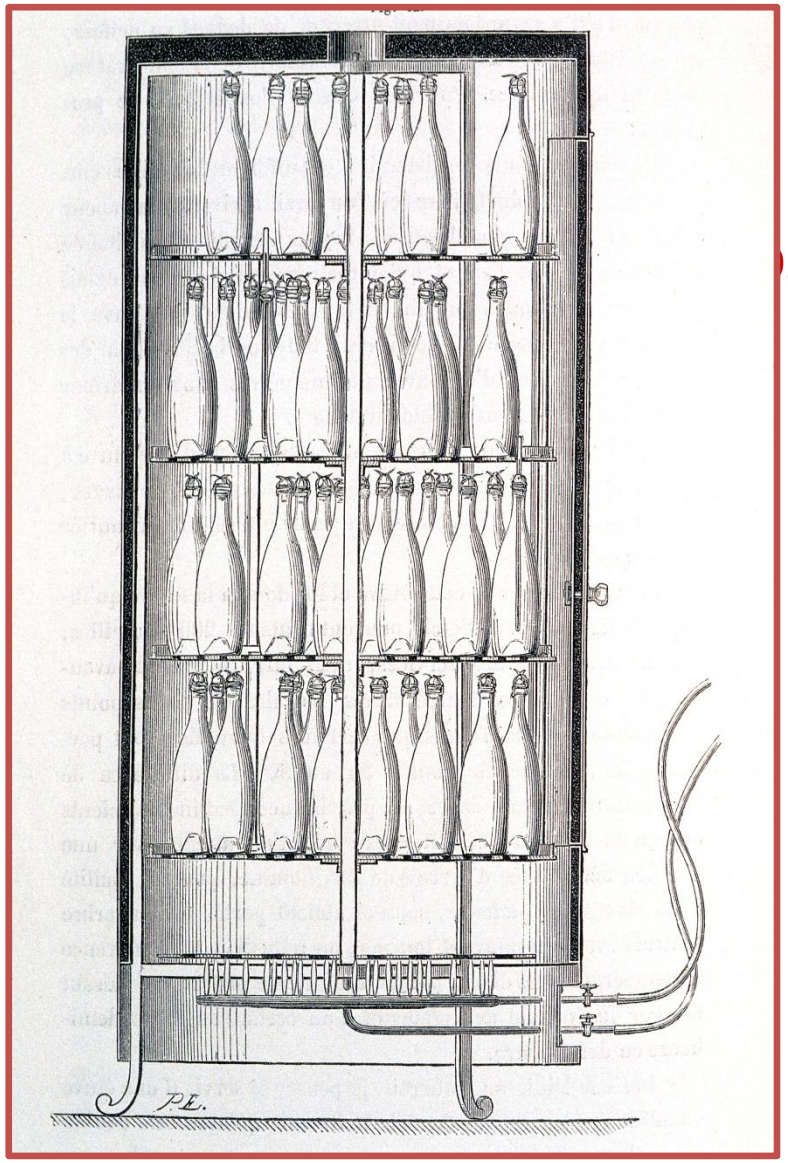
.

« Enfin, je m'appliquai à rechercher, sur un grand nombre de sortes de vins, si la chaleur ne faisait pas subir au vin, comme on le croyait généralement, des modifications particulières ; en d'autres termes, **si la couleur du vin, sa limpidité, sa saveur, son bouquet, ne recevraient pas, du fait du chauffage préalable, une atteinte** qui restreindrait singulièrement l'utilité de la pratique que j'entrevoyais. »

La mise au point de la pasteurisation :

le chauffage comme procédé de destruction des parasites du vin



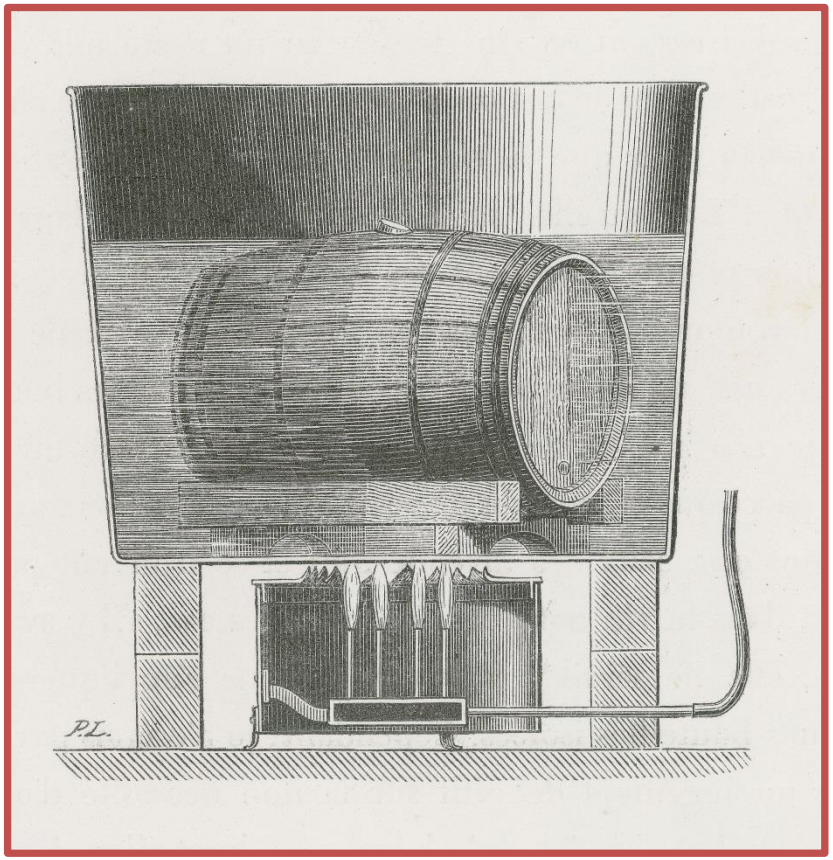


«Dans le Midi, on pourrait, je pense, se servir d'une étuve chauffée par les rayons du soleil. On sait qu'avec une double ou triple enveloppe vitrée on peut facilement porter l'air intérieur à plus de 100°.» ÉTUDES SUR LE VIN, 1866, p166

Crédit : Institut Pasteur/Musée Pasteur

La mise au point de la pasteurisation :

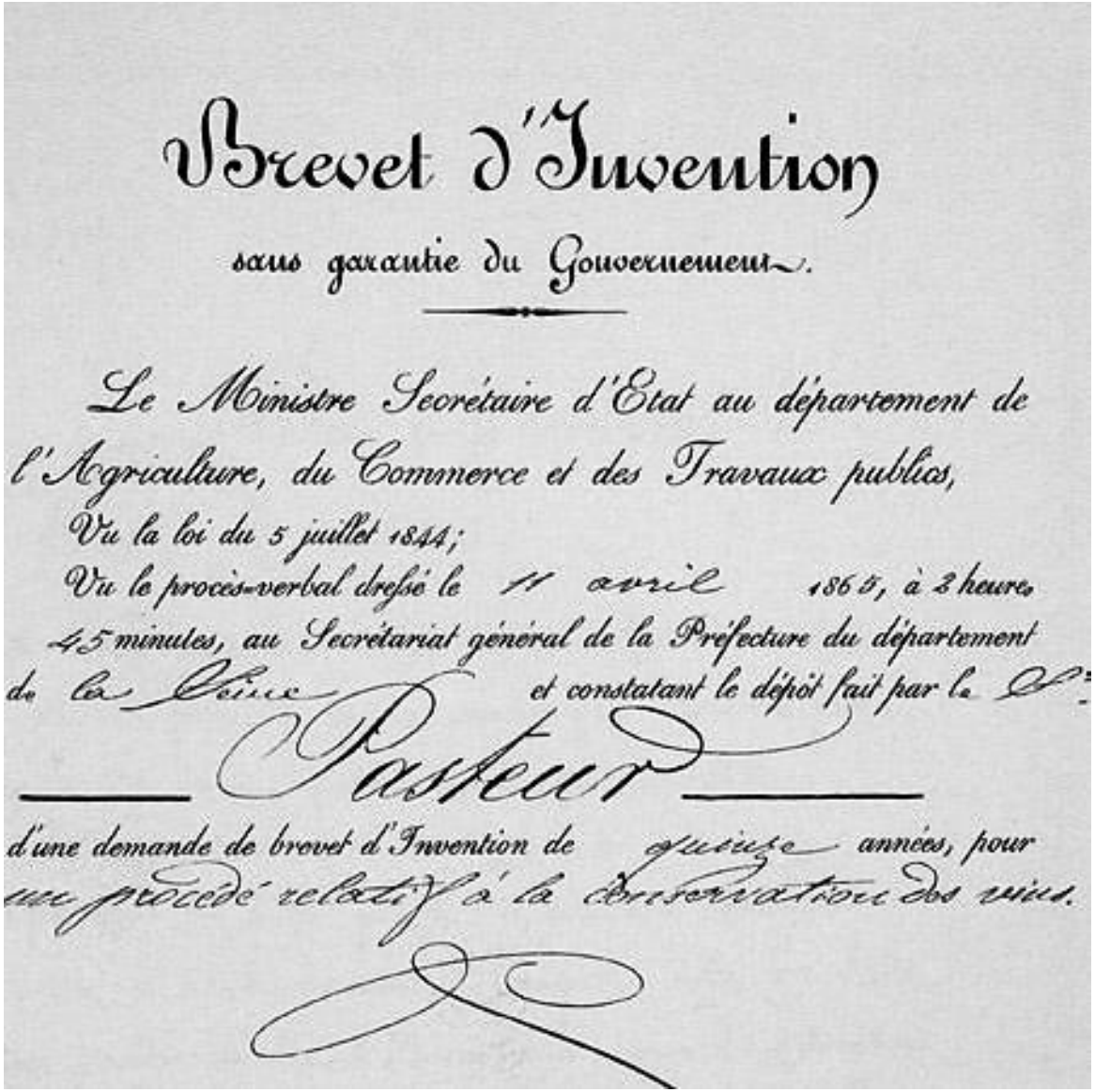
la recherche d'un procédé applicable à toute la filière



« Pour un tonneau de 30 litres, l'eau du bain-marie étant a 70 ou 80°, il fallait de 5 à 6 heures pour que le vin arrivât à la température de 60°. »

Crédit : Institut Pasteur/Musée Pasteur

Brevet d'invention pour un procédé relatif à la conservation des vins (11 avril 1865)



Brevet d'Invention

sans garantie du Gouvernement.

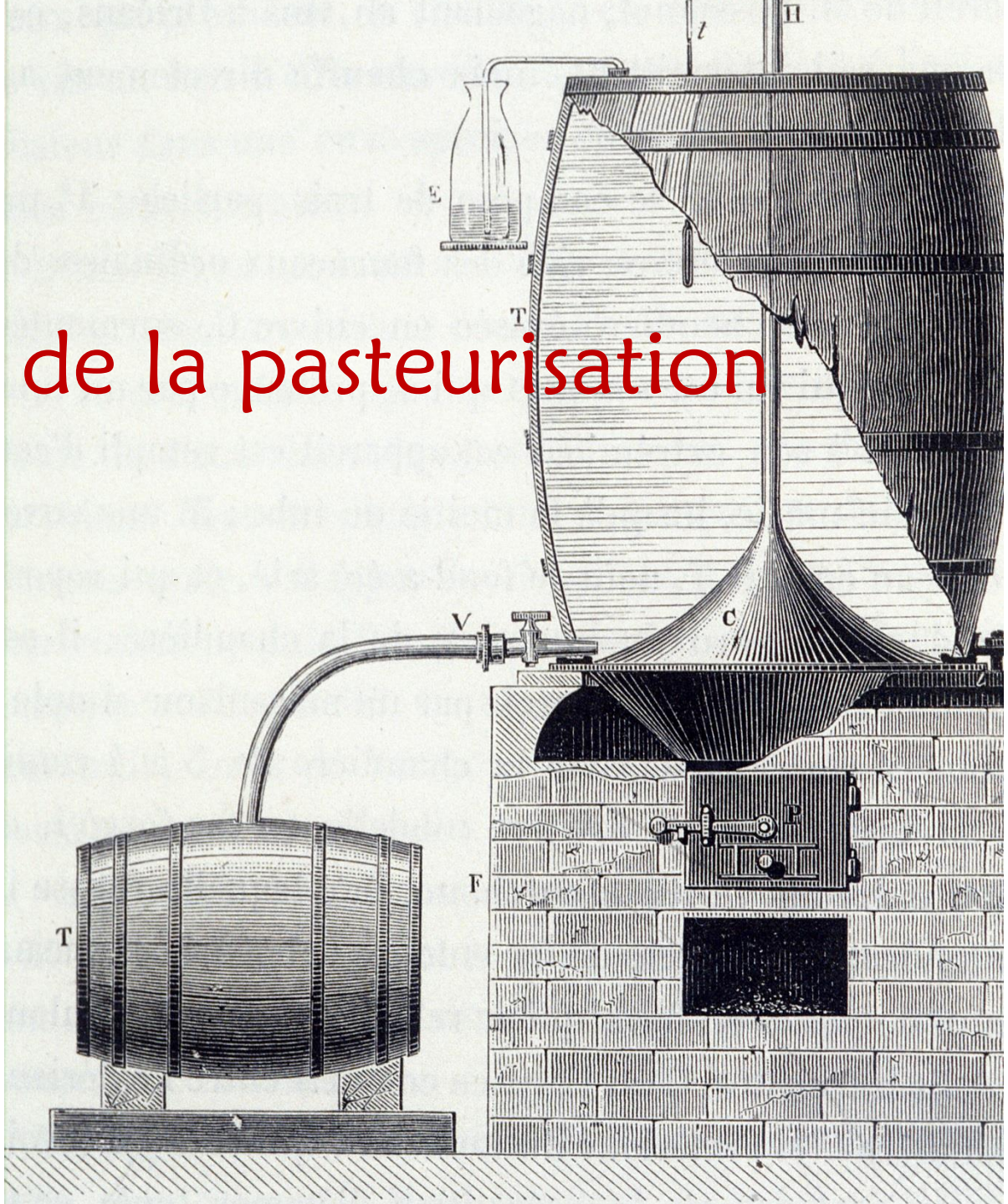
Le Ministre Secrétaire d'Etat au département de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics,

Vu la loi du 5 juillet 1844;

Vu le procès-verbal dressé le 11 avril 1865, à 3 heures 45 minutes, au Secrétariat général de la Préfecture du département de la Seine et constatant le dépôt fait par le Sr Pasteur

d'une demande de brevet d'Invention de quinze années, pour un procédé relatif à la conservation des vins.

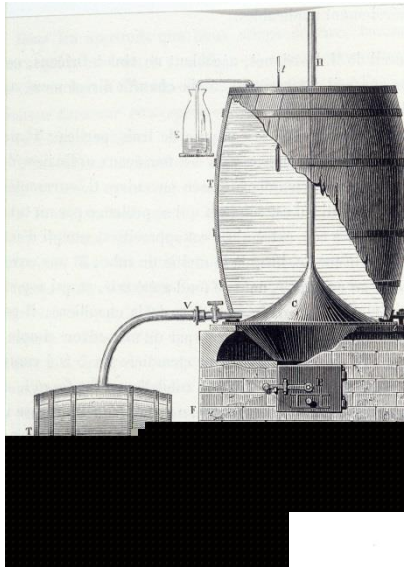
III. L'impulsion de la pasteurisation



Crédit illustrations : Institut Pasteur/Musée Pasteur

L'impulsion de la pasteurisation :

le développement de procédés à grand débit

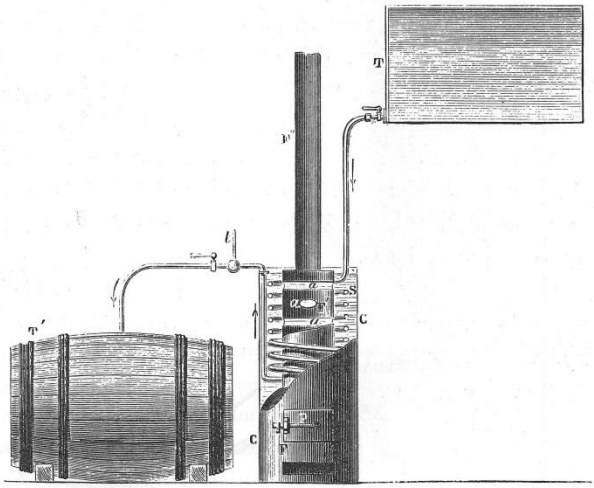


« Plusieurs personnes ont bien voulu me communiquer leurs idées sur des procédés divers. […] Je crois que chacun fera bien de mettre à l'épreuve le dispositif qu'il aura imaginé, afin que l'expérience juge en dernier ressort. »

APPAREIL DE M. DE LAPPARENT

Chauffant 1 hectolitre 1/2 à l'heure

Fig. 51.

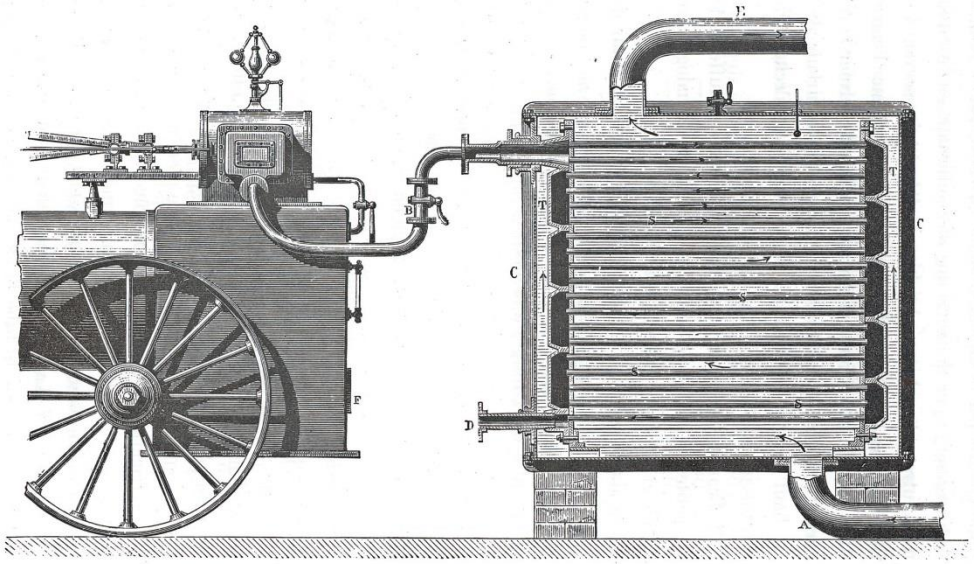


Échelle 1/25.

APPAREIL DISPOSÉ A TOULON PAR M. DE LAPPARENT

Chauffant 40 hectolitres à l'heure

Fig. 49.

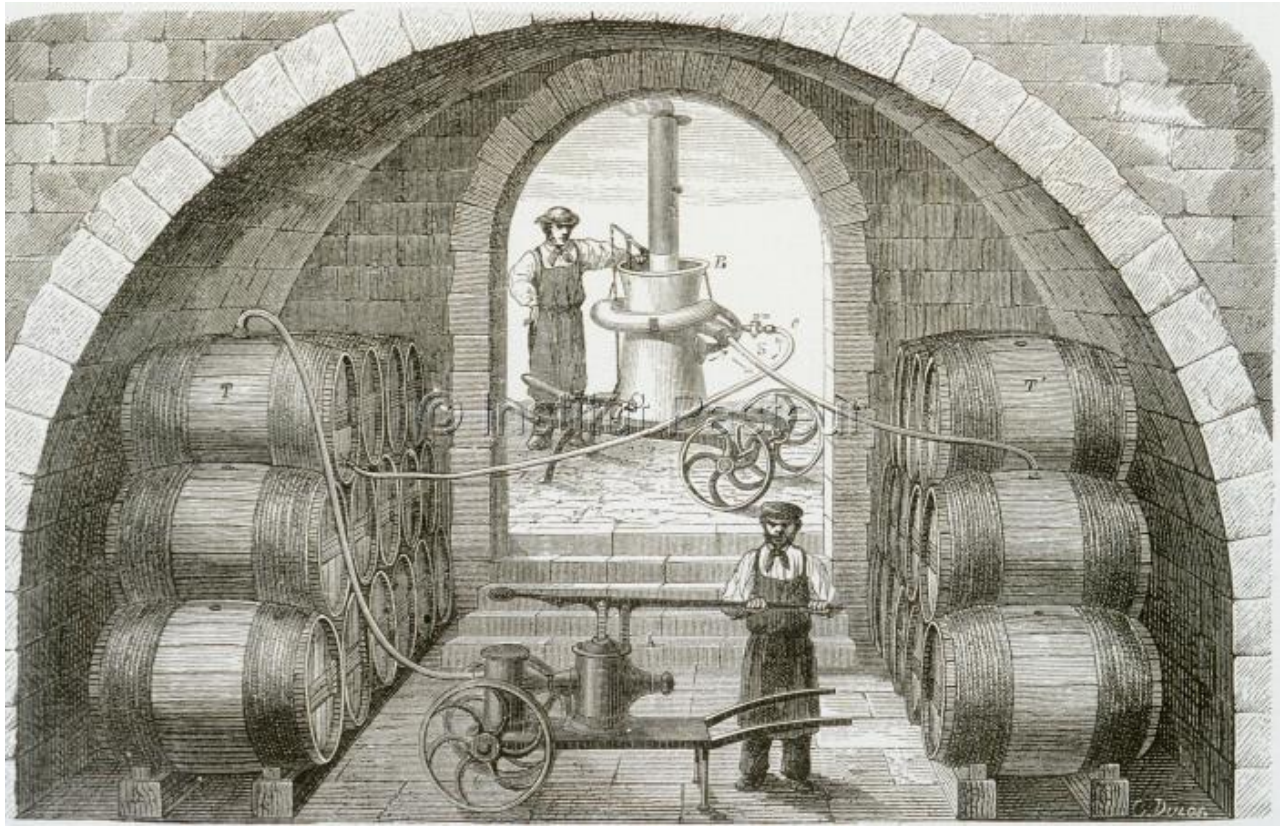


Échelle : 1/20e.

Crédit : Institut Pasteur/Musée Pasteur

L'impulsion de la pasteurisation :

premiers essais de procédés à grand débit



Appareil Terrel des Chenes en 1868 pour le chauffage des vins. Dans la cave, un homme active une pompe tandis qu'un autre surveille l'écoulement et le thermomètre.
Crédit : Institut Pasteur/Musée Pasteur

« Nous avons chauffé en deux jours 650 hectolitres. La rapidité de l'opération se prête aux approvisionnements les plus considérables et les plus prompts. Ces 650 hectolitres vont partir pour les côtes occidentales de l'Afrique (où nos marins ne boivent guère que du vinaigre)… »

Louis Pasteur

L'impulsion de la pasteurisation :

La pasteurisation des fluides se couple à la méthode d'Appert

Tuer toutes les formes de microbes et ne pas altérer la denrée

Stérilisation UHT

Tuer des microbes (végétatifs) et ne pas altérer le vin, la bière…

Méthode de Louis Pasteur

Méthode empirique pour rendre les denrées inaltérables : Conserves

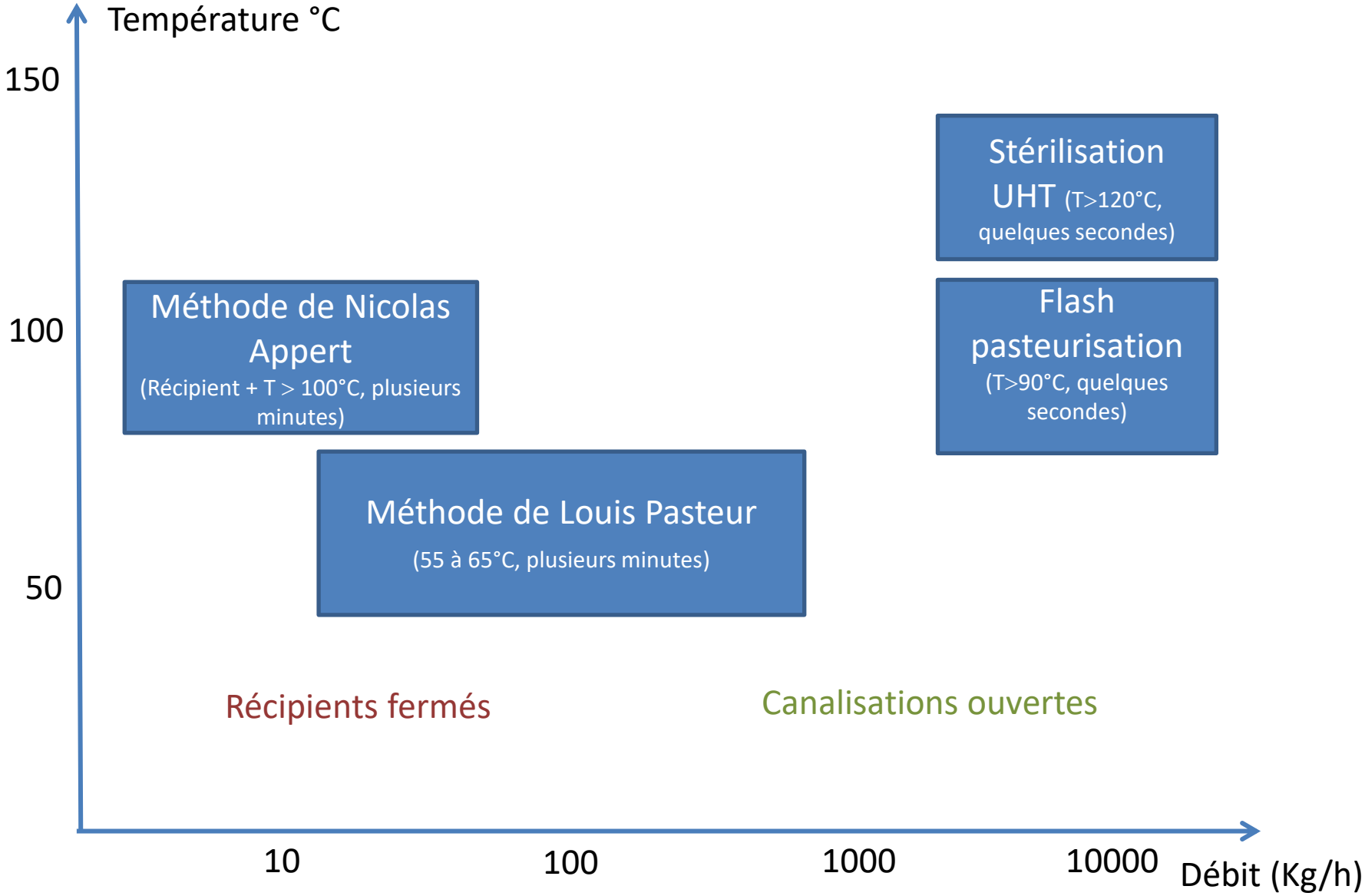
Méthode de Nicolas Appert

- Des bacilles toxiques sont découverts dans les aliments sous forme végétative ou sporulée
- Les aliments sont vecteurs de maladies

1810 — 1865 — 1951

L'impulsion de la pasteurisation :

Les techniques de pasteurisation des fluides impulsent les technologies « flash »



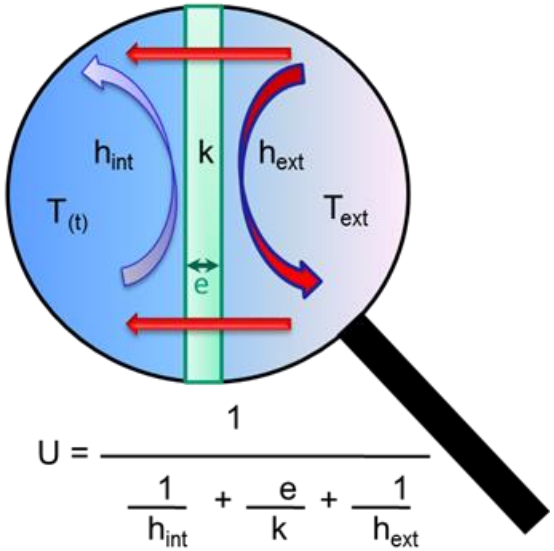
L'impulsion de la pasteurisation :

La science des transferts de chaleur se couple à la technologie

Les travaux de Joseph Fourier (1768-1830) et de Jean-Baptiste Biot (1774-1862) sont déterminants pour établir l'équation qui relie la température au temps dans les objets ou les systèmes et pour la solutionner.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\gamma}{\rho c}\left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2}\right).$$

L'application aux pasteurisateurs et aux stérilisateurs permet de disposer l'un modèle prédictif de performance T=f(t):

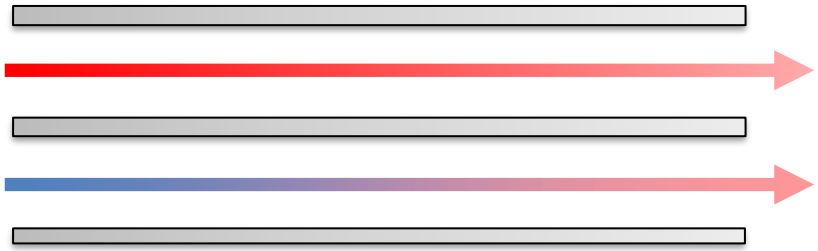


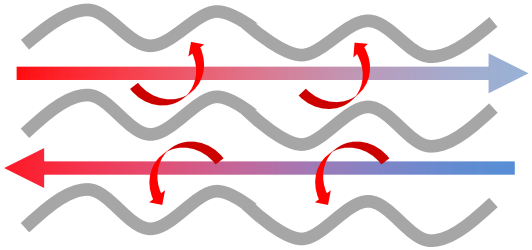
$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{int}} + \frac{e}{k} + \frac{1}{h_{ext}}}$$

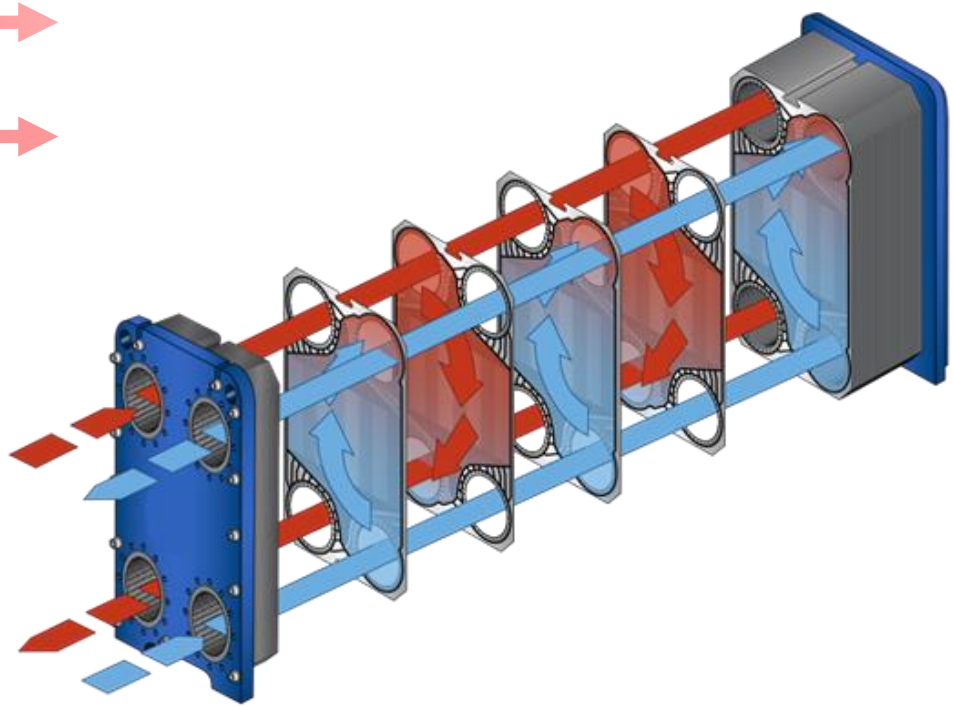
$$\frac{T_{ext} - T}{T_{ext} - T_0} = e^{-(U.A/\rho.V.Cp).t}$$

L'impulsion de la pasteurisation :

les pasteurisateurs modernes à très hautes performances





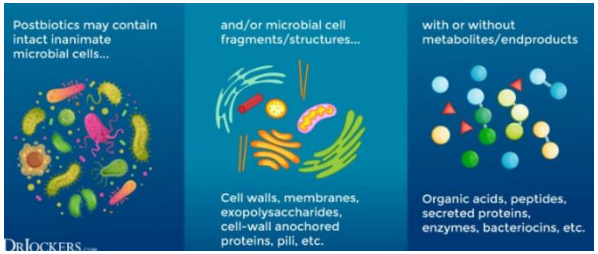


Actualité et perspectives de la pasteurisation :

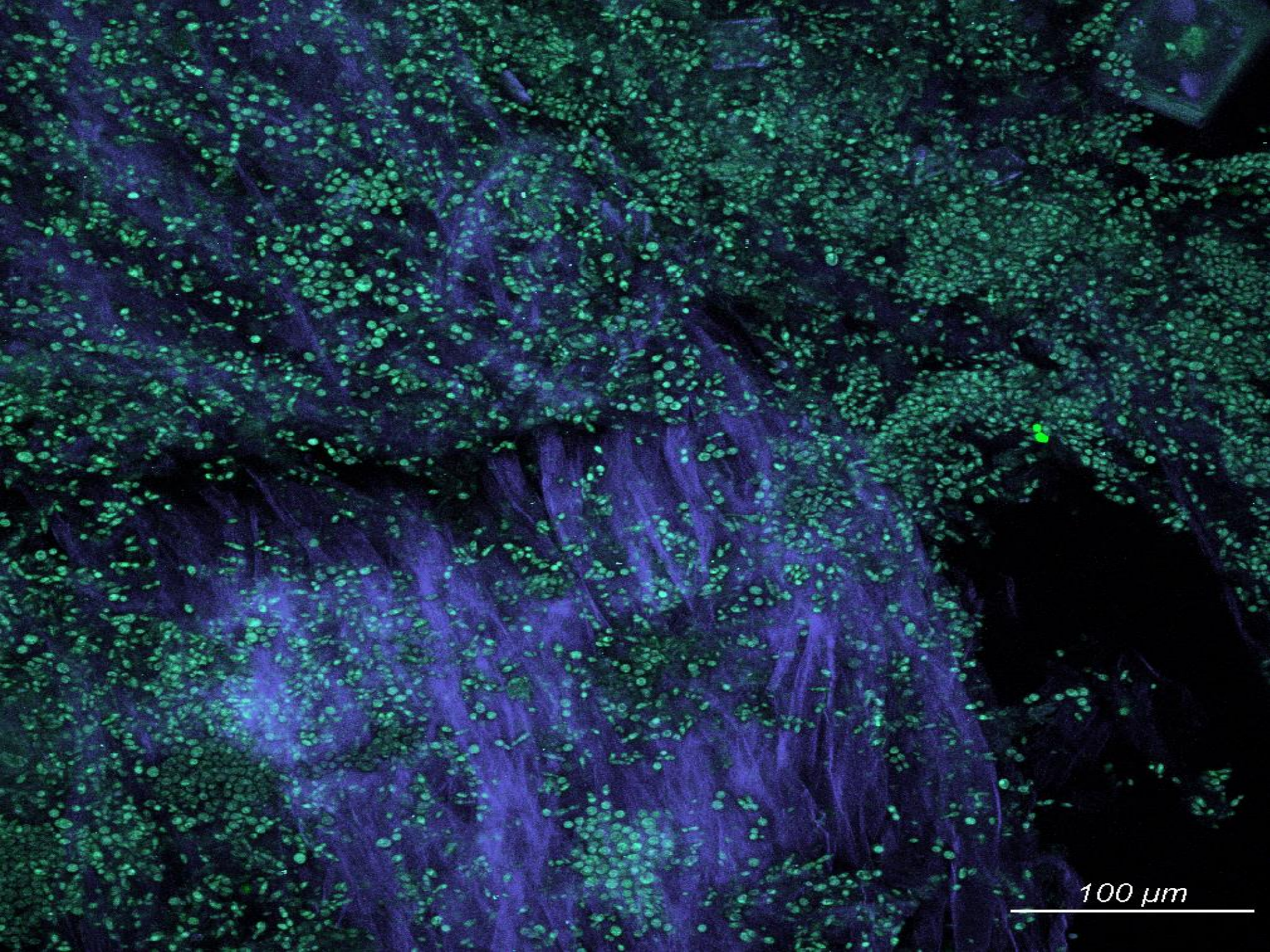
Pasteur à l'heure des enjeux globaux et des nouvelles attentes sociétales

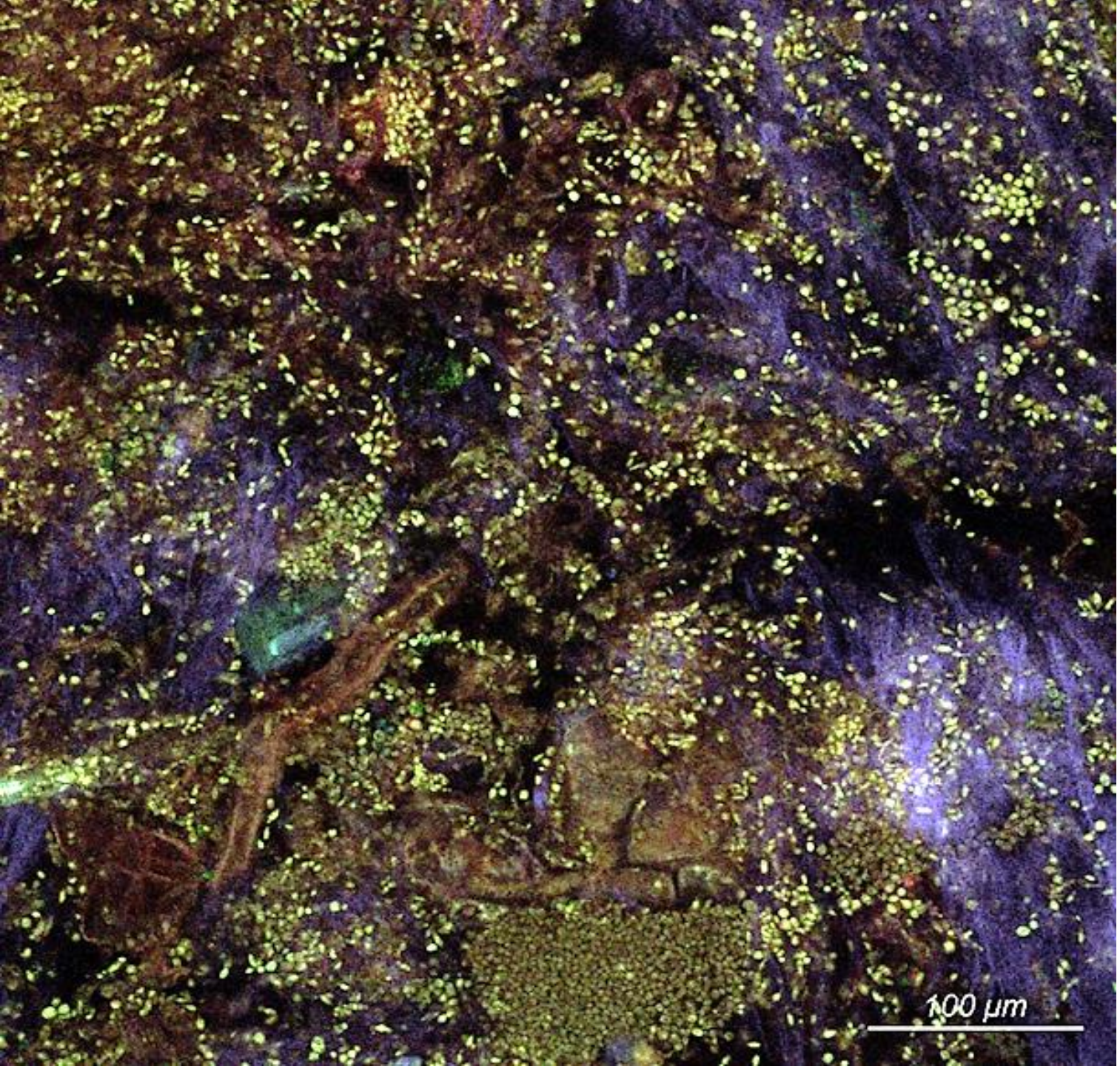
Les produits pasteurisés ou stérilisés ont envahi les étals et les placards

La pasteurisation s'impose comme alternative à la « chimie » pour les vins biologiques ou naturels



La pasteurisation appliquée aux probiotiques permet d'entrer dans l'ère post-biotique


100 µm



Observation au microscope confocal d'un vin des Grands-Echezeaux (Vosne-Romanée) en fin de fermentation alcoolique, novembre 2022.
Image de Pascale Winckler

MERCI à

Nadine VIVIER, Académie d'Agriculture de France

Sylvie MOREL, Maison Pasteur à Arbois

Pascale Winckler, plateau d'imagerie UMR PAM

Michel DAVY, Institut Pasteur, musée Pasteur

Daniel RAICHVARG, Société Française des Sciences de l'Information et de la Communication