

**CAHIERS**  
**FRANÇOIS VIÈTE**

N° 1

**L'AGRO-ALIMENTAIRE :**  
**histoire et modernité**

Actes du colloque

*Nantes • 27 novembre 1997*

Édités par  
Gérard Emptoz

Centre François Viète  
Épistémologie, histoire des sciences  
et des techniques

École nationale d'ingénieurs des techniques  
des industries agricoles et alimentaires

Institut de l'Homme et de la technologie



CENTRE FRANÇOIS VIÈTE



INSTITUT  
DE L'HOMME  
ET DE LA  
TECHNOLOGIE

## SOMMAIRE

**Accueil des participants** par Francis BRUCELLE, IHT

**Ouverture du colloque** par Jean-Louis LAMBERT, ÉNITIAA  
et Gérard EMPTOZ, Centre François Viète

### **Perspectives historiques**

- De l'agriculture à la transformation de ses produits 21  
par *François SIGAUT*

### **Un procédé : le froid**

- Aperçu de la mécanisation des industries agro-alimentaires au XIX<sup>e</sup> siècle 33  
par *Gérard EMPTOZ*
- Le froid industriel, aperçu historique et aspects contemporains 45  
par *Jacques TIREL*

### **Créer des aliments**

- La gélatine, aliment nouveau du début du XIX<sup>e</sup> siècle 57  
par *Anne-Claire DÉRÉ*
- Le surimi, nouvel aliment à la fin du XX<sup>e</sup> siècle 69  
par *Lucey HAN-CHING*

### **Les facettes des biotechnologies**

- La fermentation du pain : histoire et modernité 81  
par *Hubert CHIRON*
- Problèmes techniques et perspectives d'évolution de la filière viti-vinicole à l'aube  
du XXI<sup>e</sup> siècle par *Alain POULARD* 97
- Lutte microbiologique contre les bactéries responsables de toxi-infections alimentaires 103  
par *Xavier DOUSSET*

### **Economie et innovation agro-alimentaire**

- Les mangeurs face aux nouvelles technologies alimentaires 113  
par *Jean-Louis LAMBERT*
- Les innovations récentes dans les industries françaises 121  
par *Gaëlle BRAYER-JAOUEN*

### **Les brevets d'invention**

- Le brevet d'invention : source d'informations pour l'ingénieur et le chercheur 139  
par *Christine MARSEILLE* avec la participation de *Florence HÉRAUD*

## PROBLEMES TECHNIQUES ET PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DE LA FILIÈRE VITI-VINICOLE A L'AUBE DU XXI<sup>e</sup> SIÈCLE.

**Alain POULARD**

Centre Technique Interprofessionnel de la Vigne et du Vin  
Unité de Nantes/Vertou.

Depuis une quinzaine d'années, les progrès accomplis par la filière viticole dans le domaine œnologique ont permis d'apporter une amélioration grandissante de la qualité des vins français et en particulier des productions vinicoles régionales.

Les génies microbiologique et industriel ont été d'un apport déterminant dans cet effort qualitatif et aujourd'hui les objectifs pointés en matière de recherche œnologique s'orientent vers des thématiques mettant en jeu :

- la connaissance des mécanismes enzymatiques (extraction d'arômes, clarification)
- le génie génétique (utilisation de micro-organismes modifiés)
- des technologies utilisant des procédés physiques (électricité, haute-pression, osmose inverse)
- ou encore des recherches nécessitant une forte compétence en matière biochimique.

Les conséquences attendues de l'utilisation de ces nouveaux procédés seront peut-être moins spectaculaires que celles obtenues sur les productions vinicoles après la révolution technologique des années 1980-90 mais elles s'inscrivent davantage dans un souci d'exigence toujours plus grand au niveau de la qualité dans la production de vin.

En effet, le vin est un produit sensible à double titre. En tant que produit final d'une activité agricole il est générateur d'une valeur ajoutée forte, et en tant que produit de consommation ses caractéristiques sont examinées avec beaucoup d'attention par le consommateur. Aussi, aujourd'hui et surtout demain, la qualité hygiène-santé sera presque aussi importante pour le vin que ses qualités organo-leptiques.

Au niveau de la filière viticole on peut penser que l'essentiel des efforts portera, lors de la prochaine décennie, sur le problème des contraintes réglementaires vis à vis de l'impact de l'activité viticole sur l'environnement. En effet, on ne cesse de reprocher au monde agricole son incapacité à maintenir propre l'environnement. A longueur de pages et de temps d'antenne, les médias dressent le portrait d'une activité qui salit les nappes phréatiques à force d'y laisser s'écouler les nitrates et les herbicides.

Dans ce concert de critiques l'activité viticole semble plus épargnée que les autres productions agricoles, mais elle ne peut pour autant les ignorer. Les professionnels de la filière ne les ignorent pas. Bien plus que les agriculteurs, ils sont au contact avec les amateurs de leurs produits et en connaissent leurs exigences. Ils n'ont aucun besoin d'intermédiaire pour savoir ce qui les choque et ce qui les séduit. Ils savent que les consommateurs réclament de vivre dans un environnement préservé et n'ignorent pas non plus qu'ils ne sont pas prêts à payer leurs exigences d'un prix élevé.

De ce fait, les vigneronns adoptent, et adopteront, progressivement des modes de production beaucoup plus adaptés et beaucoup plus propres. Déjà ils évaluent mieux leurs apports d'engrais et leurs interventions phytosanitaires; ils préservent et mettent en valeur leurs paysages; et contraints par la réglementation ils seront amenés rapidement à retraiter les effluents de leurs caves.

Parmi les quelques points forts qui sont susceptibles de modifier les pratiques viti-vinicoles dans la décennie à venir nous avons choisi de vous parler de trois d'entre elles :

- La lutte raisonnée
- Le traitement des effluents vinicoles
- L'apparition de souches de levures modifiées par génie génétique

## I - La lutte raisonnée.

La vigne est un végétal sensible à de nombreuses maladies et ravageurs. L'extension en Europe des parasites d'origine américaine au cours de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle (oïdium, mildiou, black rot et phylloxera) a entraîné de profonds bouleversements dans l'organisation de la protection du vignoble. De même, plus récemment, les extensions de la pourriture grise (*botrytis cinerea*) et de la flavescence dorée sont très préoccupantes.

La protection des vignobles est une nécessité économique et qualitative. En effet, si la toxicité, l'efficacité et les conditions d'emploi des produits phytosanitaires sont assez bien connues et définies, le devenir de ces molécules dans l'environnement et leur passage éventuel dans le produit final sont, dans certains cas, moins bien cernés, alors qu'ils sont l'objet de préoccupations du consommateur et du public en général.

Ainsi, le challenge est double : il y a d'un côté la nécessité d'utiliser des produits de traitement efficaces et de l'autre, celle de préserver l'environnement, la santé des consommateurs, sans oublier celle de l'utilisateur.

Perçue au début des années 1990 comme une pratique risquée, la lutte raisonnée a depuis changé de statut ; elle est devenue le bon sens. Pour tous ou presque, c'est la façon dont il faudrait protéger le vignoble.

C'est désormais la lutte systématique qui, sans rapport avec les menaces pesant réellement sur le vignoble, paraît impensable pour deux raisons principales :

- elle est source de pollution et de résidus dans les vins
- elle conduit ceux qui la pratiquent, au fond d'une impasse.

Au premier abord elle a pourtant l'air d'être de toute assurance. En traitant tout au long de la saison on peut penser que la vigne est continuellement protégée. Il n'en est rien. Un programme aussi chargé conduit à utiliser trop souvent les mêmes matières actives et au bout de quelques saisons, certaines d'entre elles ne sont plus opérationnelles car leur utilisation intensive favorise l'apparition de souches de maladies ou d'insectes qui leur résistent. Cela s'est produit avec des champignons cryptogamiques comme le mildiou, le botrytis et l'oïdium.

Pour contenir le botrytis par exemple, il ne sert à rien de multiplier les traitements chimiques, mieux vaut commencer par introduire des mesures prophylactiques.

Pour éliminer les acariens, la meilleure solution est de restaurer la flore auxiliaire.

Dans les vignobles où sévit la flavescence dorée, il suffit d'une sélection judicieuse des produits phytosanitaires et d'un peu de patience pour y parvenir.

En fait, on se rend compte que la méthode qui consiste à intervenir en fonction de l'observation des risques encourus est la plus performante.

Le rôle important joué par le consommateur et le grand public complique le débat car l'idée fortement répandue est que l'utilisation de molécules issues de l'industrie chimique est, de toute façon, nocive à quelque chose. Ainsi, les rapports entre le consommateur et le produit se sont fortement modifiés depuis quelques décennies.

Le produit chimique véhicule une image de plus en plus forte. Il est donc important et nécessaire aujourd'hui d'éclairer objectivement le consommateur, d'expliquer toutes les démarches dans lesquelles se retrouvent à la fois l'industrie de la phytopharmacie et les utilisateurs de produits qui visent à traiter mieux et en quantité moindre, et donc de la façon la plus efficace possible. La recherche devra s'attacher aussi à élaborer des molécules les plus neutres possibles pour l'environnement et surtout étudier avec soin leur devenir dans le sol et dans l'eau des nappes souterraines.

L'influence des molécules résiduelles de produits phytosanitaires sur la qualité du produit final est de différente nature :

- interaction dans le processus de transformation
- communication de goûts particuliers
- et plus grave, détérioration de la qualité alimentaire.

Ces problèmes devront être résolus très en amont avant la commercialisation de la formulation afin d'éviter tout risque d'utilisation abusive d'informations subjectives qui pourraient être négatives sur ce produit si sensible qu'est le vin.

## II - Traitement des rejets viticoles.

Autre souci au niveau des questions environnementales, la gestion des effluents de cave.

*Il faut beaucoup d'eau pour faire du bon vin.* Ce vieil adage témoigne de la nécessité d'une bonne hygiène pour l'élaboration de vins de qualité. Les eaux qui en résultent peuvent représenter pendant la période de vendange et de vinification une source de pollution même s'il s'agit de constituants naturels du raisin : sucres, acides organiques, alcools, polyphénols.

Plus ponctuellement, les produits œnologiques, les traitements de clarification des vins ainsi que les agents de nettoyage et de détartrage constituent des sources supplémentaires de pollution organique, voire chimique.

### Conséquences :

La matière organique des effluents viticoles, lorsqu'elle est rejetée en grande quantité dans le milieu naturel, engendre la multiplication rapide de micro-organismes avides d'oxygène perturbant brusquement l'équilibre des rivières. Parallèlement, l'eau devient trouble limitant ainsi le passage de la lumière, source d'oxygénation du milieu par photosynthèse. Pour les cas les plus graves, l'asphyxie est telle qu'il en résulte une mortalité piscicole importante.

Le secteur viticole, comme toute activité industrielle est aujourd'hui soumis à différentes contraintes réglementaires vis à vis de ses rejets. Les textes à appliquer sont nombreux, complexes et en constante évolution.

La réévaluation de la taxe pollution des Agences de l'eau depuis ces six dernières années a par ailleurs contribué à accroître la pression financière sur les caves viticoles.

De même l'Union Européenne est intervenue pour réglementer les rejets des eaux résiduaires des secteurs industriels et urbains par une directive qui date de 1991. A ce titre, la France a inclus les caves, par un décret du 29 décembre 1993, parmi les installations classées pour la protection de l'environnement suivant deux catégories :

- celles qui sont soumises à autorisation d'exploitation, ayant une capacité de production supérieure à 20.000 hl par an.
- et celles soumises à déclaration, ayant une capacité de production comprise entre 500 et 20.000 hl par an.

Bien que la législation des installations classées couvre l'ensemble des aspects environnementaux tels que la pollution de l'air, les déchets et le bruit, pour les caves, le sujet le plus problématique reste indéniablement la pollution de l'eau par les effluents. Depuis quelques années, on a trouvé des solutions techniques, simples à mettre en œuvre, pour leur réduction.

Elles portent sur :

- l'emploi de matériels mieux adaptés,
- l'amélioration des techniques de lavage,
- l'utilisation rationnelle de l'eau
- l'approfondissement des connaissances, poste par poste, sur les consommations et les flux de pollution générés.

La seconde étape est le traitement par stockage aéré. La technique se veut simple et s'adresse à de petites structures. Elle consiste à stocker les effluents dans une cuve ou un bassin muni de dispositifs aérateurs. L'effluent se dégrade sous l'action des micro-organismes qui se développent grâce à la double présence de l'oxygène de l'air et du substrat. Après une décantation, le reliquat traité est évacué dans le milieu naturel ou le réseau urbain, selon l'intensité du traitement.

Selon les cas, ce traitement dure de vingt à quarante cinq jours et l'objectif prioritaire des travaux de recherches est de réduire le délai au minimum en optimisant la dégradation biologique de l'effluent.

Au niveau national, la Confédération des Caves Coopératives estime qu'en 1997 la moitié de ses adhérents était équipée, ce qui représente un retraitement de plus de 60% des volumes. Pour les autres, les études sont en cours et 95% des caves coopératives devraient dépolluer d'ici l'an 2000.

En ce qui concerne les caves particulières, il est plus difficile de cerner la situation. Il existe d'importantes différences selon les régions, l'implication des professionnels et les agences de l'eau. Dans certains cas, les caves sont presque toutes raccordées aux stations d'épuration communales. Mais cette situation n'est pas sans poser quelques problèmes ; notamment au système de versement des primes d'une part, et d'autre part parce que beaucoup de stations d'épuration semblent désormais dépassées des aménagements sont nécessaires. Certains professionnels réfléchissent à d'autres systèmes de retraitement qui leur permettraient de bénéficier véritablement des primes et donc de réduire leur redevance pollution.

A l'heure actuelle, vingt comités de pilotage ont été délimités afin de mettre en œuvre des systèmes de traitement collectifs adaptés à la taille de l'exploitation.

En conclusion, les travaux de retraitement des effluents vinicoles progressent avec le montant des redevances. Aujourd'hui, un grand nombre de grandes caves sont équipées et la réflexion est bien engagée pour l'adaptation de système d'épuration pour les moyennes structures d'ici la prochaine décennie.

### III - L'utilisation de levures modifiées génétiquement.

En œnologie, le but du levurage consiste à remplacer la flore indigène par une ou plusieurs levures sélectionnées, afin de mieux maîtriser la fermentation alcoolique. Ces levures sont généralement isolées à partir du réservoir naturel et l'objectif est d'imposer la souche sélectionnée pour qu'elle réalise la totalité de la fermentation alcoolique. C'est le levurage spécifique. Il vise à faire exprimer au maximum les potentialités de la levure pour qu'elle influence la cinétique fermentaire et marque le vin du point de vue chimique et gustatif.

Ces levures spécifiques peuvent, soit améliorer les qualités aromatiques ou structurales des vins, soit réaliser le déroulement satisfaisant de la fermentation dans les conditions imposées par la matière première ou la technologie.

Ainsi il existe :

- des levures cryophiles
- des levures thermophiles
- des levures acidifiantes et désacidifiantes
- des levures aromatiques
- des levures agglomérantes

En général, les travaux de sélection classique de telles souches sont relativement longs - trois à cinq ans - et le développement du génie génétique a apporté de nouveaux outils permettant d'obtenir des souches de levures présentant un caractère ou une fonction particulièrement intéressante.

Les levures de *Saccharomyces cerevisiae* peuvent être génétiquement manipulées de différentes façons :

- Sélection clonale
- Mutation hybridation ...

Plusieurs objectifs peuvent être visés :

- amélioration de la qualité
- optimisation de la consommation des sucres
- tolérance à l'éthanol
- résistance aux métaux
- formation de mousse
- sédimentation
- production d'enzymes exocellulaires, etc...

A l'heure actuelle en œnologie plusieurs exemples de souches modifiées par le génie génétique sont en cours de réalisation.

- Un exemple : les levures hyperproductrices d'acide lactique.

Le défaut d'acidité des moûts, problème rencontré dans les régions chaudes, pourrait être corrigé par l'utilisation d'une levure acidifiante. Des souches modèles de *Sacch. cerevisiae* hyperproductrices de lactate ont été construites par expression hétérologue d'une lactico-déshydrogénase de *Lactobacillus*. Ce système permet une production de 3 à 12 g de lactate, soit une diminution de pH de 0,1 à 0,4 unités. La modulation de la quantité d'acide lactique produit, devrait pouvoir être obtenue par le contrôle du nombre de copies du gène LDH ; les capacités fermentaires de ces souches ne sont par ailleurs pas altérées.

Cependant, beaucoup de problèmes se posent au sujet de tels organismes génétiquement modifiés (OGM) qui risquent d'être mal perçus du public. Leur éventuelle utilisation industrielle soulève naturellement un problème de bioéthique.

Les questions soulevées portent :

- sur l'inquiétude des consommateurs vis à vis des OGM.
- sur la diffusion dans l'environnement d'organismes non contrôlables et la crainte d'un appauvrissement du patrimoine génétique, car il y a un risque de compétition évident avec la flore naturelle.
- Il faut également s'assurer que ces souches manipulées n'aient pas d'inconvénients inconnus.
- Enfin, parmi les problèmes qui sont également soulevés sur le plan technologique, on peut également se poser la question de la stabilité des cellules transformées pour une période de deux ou trois fermentations.

Aussi, l'Office International de la Vigne et du Vin, "considérant que ces techniques peuvent aider notablement à la résolution d'importants problèmes technologiques mais qu'elles peuvent également poser de nouvelles questions, notamment le risque de contamination de l'environnement, et en particulier, des raisins et des moûts par des organismes génétiquement modifiés, alors qu'ils peuvent y être indésirables, encourage la poursuite de ces études afin d'approfondir les connaissances scientifiques et technologiques sur l'impact de l'utilisation de ces organismes. Il encourage également la constitution d'un comité bioéthique à l'O.I.V., avec la participation d'experts extérieurs d'amélioration génétique microbienne et végétale par méthodes classiques et moléculaires, de génétique et de toxicologie humaine, d'éthique et de jurisprudence, à la fois de pays producteurs et consommateurs, afin de fournir avis et recommandations sur tous les aspects liés à l'utilisation de micro-organismes et de plants de vigne génétiquement modifiés, soit pendant l'expérimentation, lors de la production et de la consommation de raisin et de vin."

CAHIERS  
FRANÇOIS VIÈTE

CENTRE FRANÇOIS VIÈTE  
ÉPISTÉMOLOGIE, HISTOIRE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES  
2 rue de la Houssinière • BP 92208 • 44322 Nantes cédex 3  
Tél. 02 51 12 59 50 • Fax 02 51 12 59 12  
cahiers.viete@irem-hst.univ-nantes.fr

Issu d'une formation créée en 1985, le centre François Viète regroupe des spécialistes scientifiques, littéraires et juristes afin de promouvoir l'enseignement et la recherche, ainsi que la formation de jeunes chercheurs en épistémologie, histoire des sciences et des techniques.

Les *Cahiers François Viète* présentent les activités du centre : publication de conférences données au séminaire hebdomadaire (mardi 17 heures) et des meilleurs travaux des doctorants.

Cette publication a aussi pour objectif de contribuer à la diffusion et à la promotion de la culture scientifique et technique de Nantes et de la Région des Pays de la Loire et fait en conséquence une large place aux études pouvant y contribuer. Ainsi les colloques en collaboration avec d'autres organismes régionaux font l'objet de numéros spéciaux.