



Prétraitement des raisins par flash détente sous vide en œnologie et autres applications sur fruits et légumes

Janvier 2024

Alain Samson
Jean-Louis Escudier
Michel Moutounet
Florence Jacques
Sylvie Colleu
Diana García-Bernet

Etude de cas du département *TRANSFORM* (ex *CEPIA*) réalisée selon la méthode ASIRPA (Analyse de l'impact sociétal de la recherche) mise au point par INRAE

Résumé : Prétraitement des raisins par flash détente sous vide en œnologie et autres applications sur fruits et légumes.

Les recherches sur la mise au point d'un thermotraitement rapide de la vendange à température élevée, suivi d'une mise sous vide poussée permettant d'obtenir un vin de qualité améliorée ont contribué à générer les **impacts** suivants sur la société :

- Economique : développement du chiffre d'affaires (CA) et du savoir-faire des équipementiers qui sont des PME et gain de rémunération pour les caves coopératives et particulières ;
- Politique (réglementaire) : accès à cette technologie pour les vins de pays (IGP) et de nombreux vins AOP, alors que le thermotraitement classique ne concernait que les vins dits de table ou sans appellation ou signes distinctifs de qualité ;
- Social : création et maintien d'emplois pour les équipementiers et les caves. La rémunération et la rentabilité sont améliorées. La technologie a sauvé des caves coopératives de situations très difficiles (exemple : crise viticole de 2003).

Ce succès a été possible par ailleurs dans un **contexte** d'un besoin de réponse à l'arrêt de l'approvisionnement en Alicante Bouschet (années 70s), puis par la suite pour s'adapter à la demande du marché (vins plus fruités, plus souples, très colorés), notamment pour l'export.

Les recherches ont d'abord été conduites grâce au **partenariat** entre INRA Pech Rouge et la PME Aurore Développement, puis avec la société IMECA-DELLA TOFFOLLA et actuellement avec la société PERA-PELLENC.

Ces recherches ont mobilisé les **moyens complémentaires suivants** en plus des équipements disponibles à l'UE Pech Rouge : société ERTIA, CRITT TRIAL, compétences analytiques de l'UMR SPO et l'UMR SQPOV.

Les **outputs** produits : un thermotraitement de la vendange couplé à une mise sous vide totale ou partielle ; un brevet donnant lieu à des licences d'exploitation ; des publications scientifiques.

Ces outputs ont été utilisés et diffusés hors de la sphère académique grâce aux activités de partenaires **intermédiaires** : aide technique et financière du CRITT TRIAL (Agro-alimentaire Languedoc-Roussillon), soutien financier de la filière vin (contrat Etat-Région avec ONIVINS, aujourd'hui France AGRIMER).

Pre-treatment of grapes by vacuum flash release in oenology and other fruit and vegetable applications.

Research leading to the development of rapid heat-treatment of grapes at high temperature, followed by dep vacuum to obtain improved quality wine, has helped to generate the following impacts on society:

- *Economic: development of the sales and know-how of the equipment manufacturers, who are SMEs; increased income for cooperative and private wineries;*
- *Political (regulatory): access to the technology for local wines (IGP) and many PDO wines, whereas conventional heat treatment only concerned table wines or wines without a designation or distinctive quality mark;*
- *Social: creation and maintenance of jobs for equipment manufacturers and wineries (improved pay and profitability). The technology saved cooperative wineries from very difficult situations.*

This success was made possible by the need to respond to the cessation of supplies of Alicante Bouschet (1970s), and subsequently to adapt to market demand (fruity aroma, coloured wines), particularly for export.

Research was initially carried out in partnership between INRA Pech Rouge and the SME Aurore Développement, then with IMECA-DELLA TOFFOLLA and currently with the company PERA-PELLENC.

In addition to the equipment available at Pech Rouge research unit, this research has used complementary resources from ERTIA, CRITT TRIAL, analytic competencies from UMR SPO and UMR SQPOV.

The outputs produced: innovative heat treatment of the grape harvest combined with total or partial vacuum treatment; a patent giving rise to licences to exploit the technology; scientific publications.

These outputs were used and disseminated outside the academic sphere thanks to the activities of intermediaries: technical and financial assistance from CRITT TRIAL, financial support from the wine industry (State-Region contract with ONIVINS, now FRANCE AGRIMER).

Problématiques sociétales initiales et contexte externe initial

Améliorer la qualité des vins rouges par l'œnologie et la technologie.

Le procédé de vinification par thermotraitement de la vendange s'était beaucoup développé dans les années 1970. Il était bien adapté aux qualités de nombreuses vendanges de cette époque, en lien avec des difficultés de maîtrise de la maturité et de l'état sanitaire sur certains millésimes. L'INRA dans les années 1970 à 1980 avait étudié ce procédé à partir des dispositifs expérimentaux de l'Unité Expérimentale de Pech Rouge équipée alors par la société ERTIA de deux échangeurs à surface raclée. La filière viticole languedocienne s'est intéressée également à cette technique comme une réponse potentielle à l'arrêt de l'approvisionnement en Alicante Bouschet en provenance d'Afrique du Nord, puis par la suite pour s'adapter à la demande du marché (vins plus fruités, plus souples, très colorés), notamment pour l'export. L'INRA a publié en 1980 les résultats de 10 années d'expérimentation dans le domaine¹, ainsi qu'une étude des caractères analytiques de vins obtenus par différentes techniques de vinification après chauffage de la vendange².

L'obtention de vins plus colorés permettait à d'importantes caves de vinification de mettre rapidement sur le marché des vins équilibrés sans défauts. Les gains de qualité ainsi obtenus devaient être valorisés dans les 6 mois. C'était en particulier le cas sur le cépage grenache, en zone méridionale et également en Côtes du Rhône. Au-delà de 6 mois, les procédés de thermotraitement classiques présentaient des limites œnologiques, avec des pertes au niveau de l'intensité colorante des vins. Cette voie technologique ne concernait pas les vins AOP. Elle était en décroissance, après avoir pris le relai des vinificateurs en continu dans certaines caves.

Le gain qualitatif très significatif et durable dans le temps à l'appui du procédé flash Détente a créé une rupture qualitative dans l'approche du thermotraitement du raisin. Dès 1993 pour la première cave coopérative, puis pour quelques dizaines d'entre elles les années suivantes, le procédé flash détente a permis de mieux valoriser leurs vins et de mieux rémunérer les coopérateurs. Les équipements investis étaient souvent amortis en deux ou trois vendanges, parfois une seule, ce qui était assez exceptionnel pour ce genre d'outil.

Contributions d'INRAE et de ses partenaires (Inputs)

Innovation en œnologie et sujets de diversification produits

Le dimensionnement des équipements et l'échelle d'expérimentation en taille réelle de l'unité expérimentale de Pech Rouge, depuis les années 1980, est adapté à un transfert industriel direct des résultats. La parcelle viticole et les volumes de cuvaison de l'hL à quelques dizaines d'hL permettent de maîtriser l'ensemble de la chaîne technologique de la récolte du raisin jusqu'à la stabilisation et au conditionnement des vins, tout en permettant de mettre en œuvre des lots dits témoin de comparaison.

L'unité expérimentale a ainsi pu associer les compétences analytiques de l'**UMR SPO** (Sciences Pour L'Œnologie) à Montpellier avec ses plateaux techniques (analyse de composés volatils et analyse sensorielle) et sa plateforme nationale sur les polyphénols.

Initialement, le procédé de flash détente a été défini en tant qu'opération unitaire de prétraitement de la vendange facilitant l'extraction des composés polyphénoliques de la baie. Ce prétraitement permet de réduire le volume de vendange en cours de fermentation et de faciliter l'extraction du jus lors de la pressée et des opérations de vinification. Les essais ont permis de définir les conditions et les paramètres optimaux du procédé de cette nouvelle technologie en tant que prétraitement de la vendange. Par la suite, des études complémentaires ont montré l'intérêt de cette technologie dans le cadre de fermentations en phase liquide de vins rouges qui ont été comparées à des macérations usuelles ainsi qu'à des macérations ayant fait l'objet de macération pré-fermentaire à chaud en amont de la fermentation. Le potentiel d'extraction de la flash détente permet de faciliter l'extraction des composés polyphénoliques et de réaliser des vinifications en phase liquide avec un pressurage pré fermentaire, optimisant ainsi la gestion de la cuverie en augmentant le volume mis en fermentation. En effet, il n'y a plus la phase solide (pellicules et pépins) comme c'est le cas en vinification traditionnelle par macération où le pressurage est post fermentaire.

¹ Bénard, P., Bourzeix, M., Flanzy, C., 1980. La vinification avec chauffage de la vendange, résultats de 10 années d'expérimentation. Edition INRA.

² Barrillère, J.M., Bénard P., Vannobel, C., Chabas, J., 1986. Sciences des aliments, 6, 201-211.

Concernant la valorisation des déchets des produits de 4^{ème} gamme, la collaboration s'est structurée au niveau scientifique avec l'**UMR SQPOV** (Sécurité et Qualité des Produits d'Origine Végétale) d'Avignon, pour ses compétences en caractérisation des produits transformés. L'Unité Expérimentale de Pech Rouge est restée le lieu de toutes les expérimentations technologiques.

Les industriels équipementiers de la filière vinicole ont permis de structurer et finaliser les projets au niveau des caves vinicoles, coopératives le plus souvent.

La société IMECA, installée à Clermont l'Hérault (34), était leader dans les installations classiques de thermotraitement. Elle avait à partir des années 1970 équipé une centaine de caves de vinification. Dès la sortie du procédé flash détente, cette société s'est rapprochée des chercheurs de l'INRA. Ceci a largement accéléré le développement de la flash détente en caves coopératives avec rapidement une trentaine d'unités industrielles complètes vendues avec des capacités de 5 à 30 t/h de raisin ; à raison de 5 unités vendues chaque année en moyenne jusque dans les années 2000. Le multi usage des thermo flash détente a ouvert et diversifié la gamme des vins élaborés avec des qualités améliorées. En 1993 **la cave coopérative de Costes Rousses** (26790 Tulette) fut une belle vitrine pour la flash détente, mise en place par IMECA à l'appui des expérimentations de l'INRA au plus proche du terrain. Le chiffre d'affaire d'IMECA a alors augmenté de 20%.

Diversification Agro- Alimentaire : Traitements par flash détente de végétaux hydratés : tomate, bananes, salades, oignons.

Comme sur le raisin, une étroite collaboration entre chercheurs et **industriels** a permis de réaliser des travaux puis des transferts concernant d'autres filières : tomates, bananes, pêches, salades et oignons en particulier.

Cet historique de recherches et développements a été publié dans la revue « INRA mensuel » en 1999³ (annexe 1). Cette publication retrace en particulier le cheminement de recherches tant pour le raisin que les autres fruits étudiés et leur transfert.

Un travail avec **AUDECOOP**, important **groupement coopératif** (11150 Bram), très actif sur la tomate se met en place en lien avec la **cave coopérative d'Arzens** (11290 Arzens), équipée de flash détente sur raisin, sur son site. Le **CRIT agroalimentaire TRIAL**, le **CTCPA** d'Avignon (centre technique agroalimentaire) pour l'expertise analytique et les ingénieurs INRA de l'UE Pech Rouge structurent les expérimentations. A l'appui des résultats expérimentaux obtenus, un projet industriel est mis en place avec l'appui de l'**ANVAR**. Une usine neuve de transformation de tomates sort de terre en 1996, centrée sur la procédé flash détente. Elle porte le nom de Audia, à l'appui d'un partenariat à 50 % de la cave coopérative vinicole d'Arzens. L'usine produit des concentrés en fûts de 200 kg pour Panzani, Amora, Saupiquet. L'investissement est de 18 millions de francs. L'INRA avec son Unité de Recherche **LBE** (Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement) à Narbonne traite de son côté le volet du cycle de l'eau de cette usine qui transformera pendant 3 ans 18 000 tonnes de tomates par an, avec 11 emplois permanents, 4 saisonniers et 25 emplois indirects. 70 agriculteurs, producteurs de tomates, sont associés au projet. Les concentrés obtenus pour un taux de matière sèche donné (brix) avaient une viscosité beaucoup plus forte. Ceci présentait un avantage qualitatif significatif pour de nombreuses applications (pour les pizzas par exemple). Cependant, la nouvelle importation massive sur le marché français de concentrés de tomates venus de Chine casse le développement d'Audia, devenue brutalement non compétitive au niveau prix par rapport à ces concentrés importés. Après 5 années de production l'usine est arrêtée.

D'autres expérimentations sont menées au même moment sur d'autres végétaux à la demande de leurs structures.

- 1) Un programme concerne la banane. L'objectif est d'élaborer un pur jus de banane (à l'époque il n'existe sur le marché que des nectars avec 30% d'eau et des sucres ajoutés). Ce travail se fait avec l'association des planteurs de banane de Guadeloupe qui détache à Pech Rouge une ingénieure agro-alimentaire (Nathalie Minatchy), en lien avec l'**INRA de Guadeloupe** et le **CRIT BAC de Guadeloupe**. Une société (**TROP J**) est créée à l'appui des premières productions expérimentales de jus réalisées à Pech Rouge sur quelques tonnes de bananes exportées à Pech Rouge par conteneur. Ce travail se fait aussi en lien avec la société ALFA LAVAL qui dispose, en aval du procédé, d'outils de clarification. Un décanteur centrifuge, expérimenté sur raisin, est ainsi utilisé avec succès sur la purée de banane. Le marché de la Guadeloupe est évalué au final trop étroit pour traiter les écarts de tri de banane. Malgré la qualité du

³ Delobette, H. & Espuna, M. (1999) La flash détente : du vin à la tomate ... et de la recherche à l'industrie. INRA mensuel N°101, juin-juillet 1999.

jus obtenu, il ne permet pas de transformer en application industrielle ces recherches protégées alors par un brevet.

- 2) Un autre programme concerne la valorisation d'écarts de tri des salades et oignons. Là encore UE Pech Rouge est le lieu d'expérimentations. Le partenariat de recherche est structuré au niveau scientifique par l'UMR SQPOV sous la conduite d'une Ingénieure : Pascale Goupy. Un partenariat de recherche est conclu avec un industriel spécialisé dans les produits de 4^{ème} gamme : **la société SCALIME**. Les extraits de polyphénols obtenus, issus des écarts de triage, doivent être concentrés. La valorisation économique n'a cependant pas été atteinte au moment de l'étude.

Les résultats obtenus ont alors été publiés par l'INRA dans un livre coordonné par Farid Chemat⁴. Pour les équipementiers ceci les conforte tant au niveau de la notoriété scientifique des procédés et des produits que de leur capacité à produire, à vendre et à exporter. Ceci permet à l'entreprise SCALIME et à son directeur : Mr Bicheron, d'être très actif dans les colloques professionnels.

Outputs des recherches

Un procédé innovant et sans cesse amélioré

Les recherches collaboratives ont conduit en 1993 à la mise au point d'un thermotraitement rapide de la vendange éraflée à température élevée, suivi d'une mise sous vide poussée permettant d'obtenir un vin de qualité améliorée, commercialisé dès 1996 par IMECA (Fig. 1). Le potentiel d'extraction de la flash détente permet ainsi de faciliter l'extraction des composés polyphénoliques et de réaliser des fermentations en phase liquide, optimisant la gestion de la cuverie (annexe 2).

A partir de 2011 d'autres perfectionnements et diversifications ont été apportés au brevet initial de 1993, en termes de procédé, orienté vers des vinifications en phase liquide après le pressurage du raisin, et non avant le pressurage comme initialement proposé, ainsi que l'élaboration de jus de raisin à l'appui d'un second brevet déposé. Des applications pour l'élaboration de jus de raisin et moûts et vins issus de ces moûts, sont étudiées dans le cadre d'un programme FUI (jus) en 2008/2011.

A partir de 2022 et en 2023, une nouvelle impulsion est donnée dans le cadre d'un programme de R&D INRAE-PERA-PELLENC, ouvrant à d'autres possibilités de la technologie flash détente.

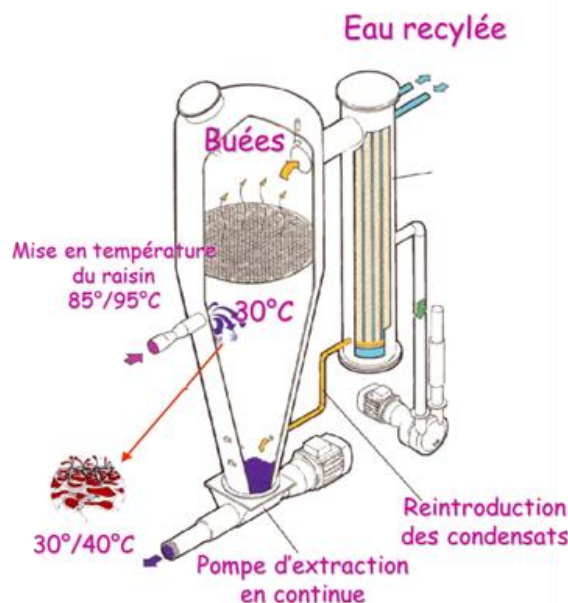


Figure 1 : Procédé de flash détente développé.

⁴ Mikolajczak, M., Goupy, P., Minatchy, N., Escudier, J.L. (2011) dans Farid Chemat editeur « Eco-extraction du végétal : Procédés innovants et solvants alternatifs ». Dunod, 336 p., 2011, Collection L'Usine Nouvelle, 978-2-10-056543-6.

Brevets

- 1) Brevet N°95900806 extension Europe et Canada. Escudier Jean-Louis, Moutounet Michel, Cogat Pierre Olivier. Produit alimentaire, obtention et application à la fabrication de jus de fruits ou de vins Brevet 9313287 (8/11/1993) et PCT 1995. Et brevet Cogat Pierre Olivier N°95900808, installations pour le traitement de matières biologiques hydratées.
- 2) Brevet N°1158819 : Procédé de préparation d'un produit alimentaire liquide enrichi en oligosaccharides et polysaccharides. (30 sept 2011) : Jean-Luc Favarel, Thierry Docco, Pascal William, Michel Mikolajczak, Jean-Louis Escudier.

Publications scientifiques majeures –secteur vinicole-

1. Escudier J.L., Mikolajczak, M., Martin, M., Samson, A., Thibert, D., Boulet, J.C., Moutounet, M., Roson, J.P. (1995). Intérêt du traitement des raisins par Flash détente sous vide pour l'œnologie. Rapport contrat de plan Etat-Région LR, ONIVINS-INRA. Campagnes 1994 - 1995.
2. Moutounet, M., Escudier, J.L. (2000) Prétraitement des raisins par flash détente sous vide. Incidence sur la qualité des vins, Bulletin OIV 827-828.
3. Mikolajczak, M., Goupy, P., Minatchy, N., Escudier, J.L. (2011) Raisin, salades, bananes, fruits exotiques dans « Eco-extraction du végétal : Procédés innovants et solvants alternatifs ». Farid Chemat éditeur, Dunod Editions technique et ingénierie, 336 p. Collection L'Usine Nouvelle, 978-2-10-056543-6.

Circulation des connaissances et intermédiaires

La stratégie de recherche a été de créer dès le départ des partenariats avec des équipementiers à forte notoriété pour acquérir le savoir-faire et le diffuser de façon large en fonction de leurs zones géographiques d'intervention. Deux acteurs professionnels ont permis des transferts réussis rapidement : **Pierre Olivier Cogat**, co-inventeur de la flash Détente avec l'INRA, Directeur technique de l'UNGDA⁵ à l'époque, donc le référent technique des distilleries viticoles ; et **Jean-Michel Mignonac**, Directeur technique d'IMECA, à l'époque société leader en thermotraitement de la vendange au niveau Européen.

Au départ quelques caves coopératives, par exemple **La Gardonnenque SCA** (30360 Cruviers Lascours) en lien avec la distillerie attenante, accompagnent l'innovation sur leur site de production pour la première fois (voir doc annexe 1 Inra mensuel 1999). Ensuite diverses grandes zones viticoles sont associées à leur demande ; par exemple la cave de Tulette dans l'AOP Côtes du Rhône. Ces caves ont donné accès à l'ensemble de leurs résultats avec dégustation de leurs cuvées.

Un réseau d'acteurs très efficaces, Aurore Développement, Pierre Olivier Cogat (Directeur Technique de l'UNGDA), le CRIT Transfert LR, La Fédération des caves coopératives, l'ONIVINS, l'INAO, les laboratoires partenaires des caves (ICV, Dubernet, Dejean, Inter Rhône, etc.) ont permis aux professionnels de multiplier les références sur différents cépages, et d'accéder à plus de résultats concrets. Plusieurs colloques organisés par l'Union des Œnologues dans différentes régions françaises puis à l'international, ont permis de diffuser les résultats à l'appui d'une dizaine de publications scientifiques par l'INRA.

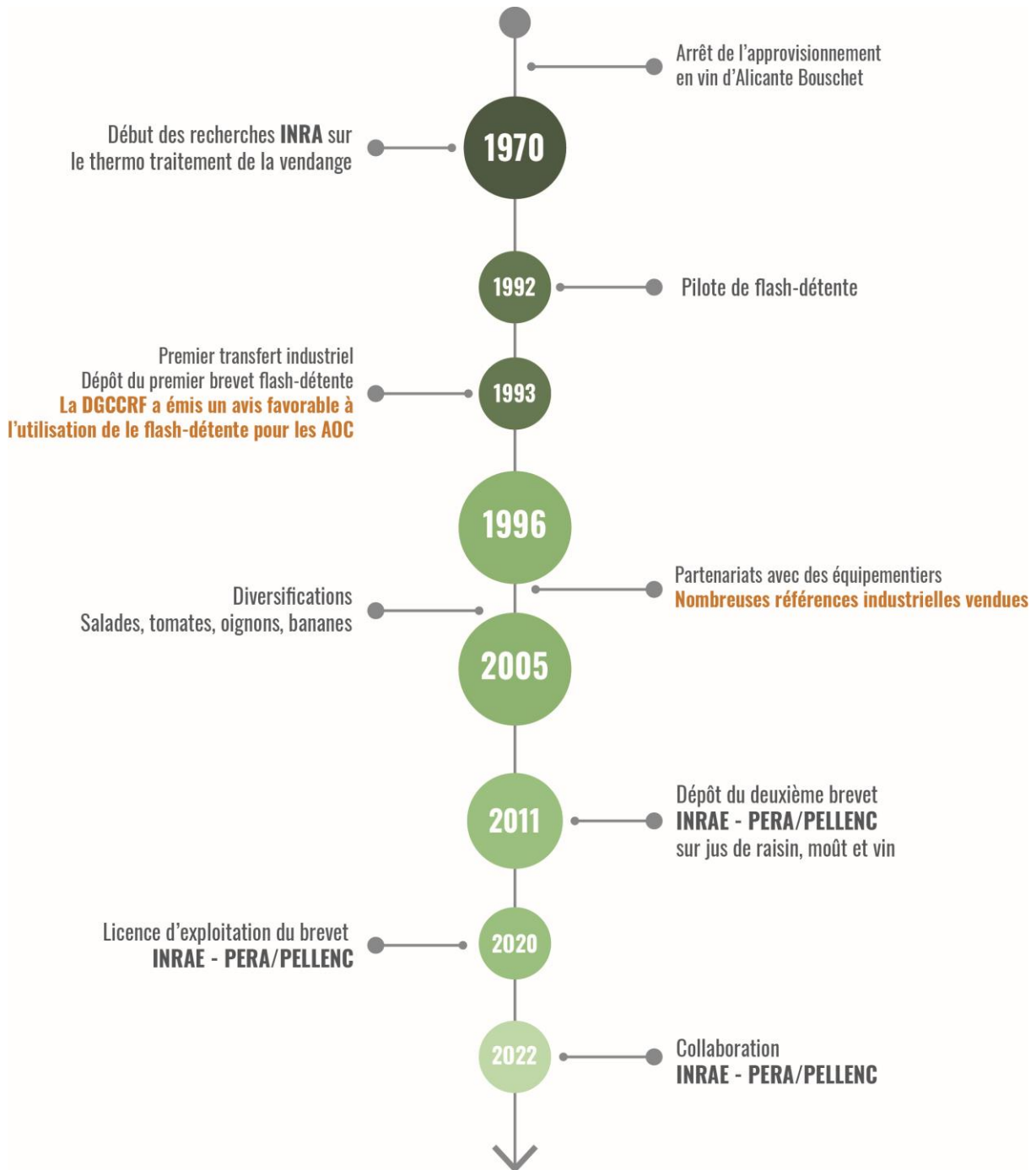
Chronologie

Date	Événement
1970	Début des recherches sur le thermotraitement du raisin à l'INRA. L'Intérêt des viticulteurs surgit suite, en particulier, à l'arrêt de l'approvisionnement de l'Alicante Bouschet en provenance d'Afrique du Nord. On commence à se poser de questions sur comment améliorer les productions.
1980	Parution « La vinification avec chauffage de la vendange, résultats de 10 années d'expérimentation » par P. Bénard, M. Bourzeix, C. Flanzky, éditions INRA.

⁵ Union Nationale des Groupements de Distillateurs d'Alcool.

Janvier 1992	<p>Premiers contacts INRA/Aurore Développement et mise en place des expérimentations sur pilote labo discontinu de flash détente (FD), échelle 20 kg de la société Aurore Développement sur marcs de raisin (muscat d'Alexandrie) pour l'extraction d'arômes et sur cépages rouges : carignan, syrah, merlot, cabernet-sauvignon à l'unité INRA de Pech Rouge en septembre 1992, puis en septembre 1993.</p> <p>Bilan en lien technique avec la société Aurore Développement pour la faisabilité industrielle en œnologie, et l'INRA de Montpellier (IPV puis UMR SPO) pour les analyses fines : composés d'arômes, polyphénols et vinifications avec lot témoin. Mise en place d'analyses sensorielles par le PTAS (Plateau Technique d'Analyses Sensorielles) de l'UMR SPO et UE Pech Rouge.</p> <p>Les gains d'extractions en polyphénols sur tous les essais par FD sont de plus de 50% par rapport au témoin. Ceci se fait de façon équilibrée pour chacun des composés polyphénoliques étudiés.</p>
Nov 1993 1^{er} brevet	<p>Premier output : Brevet de flash détente (vin et jus) : le 8/11/1993 en lien avec la DRIVE INRA.</p> <p>Prise de contact et informations de la DGCCRF, qui valide l'appui des résultats obtenus pour l'application générique sur vin. Pour les vins AOC, dépôt d'un dossier auprès de l'INAO (Impact politique).</p>
Sept 1993 Premier transfert industriel	<p>Premier impact : Avec l'appui du CRITT Trial, première référence industrielle à la distillerie coopérative la Gardonnenque (Grap Sud) en sept 1993 puis à la cave coopérative de Tulette.</p>
1994 -2011 et années suivantes	<p>Premières publications œnologiques en 1995 suite à un Contrat de Plan Etat Région ONIVINS.</p> <p>Partenariats avec les équipementiers IMECA - DELLA TOFFOLA, qui avait racheté IMECA, puis FABRI, puis PERA-PELLENC sous contrat de licence INRA – Aurore Développement.</p> <p>De nombreuses références industrielles PERA-PELLENC sont vendues en France (plusieurs dizaines d'unités de 10 à 40 t/h mais aussi en Europe, au Canada, en Amérique du Sud en particulier et au Japon.</p> <p>Des ventes d'unités en contrefaçon sont par ailleurs réalisées par des équipementiers non licenciés par l'INRA, en contournement du brevet INRA, en particulier en Espagne et en Italie, et aux USA en Nappa Valley. Ceci affaiblit le partenariat INRAE/PERA-PELLENC pendant un certain temps.</p>
1996- 2005	<p>Diversification des applications de la flash détente (tomate, salade, oignon, banane).</p> <p>Nouveaux partenariats (hors viticole) : transfert d'une unité industrielle sur tomate.</p>
2011- 2020 2^e brevet	<p>Perfectionnement des applications en vinicole jus de raisin et vin.</p> <p>Brevet de perfectionnement lié à la flash détente concernant en particulier l'extraction d'oligosaccharides et polysaccharides du raisin, brevet déposé par l'INRA le 30 sept 2011 sous le N°1158819 : Procédé de préparation d'un produit alimentaire liquide enrichi en oligosaccharides et polysaccharides.</p> <p>Accord d'exploitation du brevet INRAE/PERA-PELLENC, signé le 24 avril 2020 pour les jus de raisin, les moûts et le vin.</p>
2022-2023	<p>Programme de Recherches INRAE/PERA-PELLENC : poursuite de la collaboration de recherche INRAE (Pech Rouge et UMR SPO).</p> <p>Réalisation d'une unité pilote pour Pech Rouge adaptée au traitement de petits lots de raisin.</p> <p>Objet : Extraction sur nouvelles variétés de raisins tolérantes aux maladies cryptogamiques pour le jus de raisin et les vins, étude de stabilité des extractions sur moûts et jus.</p>

Graphique



Création : Julie Samson

Récapitulatif des partenaires associés

Nom du partenaire associé aux recherches (5 maximum)	Type (académique, privé, instance publique, institut technique)	Connaissances apportées disciplines, compétences spécifiques	Moyens apportés (financiers, infrastructures..)	A participé depuis le début des recherches?
Aurore Développement	Ingénierie	Procédés	Oui	Oui initiateur avec INRA du projet sur l'œnologie
CRIT Agro-alimentaire TRIAL et société IMECA	Instance régionale et Privé	Expérimentation vinification, œnologie, technologie	Oui	Oui
FRANCE AGRIMER Occitanie	Publique	Œnologie, polyphénols	Oui	Oui
Distilleries	Privé	Expertise analytique (salade)	Oui	Oui sur salade
PERA-PELENC	Privé	Technologie, Ingénierie	Oui en contrat de licence	Après 5 ans et se poursuit depuis en 2022-2023 y compris à l'appui de nouveaux brevets en contrats de licence

Impacts

Le projet a eu des conséquences très positives à plusieurs niveaux.

Impacts économiques : compétitivité de la filière vinicole.

Les équipementiers vendeurs de matériel de vinification partenaire d'INRAE ont été les premiers bénéficiaires directs. Ils étaient particulièrement intéressés pour développer des équipements plus adaptés, en ajoutant un dispositif de mise sous vide dans le procédé. Ce sont eux qui ont été naturellement partenaires de l'INRA, sous contrat de licence IMECA-DELLA TOFFOLA au début, (les 5 premières années, le rachat d'IMECA par la société Italienne DELLA TOFFOLA, a par contre enrayé cet élan industriel), FABBRI, BOCCARD et depuis 2002 PERA-PELENC. Ils ont su développer le procédé selon les licences en cours, sur l'ensemble des vignobles français, en particulier en Languedoc-Roussillon, Côtes du Rhône, Bordeaux, Espagne, Italie, Amérique du sud, Canada (Québec), Japon, Australie, Afrique du Sud, Israël, Russie et Ukraine.

Ceci s'est traduit par le développement du chiffre d'affaire et du savoir-faire des équipementiers qui sont des PME françaises. Actuellement 3-4 flash détente sont vendues par an dans la zone brevet par PERA-PELENC ; la flash détente équivaut à 5% du chiffre d'affaires de la société.

Au niveau économique de la filière ceci s'est traduit surtout par une meilleure valorisation des vins pour les caves coopératives et particulières. Au final il y a eu un gain de rémunération pour les coopérateurs.

Evaluation de cet impact : Une tonne de raisin permet d'élaborer environ 700 L de vin. Sur une hypothèse moyenne de 10 h de fonctionnement par jour, 25 jours par an, ceci représente pour une unité de capacité moyenne de traitement de 20 T/heure de raisin :

$20 \times 700 \times 25 \times 10 = 3\,500\,000$ l soit 35 000 hL

Pour 30 unités en production ceci représente un peu plus d'un million d'hL de vin, ce qui est déjà très significatif (pour mémoire la production annuelle en France de vin rouge est environ de 30 millions d'hL).

La valeur ajoutée peut être évaluée sur ce critère : le négoce achète préférentiellement ces vins, qui sont donc retirés plus rapidement et le plus souvent à des prix supérieurs. Certains négoce ont même recommandé à de grandes caves coopératives d'investir sur ce procédé en contrepartie de l'achat de ces vins. L'impact pour le consommateur est, vu les volumes produits, également très significatif. Ceci est d'ailleurs un objectif majeur : améliorer la qualité des vins.

Même si ceci n'était pas l'objectif, car le procédé concernait des vins de niveau premium, en cas de mauvaises conditions météorologiques et de mauvais état sanitaire de la vendange, le fait de chauffer la vendange permet de détruire les bactéries et les enzymes oxydatives issus du champignon *Botrytis cinerea* (pourriture grise). La mise sous vide permet de condenser 5 à 10% du poids de vendanges et ainsi d'éliminer des défauts olfactifs sur ces vendanges altérées. L'impact économique est alors très significatif.

Impact Politique

Il y a eu aussi un impact politique induit et réglementaire : le thermo traitement classique de la vendange ne concernait que les vins dits de table (ou sans appellation ou signes distinctifs de qualité). En lien avec l'INAO, les vins de pays (IGP) et de nombreux vins AOP ont eu accès à cette technologie y compris de vins de niveau premium.

L'équipement de flash détente a fait partie, à cette époque, des équipements bénéficiant de subventions par l'Etat (ONIVINS d'alors, FRANCE AGRIMER aujourd'hui) pour l'amélioration qualitative des vins. Ceci fait toujours l'objet de subventions.

La France dans le domaine viti-vinicole dispose d'une forte notoriété internationale. Elle est observée. L'innovation proposée a été rapidement référencée à l'international et fait l'objet de communications scientifiques dans de nombreux pays et de ventes d'équipements. La notoriété de PERA s'appuie toujours sur la collaboration avec INRAE ; relation qui est mise en avant par la société, argument de vente positif notamment vis-à-vis de la concurrence qui ne possède pas cet accompagnement.

Ces succès significatifs ont eu par contre pour conséquences négatives de créer des contrefaçons, donc en dehors des partenariats INRA, tant en France, qu'Italie, Espagne puis Etats Unis. Ceci a conduit le service juridique de l'INRA à informer publiquement la filière vinicole des savoirs faire protégés par l'INRA (voir annexe 3, communiqué de presse en lien avec le service juridique INRA). Dans les années 2010-2015, ceci a conduit pour contrefaçon à la mobilisation forte du service juridique de l'INRA.

Si le procédé est référencé sur certaines appellations (AOP), il est autorisé en vinification en bio, avec la limite que le traitement thermique ne doit pas dépasser 70°C et aujourd'hui 75°C.

Impact social

Il s'évalue en terme d'emploi au niveau des équipementiers fournisseurs du procédé d'une part (quelques dizaines d'emplois) et des coopérateurs des caves dont la rémunération et la rentabilité est améliorée. Une équipe de R&D de 3 personnes dédiée à ce procédé est mise en place par la société PERA-PELLENC.

L'utilisation de la flash détente a sauvé des caves coopératives de situations très difficiles, par exemple lors de la crise viticole au début des années 2000 : les caves équipées avec la flash détente ont pu continuer à vendre leur vin (cave de Rabastens), qui était mieux adapté aux attentes du marché (vins fruités, souples, colorés) ; alors que les autres caves avaient des difficultés pour vider leurs stocks, devant faire appel à la distillerie de crise (caves de Parnac, Técou... Cf. témoignage de M. Favarel, Dir. R&D et Applications œnologiques, Société PERA-PELLENC). Certaines sociétés de négoce ont d'ailleurs conseillé à des caves viticoles de s'équiper.

Impacts généralisés

Au-delà de l'application de la technologie pour la production de concentré de tomates (usine dans l'Aude qui transformera pendant 3 ans 18 000 tonnes de tomates par an, avec 11 emplois permanents, 4 saisonniers et 25 emplois indirects) et autres applications (banane, oignon), la collaboration avec INRAE a eu des impacts plus larges pour la société PERA-PELLENC que l'augmentation du Chiffre d'Affaire lié à la vente des équipements de flash détente. En effet, la collaboration avec INRAE (mise en avant par la société) leur ouvre les portes sur les presses et autres matériaux.

Impacts potentiels

Impact environnemental (potentiel)

Il ne peut s'évaluer qu'au niveau de la cave de vinification en comparaison du thermotraitement classique. Le refroidissement de la vendange se fait par la mise sous vide du raisin. L'énergie consommée est celle de la pompe à vide et de l'eau froide alimentant le condenseur, les frigories sont générées dans ce cas par un aéro-réfrigérant, moins consommateur d'énergie qu'un groupe frigorifique. Ce gain d'énergie de quelques % par rapport au procédé classique dans les années 2000, n'était cependant pas décisif dans l'acte d'investissement.

Utilisation de chaudières à biomasse : exemple couplage en Espagne avec la production d'huile d'olives qui permet de brûler les noyaux d'olives (Cave coopérative de San Antonio Abad, 45860 Villacañas-Toledo).

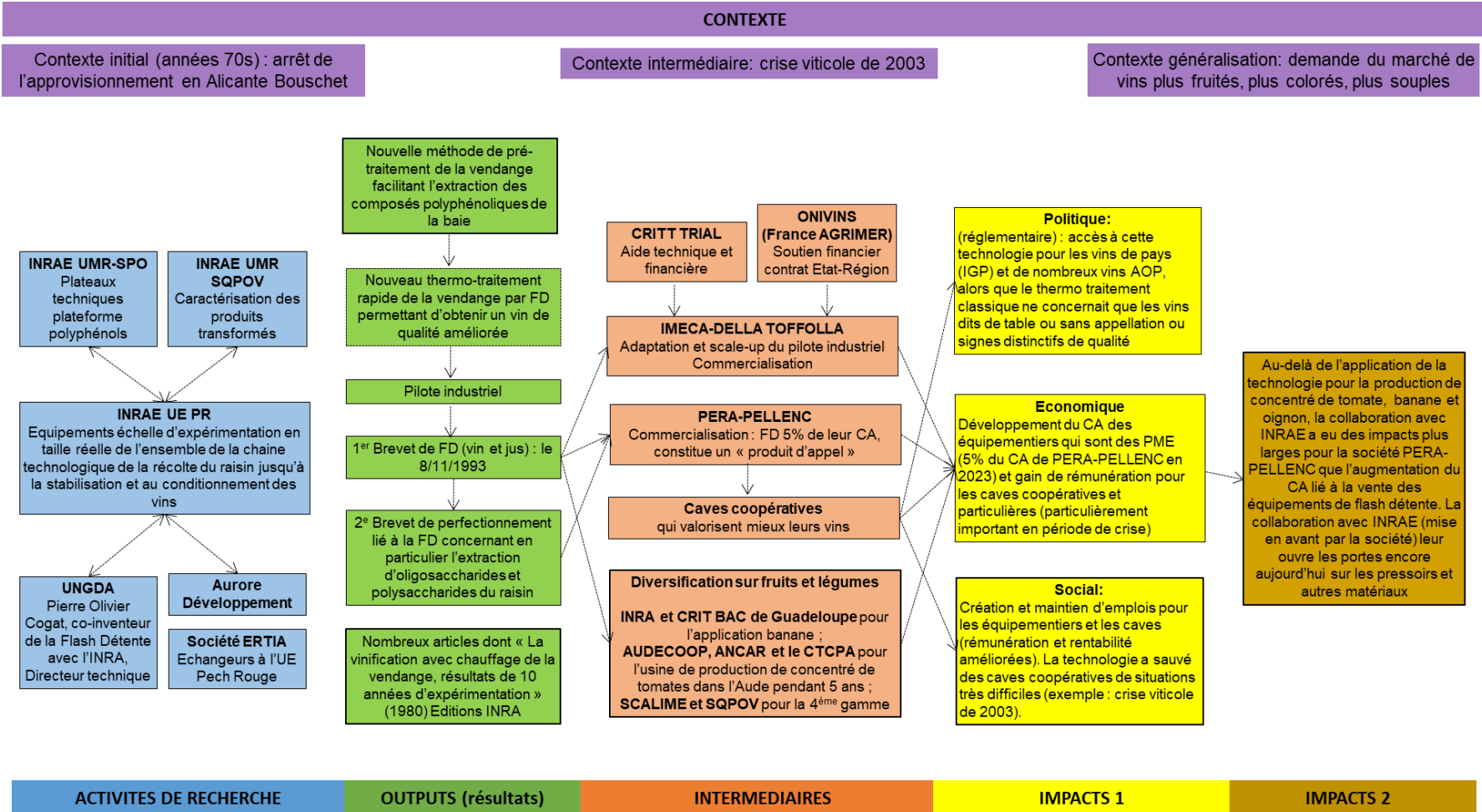
Impact santé (potentiel)

Le champ d'application concerne principalement le vin qui est une boisson alcoolisée. Une teneur améliorée significativement en polyphénols, connus pour leur intérêt santé comme antioxydant, peut être au moins citée faute d'être revendiquée au niveau santé. Les vins obtenus par flash détente sont plus riches en un polysaccharide du raisin : Rhamnogalacturonane II dimère (RGII dimère). Ce polysaccharide a la propriété reconnue de complexer le plomb du bol alimentaire au cours de la digestion, le rendant non assimilable. Les vins de flash détente sont plus riches en fibres solubles. Ces bénéfices sont transposables à des applications fruits et légumes.

Enfin, l'utilisation de ce procédé peut permettre de réduire les quantités de sulfites ajoutées ou de s'en passer. En effet, des sulfites sont ajoutés sur la vendange et les moûts avant fermentation, d'une part pour inactiver des enzymes polyphénol oxydases (par exemple la Laccase produite par le champignon *Botrytis cinerea*) responsables de la dégradation de la couleur des vins rouges et d'autre part, pour diminuer le développement de certaines flores microbiennes, dites d'altération, qui peuvent être présentes sur la vendange et qui ne sont pas un facteur de qualité pour le vin. La flash détente, par son action thermique, remplace efficacement l'action des sulfites pour ces deux critères.

D'autres impacts sont évalués dans la prolongation des recherches menées avec INRAE/PERA-PELLENC dans le cadre du programme MINIFLASH. INRAE et PERA-PELLENC restent convaincus que de très nombreuses applications et collaborations sont encore à développer avec ce procédé et pourront faire l'objet d'autres brevets. Certaines pistes confidentielles sont à l'étude.

Le chemin d'impact



Les impacts en résumé

Dimension d'impact	Notation de l'importance de l'impact : de 1 à 5 ou faible, moyen, fort	Résumé de chacun des impacts
Economique	<i>fort</i>	Développement du CA et du savoir-faire des équipementiers qui sont des PME ; gain de rémunération pour les caves coopératives et particulières ; maintien des emplois et de la compétitivité.
Environnemental	<i>faible</i>	En comparaison du thermotraitement classique : gain d'énergie de quelques % par rapport au procédé classique des années 2000. Une utilisation de chaudières à biomasse permettrait de l'augmenter.
Sanitaire	<i>potentiel</i>	Le champ d'application concerne principalement le vin qui est une boisson alcoolisée, mais le procédé permet de diminuer les quantités de sulfite ajoutées tout en préservant la qualité microbiologique.
Territorial-social	<i>fort</i>	Social : création et maintien d'emplois pour les équipementiers et les caves (la rémunération et la rentabilité sont améliorées). La technologie a sauvé des caves coopératives de situations très difficiles (exemple : crise viticole de 2003).
Politique	<i>moyen</i>	Réglementaire : accès à cette technologie pour les vins de pays (IGP) et de nombreux vins AOP, alors que le thermotraitement classique ne concernait que les vins dits de table ou sans appellation ou signes distinctifs de qualité

Source des données

I. Articles web :

- Flash détente : vers une modulation du process ; article web de 2012 : <https://www.vitisphere.com/actualite-77858-flash-detente-vers-une-modulation-du-process.html>
- Les vins du futur se dessinent à l'Inra ; article web de 2013 : <https://www.larvf.com/vins-futur-techniques-montpellier-gruissan-export-la-revue-du-vin-de-france,2001118,4359819.asp>
- OenoSm'Art, l'unité de flash détente mobile de Pera-Pellenc ; article web de 2018 : <https://www.mon-viti.com/node/24831/activer>
- Pera : forte croissance en perspective pour 2019 ; article web de 2018 : <https://objectif-languedoc-roussillon.latribune.fr/entreprises/industrie/2018-12-19/pera-forte-croissance-en-perspective-pour-2019-801635.html>

II. Exemples d'utilisation dans les caves :

- <https://www.vignerons-castelas.fr/technologie-vin-cave-cooperative-gard>
- <https://vignerons-roaix-seguret.fr/>
- <https://la-belle-pierre.com/terroir-et-vinification/>
- <https://www.chefsdoc.fr/les-vendanges/> (cave coopérative de Corneilhan)
- <https://cavelavalloise.com/produit/belle-emilie-rouge-igp-du-gard-75cl/>

III. Catalogue Pellenc-Pera : https://issuu.com/pellencsa/docs/145395-catalogue_mdc_2020_fr_bd

IV. Autres articles :

Vinsonneau, E., Escaffre, P., Crachereau, J.C. & S. Praud (2006) Evaluation du procédé de vinification par Flash détente dans le Bordelais – Chambre d’agriculture de la Gironde – ITV Bordeaux Blanquefort. Rapport Maté Vi, 15/05/2006.

V. Liste des entretiens réalisés (fichiers audio disponibles sur demande).



1. M. Jean Luc Favarel,
Dir. R&D et Applications
œnologiques, Société
PERA-PELLENC SAS, Route
d’Agde 34510 Florensac.
[https://www.pellenc.com](https://www.pellenc.com/fr-fr/pera-oenoprocess)
[/fr-fr/pera-oenoprocess](https://www.pellenc.com/fr-fr/pera-oenoprocess)

« Ce qui a généré l’intérêt pour le thermotraitement de la vendange dans les années 70s, a été l’arrêt de l’alimentation de la viticulture languedocienne en Alicante Bouschet en provenance d’Afrique du Nord. La flash détente n’a jamais été utilisée comme il avait été prévu au départ, notamment en termes de température. C’est la société IMECA qui la première a contribué au développement de la flash détente en cave coopérative ; à raison de 5 unités/an jusqu’en 2002, date à laquelle PERA a obtenu la licence. Une réponse face à la crise : La flash détente a permis à la cave de Rabastens de mieux affronter la crise viticole de 2003, par rapport aux caves environnantes qui n’avaient pas de flash détente (Parnac, Fronton), qui n’arrivaient pas à vider leur stock, ou qui étaient obligées d’envoyer leur production en distillation de crise (la cave de Técou l’a fait pendant 4 années de suite) ; les vins de Rabastens, correspondant mieux au marché, se vendaient mieux (pas de stock d’une année sur l’autre). Dès lors que la cave de Parnac a acquis la flash détente, ils ont été en capacité de produire un vin de malbec correspondant mieux aux attentes du marché, et depuis ils sont en rupture de vin de malbec chaque année. Cette technologie a permis de se remettre dans l’axe par rapport à ce que cherche le client. Nos goûts ont évolué : on préfère des vins fruités, très colorés, souples, sans amertume. La flash partielle a été le 2^{ème} souffle qui a boosté la flash détente, on a évolué à partir du brevet initial. Actuellement 3-4 flash détente sont vendues par an dans la zone brevet. Aujourd’hui la flash détente équivaut à 5% du CA de PERA-PELLENC. En Espagne on vend des unités de 30 tonnes/h, en France plutôt des unités 8 tonnes/h et 3 tonnes/h en Amérique du Nord. En 2013, 20 ans après la création de la flash détente, nous avons cherché à faire d’autres brevets de perfectionnement pour continuer la protection par brevet. Notre notoriété s’appuie aussi sur la relation étroite qu’on a avec vous ; je la cite à chaque fois que je vais voir une nouvelle cave, je leur dis que nous nous appuyons sur la collaboration avec INRAE et c’est pour ça qu’il n’est pas question de la suspendre. La diversification sur tomate a bien marché et cela permis de créer des emplois, mais c’est l’arrivée de concentré de tomate d’origine chinoise qui a stoppé le projet (l’usine a tourné pendant 5 ans) ».

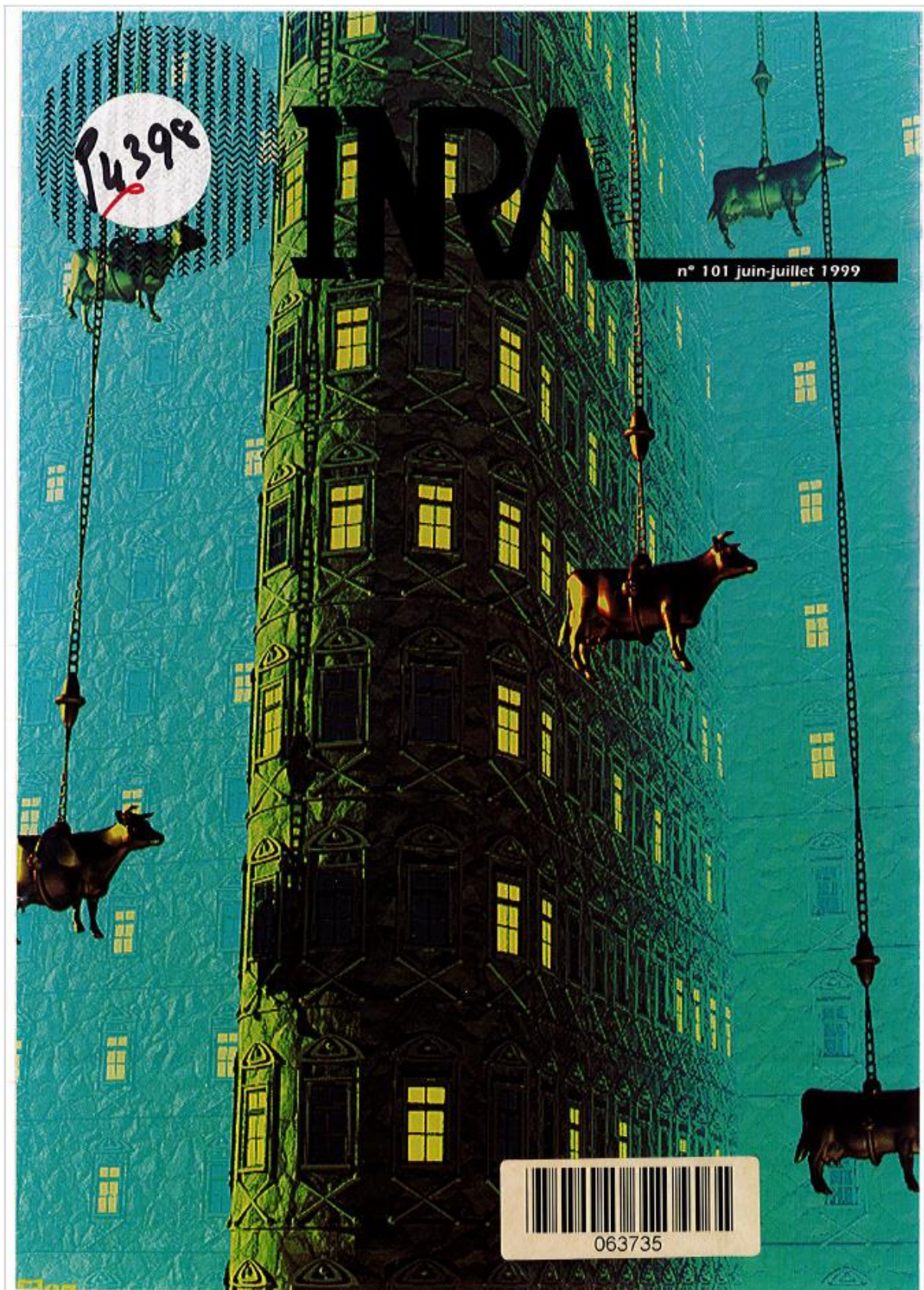


2. M. Jean Michel Mignonac, Dir. technique Société IMECA

« La flash détente a permis d'améliorer la qualité des vins rouges. Oui le développement du thermotraitement au début des années 70, fut pour beaucoup de clients et entre autres des Caves coopératives un tremplin œnologique et économique. Oui la société IMECA a su développer techniquement et commercialement ce procédé et nous avons été leader. Plus de 100 lignes ont été installées et la richesse a été partagée ; oui ce fut une étape technologique très importante. Oui la flash détente a pris en partie le relais avec des cibles plus affinées ; la société IMECA a su anticiper cette nouvelle ouverture grâce au travail de l'équipe INRA, pour asseoir rapidement dès 1993 sa première unité industrielle Cave Coopérative Costes Rousses (26 Tulette). Grace au travail R&D de l'INRA, les caves ont adapté ce procédé comme un jouet industriel à multiples usages suivant les cépages et les objectifs recherchés des acheteurs. Une grande diversité de produits a été élaborée, avec une grande flexibilité d'utilisation de la technologie. IMECA a vendu plus de 30 lignes complètes en France et à l'étranger. IMECA était le leader industriel. La société PERA-PELLENC a pris le relais. Pour rappel, IMECA fut comme avec le thermotraitement la locomotive sur le plan industriel et commercial. C'était pour IMECA un impact sur le C.A. (20%) et surtout une grande notoriété nationale et internationale. A l'arrêt d'IMECA, les relais ont été pris (aide conséquente de la société, IMECA au personnel technique et commercial). Pour rappel, la société Della Toffola (Italie) a pris la suite mais sans succès. Nous les avons pourtant formés avec un appui technique de M. Alfred Rosa. PERA-PELLENC a pris le relais et a su apporter de nouvelles pistes avec l'intégration d'Alfred Rosa et Jean Luc Favarel. IMECA avait l'ambition, avant son arrêt, de créer une petite unité fixe ou mobile pour pouvoir aussi répondre à des demandes et dans des conditions économiques les plus optimisées. Cette démarche a toujours été entretenue par IMECA pour ne pas pénaliser les petites structures où les coûts ne sont pas homothétiques. Nous l'avons fait pour le thermotraitement, la filtration tangentielle et le refroidissement de la vendange. Cela répondait aussi à l'impact sociétal. Une grande déception : La flash détente sur les autres fruits et légumes. Nous mesurons aujourd'hui un peu le pourquoi de ce non succès. Il nous manquait l'acte fermentaire. Ce qui est un grand différenciateur. Cela a représenté beaucoup de travail de R&D avec l'INRA, le CIRAD et l'UNGDA. IMECA a aussi beaucoup dépensé sans aucune réussite commerciale. Les résultats n'ont pas été à la hauteur du travail effectué et des espoirs fondés. L'histoire le démontre aujourd'hui, puisqu'aucune unité industrielle dans le secteur Agro-Alimentaire hors vin n'est en fonctionnement. On peut se poser la question : Est-ce qu'une piste R&D mérite la mise en place d'un tel programme ? En Conclusion : il n'y a pas de limite à développer tout cela, votre travail à l'INRA est énorme, il doit être facilement compris, interprété et accroché par les industriels. »

Annexe 1

Documents « INRA mensuel »



La Flash-détente : du vin à la tomate... et de la recherche à l'industrie

L'histoire d'une aventure scientifique et économique remarquable

Mis au point à l'origine par une PME de l'île de la Réunion pour l'extraction d'arômes de fruits exotiques, le procédé de flash-détente a été conçu ensuite pour l'élaboration du vin et la fabrication de concentré de tomate. Ces nouvelles applications technologiques résultent d'un travail initié par des chercheurs de l'INRA en Languedoc-Roussillon¹ et rencontrent un vif succès auprès des industriels de l'agro-alimentaire. Un bilan qui saurait difficilement être meilleur si l'on ajoute l'impact positif sur l'économie régionale et les emplois générés. Histoire d'une aventure scientifique et économique qui a bien tourné...

Flash-détente : un nom percutant pour un procédé qui l'est tout autant... Derrière cette technique extrêmement performante, se cache un transfert de technologie remarquable par ses résultats, sa rapidité de mise en œuvre - et l'étroite collaboration menée entre chercheurs et industriels. Mais avant d'en explorer le fonctionnement intime et ses débouchés, faisons un petit détour par l'histoire... Tout commence (ou presque...) au début des années 90, lorsque l'INRA prend connaissance d'un procédé d'extraction d'arômes de fruits exotiques.

Le vin : libérer ce qu'il a de meilleur en lui

À cette époque, les chercheurs de la filière viti-vinicole font face à un constat lié à leurs nouvelles connaissances sur la composition de la baie de raisin. Chez celle-ci, l'essentiel des agents responsables de la couleur et des caractéristiques organoleptiques des vins rouges se trouve dans la peau du grain, nommée "pellicule". Or, les méthodes classiques de vinification ne permettent d'extraire que 30 à 50% de ce potentiel, le reste étant perdu dans le marc au moment du pressurage. Que faire pour améliorer ce rendement, tout en respectant l'équilibre du vin ? Comment libérer ces anthocyanes, arômes, et autres tanins localisés dans les pellicules ?

Différentes approches sont poursuivies : la biochimie, l'apport des enzymes, et bien sûr la voie technologique. Les chercheurs de l'INRA traquent ainsi dans la littérature et chez les industriels de l'agro-alimentaire les innovations capables de satisfaire au problème posé. En 1992, ils se penchent sur un nouveau process, mis au point pour extraire les arômes de bananes, mangues, goyaves ou lichis... Il a été conçu par un industriel basé à St-Denis-la Réunion, du nom d'"Aurore Développement". La technique consiste à chauffer rapide-

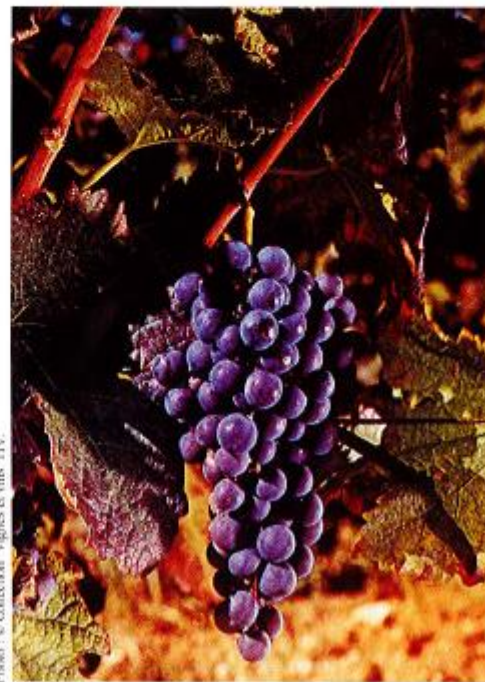


Photo : © Collection "Vignes et vins" ITV.

Merlot.

ment le fruit, puis à le placer instantanément sous vide, ce qui favorise la libération des composés piégés à l'intérieur des cellules (voir encadré 1). En collaboration avec Pierre-Olivier Cogat, directeur d'"Aurore Développement", les chercheurs de l'INRA adaptent ce procédé au traitement de la vendange, non plus pour l'extraction des composés volatils mais pour celle de l'ensemble des macromolécules (polyphénols, précurseurs d'arômes...). La première vinification est réalisée en 1993 par la station expérimentale de Pech Rouge, située dans l'Aude (voir encadré 2). Les essais sont menés sur un petit pilote de 20 kgs et concernent les cépages carignan, syrah, merlot, cabernet-sauvignon pour les rouges, et le muscat d'Alexandrie pour les blancs. À la grande satisfaction des chercheurs, les résultats obtenus sont très encourageants. Jean-Louis Escudier, directeur de la station expérimentale de Pech Rouge, se souvient et s'enthousiasme encore : "Avec stupéfaction, nous avons obtenu des gains d'extraction jamais atteints par tout autre technologie. En plus, nous avons un autre motif de satisfaction, d'ordre qualitatif. Les vins étaient bons, voire excellents, appréciation du jury d'analyse de la station à l'appui".

Peu de temps après, l'expertise des vins par le laboratoire des Biopolymères et Arômes de l'INRA de Montpellier confirme un gain d'extraction très équilibré, bien supérieur aux techniques classiques (cuvaison prolon-

Le Point

Une fois n'est pas coutume : ce point est consacré à l'histoire d'une valorisation et il a été rédigé par deux journalistes extérieurs à la demande de l'équipe de l'INRA concernée.

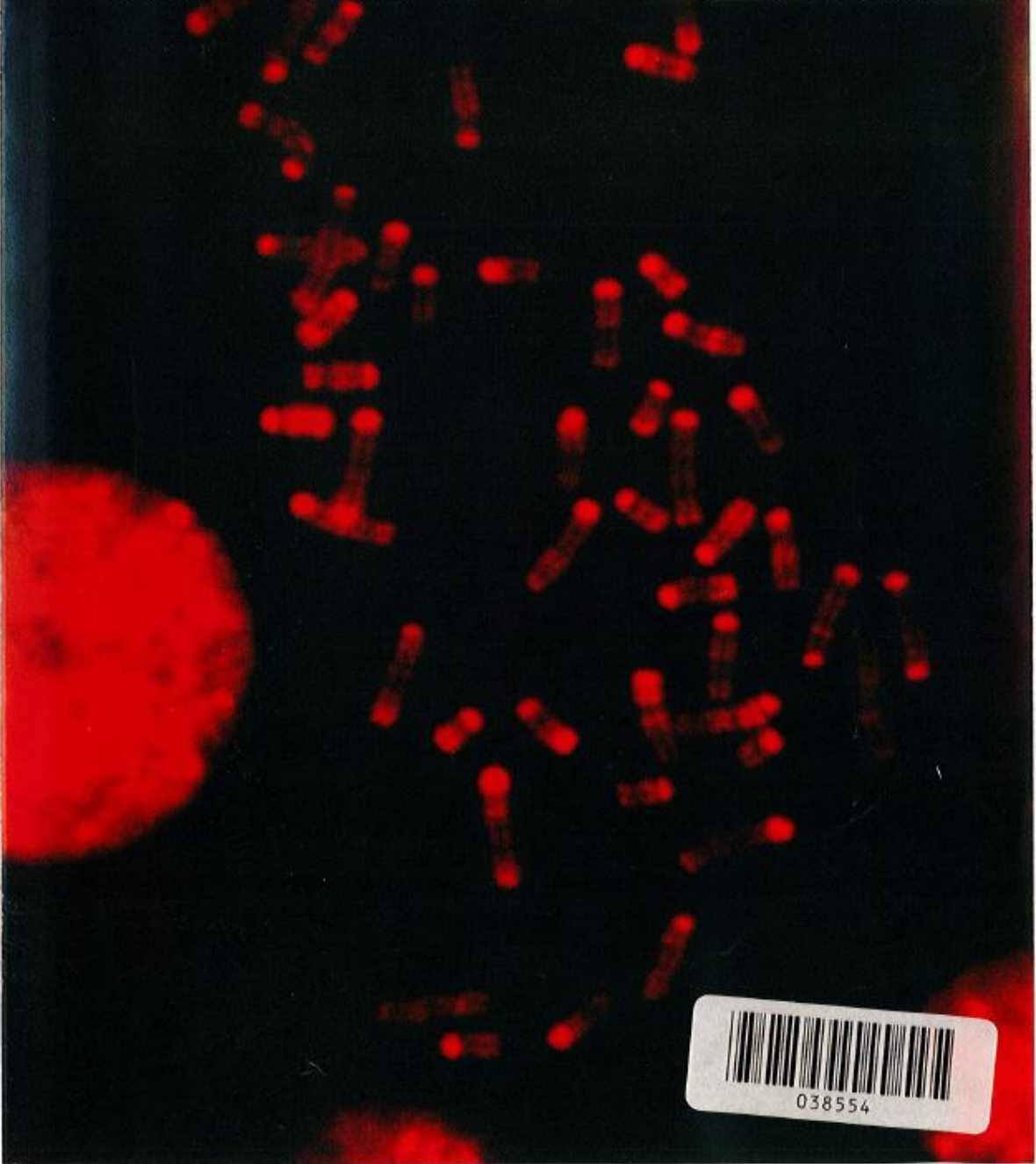
¹ Réunis au sein de l'Institut des Produits de la Vigne (IPV) et de l'Institut Supérieur de la Vigne et du Vin de Montpellier (ISVV-M).



INRA

mensuel

n° 87 février 1996



Des vins améliorés grâce à la technique "flash détente"



Photo : François Buisson

Mis au point à l'origine par un industriel réunionnais, "Aurore développement" pour récupérer des arômes dans certains fruits exotiques ou dans leurs sous-produits, ce procédé a été proposé puis adapté par des chercheurs de l'INRA-ISVV (Pech-Rouge) et le laboratoire des Polymères à Montpellier au processus de fabrication du vin.

Le programme de transfert de technologie a duré trois ans, réalisé avec le partenariat d'Aurore développement, la collaboration technique et financière du Crit-Trial (Montpellier) pour les aspects liés à l'extraction des arômes, ainsi que le financement de la filière vins, à travers le contrat État-région-Onivins.

28

Aux vendanges 1994, ce procédé de "flash détente", breveté par l'INRA dès 1993, a été utilisé pour la première fois au stade industriel sur du raisin entier par la distillerie La Gardonnenque à Cruviers Lascours (Gard).

Dans le cas du raisin, il s'agit d'améliorer les rendements d'extraction des matières colorantes et du potentiel aromatique. Cette stratégie permet d'optimiser l'étape suivante de vinification et d'obtenir des vins avec une typicité plus marquée.

En effet, dans la baie du raisin, l'essentiel du potentiel aromatique et des polyphénols (anthocyanes et tanins) se trouve dans la peau du grain et les méthodes classiques de vinification ne permettent d'extraire que 30 à 50% de ce potentiel, le reste étant perdu dans le marc au moment du pressurage.

Le procédé de "flash détente" appliqué à la fabrication du vin consiste à traiter la vendange sous vide poussé. Le raisin est préalablement chauffé en l'état et en l'absence d'oxygène par vapeur directe issue du jus, jusqu'à une température maximum de 95° C en quelques minutes. À la différence des autres applications, il est impossible d'utiliser la vapeur d'eau directe lorsque cette technique est mise en oeuvre sur le raisin : la réglementation interdisant toute dilution du vin au cours de son élaboration.

Pour contourner cette contrainte, la vapeur nécessaire est produite avec du jus de raisin de la même vendange et réinjectée ultérieurement dans celle-ci. Après chauffage, le raisin est transféré à l'aide d'une pompe dans une cuve sous vide dans laquelle se produit l'effet flash avec libération de vapeur. Cette mise sous vide en continu entraîne un refroidissement immédiat de la masse jusqu'à une température qui dépend uniquement du niveau de vide dans la cuve. Lors de cette détente sous vide, les pellicules du raisin sont fragilisées par une destruction plus ou moins importante de l'organisation tissulaire du fruit, selon le niveau thermique du prétraitement et du vide appliqué.

La mise sous vide du raisin chauffé provoque une vaporisation d'environ 10% de la masse des fruits traités et les substances condensées recueillies au bas du condenseur constituent un concentré de l'arôme du fruit qui, dans le cas du raisin, est réincorporé à la vendange au lieu d'être extrait séparément. Ces modifications favorisent les phénomènes de diffusion des constituants de la pellicule du raisin durant les phases de macération.

Ce procédé permet, par rapport aux techniques classiques : d'accroître en moyenne de 50% la quantité de matières colorantes extraites du raisin ; le taux de polysaccharides peut gagner 30% ; l'enrichissement en composés phénoliques globaux peut dépasser de 50% les teneurs observées dans des vins témoins. Ainsi, avec ce procédé, les valeurs de l'extrait sec global des vins classiques du Languedoc-Roussillon, généralement compris entre 20 et 25 grammes par litre, augmentent d'environ 20% pour atteindre 30 grammes par litre, une valeur très proche de celle des vins de grandes appellations. De plus, grâce à une désaération poussée engendrée par la mise sous vide de la masse des produits traités, ceux-ci sont moins sensibles aux altérations chimiques et aux oxydations.

Des expérimentations, réalisées sur un appareil pilote en continu installé à la halle expérimentale de Pech-Rouge, ont montré que cette technologie était particulièrement valorisante pour l'élaboration de vins rouges. D'autant plus que l'on observe également une réduction importante des aldéhydes et des alcools à six atomes de carbone, ainsi qu'une stabilité de proportions des indices permettant d'évaluer les équilibres entre les diverses structures phénoliques.

Les vins traités par flash détente sont plus gras, avec plus de structure et de rondeur et ils sont agréables à déguster, même assez jeunes sans nécessiter de conservation trop longue avant leur consommation.

INRA mensuel n° 87

Les recherches se poursuivent pour améliorer encore le procédé. Un travail est conduit sous la responsabilité scientifique de Michel Moutonnet, directeur du laboratoire INRA des polymères et techniques physico-chimiques, à Montpellier et de Pierrick Batesti de l'université de Saint-Denis-de-la-Réunion.

Jean-Louis Escudier,
Institut supérieur de la vigne
et du vin. Station expérimentale
de Pech-Rouge.

Moduler l'équilibre des vins par électrodialyse

Éviter définitivement les dépôts de tartre dans les bouteilles de vin, peu appréciés par le consommateur, c'est le résultat du procédé de stabilisation tartrique utilisant l'électrodialyse mis au point par le laboratoire des Polymères et Techniques physico-chimiques et la société Eurodia. L'électrodialyse consiste à extraire certains ions d'une solution, dans le vin notamment l'ion tartrate et l'ion bitartrate, par migration à travers des membranes sélectives soumises à un champ électrique.

Le procédé INRA a permis la mise au point d'un "stabilisateur tartrique par électrodialyse" qui repose sur l'utilisation de membranes spécifiques et sur la conception d'un système de contrôle-commande. Cette innovation a été brevetée par l'INRA à la suite d'un partenariat de recherche-développement avec la société Eurodia. Elle permet d'ajuster le niveau de traitement à chaque vin en fonction de son instabilité, en n'éliminant que la quantité d'acide tartrique et de potassium nécessaire et donne de très bons résultats en termes de qualité. Le mode de conduite mis au point rend le procédé entièrement automa-

tique et assure sa fiabilité. L'évaluation technico-économique montre que le stabilisateur tartrique par électrodialyse est concurrentiel des techniques traditionnelles.

Ce stabilisateur tartrique par électrodialyse a reçu la médaille d'or du Sitevi en novembre 1995 dans la catégorie "Vinification-oenologie". Il est en phase de commercialisation dans le cadre d'un accord de sous-licence par la société "Constructions soudées du côteau" (CSC) qui le présente au Sitevi ; il est en cours d'homologation.

Jean-Louis Escudier,
Institut supérieur de la vigne
et du vin. Station expérimentale
de Pech-Rouge.

Brevets déposés en 1993 et publiés

Rappelons que l'on ne peut publier un brevet que 18 mois après son dépôt ; les brevets non publiés restent confidentiels.

Productions Animales

- Procédé et système de contrôle laitier automatique et éprouvette de contrôle pour un tel système. Barillet et al., n°93 05871 du 14.05.93.

Productions Végétales

- Plantes transgéniques résistantes aux virus végétaux et procédé d'obtention. Robaglia et al., n° 93 00307 du 14.01.93.
- Séquences de nucléotides du *Loccus Cyt1a* pour le contrôle de l'expression de séquences d'ADN dans un hôte cellulaire (INRA-Institut Pasteur). Lereclus et al., n° 93 05387 du 05.05.93.
- Procédé pour la détection et la caractérisation de xanthomonas phytopathogènes et produits mis en oeuvre (INRA-Institut Pasteur).

Lematre, Guesdon et al., n° 93 06069 du 19.05.93.

- Soustraction génomique *Erwinia carotovora atroseptica-E.c.chrysanthemi* (INRA-INA-PG). Bertheau et al., n° 93 06072 du 19.05.93.

- Séquences nucléotidiques permettant la replication et le maintien d'une information génétique dans les cellules animales (INRA-CNRS). Devauchelle, n° 93 09156 du 26.07.93.

- Billonneur sillonneur destiné à la culture de l'igname. Farant, n° 93 15013 du 14.12.93.

Industries Agro-Alimentaires

- Milieu sélectif et procédé pour le dénombrement des bactéries propioniques. Maubois et al., n° 93 00823 du 27.01.93.

- Produits du type fromages frais et leur procédé d'obtention. Bocquien et al., n° 93 05602 du 10.05.93.

- Procédé et dispositif automatique de stabilisation tartrique des vins. Escudier et al., n° 93 10328 du 27.08.93.

- Procédé pour la transformation enzymatique des triglycérides d'une matière grasse en particulier la matière grasse laitière (INRA-CIRAD). Lamberet et al., n° 93 12209 du 14.10.93.

- Composition à base d'acides aminés destinés au traitement du sepsis ou d'une agression engendrant une réaction inflammatoire (CLINTEC-INRA). Amal et al., n° 93 12884 du 28.10.93.

- Procédé et matériel de caractérisation de la stabilité d'une émulsion. Loisel, n° 93 13027 du 28.10.93.

- Produit alimentaire, obtention et application à la fabrication de jus de fruits ou de vin. Escudier, n° 93 13287 du 08.11.93.

- Procédé d'obtention de populations peptidiques, produits obtenus et applications. Chobert et al., n° 93 15764 du 23.12.93.

▼ Contact : DRV-Paris. Tél. 42 75 91 78. ■

INRA
PARTENAIRE

Annexe 2

Définition et description du procédé Flash Détente

Le procédé flash détente consiste en un thermotraitement à une température élevée (supérieure à 70° et idéalement supérieure à 90°C) de la vendange éraflée, couplé à une mise sous vide totale ou partielle qui fait l'originalité de ce procédé. Initialement, le chauffage de la vendange était effectué par contact avec de la vapeur dite biologique issue du chauffage d'une fraction de jus de la vendange traitée. La vapeur se condensant au contact de la vendange fraîche lors de son chauffage, l'utilisation de vapeur issue du jus de la vendange évite tout phénomène de mouillage. Par la suite des modifications technologiques et l'utilisation d'échangeurs thermiques ont permis de chauffer la vendange et son jus sans contact direct avec la source de chaleur, facilitant ainsi la mise en œuvre du procédé. La mise sous vide totale ou partielle de la vendange chauffée entraîne une vaporisation instantanée de l'eau contenue dans les raisins avec le refroidissement du produit, conséquence de la mise en équilibre des températures aux pressions (ou vide) mis en œuvre. La masse d'eau évaporée dépend de la différence de température de la vendange en sortie de l'enceinte de chauffage et l'air de l'enceinte de détente et du niveau de vide (pression inférieure à la pression atmosphérique) observé par le produit à son entrée dans la chambre de détente. Le produit en sortie de la chambre de détente est à la température ambiante (entre 20 et 30°C) dans le cas d'une flash totale où la dépression dans la chambre de détente est forte (inférieure à 100 millibars) et aux environs de 45-55°C dans le cadre d'une flash partielle où la dépression est plus faible (supérieure à 100 millibars). La flash détente partielle engendre une vaporisation moindre et de fait un refroidissement moindre de la vendange. Cependant, cette température est optimale pour l'action d'enzymes pectinolytiques utilisées en injection directe au sein de la chambre de détente ou par ajout successif au traitement et action au cours de la vinification. Il permet d'effectuer des macérations pré fermentaires à chaud (45-55°C) durant un temps variable selon les usages (30 mn à quelques heures) qui facilitent l'extraction des polyphénols de la pellicule du raisin vers la phase liquide. La vaporisation instantanée de l'eau présente dans la baie engendre la fragilisation de la pellicule et un fractionnement de la baie facilitant ainsi l'extraction des composés recherchés, permettant d'optimiser l'étape suivante de vinification et d'obtenir des vins d'une typicité plus marquée. Le taux d'extraction des composés polyphénoliques dépend de l'intensité du chauffage et du vide associé, ainsi que de la durée de la cuvaison. Initialement, le procédé de flash détente a été défini en tant qu'opération unitaire de prétraitement physique de la vendange facilitant la vinification et l'extraction des composés polyphénoliques de la baie. Ce prétraitement permet de réduire le volume de vendange en cours de fermentation, de faciliter l'extraction du jus lors du pressurage et des opérations de vinification. Les essais ont permis de définir les conditions optimales et paramètres procédés optimaux de cette nouvelle technologie en tant que prétraitement de la vendange. Par la suite, des études complémentaires ont montré l'intérêt de cette technologie dans le cadre de fermentations en phase liquide de vins rouges et ont été comparés à des macérations usuelles ainsi que des macérations ayant fait l'objet de macération pré fermentaire à chaud en amont de la vinification. Le potentiel d'extraction de la flash détente permet de faciliter l'extraction des composés polyphénoliques et de réaliser des vinifications en phase liquide optimisant la gestion de la cuverie via l'augmentation du volume mis en fermentation.

A partir de 2011 d'autres perfectionnements ont été apportés au brevet initial de 1993, en termes de procédé, orienté aussi vers des vinifications en phase liquide après le pressurage du raisin, et non avant le pressurage comme initialement proposé, ainsi que l'élaboration de jus de raisin à l'appui d'un second brevet déposé (voir tableau chronologie). Des applications pour l'élaboration de jus de raisin et moûts et vins issus de ces moûts, sont étudiés dans le cadre d'un programme FUI (jus) en 2008/2011. Un article sur les résultats issus de ce projet présente le procédé d'extraction par voie enzymatique couplée à la flash détente⁶.

A partir de 2022 et en 2023, une nouvelle impulsion est donnée dans le cadre d'un programme de RD INRAE-PERA-PELLENC, ouvrant à d'autres possibilités de la technologie flash détente.

⁶ Mikolajczak, M., Veyret, M., Williams, P., Doco, T., Escudier, J.L. (2011) RFOE N°249, Novembre 2011.

Annexe 3

Communiqué de presse

FICHE N° 532

DATE DE CREATION DE LA FICHE

11/12/2002

STATUT DE LA FICHE

Validé

THEMATIQUE

Alimentation

TYPE DE SUJET

Procédé

TITRE

Enrichir le vin en arômes et pigments : la Flash détente

RESUME

Mis au point à l'origine par une PME de l'île de la Réunion pour l'extraction d'arômes de fruits exotiques, le procédé de Flash détente a été conçu ensuite pour l'enrichissement du vin en arômes et pigments contenus dans la peau du raisin.

Cette application technologique, initiée par des chercheurs de l'INRA en Languedoc-Roussillon, rencontre un vif succès auprès des industriels de la filière. Histoire d'un transfert technologique réussi.

(Extrait d'INRA mensuel n°101, p.43)

CONTENU

Le raisin : libérer ce qu'il a de meilleur en lui

Dans la baie de raisin, l'essentiel des agents responsables de la saveur et de la couleur des vins rouges se trouve dans les cellules de la « peau » du grain. Ce sont principalement des composés polyphénoliques, précurseurs d'arômes, tanins et pigments anthocyanes. Or, les méthodes classiques de vinification ne permettent d'extraire que 30 à 50% de ce potentiel, le reste étant perdu dans le marc au moment du pressurage. Pour améliorer ce rendement d'extraction des matières colorantes et aromatiques, diverses voies technologiques sont explorées et mises en œuvre, dont la macération carbonique (**voir fiche**), la cuvaison prolongée, le chauffage.

En 1992, les chercheurs de l'INRA se penchent sur un nouveau procédé, mis au point pour extraire les arômes de bananes, mangues ou litchis. Conçu par un industriel réunionnais (Aurore Développement), il consiste à chauffer rapidement le fruit puis à le placer instantanément sous vide, ce qui favorise la libération des composés piégés à l'intérieur des cellules. En collaboration avec Aurore Développement, les chercheurs de l'INRA adaptent ce procédé au traitement de la vendange. La première vinification est réalisée en 1993 par la station expérimentale de Pech Rouge, à Gruissan, près de Narbonne. Par rapport aux vins témoins, le gain qualitatif est en moyenne de 50% pour les colorants, 30% pour les polysaccharides et plus de 50% pour l'ensemble des composés phénoliques.

Une analyse au microscope électronique montre la déstructuration, allant jusqu'à

l'éclatement des cellules de la pellicule et de la baie de raisin. Les composés ainsi libérés ne nuisent pas à l'équilibre des vins. A l'analyse sensorielle, ils sont jugés favorablement pour leur structure, leur charpente et leur souplesse, malgré leur forte teneur en tanins. Ils sont appréciés même assez jeunes, ce qui permet d'envisager pour ces vins à profil vin de garde une réduction des délais avant commercialisation.

Par contre, la qualité de la matière première est primordiale : un raisin pas assez mûr, une vendange mal « éraflée » (la rafle est le « squelette » de la grappe) peuvent donner des résultats désastreux. Le procédé n'est pas applicable à tous les raisins. En outre, il concerne des vins d'assemblage, car un vin « 100% Flash détente » serait trop riche car trop concentré en composés extraits.

Le procédé pour le vin

Le procédé comporte deux étapes :

- un prétraitement du raisin (soigneusement éraflé) par chauffage en l'absence d'oxygène, jusqu'à une température maximum de 95°C, durant quelques minutes. Dans la technique mise au point pour les fruits, le chauffage est obtenu par vapeur d'eau. La réglementation interdisant toute dilution du vin au cours de sa fabrication, la vapeur est ici produite avec du jus de raisin issu de la même vendange.

- un traitement sous vide poussé. Le raisin chauffé est transféré rapidement dans une cuve sous vide, où la chute brutale de pression entraîne un refroidissement immédiat avec libération de vapeur.

Comme la détente sous vide désorganise les tissus du fruit et déstructure les cellules de la peau, la vapeur est chargée d'une quantité importante de composés volatils. Son passage dans un condenseur permet de recueillir un concentré d'arômes, qui est ensuite réincorporé à la vendange. La désorganisation cellulaire favorise également les phénomènes de diffusion des constituants durant la phase suivante de macération.

Le produit de ce traitement subit ensuite une vinification classique, comportant une phase de macération, pendant laquelle la fermentation alcoolique se met en place. A l'issue de celle-ci, d'une durée de 5 à 10 jours, la vendange est décuvée, pressurée. Le vin brut suit alors un schéma classique d'évolution et traitement (fermentation malolactique, élevage éventuel en fût de chêne, clarification, éventuellement électrodialyse, **cf fiche électrodialyse**, embouteillage).

Un transfert de technologie exemplaire

On peut estimer la durée de la phase de développement à 3 ans, depuis la prise de brevet en 1993. La DGCCRF (Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes) donne rapidement l'autorisation d'utiliser le procédé pour les vins de table et de pays. Pour les vins AOC, l'autorisation est instruite par l'INAO, Institut national des appellations d'origine. L'autorisation est donnée au niveau de chaque appellation par l'INAO après expérimentation. Ainsi, le procédé de flash détente est actuellement autorisé pour les appellations Côtes du Rhône et les appellations concernant les vins méridionaux (Languedoc-Roussillon, Provence, Côte d'Azur et Sud-Ouest).

La première coopérative à s'équiper est la distillerie La Gardonnenque dans le Gard. Un responsable témoigne : « les coopérateurs de la Gardonnenque sont très satisfaits de leurs vins traités par flash-détente. Ils sont toujours les mieux notés en dégustation. Ces vins sont plus colorés, mieux structurés et d'une grande stabilité ».

A l'issue de cette phase, 4 équipementiers leaders dans la filière assurent en France, Europe et dans le monde le développement de cette technologie (sociétés Pera, Fabbri, Boccard et Scalime).

Depuis, une trentaine de caves se sont équipées, avec des capacités de traitement de 15 à 30 T/H dont 10 dans les Côtes-du-Rhône, 3 dans le Bordelais...et même une au Japon. Des

unités mobiles de Flash-détente sont exportées, notamment en Australie. Par ailleurs, des équipements de taille réduite, appelée « miniflashs » sont mis au point pour les caves particulières (1 à 10 T/H).

Ce programme de transfert de technologie a été réalisé en partenariat avec Aurore développement, avec la collaboration technique (pour l'extraction des arômes) et financière du CRITT-TRIAL (Centre régional d'innovation et de transfert de technologie-Transfert innovation agro-alimentaire) à Montpellier, ainsi que le financement de la filière vins, à travers le contrat Etat – Région – Onivins (Office national interprofessionnel des vins).

Le procédé de Flash détente a trouvé une autre application plus récemment pour la fabrication de jus de banane (**cf fiche : un nouveau produit, le pur jus de banane**), de concentré de tomates et d'extraits polyphénoliques issus d'écarts de tri de végétaux frais.

POINTS FORTS

Transfert de technologie remarquable par ses résultats et sa rapidité, grâce à deux facteurs essentiels :

- l'équipement de l'Unité expérimentale d'œnologie de Pech-Rouge permettant des essais à échelle pilote industrielle sur des raisins bien caractérisés.
- l'étroite collaboration entre les industriels et les chercheurs de l'UMR Sciences pour l'œnologie, ces derniers apportant leur connaissance à caractère fondamental du vin.

Intérêt du procédé : enrichissement du vin en polyphénols, dont les effets nutritionnels bénéfiques éventuels suscitent un grand intérêt au plan international depuis quelques années.

REFERENCES PRINCIPALES

Liste des caves équipées disponible auprès de Jean-Louis Escudier

POUR EN SAVOIR PLUS

INRA mensuel n°87, février 1996, p.28
INRA mensuel n°101, juin-juillet 1999, p. 43

Citations Presse :

- la lettre M, 19/10/2004
- Le Dauphiné Libéré, 26/10/2004
- La Vigne, décembre 2004

PARTENAIRES

Aurore Développement P. O. Cogat, 7 av St Exupéry - 92320 - Chatillon
Cette entreprise est licenciée INRA pour le monde entier. Elle a concédé par région ou pays des sous-licences de développement aux sociétés: Pera, Fabbri, Boccard, Scalime.

BREVETS

Escudier, Jean-Louis *et al.* Brevet n°93 13287 du 8/11/1993

LABORATOIRES

- UMR Sciences pour l'œnologie : Unité de recherche biopolymères et arômes, Montpellier
- Unité expérimentale d'œnologie de Pech Rouge, Narbonne - 11430 - Gruissan

CENTRES

Occitanie-Montpellier

DEPARTEMENTS

CEPIA

CONTACTS SCIENTIFIQUES

Michel Moutounet, moutounet@ensam.inra.fr

Jean-Louis Escudier, escudier@ensam.inra.fr, tél : 04 68 49 44 00

CONTACTS COM

Christine Riou, christine.riou@ensam.inra.fr Tél : 04 99 61 26 64 Fax : 04 99 61 26 64

PERIODE DE REALISATION

1993 : date du brevet

PHOTOTHEQUE**AUTRE SOURCE ICONOGRAPHIQUES**

film de la société AURORE DEVELOPPEMENT

film " LA VIGNE ET LE VIN, Les recherches", Gérard Paillard, audiovis@paris.inra.fr, 2004, 25 min

SOURCE DU SUJET

CD Rom Science au quotidien

Inra mensuel n°101 - décembre 2002

UTILISATION FAITE DE LA FICHE

article

Presse Info juin 2004

article

COMMENTAIRES ET MISE A JOUR**AUTEUR DE LA FICHE**

Pascale Mollier, d'après le texte d'Hubert Delobette et Mériam Espuna, journalistes à l'agence Papillons Médias, pour INRA mensuel n°101 - décembre 2002

VALIDATION

Jean-Louis Escudier, février 2003

ANNEXE**TITRE EN ANGLAIS****RESUME EN ANGLAIS**

Cette étude de cas a été réalisée par le département **TRANSFORM** selon la méthode ASIRPA (Analyse de l'impact sociétal de la recherche) mise au point par INRAE.

Pour en savoir plus sur la méthode : <https://www6.inrae.fr/asirpa/>

Auteurs principaux : Alain Samson, Jean-Louis Escudier, Michel Moutounet

Avec la participation de : Florence Jacques, Sylvie Colleu, Diana García-Bernet

Photo de couverture : crédits INRAE, Pera Pellenc, Adobestock.

Ce document est sous licence Creative Commons BY NC SA : Attribution – Utilisation non commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions.



> Pour citer ce document : Alain Samson, Jean-Louis Escudier, Michel Moutounet, Florence Jacques, Sylvie Colleu, Diana García-Bernet, *Prétraitement des raisins par flash détente sous vide en œnologie et autres applications sur fruits et légumes*, Rapport ASIRPA, 2023, INRAE, 14 pages.

hal-04387628v2

Unité UE0999 Pech Rouge <https://pechrouge.montpellier.hub.inrae.fr/>

> Contact : asirpa@inrae.fr