STATION REGIONALE MIDI-PYRENEES
Association Loi 1901
52, Place Jean Moulin - BP 73 - 81603 GAILLAC Cedex
☎ 05.63.41.01.54.- Fax : 05.63.41.01.88.

JOURNEE TECHNIQUE

LES AVANCEES TECHNOLOGIQUES EN MIDI-PYRENEES

BILAN DE CINQ ANS D'EXPERIMENTATION.....

29 mars 2001 - Toulouse

Actes du colloque

Intervenants :

- *Romain Renard – ITV France – Unité de Gaillac*
- *Felipe Ramon-Portugal – ENSIACET - Toulouse*
- *Jean-Luc Favarel- ITV France – Unité de Gaillac*
- *Nadine Gabas – ENSIACET - Toulouse*
- *François Davaux –ITV France – Unité de Gaillac*
- *Pierre Strehaiano – ENSIACET - Toulouse*

SOMMAIRE

) ») ») ») ») ») ») ») ») ») ») ») ») ») ») ») ») ») »)

Intérêt des modèles Duteau et Maujean pour déterminer la maturité des raisins blancs

Romain Renard – ITV France ..... page 3

Maturité polyphénolique : une description plus fine de la maturité des raisins rouges

Romain Renard – ITV France ..... page 7

Evaluation de L'activité acidifiante ou désacidifiante de levures oenologiques

Felipe Ramon-Portugal – ENSIACET..... page 26

Autres alternatives de la maîtrise de l'acidité

Jean-Luc Favarel – ITV France..... page 33

Mextar : un outil de prévision de l'acidité des vins

Nadine GABAS – ENSIACET..... page 39

Optimisation de la conduite du pressurage et de la sélection des jus

Jean-Luc Favarel – ITV France..... page 42

Optimisation de l'extraction du potentiel polyphénolique

François Davaux – ITV France..... page 49

Etat des connaissances sur les *Brettanomyces*

Pierre Strehaiano – ENSIACET..... page 54

INTERET DES MODELES DUTEAU ET MAUJEAN

POUR DETERMINER LA MATURITE DES RAISINS BLANCS

Romain RENARD
ITV France – Unité de Gaillac

La maîtrise de la maturation des raisins est de plus en plus prépondérante à l'élaboration de vin de qualité. En effet, les techniques de vinification et de conservation étant bien assimilées dans de nombreuses caves, il apparaît aujourd'hui nécessaire de pouvoir définir une maturité optimale afin de prendre une décision finale de récolte de façon plus sereine devant l'allure en «dents de scie » que peuvent prendre les courbes (sucre, AT,...) au voisinage de la maturité.

Le travail entrepris en 1994, a pour but d'étudier les phénomènes de maturation des cépages blancs régionaux, Colombard, Mauzac et Loin de l'œil, afin de permettre une meilleure gestion du potentiel présent dans la vendange.

A partir d'analyses qualitatives réalisées dès la véraison, les premiers résultats de 1994 et 1995 ont permis d'appréhender plusieurs modèles de prévision de maturité optimale.

L'expérimentation de 1995 n'a pas confirmé de façon satisfaisante les premiers résultats, en raison notamment des précipitations enregistrées à l'abord des vendanges sur ce millésime.

Cependant, la mise en corrélation du modèle de Duteau avec d'autres modèles mathématiques a permis de mieux appréhender une date optimale de vendange en 1995 sans pour cela répondre parfaitement à nos attentes. Il apparaît en effet nécessaire de fixer des valeurs maximales de précipitations au cours de la maturation afin de conserver un maximum de précision.

Parallèlement, deux autres modèles de prévision ont été testés en 1995. Ils reposent sur le caractère précoce de l'augmentation des sucres et de la chute de l'acidité totale selon un modèle décrit par Maujean en Champagne.

L'application de ce dernier sur Colombard et son association à un modèle statistique sur Mauzac et Loin de l'Oeil ont permis d'entrevoir des résultats très intéressants quant à l'estimation d'une date optimale de vendange, en relation avec les qualités organoleptiques des vins obtenus.

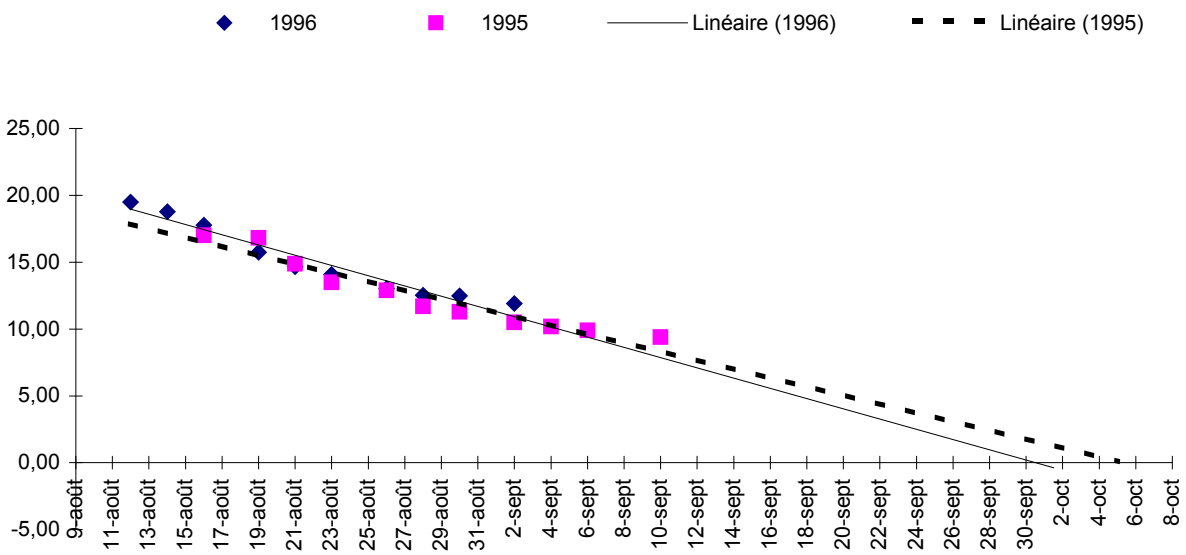
MODELISATION DE LA MATURITE DU COLOMBARD

1 - PREVISION DE LA DATE DE RECOLTE

Le modèle de prévision de la date de vendange consiste à tracer la droite de régression à partir des acidités totales du verjus, en début de véraison, correspondant à une chute de 60 à 70 %, soit une valeur comprise entre 10 et 12 g/l selon les millésimes.

L'extrapolation de cette droite de régression jusqu'à l'axe des temps aboutit à une prévision de date de vendange.

Le graphe n°1 représente les valeurs moyennes obtenues sur les 7 sites expérimentaux en 1995 et 1996.



Graphe n°1 : Modélisation de l'Acidité Totale - Prévision d'une date de récolte - Essais Station Régionale ITV Midi-Pyrénées 1995-1996

Le modèle nous permet de situer avec une précocité de 20 à 25 jours la date moyenne de maturité des Colombard, pour l'année 1996. En 1995, cette période d'anticipation était de 15 à 25 jours.

Après trois années d'expérimentation, il apparaît ainsi que la date prévisionnelle approche la date officielle des vendanges en traçant la droite de régression à partir d'une chute de l'AT correspondant à 45-50% de sa valeur initiale en début de véraison.

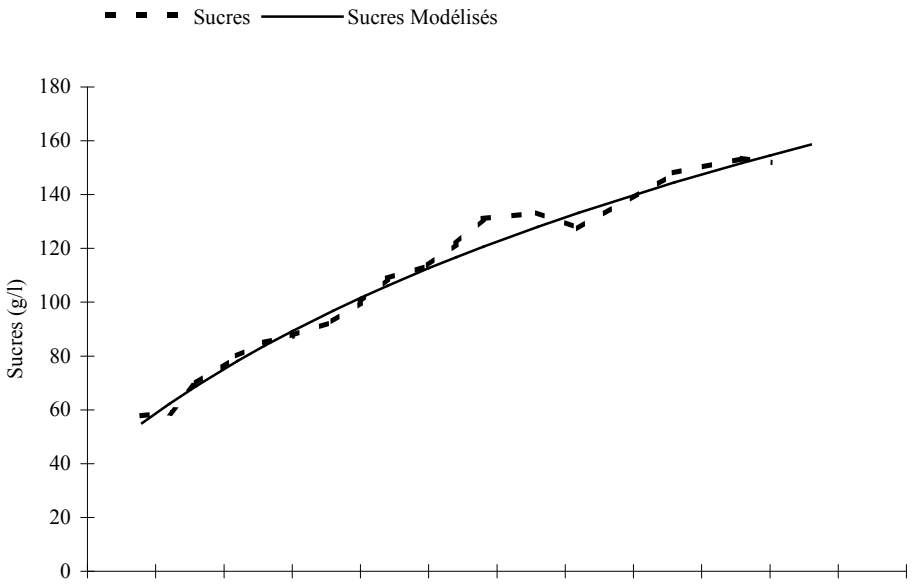
Si ces dates moyennes correspondent aux dates de vendanges moyennes enregistrées sur les Côtes de Gascogne, il est nécessaire d'approfondir l'analyse à l'ensemble des différents terroirs.
Une analyse plus précise des résultats obtenus en 1996 sur les secteurs aboutit à un étalement de la vendange allant du 25 Septembre au 7 Octobre 1996.

Au-delà de la connaissance assez précise d'une date de vendange, il est intéressant de pouvoir estimer les teneurs en sucres et l'acidité totale du raisin à maturité. La connaissance de la date des vendanges permet de valider la méthode champenoise d'estimation des sucres.

2 - ESTIMATION DES SUCRES A LA DATE PREVISIONNELLE DES VENDANGES

Maujean a démontré le caractère logarithmique de l'accumulation des sucres en fonction du temps. En imposant à la valeur des sucres cumulés de chaque prélèvement l'opérateur exponentiel, il est possible de linéariser le phénomène de maturation à partir des premiers points de contrôle et d'accéder à une nouvelle droite de régression et de modéliser l'évolution des sucres en cours de maturation. Cette estimation, faite en 1995, a été reconduite en 1996.

La valeur des sucres à la date de récolte, modélisée sur le graphe n°2 (30 Septembre 1996), permet d'estimer une valeur moyenne du degré potentiel de la vendange.



Graphe n°2 : Modélisation de l'évolution des sucres- cépage Colombard - Essais Station Régionale ITV Midi-Pyrénées 1996

Ainsi, d'une manière plus concrète, en considérant l'évolution des teneurs entre 60 et 120 g/l de sucres, l'examen de la droite de corrélation nous permet d'aboutir à un résultat moyen de 154.58 g/l au 27 Septembre 1996 soit un degré potentiel de vendange de 9°18. La moyenne des degrés obtenus sur sites par l'ITV aboutit à une valeur de 151.89 g/l (9°02).

Ce type de modélisation a donc permis d'évaluer avec une précision à 2% la valeur des sucres à la récolte, au 6 Septembre, soit 24 jours avant vendange.

Ces différents résultats acquis à partir des modélisations semblent justifier un étalement de la date de la vendange en fonction des terroirs et des types de vins désirés. Ainsi, la pente de la droite de régression renseigne-t-elle sur la potentialité de la baie à accumuler les sucres et donc sur l'opportunité à retarder ou non, selon l'état sanitaire du raisin, la date de récolte.

CONCLUSION

Outre la simple caractérisation de la chute d'acidité totale du moût entre véraison et maturité, ces modèles permettent, nous l'avons démontré, d'accéder à la richesse en sucre du raisin à la maturité. La date elle-même de récolte est appréhendée de manière assez fine, lorsque nous la comparons aux dates de récolte réelle des mêmes cépages par les principales caves des zones concernées. Toutefois, cette modélisation n'est pas aussi facilement transposable à tous les cépages. Ainsi, s'il est clair que le Colombard répond très favorablement aux modèles de Maujean, le loin de l'œil a un comportement plus délicat, alors que le mauzac est difficilement interprétable. Pour ce dernier, la raison principale semble être la faible acidité (en acidité totale et pH) de ce cépage, les modèles actuels reposant sur des chutes importantes d'acidité.

Néanmoins, ces modèles ne caractérisent pas la composante aromatique, or si l'acidité est une composante essentielle dans la perception des vins blancs, elle ne constitue pas le point central de la qualité du vin fini. La composante aromatique revêt son importance. Les avancées de la recherche fondamentale sur la connaissances des précurseurs d'arômes, nous permettent d'envisager aujourd'hui de nouvelles orientations quant à la mise au point d'outils de détermination d'une maturité optimale.

MATURITE POLYPHENOLIQUE

UNE DESCRIPTION PLUS FINE DE LA MATURITE DES RAISINS ROUGES

Romain RENARD
ITV France – Unité de Gaillac

Alors que la maturité technologique caractérisée par le rapport sucre/acidité, évalue correctement la maturité pulpaire, il semble pertinent d'estimer en quantité et qualité la maturité des pellicules, dans le cadre de vendanges rouges. Celle-ci conditionne grandement la qualité, du moins analytique, du futur vin, comme l'ont montré de nombreux travaux.

Ce travail s'organise donc autour de deux grands axes :

- caractériser la maturité polyphénolique
- utiliser cette information pour déterminer un optimum de maturité et ainsi adapter la vinification

Ces deux chapitres sont repris ci-après.

CARACTERISER LA MATURITE POLYPHENOLIQUE

1 - PROTOCOLE EXPERIMENTAL

1.1 - Fiabilité des méthodologies

La méthode ITV étant celle sur laquelle nous disposons le plus d'antériorité, est choisie comme référence. C'est donc sur cette dernière que portent les essais de fiabilité. L'analyse des points critiques ayant été fait, les coefficients de variation sont calculés à diverses étapes :

- prélèvement des 200 baies
- hétérogénéité des grappes
- dosage des anthocyanes et des IPT
- attente des échantillons après l'étape de macération

Ces essais sont mis en œuvre sur des parcelles ou des échantillons pris au hasard, leur intérêt ne réside qu'à mettre en évidence les coefficients de variation.

Prélèvement des 200 baies : mesure de l'erreur

Trois essais sont conduits : lors du premier, 2 agents prélèvent des lots de 200 baies à la parcelle et chaque échantillon est ensuite analysé individuellement. Pour le deuxième essai, un seul agent réalise les 10 prélèvements à la parcelle sur 4 rangs identifiés. Les 10 échantillons sont ensuite analysés. Enfin, sur un essai viticole à Cahors, à chaque prélèvement lors des contrôles maturité, 4 modalités sont prélevées 3 fois. Cette répétition permet de quantifier l'erreur due au prélèvement et de constater la déviation possible du coefficient de variation au cours de la maturité ou suite à des facteurs extérieurs, tels que les pluies. Cet essai est conduit sur 4 semaines. Le but de ces expériences est de mettre en évidence la rigueur nécessaire au prélèvement et de quantifier l'erreur commise suite à cette étape.

Hétérogénéité des grappes

Sur une autre parcelle, un prélèvement de 6 kg de fractions de grappes est réalisé. Elles sont ensuite réparties en 10 lots de 200 grains, chaque lot faisant l'objet d'une analyse spécifique. Cette technique peut permettre de constater soit l'hétérogénéité des grappes, soit de quantifier l'erreur minimum que l'on peut atteindre lors de l'étape du prélèvement.

Dosage des anthocyanes et IPT

Cette étape est, au laboratoire de la Station Régionale ITV Midi-Pyrénées, automatisée à l'aide d'un préparateur d'échantillons Gilson, et d'un passeur d'échantillons de marque LCA, couplé à un spectrophotomètre mono faisceau, équipé d'une cuve à circulation. Le gain de temps est considérable (60 échantillons sont analysés en 3 H alors que pour un dosage manuel, il faudrait au moins une journée !). Mais, qu'en est-il de la fiabilité de cette mesure ?

Pour calculer les coefficients de variation, plusieurs essais sous forme de répétitions sont conduits :

- analyse du même échantillon (filtrat après macération) 10 fois avec l'automate. Comparaison avec la même analyse effectuée 10 fois en méthode manuelle
- analyse de 10 échantillons différents. Comparaison méthode manuelle et automatique
- comparaison de 2 techniques de dosage des anthocyanes : décoloration au SO2 (méthode jusqu'alors utilisée) et Puissant Léon (en milieu acide). La deuxième méthode, moins fiable sur vin, pourrait convenir dans le cas des dosages des solutions d'extraction et serait, surtout, beaucoup plus rapide à mettre en oeuvre

Attente des échantillons – Etape de la macération

Il arrive qu'après avoir filtré la solution de macération, l'échantillon attende de 1 à 4 heures avant de pouvoir être analysé (IPT – anthocyanes). Quelle est l'influence de cette attente ? Pour la quantifier, la même série d'échantillons est analysée soit immédiatement après la fin de la macération et la filtration, soit après 6 ou 24 H d'attente dans un tube à hémolyse à température ambiante. Il est primordial de vérifier la non déviation de l'échantillon car cette étape limitante dans le processus d'analyse pourrait alors diminuer le nombre d'échantillons à analyser par jour.

1.2 - Suivi de la maturité des cépages régionaux : constitution d'un référentiel avec la méthode ITV

Un grand nombre d'essais, sur 8 cépages et 5 appellations, est suivi en contrôles maturité. A raison d'un prélèvement par semaine de la fin véraison à la récolte, les maturités technologique et polyphénolique selon le protocole ITV sont estimées. Ce suivi permet une récolte à date optimale, fournit un marqueur précoce de la qualité de la vendange, de discrimination entre parcelle, et permet de constituer le référentiel régional nécessaire aux interprétations futures (caractérisation du millésime, définition de terroirs….).

1.3 - Estimation de la date optimale de récolte par différentes méthodologies d'évaluation du potentiel polyphénolique

Sur Gaillac, sur 9 parcelles représentatives de 3 terroirs, identiques à celles de 1997, pour les 4 cépages (Duras, Fer Servadou, Syrah, Cabernet Sauvignon) la maturité polyphénolique est estimée selon les différentes méthodologies. Cet essais a pour objectif de déterminer la technique qui, compatible avec des analyses de routine, permet, avec le plus de fiabilité, d'estimer la maturité polyphénolique tout en s'affranchissant des paramètres tels que les pluies ou l'apparition de pourriture grise.
Les méthodologies sont données pour approcher des grandeurs parfois différentes, qu'en est-il sur ces 4 cépages de Midi-Pyrénées ?

1.4 - Description de la vendange au point récolte : quelle méthode utiliser pour comparer différentes parcelles ?

L'un des objectifs de ces méthodologies d'estimation du potentiel polyphénolique, est de pouvoir comparer au point vendange, différentes parcelles.

Cet essai porte donc sur :

- 37 parcelles d'Auxerois
- 61 parcelles de Négrette
- 8 parcelles de Cabernet Sauvignon
- 21 parcelles de Duras
- 11 parcelles de Fer Servadou
- 13 parcelles de Syrah
- 4 parcelles de Tannat
- 14 parcelles d'autres cépages

La récolte est soit déclenchée au vu des résultats des contrôles de maturité, en prenant en compte l'état sanitaire, soit imposée par les contraintes des viticulteurs qui mettent à disposition 2 rangs. Toutes ces données sont traitées dans leur ensemble ou par cépage, afin de déterminer des coefficients de corrélation entre méthodologies. L'analyse en composante principale fournit particulièrement des résultats intéressants.

2 – RESULTATS ET COMMENTAIRES

2.1 - Fiabilité de la méthode ITV

Prélèvements

Le poids des baies étant un bon marqueur de l'hétérogénéité des lots, les coefficients de variation sont comparés avec ceux obtenus pour le dosage des IPT et anthocyanes après macération (tableau n°1).

	Prélèvements par 2 agents			Prélèvements par 1 agent			Moyenne des 3 prélèvements successifs sur essais viticoles		
	Poids	IPT	Antho	Poids	IPT	Antho	Poids	IPT	Antho
Moyenne	353	55.3	493	426	72.8	1251	-	-	-
ET %	6.3	7.0	15.6	3.2	4.1	4.0	4.5	3.4	4.3

Tableau n°1 : Coefficient de variation (en %) – Fiabilité de la méthode ITV lors du prélèvement - Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Cet essai met en évidence le caractère primordial de l'étape prélèvement. En effet, réalisé avec désinvolture, l'erreur commise peut atteindre 15 %, alors que la variation au cours de la maturité ou inter parcelle n'atteint pas toujours les 50 %. Il est donc indispensable d'établir un protocole rigoureux de prélèvement qui passe en premier lieu par l'identification de 2 rangs ou de placettes réparties au sein d'une parcelle hétérogène. Le choix des baies doit être fait au hasard en prenant garde de prélever tantôt en haut, tantôt en bas de la grappe, à différents niveaux de la souche en hauteur et épaisseur. Il est préférable que ce soit le même préleveur tout au long de la campagne. Le prélèvement de 3 lots ne semble pas améliorer la reproductibilité des résultats ; toutefois il est à remarquer que la fiabilité augmente au cours de prélèvements. Deux hypothèses peuvent être avancées :

- en début de campagne l'hétérogénéité des grappes est plus importante en raison d'une véraison parfois décalée
- il faut un certain temps pour que les divers opérateurs s'étalonnent

Ces coefficients de variation, qu'il est important de quantifier à chaque campagne, sont cependant tout à fait satisfaisants pour des analyses aussi fines. La méthode utilisée est donc fiable.

Le millésime 98 est, en outre, caractérisé par une maturité homogène puisque sur 10 lots préparés à partir de fractions de grappes, des coefficients de variation (CV) du même ordre (poids : 2.7 %, IPT : 4.0 %, anthocyanes : 5.3 %) sont obtenus. Ces CV peuvent être considérés comme l'erreur minimum que l'on s'accorde.

Dosage des anthocyanes et IPT

L'automatisation permet sans aucun doute d'augmenter les cadences d'analyses mais en raison de la succession des échantillons, peut engendrer des contaminations et donc diminuer la fiabilité de la méthode. De même, la lourdeur des analyses manuelles peut induire des coefficients de variation médiocres.

Le dosage des IPT et anthocyanes à partir d'un unique filtrat :

- par l'automate (préparateur et passeur)
- en manuel (préparation et mesure d'absorbance)
- en semi-automatique (préparation manuelle et passeur)

conduit aux résultats suivants (tableau n°2).

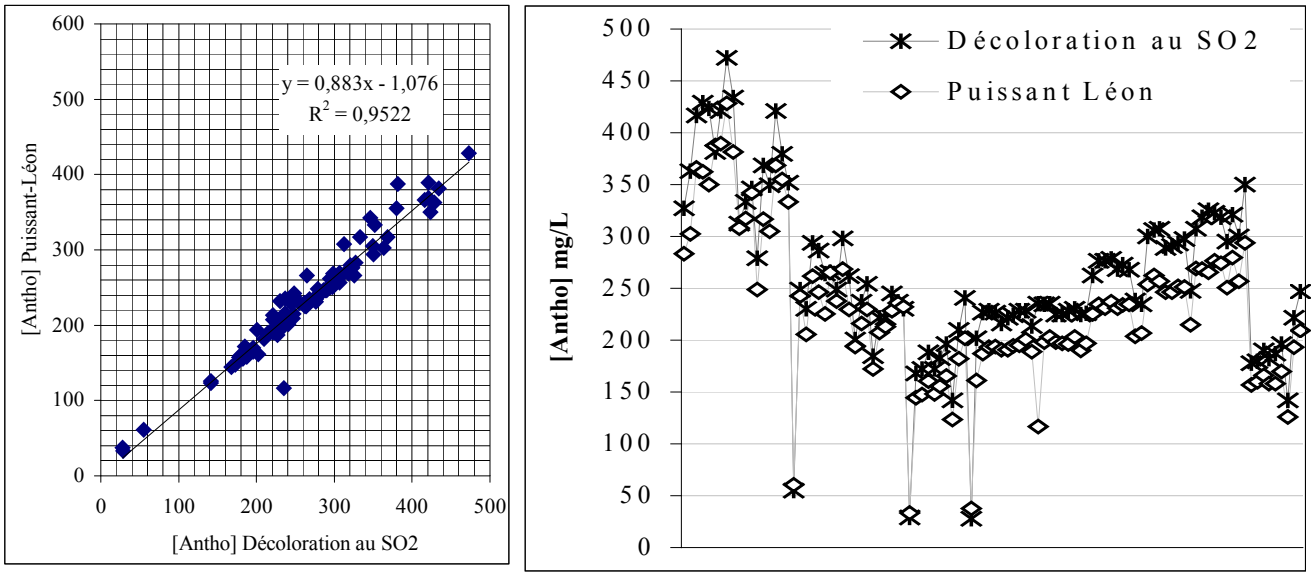
	Préparation et mesure manuelles		Préparations manuelles mesures avec passeur		Préparation et mesure automatiques	
	IPT	Antho	IPT	Antho	IPT	Antho
Moyenne	23.3	461	22.5	456	23.1	466
ET %	4.2	2.5	4.0	1.8	2.0	1.2

Tableau n°2 : Coefficient de variation (en %). Fiabilité de la méthode ITV lors du dosage – Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

La méthode automatisée est reproductible et fiable. Ces résultats sont confirmés par des essais sur plusieurs échantillons choisis dans la gamme des analyses réalisées en cours de maturation.

La méthode de décoloration au SO_2, classiquement préconisée, nécessite la mise en œuvre de 2 dosages alors que la méthode Puissant Léon ne fait appel qu'à une simple dilution par HCl. Ce protocole permettrait donc de diminuer d'au-moins de moitié la durée de préparation.

Sur plus de 100 lots filtrés, les deux dosages sont effectués. Il s'avère (graphes n°1) que les deux méthodes sont fortement corrélées (R^2 = 0.95) sur la plage 50 à 500 mg/l d'anthocyanes (plage classiquement utile) mais avec un décalage à la baisse d'environ 10 % pour la méthode Puissant Léon. En effet, seuls 90 % des anthocyanes sont sous forme colorée à ce pH. On peut donc envisager raisonnablement de changer de méthode de dosage dans le seul but de gagner du temps, ce qui n'est pas négligeable. Si c'était le cas, il faudrait vérifier, toutefois, que cette dernière est tout aussi fiable.



Graphes n°1 : Corrélation méthode de décoloration au SO_2 et Puissant Léon. Fiabilité de la méthode ITV dosage des anthocyanes Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Attente des échantillons

L'étape des dosages est l'étape limitante, les échantillons filtrés attendent donc avant analyse. S'ils restent à température ambiante, après 6 H d'attente, on constate une perte reproductible d'environ 5 % d'anthocyanes et IPT. Si l'analyse doit être repoussée au lendemain (ce qui n'est pas souhaitable), conservés alors à 4°C et filmés, les échantillons n'évoluent quasiment pas. Ces résultats sont rassurants et permettent une souplesse indispensable dans le cas d'analyses en grand nombre.

Conclusion

Dans le cas où les prélèvements sont assurés dans de bonnes conditions, les étapes qui suivent semblent fiables et bien maîtrisées. Cette méthodologie, quoique lourde et faisant appel à des dosages spécifiques, est donc dès à présent validée et peut être proposée aux laboratoires et aux viticulteurs.

2.2 - Suivi de la maturité des cépages régionaux : constitution d'un référentiel avec La méthode ITV

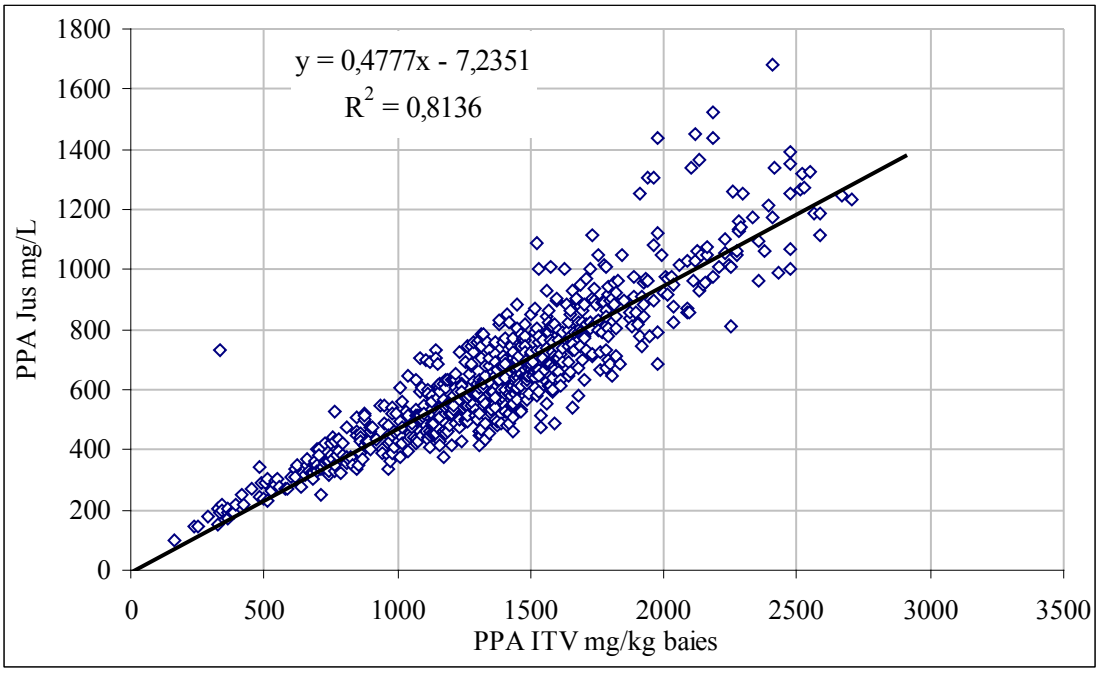
Le suivi de la maturité est effectué sur un nombre important de parcelles dont :

- 27 Auxerois à Cahors
- 8 Duras à Gaillac
- 5 Syrah à Gaillac et Fronton
- 11 Er Servadou à Gaillac et dans l'Aveyron
- 24 Négrette à Fronton

Ce suivi est généralement commun à d'autres essais viticoles ou œnologiques. Les courbes d'évolution du potentiel en anthocyanes et degré sont dressées au fur et à mesure de l'acquisition des résultats, et permettent une information en temps réel.

La méthode « jus » correspond au t = 0 après le broyage et avant ajout de solvant de la méthode ITV. Il s'agit du jus sur lequel sont réalisées les analyses « classiques », degré, acidité totale et pH, ou plus spécifiques : acides malique et tartrique et potassium.

Le graphe n°2 compare les estimations en anthocyanes selon la méthode ITV avec la méthode « jus ». Sur un échantillon de 689 contrôles, s'étalant de fin véraison jusqu'à la récolte, nous notons un bon coefficient de détermination : $r^2 = 0,8$. Toutefois, la dispersion est grande pour les fortes valeurs. La relation est moins forte pour les potentiels grands.



Graphe n°2 : Corrélation estimation du potentiel en anthocyanes par méthode ITV et « jus ». Suivi de la maturité Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Il est donc envisageable de choisir la méthode « jus » pour estimer le potentiel polyphénolique lors des contrôles maturité, mais nous perdrions alors en fiabilité, puisque la plage des valeurs est quasiment réduite de moitié. En outre,

l'observation des parcelles les unes après les autres fait apparaître des profils très proches, que l'estimation du potentiel en anthocyanes soit faite par la méthode ITV ou « jus », dès lors que le suivi est régulier.

La méthode « jus » semble toutefois plus sensible à la dilution consécutive aux pluies. Une réserve doit enfin être émise pour les millésimes marqués par une faible évolution du potentiel polyphénolique au cours de l'avancement de la maturité, comme l'a été 1997. La faible amplitude qui existe entre le premier contrôle maturité et le jour de la récolte serait alors un facteur limitant pour l'interprétation simultanée des résultats.
Ces deux méthodes d'estimation du potentiel polyphénolique seront reconduites lors des contrôles maturité de 1999, afin de confirmer les résultats et surtout pour ne pas perdre les informations acquises jusqu'ici et afin de les transposer par calcul à la méthodologie qui sera retenue (le cas échéant).

Deux critères sont importants dans la détermination d'un optimum de maturité : la maturité technologique d'une part, caractérisée par le rapport S/AT, et la maturité polyphénolique d'autre part, exprimée selon la méthode ITV par le potentiel en anthocyanes (noté PPA) et l'IPT. Le rapprochement par des outils statistiques des deux grandeurs rapport sucre/acidité et potentiels montre une certaine liaison de type logarithmique, mais insuffisante pour obtenir un bon modèle explicatif selon :

$$\text{Estimation} = A + B \times \log(\text{sucre/AT})$$

La pertinence de ces deux marqueurs est donc démontrée. Il est à noter, que de même, une relation entre potentiel en anthocyanes et concentration en acide malique peut être mise en évidence. Physiologiquement, cette dépendance pouvait être attendue.
Le potentiel total estimé par la mesure globale de l'IPT est, comme nous l'avions déjà noté en 1996, relativement constant au fur et à mesure de l'avancement de la maturité. Cela pose la question de la pertinence de sa mesure, et de l'analyse. Il n'y a aucune relation entre les PPA et les PPT. Il semble que l'IPT soit une mesure trop globale pour réagir aux variations en cours de maturation. Toutefois, le rapport anthocyanes/IPT pourrait permettre de pressentir l'équilibre futur entre ces deux formes dans le vin, ce qui présente un grand intérêt. Au long de la maturation, ce rapport varie de 4 à 20. Le tableau n°3 récapitule les valeurs moyennes obtenues à la récolte. Les écarts types n'excèdent pas 8 %.

Cépages	PPA/IPT le jour de la récolte (valeur moyenne)
Auxerois	22.5
Duras	16.7
Fer Servadou	20.2
Syrah	20.4
Négrette	18.5

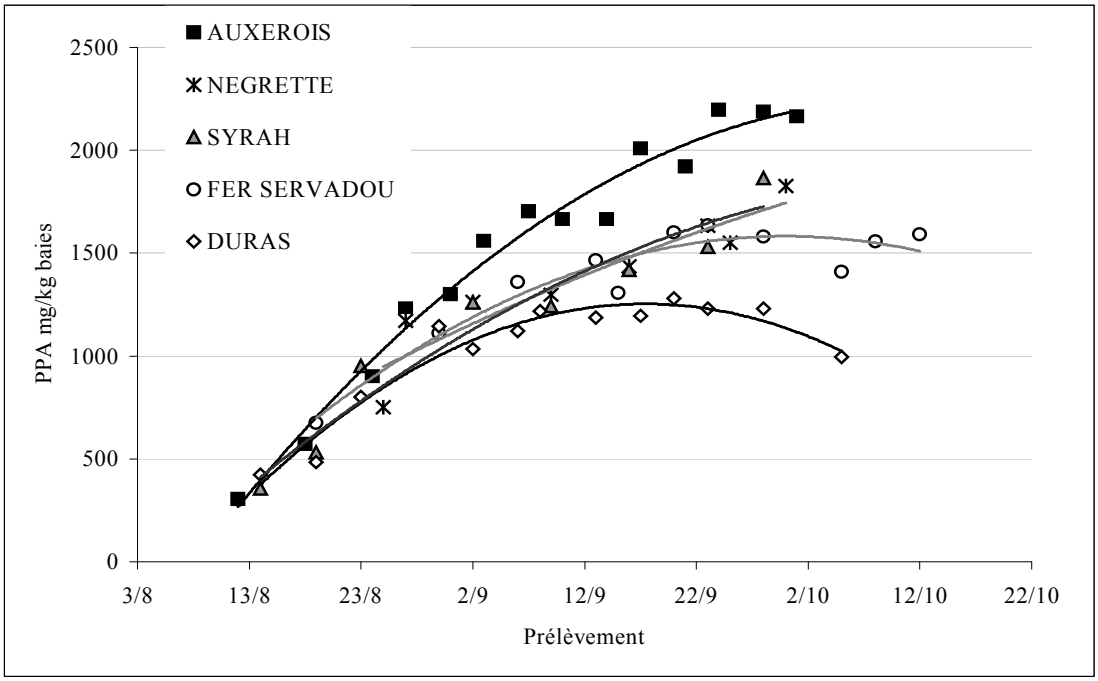
Tableau n°3 : Valeur moyenne du rapport Anthocyane/IPT par la méthode ITV sur raisin à la récolte – Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

On retrouve des proportions conformes à celles rencontrées habituellement sur vin.

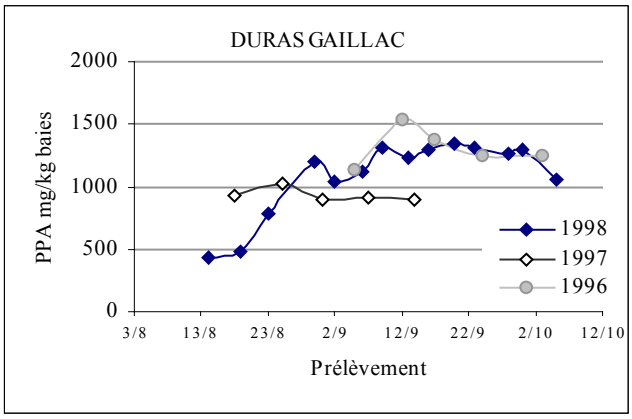
Les évolutions des anthocyanes sont moins chaotiques que celles des IPT et permettent en 1998 de noter les trois phases de maturation :

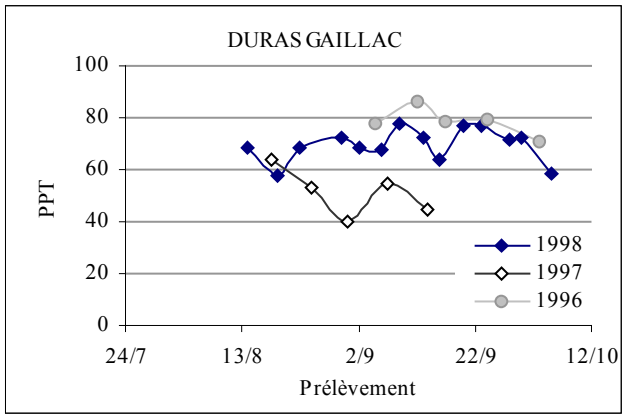
- augmentation du potentiel
- stagnation
- surmaturation

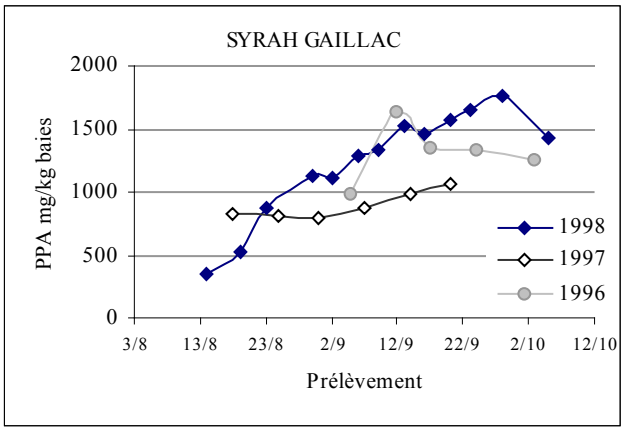
Les pluies ont pu, notamment quand elles ont induit des pressions sanitaires, influencer ces évolutions mais en raison de la forte croissance du PPA en 1998, elles ne gênent pas l'interprétation.
Le lissage des valeurs moyennes des PPA par cépage fait apparaître des profils d'évolution différents par cépage (graphe n°3). Cette information peut permettre, très tôt dans la saison de prédire la qualité du millésime. En effet, toujours sur des valeurs moyennes afin de masquer l'effet terroir ou parcelle, l'ensemble des graphes n°4 permet de constater qu'à Cahors le millésime 1998 sera proche de celui de 1996 et nettement supérieur à celui de 1997, et ceci dès le 25 août.

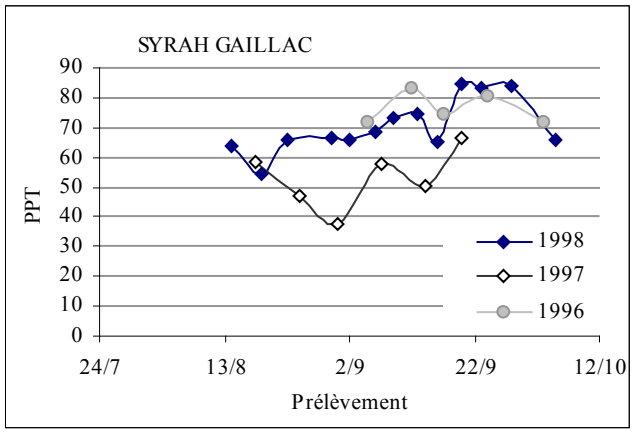


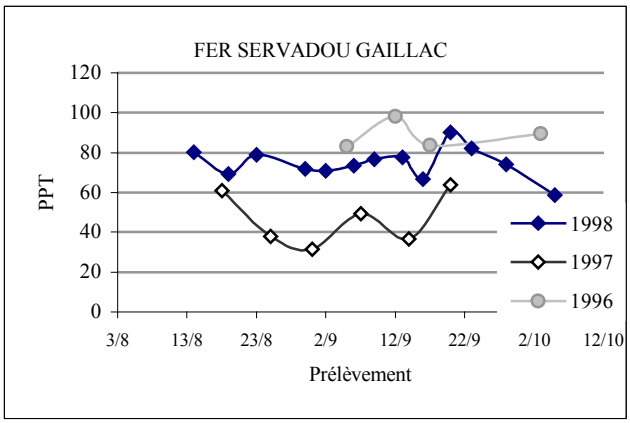
Graphe n°3 : Valeur moyenne des PPA au cours de la maturité. Comparaison des profils par cépage
Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

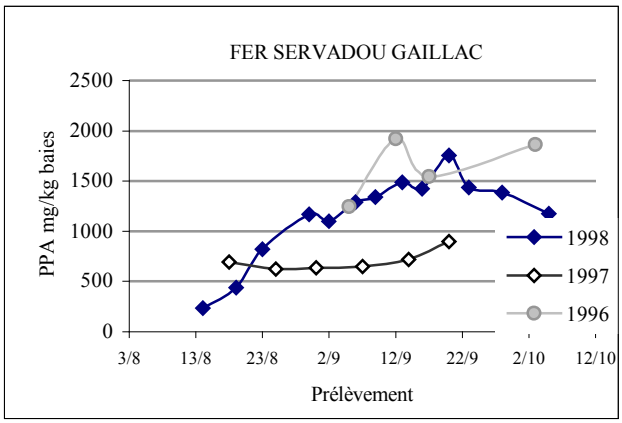


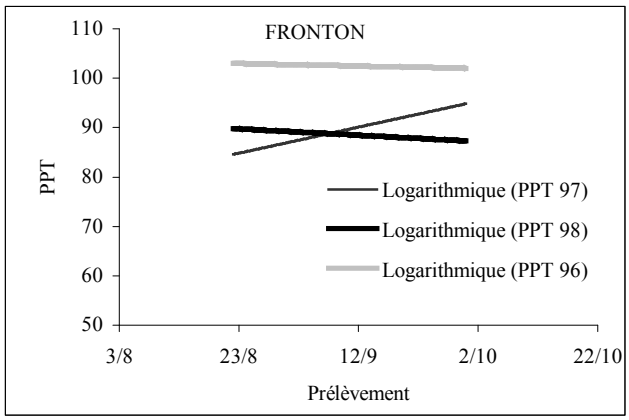


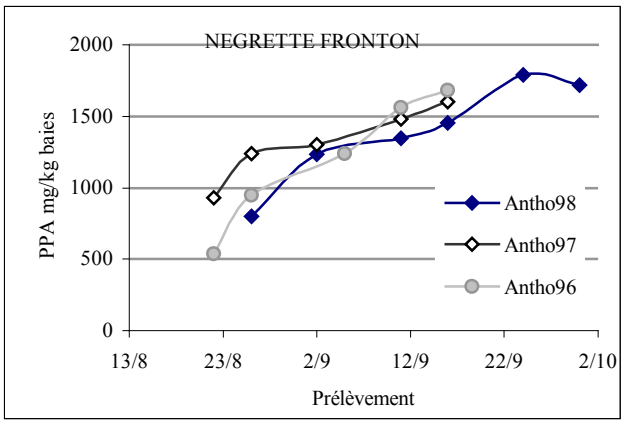


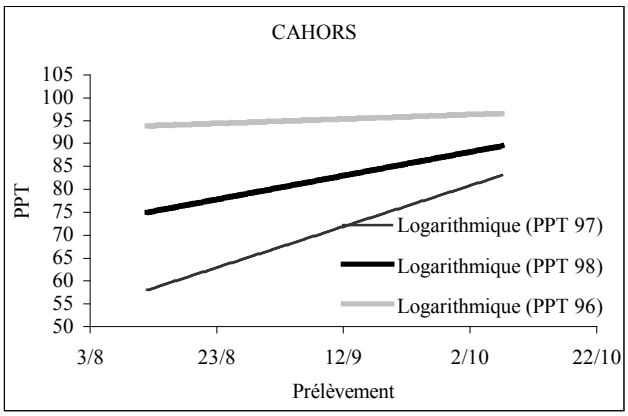


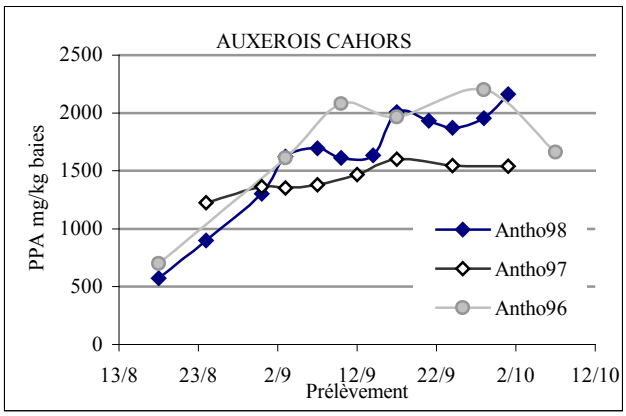












Graphes n°4 : Evolution des teneurs en anthocyanes et IPT sur les 3 derniers millésimes - Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

A Fronton, par contre, il apparaît que les 3 millésimes sont relativement proches (légère amélioration pour 1998). Le degré potentiel et l'indice de polyphénols totaux sont généralement supérieurs. Les conditions de bonne maturation étaient réunies.

A Gaillac, quels que soient le cépage, l'évolution de la maturité en 1998 est toujours très proche de 1996 avec des potentiels à la récolte tantôt plus faibles (Fer Servadou), tantôt plus forts (Syrah).

Il est important de noter que les contrôles maturité doivent être débutés dès la fin véraison afin de percevoir la zone d'accumulation en anthocyanes, les années où elle est effective.

Ainsi :

- pour les millésimes à conditions climatiques et sanitaires favorables, les méthodes ITV et « jus » permettent de suivre avec fiabilité l'évolution de la maturité polyphénolique
- elles caractérisent le millésime très tôt dans la saison (fin août)
- elles sont discriminantes dans le cadre d'études viticoles ou type terroir
- l'évolution des PPT ne semblent pas présenter un réel intérêt si ce n'est pour estimer l'équilibre futur entre les formes anthocyanes et tanins. Nous préconisons donc l'estimation des 2 formes plutôt au moment de la récolte
- la base de données nécessaire pour les interprétations futures s'est enrichie d'une autre année, les valeurs acquises jusqu'ici permettent d'obtenir des moyennes qui sont pertinentes pour caractériser les millésimes

DETERMINER LA DATE DE RECOLTE OPTIMALE

1 - OBJECTIFS

La comparaison des différentes méthodologies d'analyse de la richesse polyphénolique des raisins, permet d'obtenir une information pertinente, comme indiqué dans la Partie I du présent rapport. Cette partie a pour objet de confronter l'application de ces méthodes aux vinifications expérimentales, afin de déterminer la date de maturité optimale.

2 - PROTOCOLES MIS EN ŒUVRE

CEPAGES	NOMBRE DE PARCELLES SUIVIES	NOMBRE DE DATES DE RECOLTE/PARCELLES
DURAS	3	- 1 parcelle : 1 date - 1 parcelle : 5 dates - 1 parcelle : 3 dates
SYRAH	3	- 1 parcelle : 5 dates - 1 parcelle : 3 dates - 1 parcelle : 2 dates
FER	2	- 1 parcelle : 3 dates - 1 parcelle : 2 dates

Tableau n°1 : Plan d'expérience – Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Du 14 août (mi véraison) au 14 octobre, un prélèvement hebdomadaire de 200 baies réalisé sur chaque parcelle, afin de déterminer les paramètres analytiques suivants : poids des 200 baies, degré réfractométrique, acidité totale, pH, potentiel anthocyanique et polyphénolique total. La dynamique complète de la maturation est ainsi appréhendée, depuis la mi-véraison jusqu'à la surmaturité, si l'état sanitaire le permet.

La récolte est effectuée à différent stade (prématurité, maturité et surmaturité selon l'état sanitaire), puis vinifiée séparément de façon traditionnelle. Les raisins sont éraflés à 100 % puis mis en FA à 28°C après ensemencement en LSA (Uvaline D). Un pigeage et un remontage journaliers sont réalisés durant les 10 jours de cuvaison. Au décuvage, 20 % de vin de presse sont ajoutés au vin de goutte. Les vins sont ensuite placés à 20°C pour réaliser la FML.

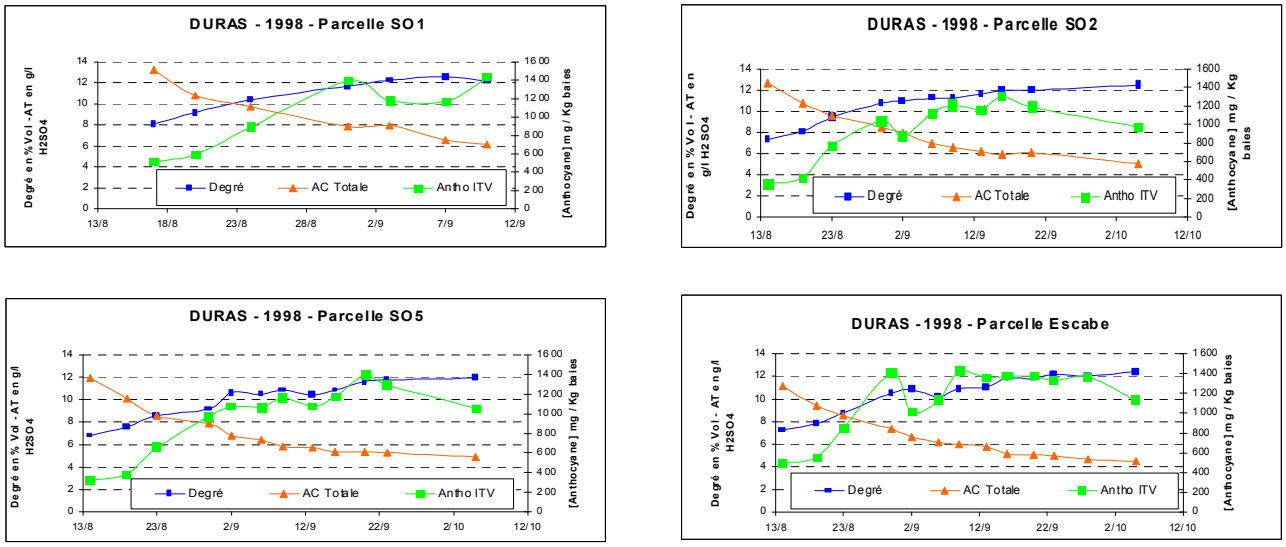
3 – RESULTATS – DISCUSSIONS

3.1 – Etude du Duras

3.1.1 – Suivi de maturité anthocyanique

Le millésime 1998 se caractérise par de bonnes conditions climatiques en début de maturation. Cela se traduit par une accumulation rapide des sucres et des anthocyanes dans la baie. Les mauvaises conditions météorologiques de la mi-

septembre conduisent à un ralentissement net (ou arrêt) de la maturation, aussi bien au niveau des sucres que des polyphénols. Les pluies ont entraîné une légère dilution (faible progression du poids des 200 baies), tandis que les températures basses stoppaient la migration des assimilats. Malgré ces mauvaises conditions climatiques, on peut voir que la courbe des anthocyanes poursuit sa progression.



Graphes n°5 : Etude de la maturation sur 4 parcelles de Duras du Gaillacois - Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Les observations sont globalement similaires sur les 4 parcelles :

- accumulation rapide des anthocyanes jusqu'au 2.09.
- ralentissement brusque au-delà

Le comportement de la parcelle SO1 est singulier. Une attaque d'oïdium a conduit un développement précoce de Botrytis début septembre. L'évolution des anthocyanes en est affectée :

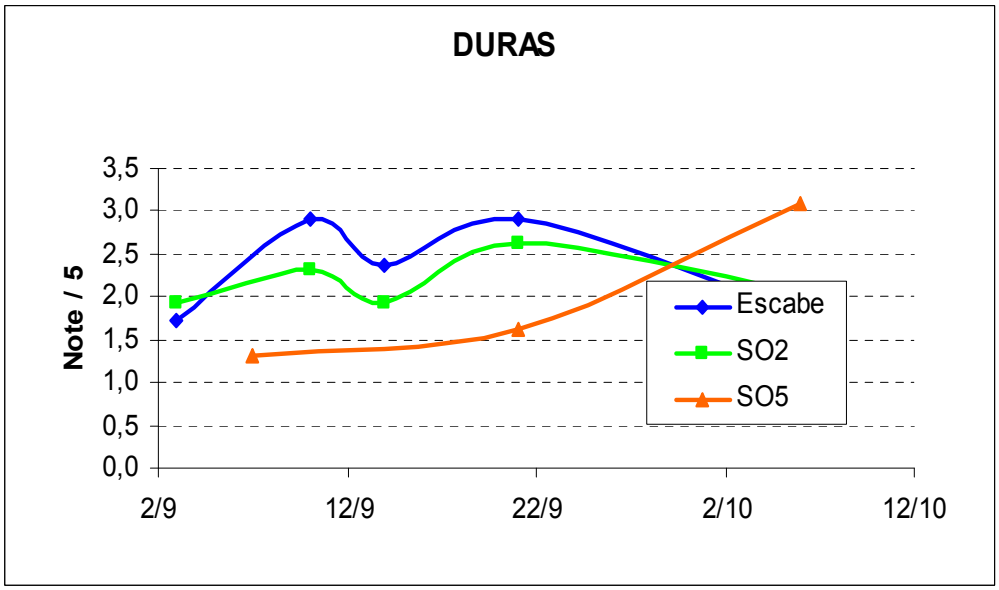
- dégradation de ces composés dans un premier temps
- dégradation des parois cellulaires dans un 2ème temps, induisant une forte élévation de la teneur en anthocyanes libres

Ces aléas ne nous ont pas permis de poursuivre le suivi de la maturation polyphénolique jusqu'au bout.

Sur les trois autres parcelles (SO2, SO5 et Escabes), la concentration en anthocyanes diminue progressivement à partir du 22 septembre. Cette dégradation n'est pas liée à une attaque de Botrytis cinerea (état sanitaire parfait), mais à une dégradation naturelle des anthocyanes liée à la physiologie de la vigne (dégradation enzymatique).

Par ailleurs, la cinétique d'accumulation des sucres est considérablement ralentie à partir de ce stade. On peut ainsi conclure que l'optimum de maturité est atteint au 22 septembre.

3.1.2 – Relation entre la qualité du vin et la date de récolte

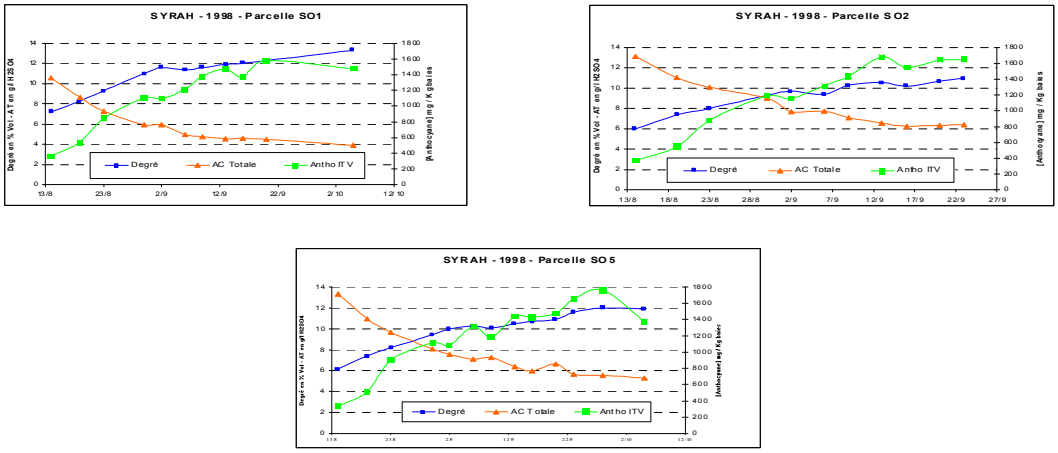


Graphe n°6 : Evolution de l'appréciation globale du vin en fonction de la date de récolte - Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Sur les parcelles Escabes et SO2, la qualité globale du vin chute de façon plus ou moins importante pour les récoltes postérieures au 22 septembre, date correspondant à la maturité optimale définie lors du suivi des parcelles. Les vins obtenus sont trop « lourds », présentent des notes de fruit confit perçues de façon négative. Les vins sont légèrement déséquilibrés (manque d'acidité). Les caractéristiques organoleptiques de la parcelle SO5 évoluent de façon inverse des 2 précédentes. Seul l'age de la vigne (> 70 ans) et le très faible rendement (30 hl/ha) permettent d'expliquer cette qualité en surmaturité. Bien que très apprécié du jury de dégustation, ce vin est noté comme atypique avec des notes de fruits confits.

3.2 – Etude de la Syrah

3.2.1 – Suivi de la maturité anthocyanique



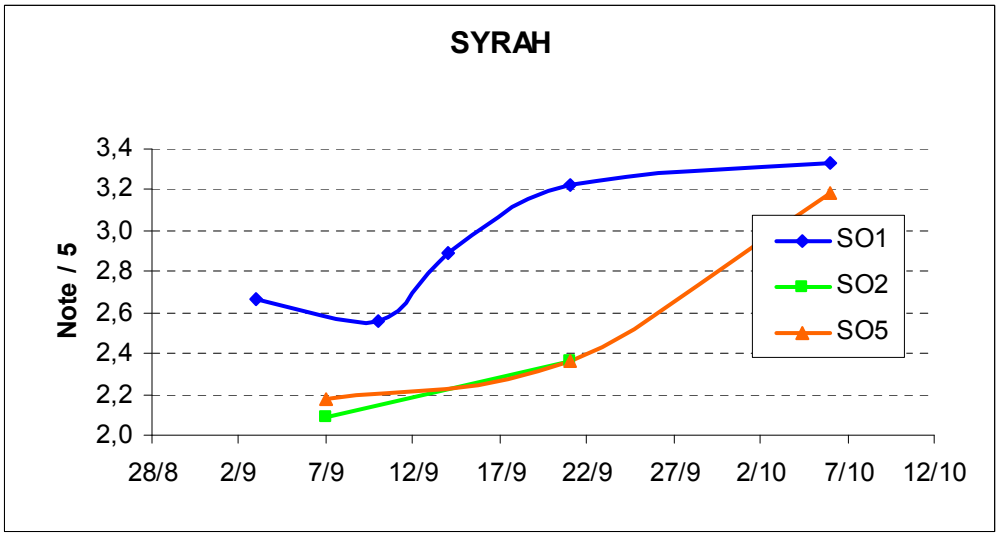
Graphes n°7 : Etude de la maturation sur 3 parcelles de Syrah en AOC Gaillac - Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Sur les 3 parcelles de Syrah, l'accumulation des anthocyanes et des sucres est régulière jusqu'au 20 septembre. A partir de cette date, les anthocyanes et les sucres évoluent très lentement. Seul un développement important de *Botrytis cinerea* sur la parcelle SO5, conduit à une perte importante d'anthocyanes lors du dernier prélèvement.

La dernière récolte effectuée le 6 octobre correspond à la date optimale de maturité polyphénolique. L'étude des courbes de maturation (anthocyanes, sucres) montre un retard de maturité de la Syrah de 14 jours par rapport au Duras.

Pour la dernière date de récolte, l'ensemble des parcelles de Syrah présentait quelques symptômes de pourriture grise. Dans le gaillacois, ce cépage nécessite un soin particulier du fait de son retard de maturité et de sa grande sensibilité au *Botrytis,* accentuée lorsque les arrières saisons ne sont pas propices. Cela conduit donc inévitablement à une matière première de qualité moindre et diluée (millésime 97).

3.2.2 – Relation entre la qualité du vin et la date de récolte



Graphe n°8 : Evolution de l'appréciation globale du vin en fonction de la date de récolte - Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Nous observons une qualité croissante des vins tout au long de la maturation et de la surmaturation. Cela met parfaitement en évidence que l'on atteint la date de maturité optimale uniquement lors du dernier prélèvement.

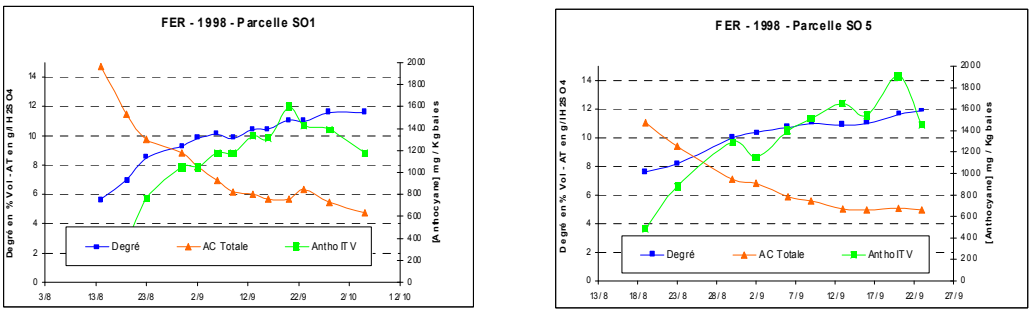
Pour les 3 parcelles, les vins sont perçus comme de plus en plus complexes, intenses, au fur et à mesure que la maturité avançait. Aucun vin n'est perçu comme lourd et déséquilibré. Aucune note fruit confit, n'est mise en évidence, même pour les récoltes les plus tardives ; la date optimale se situant donc le 6 octobre.

3.3 – Etude du Fer Servadou

3.3.1 – Suivi de la maturité anthocyanique

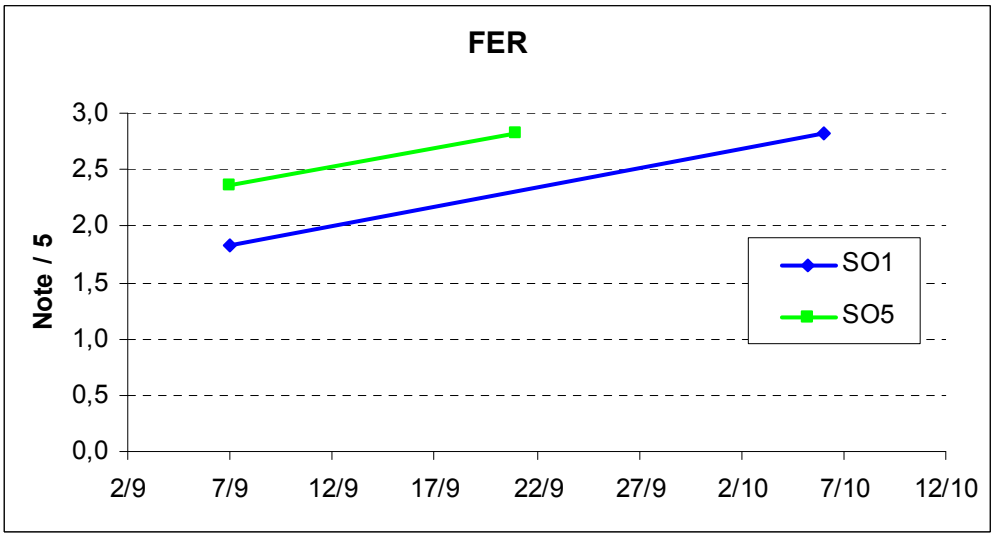
Les deux parcelles de Fer Servadou ont une maturation semblable aussi bien au niveau polyphénolique que de l'accumulation des sucres. Tout au long de cette période, l'évolution des différents paramètres est régulière, jusque vers le 20 septembre, où s'amorce une diminution plus ou moins rapide de la concentration anthocyanique. A partir de cette date, l'accumulation des sucres évolue très peu. On a alors atteint la date de maturité optimale.

A partir de cette date, la chute des anthocyanes semble liée à leur dégradation enzymatique, compte tenu de l'absence de *Botrytis*.



Graphes n°9 : Etude de la maturation de 3 parcelles de Fer Servadou en AOC Gaillac - Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

3.3.2 – Relation entre la qualité du vin et la date de récolte



Graphe n°10 : Evolution de l'appréciation globale du vin en fonction de la date de récolte - Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Les analyses organoleptiques réalisées à différentes dates de récolte montrent des résultats similaires aux évolutions observées sur Duras :

- une augmentation progressive de la qualité globale du vin, jusqu'à la date de maturation optimale
- au-delà de ce seuil, une diminution significative de la qualité du vin. Ce dernier est moins coloré, les arômes font ressortir des notes de « cuit », de fruit « confit ». En bouche, le vin est « mout » et manque de fraîcheur

L'analyse sensorielle a permis de valider la détermination de la date optimale de récolte.

4 - APPLICATION AU COT DANS L'AIRE D'APPELLATION CAHORS

4.1 - Protocole expérimental

CEPAGE	NOMBRE DE PARCELLES SUIVIES	NOMBRE DE DATES DE RECOLTE/PARCELLES
COT	9	- 1 date par parcelle - 2 dates sur T3 et T5

Tableau n°2 : Plan d'expérience – Essais Ch. Agr. du Lot / ITV Midi-Pyrénées 1998

Du 17 août au 2 octobre, un prélèvement hebdomadaire est effectué sur chacun des 9 « terroirs » définis sur l'aire AOC Cahors. Ces 9 « terroirs » déterminés par la Chambre d'Agriculture du Lot correspondent aux caractéristiques géologiques suivantes :

- T1 : basses terrasses Würm
- T2 : moyennes terrasses Riss
- T3 : hautes terrasses Mindel
- T4 : cônes d'éboulis calcaires
- T5 : versant calcaire
- T6 : haut niveau du quaternaire ancien
- T7 : plateau argilo-sableux
- T8 : calcaire marneux
- T9 : plateau calcaire karcifié

L'évolution de la maturité est suivie selon le même protocole que celui mis en œuvre dans le gaillacois. Une seule date de récolte est effectuée sur la majorité des terroirs. Seuls les terroirs T3 et T5 font l'objet d'une seconde date de récolte. Les vinifications correspondantes sont réalisées au domaine expérimental de la ferme d'Anglars. Toutes les analyses sont réalisées au laboratoire de la Station Régionale ITV Midi-Pyrénées.

4.2 - Résultats – Discussions

- **SUIVI DE LA MATURITE**

Le millésime 1998 se caractérise par une évolution régulière des sucres et des anthocyanes jusqu'au 17 septembre, stoppée ensuite par les pluies de la mi-septembre.

A partir de cette date, les parcelles évoluent selon 2 dynamiques :

- accumulation des polyphénols ralentie mais toujours effective, Parcelles : T2– T7– T9– T6
- la concentration en anthocyanes oscille autour d'une valeur, Parcelles : T1– T3– T4– T5– T8

En début de suivi de maturité, on observe une chute rapide de l'acidité totale jusqu'au 13 septembre, où la baisse de température a stoppé la dégradation des acides.

Pour un niveau de maturité technologique équivalent à 97, le millésime 98 présente un potentiel polyphénolique supérieur d'environ 20 %, et ce quelle que soit la parcelle considérée. Sur les 9 terroirs de Cahors, malgré les pluies de la mi-septembre, aucun phénomène de dilution n'est observé. Par ailleurs, l'état sanitaire reste satisfaisant.

L'étude des cinétiques d'accumulation des sucres et des anthocyanes met en évidence 2 classes :

- récolte avant l'optimum de maturité polyphénolique : T7– T9– T1– T3– T5– T2– T6
- récolte à l'optimum de maturité polyphénolique : T8– T3 SM – T4– T5 SM

Sur la première classe, la récolte intervient alors que la cinétique d'accumulation des anthocyanes est en progression. Parallèlement le gain de quelques 1/10ème de degrés potentiels n'est pas à négliger. La composition acide des raisins

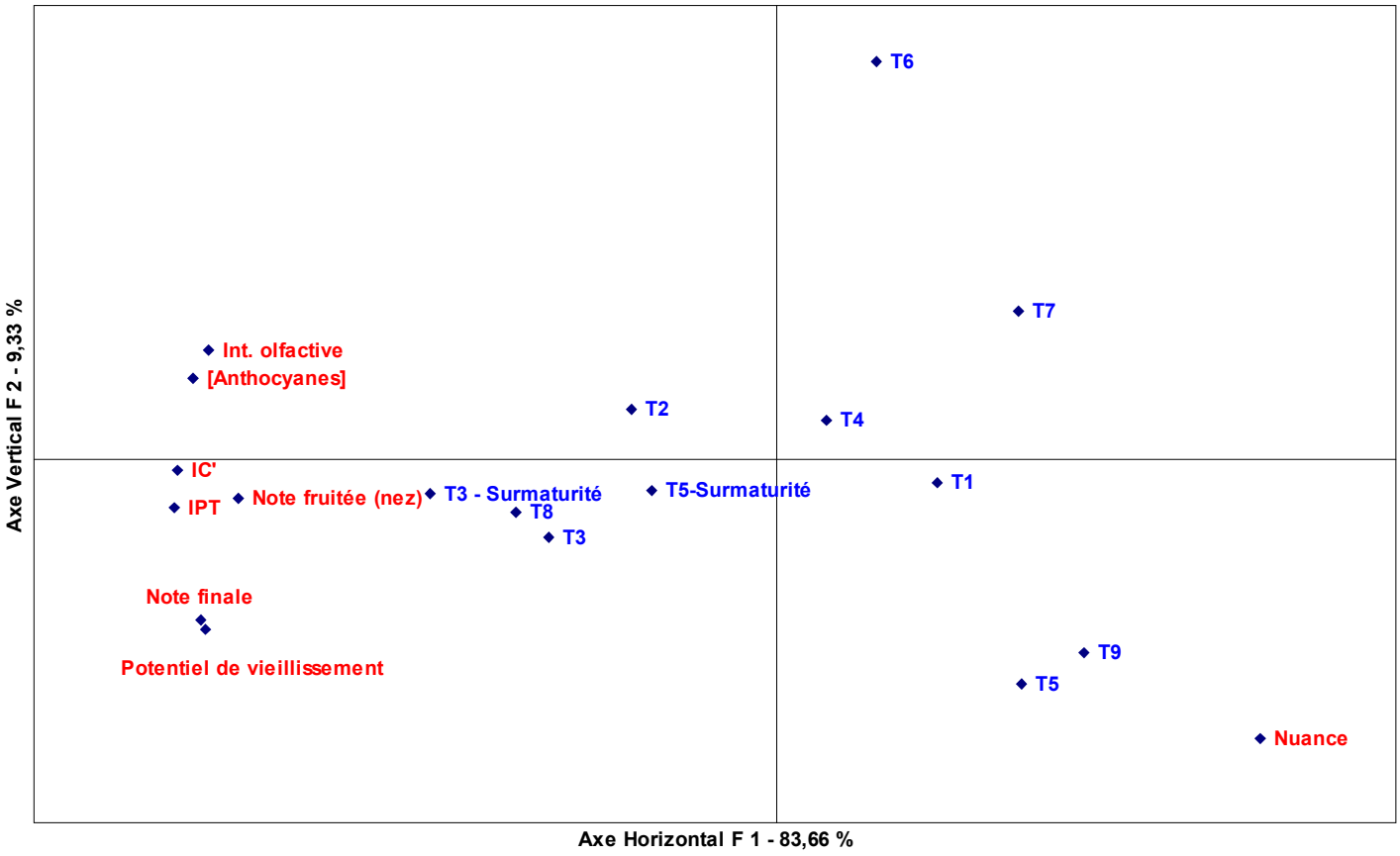
permet une légère baisse. Le bon état sanitaire de ces parcelles permettait de retarder la récolte d'environ 8 jours, afin d'obtenir des vins plus concentrés.

Parmi les parcelles de la 2ème classe, récoltées à l'optimum de maturité polyphénolique, on retrouve les 2 parcelles T3 et T5 récoltées à une date supposée de surmaturité. Il s'agit en fait de la maturité optimale de ces deux parcelles, au vu des courbes d'évolution des anthocyanes en contrôle de maturité.

- **RELATION ENTRE LA QUALITE DU VIN ET LA DATE DE RECOLTE**

Etant donné le faible nombre de parcelles ayant fait l'objet de récolte à 2 dates différentes, on ne peut étudier au sens strict, l'influence de la date sur la qualité des vins.

Une analyse en composante principale est réalisée sur 4 variables pertinentes de l'analyse organoleptique et 4 variables correspondant aux caractéristiques physico-chimiques du vin (stable) correspondant. Le plan factoriel F1 x F2 représente 92,99 % de la variabilité totale exprimée par les 11 vins.



Graphe n°7 : Analyse en composantes principales réalisée sur 11 vins représentatifs des 9 terroirs définis dans le vignoble cadurcien Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

On observe que les vins des parcelles T3 et T5 avec une date de récolte dite en « surmaturité » sont systématiquement préférés lors de la dégustation, à leurs homologues récoltés précocement. Les caractéristiques analytiques associées à ces vins vont dans le sens d'une plus grande concentration polyphénolique.

Cette ACP décrit parfaitement bien l'état de maturité des raisins lors de la récolte des différentes parcelles.

L'ensemble des vins récoltés avant la date optimale de récolte, se situe dans la partie droite du graphe, ce qui correspond aux vins de plus faible qualité. A l'inverse, la partie droite correspond aux vins de haute qualité. Seule la

parcelle T4, récoltée à la date optimale, se situe dans la partie droite du graphe. Cela est vraisemblablement lié aux caractéristiques de la parcelle.

5 - APPLICATION A LA NEGRETTE SUR LE VIGNOBLE FRONTONNAIS

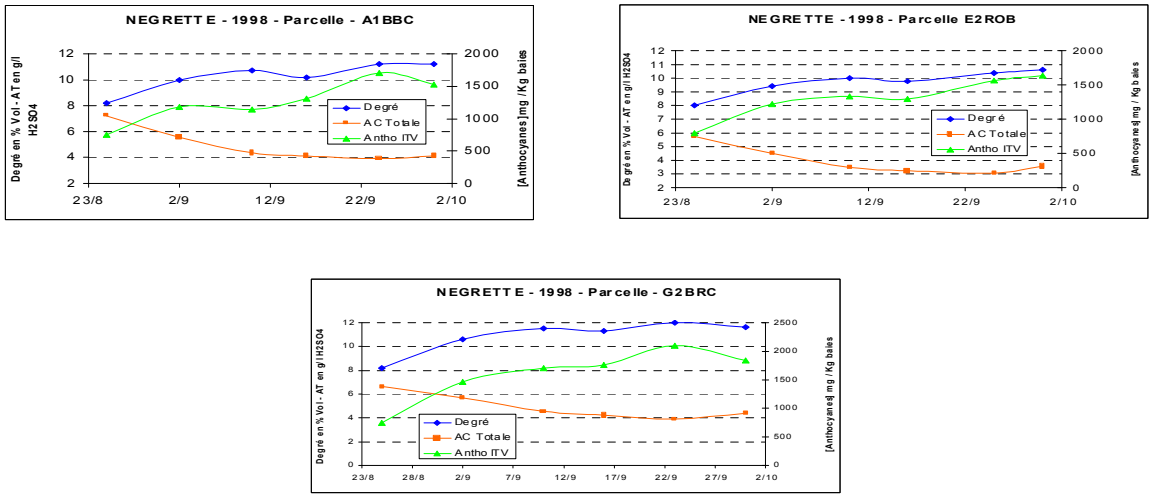
5.1 - Protocole expérimental

CEPAGE	NOMBRE DE PARCELLES SUIVIES	NOMBRE DE DATES DE RECOLTE/PARCELLES
NEGRETTE	3	2

Tableau n°3 : Plan d'expérience – Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Du 26 août au 1er octobre un prélèvement hebdomadaire est effectué sur chacune des 3 parcelles de Négrette. Le suivi de la maturité est réalisé selon le même protocole que celui mis en œuvre à Cahors et dans le Gaillacois.

Les vinifications correspondantes sont réalisées au chai expérimental de la Station Régionale ITV Midi-Pyrénées.



Graphes n°8 : Etude de la maturation de 3 parcelles de Négrette AOC Fronton - Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

5.2 – RESULTATS - DISCUSSIONS

- **SUIVI DE LA MATURITE**

Le millésime 98 se caractérise par un fort potentiel polyphénolique, et ce dès le premier prélèvement du 26 août, supérieur d'environ 10 % à celui de 1997.

Durant les 36 jours que dure le suivi de maturité, l'accumulation des anthocyanes et des sucres est rapide jusqu'au 11 septembre. A partir de cette date, un ralentissement est observé. Dans le même temps, la dégradation des acides organiques de la baie de raisin est pratiquement stoppée.

L'étude de cette maturation montre que la date de récolte optimale se situe au point de récolte R2, dit en « surmaturité ».

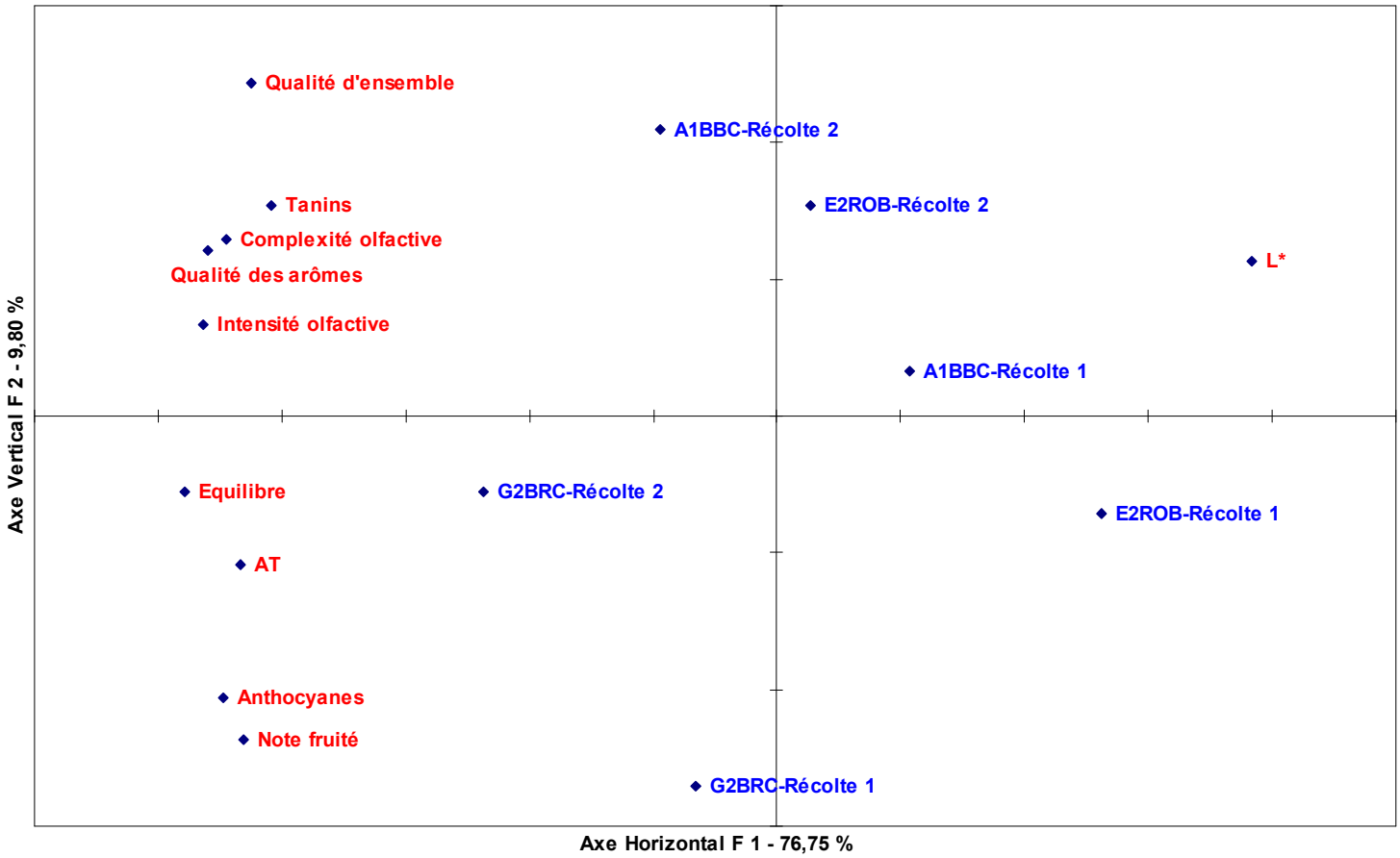
- **RELATION ENTRE LA QUALITE DU VIN ET LA DATE DE RECOLTE**

Une analyse en composante principale est réalisée sur :

- 6 variables issues de l'analyse organoleptique :
  - qualité d'ensemble
  - complexité olfactive
  - qualité des arômes
  - intensité olfactive
  - équilibre
  - note fruitée

- 4 variables issues des analyses physico-chimiques des vins correspondants :
  - anthocyanes
  - AT
  - Tanins
  - L*

Le plan factoriel F1 x F2 permet d'expliquer 86.55 % de la variabilité totale exprimée par les 6 vins.



Graphe n°9 : Analyse en composante principale réalisée sur 6 vins issus de 3 parcelles de représentativité du frontonnais Essais ITV Midi-Pyrénées 1998

Cette ACP décrit parfaitement l'influence de la date de récolte sur les caractéristiques organoleptiques et physico-chimique des vins. La première date de récolte donne des vins systématiquement perçus de qualité inférieure à la 2ème date. Les arômes sont moins complexes, moins puissants en bouche, le vin est légèrement déséquilibré. Une semaine de maturation supplémentaire a permis d'obtenir un gain qualitatif significatif avec des vins plus fruités, mieux équilibrés, plus complexes avec des notes de fruits rouges très prononcées.

6 – CONCLUSIONS

Les conditions météorologiques favorables et le bon état sanitaire de ce millésime on permis de mieux appréhender la détermination de la date optimale de récolte des différents cépages rouges et différentes appellations de Midi-Pyrénées.

L'expérimentation basée sur des récoltes à différentes dates montrent que quels que soient le cépage ou l'appellation, vendangés trop tôt ou trop tard, les raisins conduisent à des vins n'exprimant pas tout le potentiel qualitatif que la vigne peut fournir.

Donc, seule une récolte a maturité optimale permet d'obtenir des vins fruités, intenses, bien équilibrés avec une structure tannique intéressante.

Comme viennent de le mettre en évidence ces expérimentations, le suivi de la maturité polyphénolique parallèlement au suivi de maturité classique (degré réfractométrique, AT, pH) est maintenant fiable dans l'objectif de déterminer au plus juste la date de récolte optimale.

Cependant, pour que cette méthode soit efficace, certaines précautions sont à prendre :

- il faut choisir une parcelle représentative du secteur pour chacun des cépages suivis
- la fiabilité des résultats est conditionnée à la qualité du prélèvement des grains à la parcelle
- afin de s'affranchir de l'hétérogénéité de la parcelle, les prélèvements de 200 baies seront toujours réalisés sur les mêmes rangs parfaitement identifiés
- l'interprétation des courbes de suivi de maturation a nécessité un référentiel par parcelle, et s'affinera au fur et à mesure de l'expérience que l'on aura acquise
- il ne faut surtout pas négliger les conditions météorologiques présentes, ainsi que les prévisions dans le choix de la date de récolte
- la prise en compte de l'état sanitaire ainsi qu'une surveillance rigoureuse des vignes est indispensable
- les paramètres régissant la maturation des raisins sont nombreux et leur interaction complexe, voire de nature « chaotique », il n'est actuellement pas envisageable de réaliser une modélisation mathématique de la maturation des raisins. L'homme reste donc le seul juge dans le choix de la date des vendanges. Il s'appuiera sur les outils d'aide à la décision que nous avons mis au point

EVALUATION DE L'ACTIVITE ACIDIFIANTE OU DESACIDIFIANTE DE LEVURES OENOLOGIQUES

F. Ramon-Portugal (1), P.Taillandier (1), I. Seiller (2), J. L. Favarel (3), F. Nepveu (2), P. Strehaiano (1)

(1)LGC-UMR CNRS 5503, INP-ENSIGC, 18 chemin de la loge, 31078 Toulouse cedex
(2)LSPCR, Faculté des Sciences Pharmaceutiques, 35 chemin des Maraîchers, 31062 Toulouse
(3)CTIVV-ITV France, Unité Midi-Pyrénées, BP 73, 81603 Gaillac cedex.

(1) et (2) Equipes appartenant au GIS Viti-Oenologie Midi-Pyrénées
Étude réalisée avec le soutien financier de l'ONIVINS (Groupe de travail national sur l'acidité)

L'acidité est un paramètre important de la qualité et de la stabilité des vins. Des deux acides majoritaires du moût de raisin, l'acide tartrique et l'acide malique, seul ce dernier voit sa concentration varier sous l'effet des levures pendant la fermentation alcoolique. Selon les souches utilisées et les caractéristiques du moût, l'intensité de la dégradation de ce substrat est très variable.

C'est ainsi que des levures ont pu être sélectionnées pour leur aptitude à consommer une grande proportion de l'acide malique du milieu, souches dites démaliquantes préconisées par exemple dans le cas où on voudrait faciliter la fermentation malo-lactique ultérieure. D'autres souches, dites de préservation d'acidité, sont plutôt recommandées quand l'œnologue ne souhaite pas trop diminuer une acidité totale déjà faible dans le moût. Cependant, les résultats obtenus avec des souches considérées soit comme démaliquantes ou comme préservatrices d'acidité n'ont pas toujours été ceux attendus du point de vue de l'évolution de l'acidité.

Aussi, l'objectif de l'étude présentée ici menée conjointement par deux équipes du GIS Midi-Pyrénées (Groupement d'Intérêt Scientifique Viticulture-Oenologie) et le groupe de travail national "Acidité" (coordonné par l'ITV Midi-Pyrénées) était de mieux caractériser cinq souches commerciales par rapport à leur consommation d'acide malique pendant la fermentation alcoolique : deux souches démaliquantes (AC- et 432) et trois souches de préservation d'acidité (1636, FA1 et 1033).

Le protocole d'étude a été établi en concertation avec la Société LALLEMAND productrice des cinq souches. La nécessité de travailler dans un premier temps sur un milieu synthétique de composition parfaitement maîtrisée s'est imposée à nous comme une évidence. En effet, le métabolisme des levures en général et la consommation de l'acide malique en particulier étant fortement influencés par la composition du milieu de fermentation, des conclusions générales sur le comportement des cinq souches ne pourraient être tirées qu'en l'absence de toute variabilité des conditions expérimentales autres que les paramètres étudiés. Ces paramètres étaient le pH et la concentration en acide malique initiaux car ce sont ceux qui varient dans le cas de moûts de raisin d'acidité totale différente. Le pH a de plus déjà été rapporté comme facteur influençant fortement la consommation d'acide malique.

Par ailleurs, le métabolisme levurien conduit à la formation de produits secondaires pouvant avoir une influence sur l'acidité totale après fermentation alcoolique comme les acides organiques. Nous avons donc déterminé pour toutes les souches et dans toutes les conditions testées la production des acides lactique, succinique et acétique. La synthèse de tous ces résultats a permis d'établir une classification des levures étudiées.

Enfin, la compilation de nombreuses données issues d'expérimentations effectuées par l'ITV sur différents sites et au cours de deux campagnes de vinification a permis de comparer les tendances dégagées sur milieu synthétique en laboratoire et sur moût de raisin en conditions de vinification.

I - EXPERIMENTATIONS SUR MILIEU SYNTHETIQUE

1.1 - Effet de l'acidité initiale sur le déroulement de la fermentation alcoolique

Pour les deux souches démaliquantes, à priori utilisées pour des moûts plus acides, 3 valeurs de pH initiaux ont été fixées dans la gamme de 3 à 3,4 tandis que pour les souches de préservation d'acidité la gamme allait de 3,2 à 3,6. Dans tous les cas, deux concentrations initiales en acide malique ont été étudiées donnant lieu à 30 essais au total. Pour une souche donnée, ni la vitesse fermentaire, ni les rendements en éthanol ou en biomasse n'ont été affectés par les conditions initiales (résultats non montrés ici). L'activité fermentaire de la levure n'est donc pas sensible à l'acidité du milieu dans la gamme testée. Par contre, quand on compare les souches entre elles, les écarts entre les vitesses fermentaires peuvent aller jusqu'à un facteur 3. Le seul paramètre fermentaire sensible à l'acidité initiale du milieu de culture semble être la teneur finale en glycérol comme l'illustre la figure n°1.

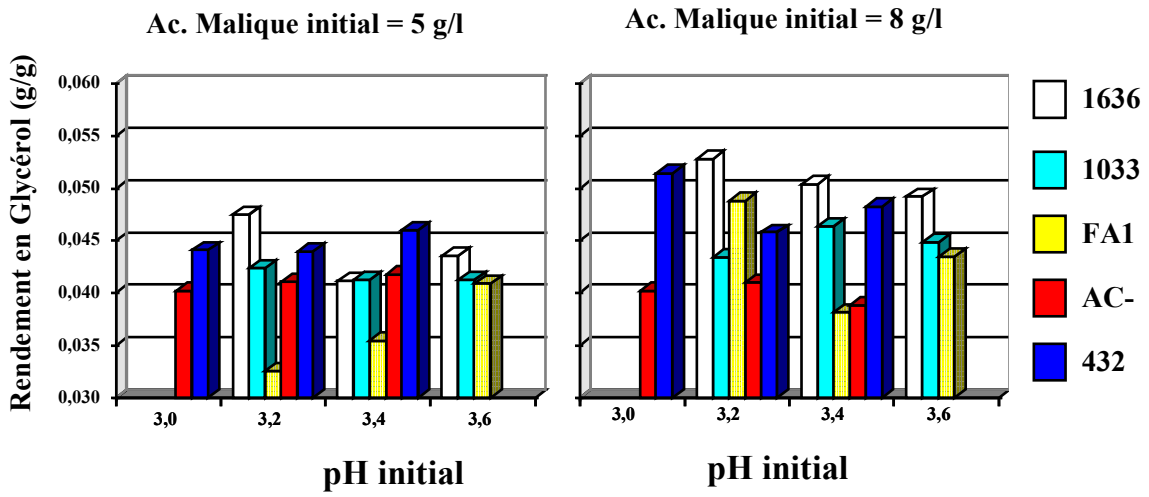


Figure n°1 : Rendement en glycérol par rapport aux sucres fermentés (g/g) en fonction de l'acidité du milieu pour les Cinq souches

De manière générale, la production de glycérol augmente avec la teneur initiale en acide malique mais n'est corrélée ni avec le pH ni avec la quantité d'acide malique consommée comme nous le verrons plus tard.

1.2 - Consommation d'acide malique

Les quantités d'acide malique consommées au cours de la fermentation alcoolique pour chaque essai sont présentées sous forme d'histogrammes dans la figure 2.

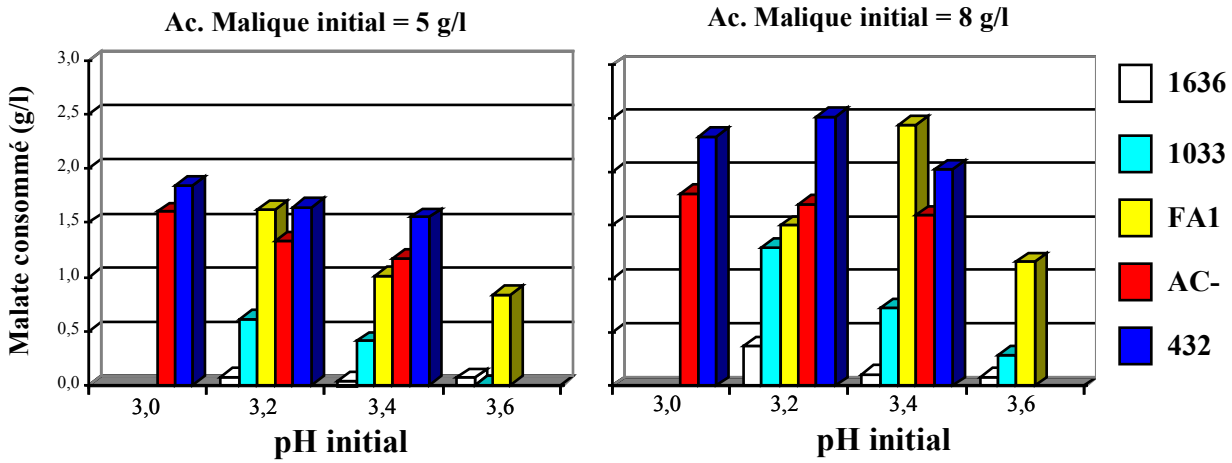


Figure n°2 : Consommation d'acide malique pour chaque essai

La différence entre les souches est manifeste : certaines, comme la 1636, ne consomment pratiquement pas d'acide malique tandis que d'autres, comme la 432, en dégradent jusqu'à 2,5 g/l. Le graphique montre aussi de façon évidente l'influence des conditions initiales. D'une part, la quantité d'acide consommé augmente avec sa concentration initiale. D'autre part, elle est d'autant plus importante que le pH est bas. En d'autres termes, l'activité désacidifiante des levures est plus intense dans des conditions d'acidité initiale plus élevée. Cependant, si on calcule le pourcentage d'acide malique consommé dans chaque cas, pour une souche et un pH donnés cette valeur est constante.

On peut donc établir un classement des souches de levures selon ce critère (tableau 1). On retrouve alors la hiérarchie attendue entre les souches démaliquantes (432 et AC-) et les souches de préservation d'acidité (FA1, 1033 et 1636) bien que la souche FA1 élimine des proportions importantes d'acidité malique, presque comparables à AC-.

Malate Initial (g/l)	pH Initial	Souche 1636	Souche 1033	Souche FA1	Souche AC-	Souche 432
5	**3,0**				32,0 %	36,8 %
	3,2	1,6 %	12,2 %	32,3 %	26,6 %	32,9 %
	3,4	0,8 %	8,1 %	20,2 %	23,4 %	31,0 %
	3,6	1,4 %	0,0 %	16,6 %		
8	**3,0**				22,5 %	29,1 %
	3,2	4,6 %	16,1 %	18,7 %	21,2 %	29,1 %
	3,4	1,3 %	9,0 %	30,4 %	20,0 %	25,0 %
	3,6	1,0 %	3,5 %	14,5 %		

Tableau 1: Pourcentage d'acide malique consommé par chaque souche dans chaque condition testée

1.3 - Production d'acides organiques

Les figures 3, 4 et 5 montrent les concentrations respectivement en acides acétique, lactique et succinique atteintes à la fin de la fermentation alcoolique dans chaque cas.

Les niveaux en acide acétique sont relativement élevés, surtout pour la souche AC-, et augmentent avec la teneur initiale en acide malique. Sur des milieux synthétiques de tels niveaux de production ne sont pas rares mais n'ont rien à voir avec ceux obtenus sur moûts de raisin.

En effet, en vinification aucune souche n'a jamais produit plus de 0,2 g/l d'acidité volatile (exprimée en équivalent H_2SO_4, soit 0,25 g/l d'acide acétique).

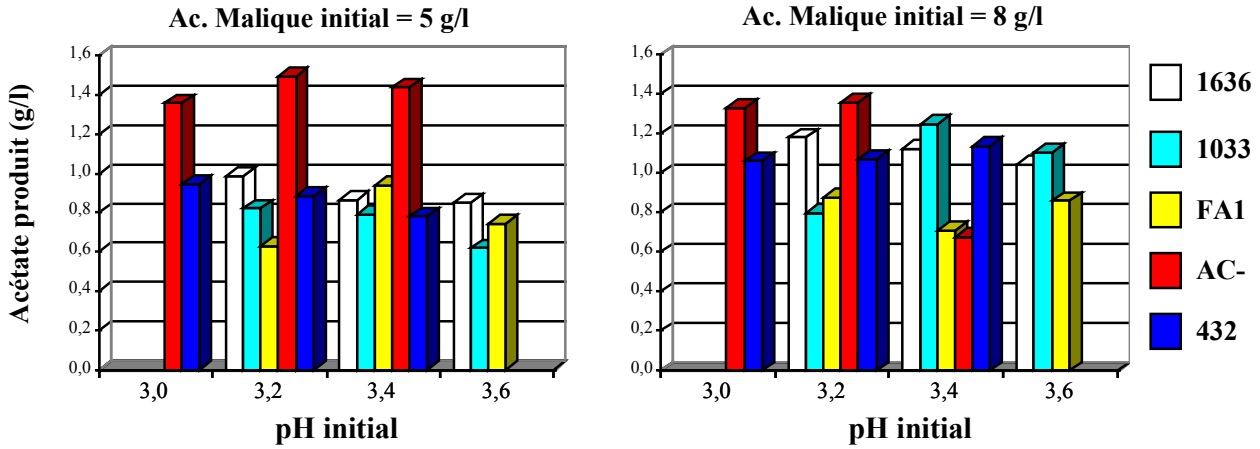


Figure n°3 : Production d'acide acétique pour chaque essai

En ce qui concerne l'acide lactique, seule la souche FA1 se distingue des autres par une production 2 à 4 fois plus importante.

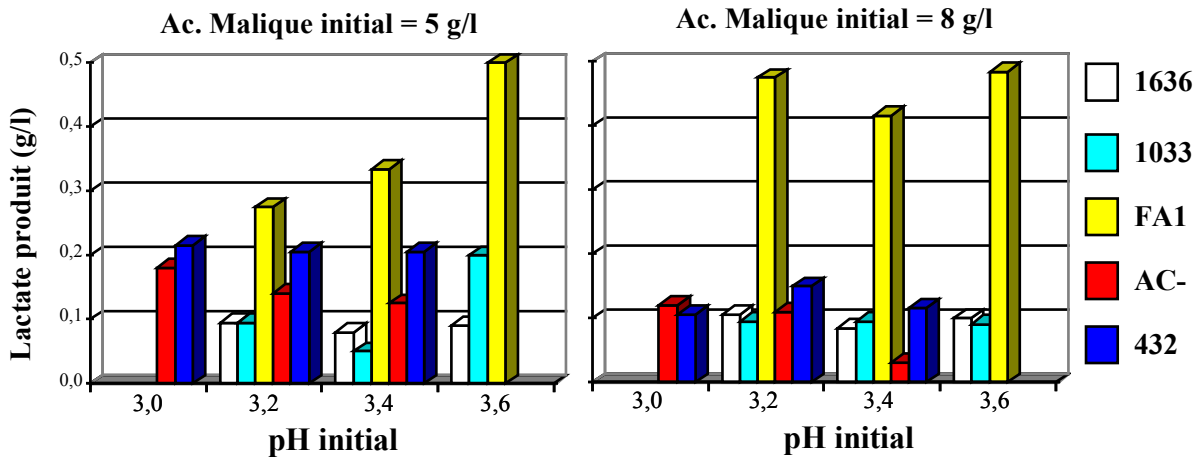


Figure n°4 : Production d'acide lactique pour chaque essai

Enfin, l'acide succinique s'accumule faiblement : 0,2 à 0,6 g/l selon les souches sans que l'on puisse établir une relation avec le pH. En revanche, un concentration plus élevée en acide malique initial conduit, dans la plupart des cas, à une production accrue de ce métabolite. Dans la littérature des concentrations de cet ordre sont rapportées.

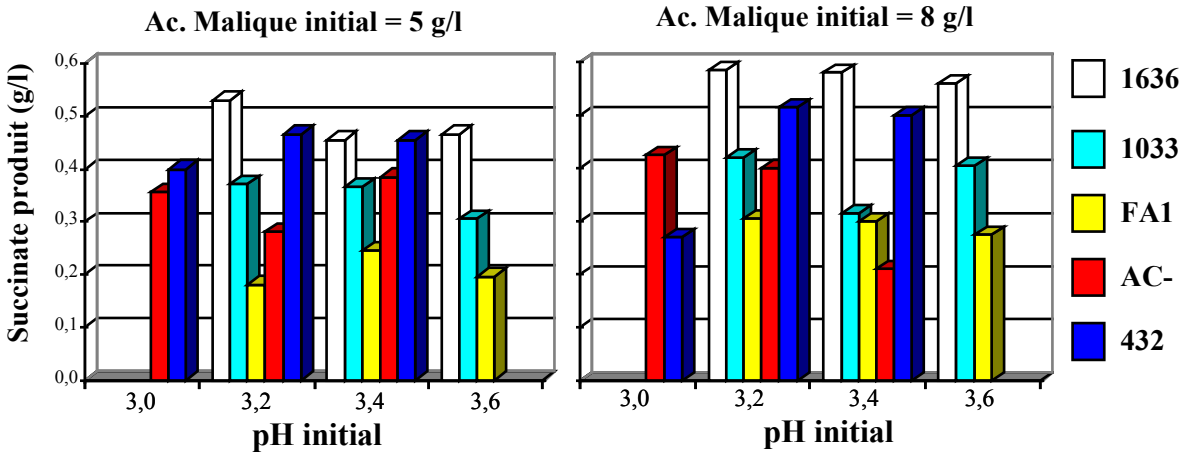


Figure n°5 : Production d'acide succinique pour chaque essai

1.4 - Variation du pH

Pendant la fermentation alcoolique le pH du milieu varie en raison de la consommation des substrats azotés et de l'acide malique, mais aussi à cause de l'excrétion par la levure d'acides organiques. Nous avons donc représenté, sur la figure 6, la variation du pH entre le début et la fin de la fermentation alcoolique pour chaque expérience. Les histogrammes montrent clairement qu'en utilisant ce critère on peut établir un classement différent des souches de levures :

- la souche AC-, classée parmi les désacidifiantes, a toujours pour effet d'augmenter le pH du milieu bien qu'elle produise le plus d'acide acétique,
- la souche FA1, considérée comme préservatrice d'acidité, induit toujours une diminution marquée du pH du milieu,
- pour les trois autres souches, la variation du pH entre le début et la fin de la fermentation alcoolique est très faible, de l'ordre de 0,1 unité pH (sauf pour la souche 1033 dans un cas).

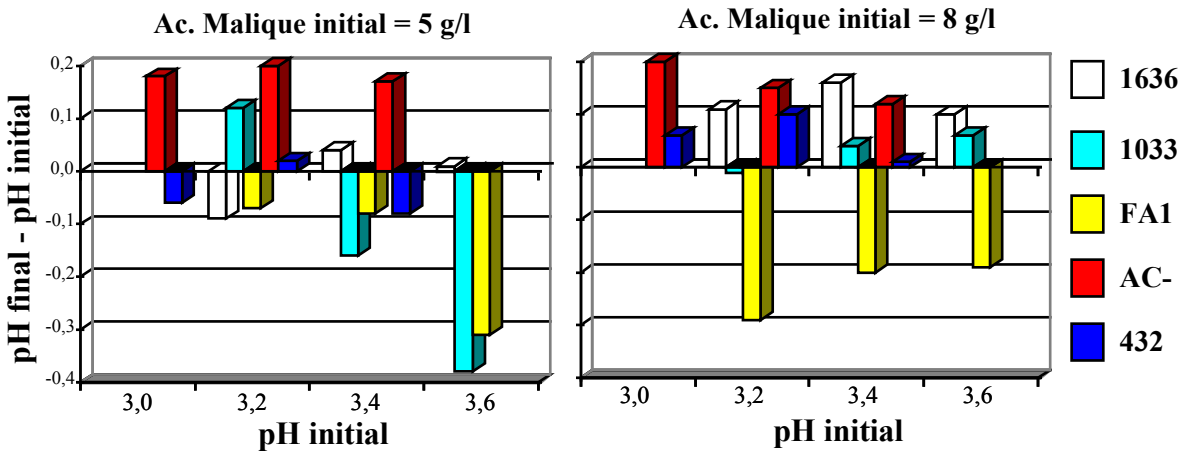


Figure n°6 : Evolution du pH entre le début et la fin de la fermentation alcoolique pour chaque essai

II - EXPERIMENTATIONS EN VINIFICATION SUR SITES

Le groupe national de travail sur l'acidité coordonné par l'ITV Midi-Pyrénées mène des expérimentations depuis plusieurs années sur le thème de l'évolution de l'acidité pendant la fermentation alcoolique en fonction de la levure utilisée. Les résultats issus des campagnes 1995 et 1996 sur plusieurs sites, dans différentes conditions de cépage et d'acidité ont été compilés. Ils correspondent à 66 essais au total, détaillés dans le tableau 2.

Souche	Nombre d'essais	Gamme de pH initial	Gamme d'acide malique initial (g/l)
FA1	14	2,94 à 3,67	3,00 à 8,90
AC-	16	2,91 à 3,34	2,87 à 8,00
1033	6	3,03 à 3,33	3,64 à 6,21
1636	19	2,91 à 3,67	3,45 à 8,30
432	11	2,91 à 3,90	3,03 à 8,90

Tableau n°2 : Conditions des essais de vinification (Données ITV France)

Les résultats exprimés en terme de pourcentage d'acide malique consommé (moyenne de tous les essais pour chaque souche) sont représentés sur la figure 7 en comparaison avec ceux issus des essais sur milieu synthétique. On constate que le classement des souches est identique pour les deux milieux : synthétique et naturel, hormis pour la souche 1033. Mais pour cette souche, seulement six essais ont été réalisés, ce qui peut expliquer cette divergence.

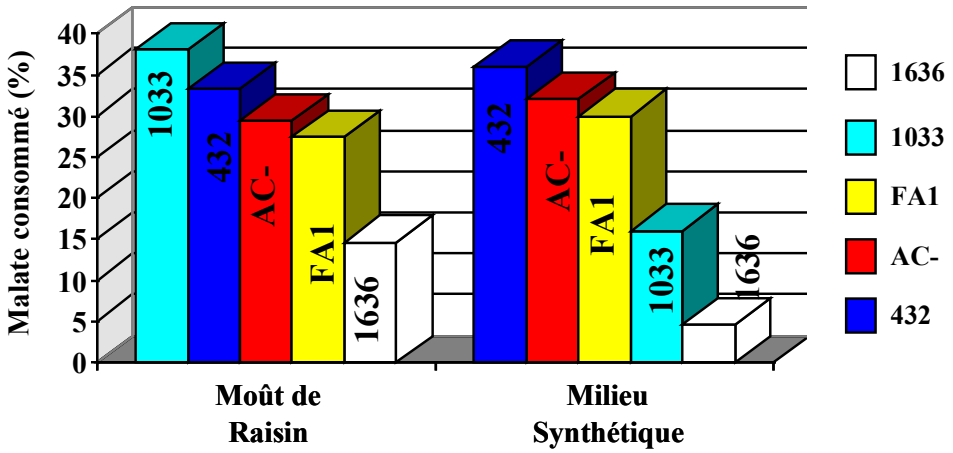


Figure n°7 : Classement des souches selon le pourcentage d'acide malique dégradé pour les deux séries d'essai (milieu synthétique et vinifications)

III - DISCUSSION-CONCLUSION

3.1 - EXPERIMENTATIONS SUR MILIEU SYNTHETIQUE

Le seul effet de l'acide malique sur le déroulement de la fermentation alcoolique semble être l'augmentation de la production de glycérol. On sait que l'accumulation du glycérol par fermentation glycéropyruvique se produit pendant la première partie de la fermentation alcoolique à partir des sucres. Cette observation est donc difficile à expliquer puisqu'il n'y a pas, dans notre cas, de corrélation avec la consommation de l'acide malique. Cependant, selon Barre la production de glycérol est liée à celle de l'acétate et du succinate.

Le fait que le malate soit davantage consommé pour une souche donnée quand le pH initial est plus faible a déjà été rapporté et s'explique par les équilibres de dissociation de cet acide en fonction du pH. En effet, plus le pH est bas, plus l'acide malique se trouvera sous sa forme non dissociée et c'est sous cette forme seulement qu'il peut être transporté à l'intérieur de la levure par diffusion passive. Il est possible qu'un équilibre s'établisse entre les concentrations intérieures et extérieures, ce qui expliquerait que le pourcentage consommé soit constant pour une levure et un pH donnés.

Les production d'acide acétique et d'acide succinique augmentent quand le milieu contient davantage d'acide malique. Une des voies proposées pour la dégradation de ce substrat est celle qui conduit à l'acide succinique. Mais la deuxième voie métabolique, celle qui mène à l'éthanol, semble être prépondérante. Dans notre cas, la comparaison à un milieu témoin exempt d'acide malique nous inciterait plutôt à préférer la première voie mais on ne peut conclure entre les deux hypothèses étant donné que le gain en éthanol provenant de la transformation du malate est trop faible pour être détectable. Par contre, la production d'acide lactique semble liée à la souche de levure et non aux paramètres étudiés.

Si on compare les classements des souches selon les deux critères que sont le pourcentage d'acide malique consommé et l'effet sur la variation du pH après la fermentation alcoolique on constate que ces classements divergent. Le critère seul de la consommation du malate est donc insuffisant, il faut prendre en compte l'ensemble des composés consommés ou produits par la levure qui peuvent avoir un effet sur l'acidité du milieu. C'est ainsi que la souche FA1 considérée comme préservatrice d'acidité dégrade dans certaines conditions autant d'acide malique que la souche désacidifiante AC-. Mais en ce qui concerne le pH final elles présentent un effet inverse : la FA1 le diminue toujours, peut être en raison d'une forte production d'acide lactique.

3.2 - EXPERIMENTATIONS EN VINIFICATION SUR SITES ITV

Les résultats des essais de vinification menés sur les sites ITV France en 1995 et 1996 sont présentés dans la partie précédente sous forme de pourcentage d'acide malique consommé en moyenne pour chaque souche. Cependant, selon les conditions initiales, la variation de cette consommation présente une grande amplitude (données non montrées) ce qui confirme bien l'importance des caractéristiques du moût sur la dégradation du malate par les levures, leur variabilité d'une vinification à l'autre et, par conséquent, l'intérêt de conduire une étude de ce type sur milieu synthétique. En outre, les valeurs du pH et de la concentration en acide malique initial des moûts de raisin (tableau 2) se trouvaient parfois en dehors de la gamme choisie pour les essais sur milieu synthétique et on a montré l'importance de ces paramètres.

Enfin, dans les vinifications sur site, la souche apportée au cours du levurage ne se retrouve pas toujours majoritaire en fin de fermentation. Toutefois, la consommation de l'acide malique débutant avec la fermentation alcoolique on peut penser que la souche ensemencée a participé, au moins partiellement, à la dégradation de l'acide malique.

Malgré ces disparités entre les deux séries d'expérimentations, la bonne concordance du classement des souches et de l'ordre de grandeur du pourcentage de malate dégradé permet de valider l'étude sur milieu synthétique et montre l'intérêt d'une telle démarche.

Une étude menée récemment sur 37 souches des levures de vinification d'une collection italienne a montré que la majorité d'entre elles dégradent entre 15 et 25 % de l'acide malique. Les souches que nous avons testées sont donc performantes de ce point de vue.

AUTRES ALTERNATIVES DE LA MAITRISE DE L'ACIDITE

Jean-Luc Favarel
ITV France – Unité de Gaillac

L'acidité du vin constitue une de ses caractéristiques de base, tant sur le plan analytique que sensoriel. Elle conditionne le déroulement de la fermentation malo-lactique (FML), la conservation, le pouvoir antiseptique de l'anhydride sulfureux, la clarification du vin. Tout au long de la chaîne d'élaboration, les paramètres Acidité Totale et pH sont les indicateurs de « l'état de santé » du produit, de son équilibre.

Des niveaux d'acidité faibles, et des pH élevés, peuvent avoir des effets néfastes plus importants sur les vins rouges que sur les vins blancs.

Dès la fermentation alcoolique et la cuvaison, plus le pH est élevé, plus la FML s'enclenche rapidement, avec des risques de déviations lactiques. La seule solution est alors de décuvage, faisant très souvent perdre le potentiel polyphénolique des pellicules du fait de la séparation des parties liquide-solide.

La technique la plus courante pour corriger une acidité déficitaire est l'ajout d'acide tartrique. Encadrée réglementairement, elle repose encore sur un grand empirisme et sa mise en œuvre se fait par test au laboratoire.

D'autres techniques existent pour acidifier les moûts et les vins. Elles sont utilisées plus ou moins, selon les pays, et la réglementation en vigueur.

Sur ce thème, un groupe de travail national a été constitué en 1994, afin d'acquérir des références précises sur tous les travaux relatifs à l'acidité d'un vin.

Nous présenterons les principaux résultats sur les pistes suivantes, alternatives à l'acidification par acide tartrique :

- préservation de l'acidité malique par FML partielle
- optimisation de l'acide tartrique
- acidification par d'autres acides organiques
- utilisation de résines échangeuses d'ions

1- LA MAITRISE DE L'ACIDITE FML PARTIELLE

La fermentation malolactique (FML) permet la transformation de l'acide malique en acide lactique. Cette dégradation s'accompagne en règle générale d'une baisse d'acidité totale conséquente (entre 1 et 3 g/l H_2SO_4 selon les millésimes, comme observé par Leglise(1)), et d'une élévation du pH de 0.15 à 0.30 unité (Champagnol (2)).

Sur certains produits, il est possible d'envisager un déroulement partiel de la FML, afin de préserver une acidité intéressante. Cependant, la technique d'assemblage entre deux lots d'un même vin, dont un a subi la FML et l'autre non, est plus aisée pour mettre en œuvre cette pratique.

Nous avons étudié un protocole expérimental sur cépage Négrette, traditionnellement connu pour sa faible acidité et son pH élevé, dans le cas de l'élaboration d'un vin rosé de Fronton.

A partir d'un même vin, en fin de fermentation alcoolique, une partie a été soutirée, sulfitée et mise au froid, en absence de FML (notée lot 0 % FML). Une deuxième partie a subi la FML, puis soutirée, sulfitée (notée : 100 % FML).

Des assemblages successifs sont réalisés de la manière suivante :

- FML 25 % : assemblage équivalent à la dégradation de 25 % de l'acide malique, soit 75 % de lot 0 % FML et 25 % de lot 100 % FML
- FML 50 % : assemblage équivalent à la dégradation de la moitié de l'acide malique, soit 50 % de lot 0 % FML, et 50 % de lot 100 % FML
- FML 75 % : assemblage équivalent à la dégradation de 75 % de l'acide malique initial, soit 25 % de lot 0 % FML et 75 % de lot 100 % FML

Les résultats sont mentionnés sur le tableau n°1.

LOTS	VARIATION DE L'ACIDITE TOTALE PAR RAPPORT AU LOT 100 % FML (g/l H_2SO_4)	VARIATION DE pH PAR RAPPORT AU LOT 100 % FML (unité pH)
100 % FML	0	0
FML 75 %	+ 0.5	- 0.09
FML 50 %	+ 0.9	- 0.17
FML 25 %	+ 1.4	- 0.23
0 % FML	+ 1.8	- 0.29

Tableau n°1 : Maintien d'acide malique dans les vins par assemblage de lots FML 0 % et 100 %. Variation analytique Essais Station Régionale ITV Midi-Pyrénées 1996

Au niveau organoleptique, un jury-expert de professionnels de l'Appellation Fronton a classé les lots 0 % FML et FML 25 % comme meilleurs ; les lots FML 50 %, FML 75 % et FML 100 % étant systématiquement rejetés car trop peu acides, manquant de fraîcheur et de vivacité.

Cette pratique est désormais devenue courante dans l'appellation, où elle s'applique surtout aux vins rosés « de printemps », pour lesquels les risques microbiologiques sont faibles, associés à une bonne hygiène vinaire et une consommation rapide du produit. L'emploi du lysosyme peut alors s'avérer très intéressant, pour minimiser encore les risques de FML intempestive en bouteilles, tout en réduisant les doses de SO_2.

2– D'AUTRES OPTIMISATIONS DE L'ACIDIFICATION PAR ACIDE TARTRIQUE

L'acidification courante repose sur l'usage de l'acide tartrique seul. Les travaux qui ont été présentés essayent de positionner le stade opportun de l'acidification, et la dose. Or, cet acide faible ne permet pas, dans tous les cas, la réduction du pH du vin au niveau souhaité.

Le vin possède en effet un très fort pouvoir tampon, de telle sorte que même si l'acidité totale s'accroît, l'acidification n'a que de très faibles conséquences sur la valeur du pH.

Les travaux de *Gomez Benitez et al (3)*, relatent l'utilisation couplée du gypse ($CaSO_4 – 2H_2O$) à celle de l'acide tartrique. Celle-ci permet d'abaisser le pouvoir tampon du vin et l'alcalinité des cendres, afin d'accroître l'efficacité ultérieure de l'acidification.

Ces travaux ont été reproduits en Midi-Pyrénées, sur cépages Négrette et Duras des zones Fronton et Gaillac, en positionnant les ajouts à l'encuvage, selon le protocole suivant :

- ajout d'acide tartrique à 1,5 g/l : noté lot + 1,5 TH_2
- ajout de $CaSO_4$ à 2 g/l, puis 0,5 g/l d'acide tartrique : noté lot gypse + 0,5 TH_2
- ajout de $CaSO_4$ à 2 g/l, puis 1,5 g/l d'acide tartrique : noté lot gypse + 1,5 TH_2

Les écarts, par rapport au lot témoin non acidifié, et observés après stabilisation tartrique, sont donnés dans le tableau n°2.

MODALITES	ACIDITE TOTALE		pH	
	en valeur absolue	en %	en valeur absolue	en %
Lot + 1,5 TH_2	+ 0.2	+ 5.7	- 0.17	- 4.5
Lot gypse + 0,5 TH_2	+ 0.4	+ 11	- 0.18	- 4.7
Lot gypse + 1,5 TH_2	+ 0.7	+ 20	- 0.39	- 10.3

Tableau n°2 : Variations du pH et de l'Acidité Totale (exprimée en g/l H_2SO_4) par rapport au vin témoin non acidifié dans le cas de l'utilisation couplée de gypse et d'acide tartrique - Essais Station Régionale ITV Midi-Pyrénées 1995

Nous constatons un grand effet « booster » conféré à l'acide tartrique par l'utilisation du $CaSO_4$. L'emploi de 2 g/l de ce produit, a permis de diviser par trois la dose d'acide tartrique à employer pour atteindre un résultat équivalent.

Le risque encouru avec cette pratique réside dans la cristallisation ultérieure de tartrate neutre de calcium, sel dont la solubilité est très basse et pour lequel les conditions de nucléation sont mal connues. Les mêmes résultats ont été obtenus en positionnant l'ajout de gypse et l'acidification après fermentation malolactique et avant passage au froid.

3– ACIDIFICATION PAR D'AUTRES ACIDES

La bibliographie (Rankine (4,5), Zoeckin (6), Usseglio-Tomasset (7)) rapporte de nombreux travaux sur l'utilisation d'acides secondaires pour corriger l'acidité des vins. Ces travaux ont tous été développés dans les nouveaux pays producteurs : Australie, Afrique du Sud, Nouvelle Zélande, Californie, pour lesquels la réglementation est beaucoup plus tolérante que la notre. La règle est simple : usage autorisé dès lors que le produit final voit ses qualités améliorées, dans le respect de la santé du consommateur.

Le tableau n°3 reporte, par exemple, la liste des produits autorisés par la législation américaine, pour l'acidification sur moût ou sur vin.

COMPOSES	PRECONISATION
Acide citrique	Dose maximale : 0.7 g/l
Acide fumarique	Dose maximale : 3 g/l
Acide lactique	Peu d'effet sur le pH
Acide malique (L ou DL)	Plus utilisé sur vins blancs
Acide succinique	Plus utilisé sur vins blancs

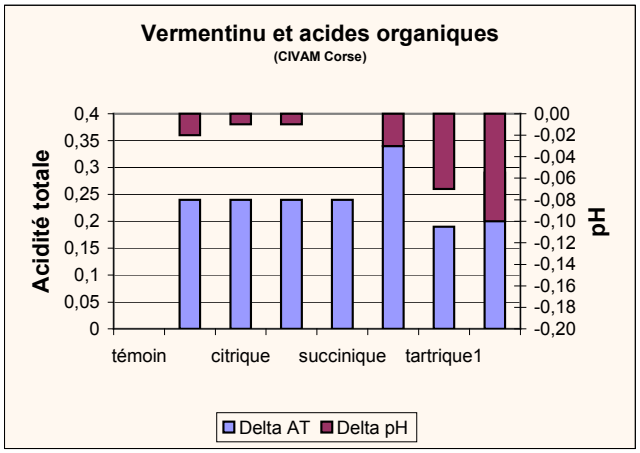
Tableau n°3 : Acides organiques utilisables pour acidifier moûts et vins - Essais Station Régionale ITV Midi-Pyrénées

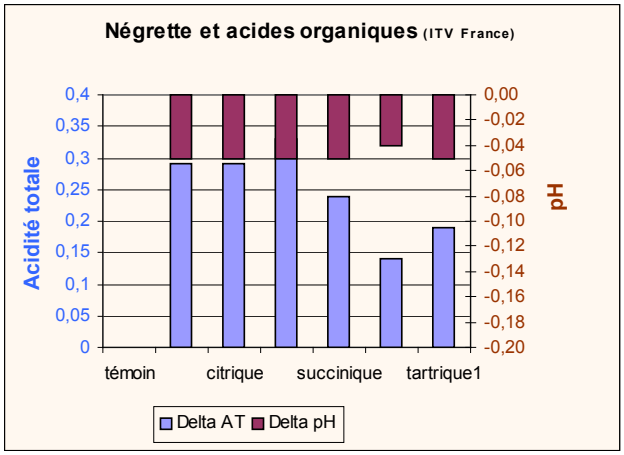
Nous avons cherché à comparer l'efficacité du pouvoir acidifiant de ces différents acides sur un vin rouge de faible niveau d'acidité (Négrette – Essais ITV), et sur un vin blanc de Vermentinu (CIVAM Corse).

Les doses ajoutées pour les différents acides organiques sont les suivantes :

	ESSAIS ITV		*ESSAIS CIVAM CORSE*	
	g/l	**meq**	**g/l**	**meq**
Acide lactique	0.65	7	0.55	6
Acide citrique	0.2	3	0.43	6
Acide malique	0.25	4	0.41	6
Acide succinique	0.2	3	0.36	6
Acide fumarique	0.3	5	0.35	6
Acide tartrique	0.3	4	0.46	6

Les résultats des acidifications sont reportés sur les figures n°1.





Figures n°1 : Variations de l'acidité totale (exprimée en g/l H_2SO_4) et du pH par rapport au vin témoin lors de l'acidification par acides organiques secondaires – Essais Groupe National Acidité 1998

La variation de pH est quasi nulle. Aux doses utilisées et sur les vins concernés, l'acidification par ces acides organiques ne provoque pas de variation de pH. L'incidence sur l'acidité totale est plus sensible et permet d'ajouter une pointe d'acidité.

En dégustation, aucune préférence ou rejet significatif au seuil de 5 % ne sont détectés. Toutefois, dans les deux cas, le lot acide tartrique est le plus apprécié.

L'utilisation des acides n'a pas induit de différences de couleur ni de défaut olfactif détectable.

Les acides organiques présentent à doses égale d'utilisation, des « forces acides » moins importantes que l'acide tartrique. Ils devront être utilisés pour pallier une légère déficience acide, ou bien à concentration plus élevée pour des effets analytiques plus significatifs.

4– UTILISATION DE RESINES ECHANGEUSES D'IONS

Acidifier peut vouloir dire rajouter des composés acides au vin, mais une alternative réside par l'élimination des composés basiques. Les résines échangeuses de cations peuvent contribuer à atteindre cet objectif.

Leur principe est simple : lors de son écoulement sur la résine, le vin échange son potassium contre des ions H+, provoquant son acidification immédiate.

Cette technique est utilisée sur les moûts concentrés rectifiés, et uniquement. La législation communautaire en interdit l'emploi à l'heure actuelle.

Une série d'essais a été réalisée à l'échelon expérimental (volume de 10 litres) à la Station Régionale ITV Midi-Pyrénées en 1994, sur une colonne remplie de 3 litres de résine cationique.

Les travaux ont porté sur cépages Négrette et Cabernet Franc en positionnant le traitement soit avant la fermentation alcoolique, soit après la FML avant passage au froid. Les résultats présentent ici ne rapportent que ce dernier essai.

Lors du traitement, l'Acidité Totale a été augmentée à 5.6 g/l H_2SO_4, le pH abaissé à 2.1. Après assemblage de 25 % de vin traité, les composantes analytiques sont les suivantes :

	AT (g/l H_2SO_4)	**pH**
AVANT DESIONISATION	2.62	4.01
DESIONISATION DE 25%	3.24	3.64

Tableau n°4 : Effet de la désionisation conduite sur vin fini après FML - Essais ITV Midi-Pyrénées 1994

Dans ce cas également, l'effet est très net. Le traitement de 25 % du volume permet une variation d'Acidité Totale de 0.6 g/l H_2SO_4. Ce procédé technologique doit donc être raisonné prudemment, par assemblages successifs pour déterminer la proportion de vin à traiter. Il est d'une très grande efficacité et simplicité de mise en œuvre sur vin fini.

La réglementation américaine autorise cette technique pour la stabilisation tartrique, avec des bornes sur les paramètres Acidité fixe et pH très souples.

5– CONCLUSIONS

Selon les produits à élaborer, le maintien d'acide malique, par FML incomplète via assemblage de lots ayant ou n'ayant pas réalisé cette étape, est une voie d'acidification « naturelle » et simple à mettre en œuvre. Au-delà du seul aspect analytique, l'assemblage préalable en laboratoire permet d'atteindre précisément l'équilibre organoleptique recherché par le vinificateur.

L'emploi de nouveaux additifs, acides organiques du vin ou du raisin, gypse,… repose au préalable sur l'évolution de la réglementation. Leurs incidences sur les paramètres pH et AT sont variables, et leur mise en œuvre ne peut s'envisager

qu'avec test préalable. Aux doses utilisées et préconisées dans les nouveaux pays producteurs, pas ou peu de déviations organoleptiques sont mises en évidence.

Les résines échangeuses de cations ont démontré leur redoutable efficacité, grâce à l'élimination du potassium et à son échange avec des protons. Mais, la technique est à utiliser avec beaucoup de précaution, du fait de son caractère « excessif ». La régénération des résines n'a pas été étudiée.

Le vigneron dispose de plusieurs alternatives pour maîtriser l'acidité de son vin. La réglementation actuelle définit précisément les degrés de liberté, mais doit pouvoir évoluer vers plus de souplesse et de maîtrise.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Léglise M. : L'évolution des acidités et l'évolution de leurs connaissances. Revue des Œnologues
(2) Champagnol F. : L'acidité des moûts et des vins. Revue Française d'œnologie n°104 (1986)
(3) Gomez Benitez J., Grandal Delgado M.M., Diez Martin J. : Study of the Acidification of sherry musts with gypsum and tartaric Acid. Am. J. Enol. Vitic., Vol 44, n°4 – 1993
(4) Rankine B.C. : Malic acid – a key acid in grappes and wines. Aust. Grapegrower Winemaker 313 : 14 (1990)
(5) Rankine B.C. : Succinic acid in wine – Aust. Grapegrower 266 : 17 (1986)
(6) Zoecklin B.W., Fugelsang K.C., Gump B.H., Nury F.S. : Wine analysis and production. Chapmann and Hall Enology Library, New-York (1995)
(7) Usseglio-Tomasset L. Osservazioni sulla désacidificazione et sull'acidificazione dei vini. Riv. Vitic. Enol., 36, 71 (1983)

MEXTAR : UN OUTIL DE PREVISION DE L'ACIDITE DES VINS

Audrey DEVATINE*, Nadine GABAS

Laboratoire de Génie Chimique (UMR 5503, CNRS-INPT/UPS)
ENSIACET, 18 chemin de la Loge, 31078 TOULOUSE Cedex 4
**Chargée de Recherches pour la société Laffort Œnologie, BP 17, 33015 BORDEAUX Cedex*

MEXTAR est un logiciel à destination des professionnels de l'œnologie. A partir de quelques déterminations analytiques classiques sur le vin étudié (type (sec ou moelleux), titre alcoométrique, pH et acidité totale, concentrations en acide tartrique, en potassium, en calcium…), ce code de calcul résout l'ensemble des équilibres physico-chimiques existant dans le vin en prenant en compte les coefficients d'activité ioniques et les complexes du potassium et du calcium habituellement négligés dans ce type de calcul (1).

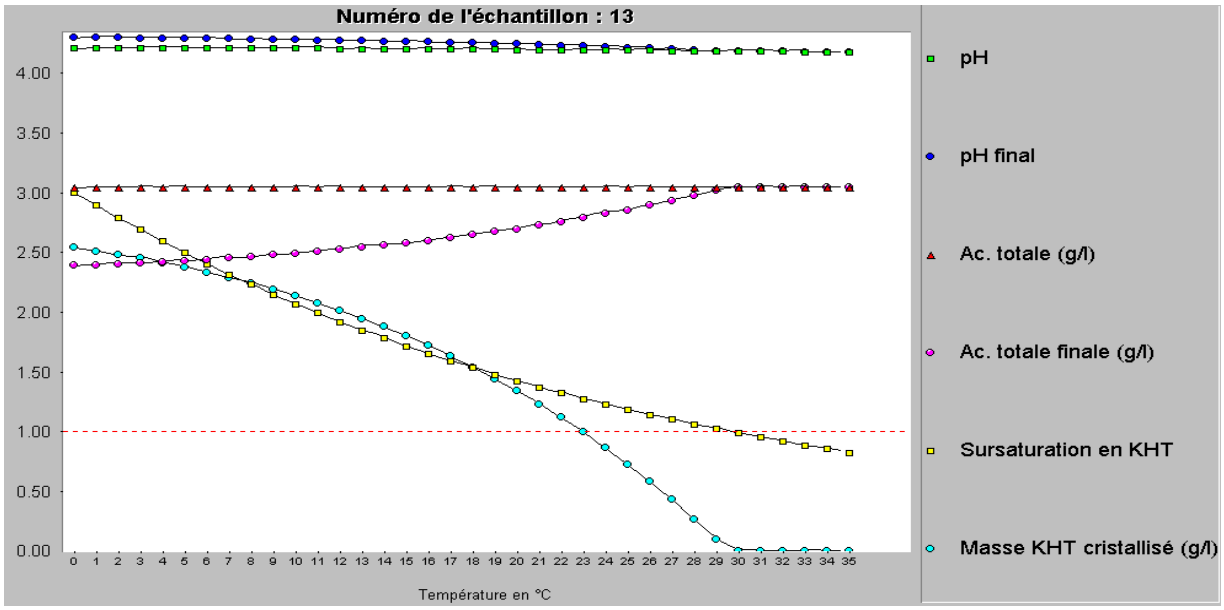
Le programme offre la possibilité de simuler les opérations suivantes :

- les précipitations tartriques,
- l'ajout ou la suppression d'une ou plusieurs espèces chimiques contenues dans le vin,
- l'acidification ou la désacidification,
- la fermentation malolactique.

Pour les rubriques 1 et 2, les calculs suivants peuvent être effectués sur une large plage de températures (-5°C < T < 30°C) : le pH et l'acidité totale du vin initial et du vin final (après précipitation des sels tartriques par exemple), les rapports de sursaturation (2) vis-à-vis du bitartrate de potassium (KHT) et du tartrate neutre de calcium (CaT), les quantités de KHT et de CaT qu'il faut cristalliser pour rendre le vin stable à une température donnée, les températures de saturation par rapport à ces deux sels, le pouvoir tampon du vin et les concentrations de tous les cations et anions présents dans le vin.

MEXTAR permet donc de tester rapidement et surtout efficacement la stabilité des vins afin de juger de la nécessité et de l'intensité d'un traitement stabilisant ou d'apprécier l'efficacité du traitement employé. Les professionnels du vin pourront alors décider sur des bases scientifiques la nécessité ou non de stabiliser un vin.

A titre d'exemple, la figure ci-après illustre le type de résultats fournis par le logiciel.



En ce qui concerne les opérations d'acidification et de désacidification, MEXTAR calcule la masse d'acidifiant (acide tartrique ou autre acide) ou de désacidifiant ($KHCO_3$ ou $CaCO_3$) à ajouter au vin pour atteindre un pH ou une acidité totale désiré.

Le logiciel permet également de prévoir le pH et l'acidité totale du vin lorsqu'il aura achevé sa fermentation malolactique.

MEXTAR est un outil de calcul et d'analyse qui associe à la fois rapidité, convivialité et compatibilité avec divers formats type Excel. Les résultats, fournis sous forme de graphe ou de tableau, doivent être validés et interprétés par l'analyste à partir de ses connaissances classiques sur la chimie des vins afin d'en dégager les conclusions technologiques. MEXTAR fait appel à des calculs rigoureux s'appuyant sur une validation expérimentale appliquée à des vins. Le choix des paramètres œnologiques a été réalisé par le service Vin de la Chambre d'Agriculture de la Gironde. C'est un

programme évolutif qui intègre les derniers résultats de la recherche dans le domaine. Il devrait permettre une meilleure maîtrise de l'acidité des vins.

(1)V. GERBAUD, « Détermination de l'état de sursaturation et effet des polysaccharides sur la cristallisation du bitartrate de potassium dans les vins », thèse de Doctorat de l'INP Toulouse (1996)
(2) V. GERBAUD, N. GABAS, J. BLOUIN, « Nouvelle méthode d'évaluation de la stabilité tartrique des vins par le calcul de la sursaturation », 1st Symposium In Vino Analytica Scientia 1997, Bordeaux, Compte Rendus du Colloque, 448-451 (1997)

OPTIMISATION DE LA CONDUITE DU PRESSURAGE ET DE LA SELECTION DES JUS

Jean-Luc FAVAREL
ITV France – Unité de Gaillac

Le pressurage est une phase fondamentale de l'élaboration du vin. Son incidence sur les caractéristiques analytiques et organoleptiques du produit est déterminante. La réussite de cette opération dépend non seulement du type de pressoir utilisé, mais également de leurs conditions d'utilisation. Un pressoir mal utilisé donnera toujours de mauvais résultats.

Les critères œnologiques du pressurage sont connus : extraction sans actions mécaniques brutales, obtention de jus clairs en favorisant leur filtration à travers le «gâteau » de vendange, extraction progressive et sélective, autorisant un fractionnement (Chabas J., 1989). L'évolution de la composition des moûts au cours du pressurage et la définition des principaux paramètres analytiques permettant de juger de la qualité de l'extraction ont fait l'objet de nombreuses études expérimentales (Valade M.,1989 - Blouin J., 1989). Le pH des moûts est considéré comme un marqueur pour la qualité des vins. L'Indice de Polyphénols Totaux (IPT) traduit la richesse phénolique du moût, notamment en tanins, facteurs d'amertume et d'astringence. L'augmentation du potassium traduit l'extraction des jus de la pellicule.

L'utilisateur ne dispose actuellement que de données quantitatives pour adapter le fonctionnement des pressoirs : temps, pressions, volumes extraits, débits d'écoulement. Or, étant donné l'hétérogénéité des vendanges et les diverses possibilités d'utilisation, il n'existe généralement pas de relations simples et précises entre ces critères et la qualité des moûts extraits.
L'objectif de ce projet est donc de concevoir et de mettre à la disposition de l'œnologue un outil permettant de sélectionner les jus au cours du pressurage en fonction d'un critère qualitatif pertinent, représentatif de l'évolution réelle de la qualité des jus extraits. Cet outil doit permettre à l'œnologue d'optimiser l'utilisation de ses pressoirs. Les essais ont été réalisées en majorité sur des pressoirs à membrane latérale, pneumatiques, cages ouvertes et fermées, de 37 à 250 hl, précédés ou non de cuves d'égouttage. Certains ont également porté sur des pressoirs continus à vis d'Archimède et des pressoirs horizontaux à plateaux.

1- FIABILITE DE LA CHAINE DE MESURE

La première étape de l'étude a porté en 1994 sur le choix du traceur qualitatif. Des pressoirs ont été instrumentés de différents capteurs en ligne (turbidimètre, pH-mètre, conductivimètre). A l'issue, la conductivité ayant été retenue, une étude spécifique sur ce paramètre a été entreprise de 1995 à 1997.
Il convient de vérifier que les informations transmises par la chaîne de mesure ne sont pas faussées par la mise en place de la sonde toroïdale, qui sert à mesurer la conductivité, dans la maie ou sur la canalisation. Pour cela nous avons comparé les valeurs indiquées en ligne à des mesures réalisées en discontinu par échantillonnage. Ces vérifications ont été réalisées à l'aide d'un conductivimètre de marque ABB (avec un coefficient de cellule de 1) ou à l'aide d'un conductivimètre de marque Rosemount, identique à celui installé sur le pressoir.

Lorsque la cellule de mesure est insérée sur la canalisation d'écoulement des jus en sortie de la maie du pressoir, nous avons mis en évidence des erreurs de mesure parfois importantes, notamment lorsque les débits d'écoulement des jus sont faibles.
La chaîne de mesure est théoriquement insensible aux variations de débits. Dans notre application, la présence de mousse (émulsion des protéines) et de fines bulles d'air sont à l'origine des erreurs de mesure constatées.

Temps secondes	Conductivité affichée en µs/cm	Conductivité mesurée par échantillonnage en µs/cm	Débit en l/min.
2743	3115	3104	558
3990	2856	3085	2.50
5006	2148	3070	1.3
5401	1928	3065	1.3
5829	1611	3085	1.0

Lorsque la cellule de mesure est placée directement dans la maie, les valeurs indiquées en continu sont conformes à celles obtenues par échantillonnage. La mise à l'air de la sonde se traduit par des valeurs de conductivité proches de 0 µs/cm.

En conclusion, la cellule de mesure doit être placée directement dans la maie du pressoir La proximité immédiate avec une tôle en acier inoxydable n'a pas d'influences notables.

2 - EVOLUTIONS COMPAREES DE LA CONDUCTIVITE AVEC LES PARAMETRES ANALYTIQUES UTILISES POUR CARACTERISER LA QUALITE DES MOUTS EXTRAITS

Les résultats sur l'évolution du pH, des polyphénols et du potassium au cours du pressurage confirment ceux précédemment obtenus par l' I.T.V. et différents auteurs (Vallade, Carré, Brun) : augmentations du pH (et diminution de l'acidité), des polyphénols totaux et du potassium, expliquées par l'extraction progressive des jus de la pellicule et des parties herbacées de la vendange. Les facteurs pH (et acidité) sont les principaux marqueurs de la qualité des moûts extraits au cours du pressurage. Les coefficients de détermination r^2, obtenus sur un nombre important d'échantillons prélevés au cours du pressurage, entre les valeurs de conductivité, de pH, du potassium et des IPT sont mentionnés dans le tableau ci-dessous. Ils permettent de valider ce paramètre comme un traceur fiable de l'évolution des jus au cours de l'extraction. Toute augmentation de conductivité se traduit par une augmentation parallèle de ces paramètres. Ces corrélations sont indépendantes du type de pressoir et de leur mode de fonctionnement.

Variables	Conductivité/ pH	Conductivité/ Potassium	Conductivité/ IPT
r^2 moyen	0.91	0.89	0.88

Tableau n°1 : corrélations entre conductivité, pH, IPT et potassium

2.1 - Evolution de la conductivité au cours du pressurage

Environ 100 cycles ont été étudiés en cave de production pour constituer une base de données Cette base de données a pour objectif de valider (ou) non la faisabilité d'une sélection automatique des jus en fonction de la conductivité dans les diverses configurations possibles (type de pressoir, type de chaîne amont, type de vendange, adjuvants œnologiques utilisés, …) et de tester les lois de sélection automatique. Nous ne donnons ci dessous qu'une synthèse. L'ensemble des enregistrements est disponible auprès de l'ITV.

2.2 - Evolution de la conductivité en pressurage direct

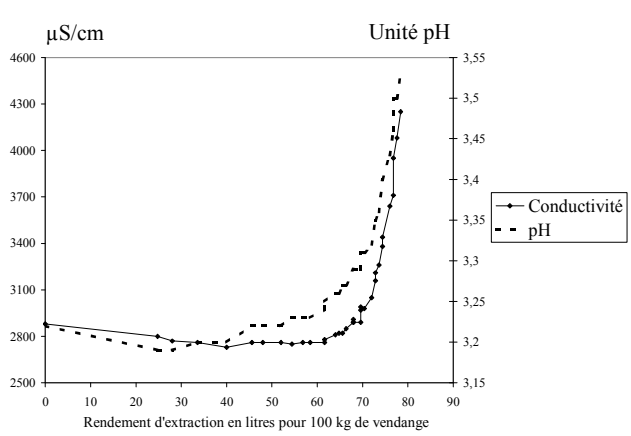
Au cours du remplissage, la conductivité évolue en fonction des apports de vendange. En fin de remplissage, lors de l'égouttage statique avant pressurage, elle se stabilise à une valeur palier. Pour un même cépage, cette valeur varie fortement en fonction de la matière première.

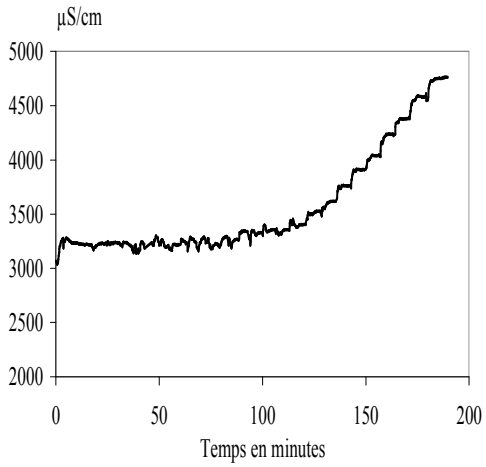
Au cours de la pressée, deux cas de figures :

- **Premier cas** : la conductivité reste stable pendant 60 à 80% de l'extraction, puis augmente fortement en fin de pressurage. Cette évolution, concomitante à celles du pH, des IPT et du potassium, traduit une extraction homogène et progressive des jus des différentes parties de la baie de raisin (pulpe, pellicules). Elle ne peut être obtenue qu'en limitant le nombre de rebêchages.

Entre les différentes pressées, l'augmentation significative de la conductivité est constatée à des rendements d'extraction différents, à relier aux caractéristiques variables de la matière première. De même, il n'y a pas de relations entre cette évolution et le niveau de pression d'air appliquée sur la membrane ou la durée de pressurage.

Evolutions de la conductivité



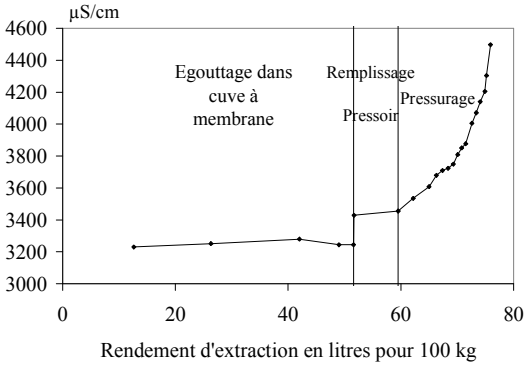


- **Deuxième cas** : la conductivité augmente progressivement au cours du pressurage. Les augmentations de conductivité sont observées après chaque rebechage. Il n'y a pas de rupture sensible de pente en fonction du temps, d'où l'impossibilité de réaliser un fractionnement à partir d'une loi simple de régulation. Cette évolution linéaire de la conductivité en fonction du temps met en évidence une extraction non progressive, règle de base d'un pressurage de qualité. Ces observations nous ont conduits à travailler en 1997 sur l'adaptation des cycles de pressurage.
Une augmentation linéaire de la conductivité est observée également lorsque la vendange à été préalablement enzymée avec des enzymes d'extraction. Les valeurs de conductivité sont alors très importantes, traduisant les effets de ces enzymes. (NB : ces enzymes d'extraction sont utilisées pour augmenter les performances quantitatives des pressoirs. Le déroulement des cycles de pressurage est totalement modifié. L'extraction des jus n'est pas sélective ni progressive. Les incidences œnologiques de l'utilisation (récente) de telles enzymes restent peu étudiées à ce jour).

2.3 - Evolution de la conductivité, après égouttage de la vendange

Ces suivis ont été réalisés sur des pressoirs à membrane latérale, précédés de cuves d'égouttage à membrane, type Elite. En fonctionnement normal, la conductivité des moûts extraits par la cuve reste très stable, avec des rendements d'extraction de 55 à 60 litres pour 100 kg. Ce type de matériel autorise donc une extraction douce et ménagée. Lors du vidage et du transfert de la vendange égouttée vers le pressoir, la conductivité des moûts extrait augmente fortement, traduisant les effets des actions mécaniques sur la vendange. Au pressurage, la conductivité augmente progressivement, par extraction progressive des jus des pellicules.

2.3.1 - Evolution de la conductivité après égouttage de la vendange



Etude des cycles de pressurage : évolution de la conductivité avec des cycles de pressurage modifiés

Les observations réalisées en 1996 sur certains cycles de pressurage, avec une augmentation linéaire de la conductivité en fonction du temps, nous ont incités à réfléchir sur de nouveaux cycles de pressurage, réalisant une extraction plus progressive en limitant au maximum le nombre et l'intensité des rebéchages. Nous avons reproduit au niveau des pressoirs le cycle d'une cuve d'égouttage à membrane type Elite. Ce cycle se traduit par des temps de maintien en

pression longs, avec des montées en pression très progressives et surtout sans aucun rebechage. Ce mode de fonctionnement est utilisé en début de pressurage. La fin de pressurage est réalisé avec un cycle «traditionnel ».
Ce mode de fonctionnement des pressoirs permet d'obtenir des rendements d'extraction élevés, sans perte de temps (réduction des temps morts liés aux rebechages). La conductivité reste à un niveau de conductivité constant lors des maintiens en pression. Elle augmente après chaque rebechage. Ce type de fonctionnement du pressoir permet une extraction plus progressive qu'avec un cycle traditionnel.

2.3.2 - Sélections et vinifications comparatives

L'évolution de la conductivité au cours du pressurage conduit, avec une extraction progressive, à fractionner les jus en deux voire trois fractions différentes.

La synthèse des vinifications comparatives réalisées permet de conclure que le fractionnement conduit a des vins de qualités différentes, tant au niveau des caractéristiques analytiques que de leurs qualités organoleptiques. Les vins se différencient notamment au niveau des valeurs de pH et des DO420. Les dernières fractions ont des teneurs en acétoine (amertume) et en hexanol (goûts herbacés) plus importantes. Nous donnons à titre d'exemple quelques résultats obtenus lors d'un essai sur chardonnay dans le tableau suivant.

2.3.3 - Vinifications comparatives sur Chardonnay

	Fraction	Fract 1/Rdt*	Fract 2/Rdt*	Fract 3/Rdt*	Fract 5/Rdt*	Fract 6/Rdt*
		45 l/100 kg		69,6 l/100 kg		75,9 l/100 kg
Moût	Conductivité µS/cm	2833	2855	3033	3206	3715
	PH	3,26	3,31	3,33	3,41	3,53
	DO280	6,6	9,3	13,1	13,0	15,9
Vin	PH	3,37	3,35	3,43	3,50	3,7
	DO280	0,28	0,21	0,26	0,32	0,51
	Acétoïne mg/l	5,1	6,2	6,7	12,7	10,4
	Hexanol mg/l	1,3	1,6	2,4	3,0	4,1
Dégustation	Intensité olfactive	2,4	2,3	2,5	2,7	2,8
	Note globale	2,4	2,3	2,6	1,9	1,8

* Rdt = rendement Fract = Fraction

Par contre, ce paramètre ne permet pas de préjuger de la qualité finale des vins obtenus. Celle-ci est liée à de très nombreux facteurs, comme l'état sanitaire, le potentiel aromatique, le cépage, la maturité,... Le devenir de chaque fraction sont bien sûr sous la responsabilité de l'œnologue, en fonction des caractéristiques de la vendange et des vins à élaborer. Ainsi, les vins provenants des jus extraits en début de pressurage sur une vendange de colombard botrytisée sont moins qualitatifs que ceux extraits en milieu de pressurage. Sur cépage peu aromatique, comme l'ugni blanc, les vins issus des premiers jus extraits ont été parfois préférés. Sur cépage aromatique, comme le chardonnay ou sauvignon, l'expression du potentiel du cépage nécessite une extraction plus poussée. Les arômes et leurs précurseurs sont localisés essentiellement au niveau de la pellicule. La frontière entre les éléments indésirables et les composants recherchés est dans ce cas très étroite, d'où l'importance d'une extraction progressive et sélective. Dans tous les cas, les vins issus de surpressurage, identifiables par des niveaux de conductivité relative élevés, sont mal notés en dégustation.

3- CONCLUSION

Les travaux réalisés ont permis de sélectionner la conductivité comme un traceur fiable de l'évolution des moûts au cours de l'extraction. Lors du pressurage, les valeurs de conductivité sont très corrélées à celle du pH, des IPT et du potassium. Le matériel mis en œuvre, très largement utilisé en instrumentation industrielle, est simple, peu coûteux et permet une analyse en continu. Le capteur peut être directement immergé dans le moût et ne nécessite aucun étalonnage en place.

Pour les expérimentateurs, la chaîne de mesure de la conductivité constitue un outil expérimental nouveau, simple d'utilisation et précis pour comparer la qualité de l'extraction réalisée avec différents matériels (chaînes d'extraction ou pressoirs) ou avec différents modes de conduite.

Installé dans la maie du pressoir ou sur la canalisation d'écoulement des jus, le capteur de conductivité peut informer en continu le pressureur sur la réelle évolution des caractéristiques des moûts extraits. Lorsque le fractionnement est réalisable, les vins obtenus sont de qualités différentes. Le devenir de chaque fraction reste sous la responsabilité de l'œnologue.

Par contre, pour ce qui concerne le fractionnement automatique des moûts, la base de donnée ne permet pas de valider actuellement cet outil à un niveau industriel. La présence d'une rupture de pente de la courbe µs/cm =f(t) n'est en effet pas toujours constatée, en raison certainement d'une extraction non progressive, comme les expérimentations de 1997 ont commencé à le démonter. Cette application nécessiterait au préalable un travail d'optimisation des cycles de pressurage d'un point de vue qualitatif.

Le bilan global de ces études sur 3 ans est donc mitigé :

Points positifs :

- Création d'un outil expérimental fiable, rapide et simple d'utilisation permettant d'analyser sous un angle qualitatif les chaînes de traitement de la vendange et le fonctionnement des pressoirs.
- Mise au point d'un nouveau programme de pressurage, mieux adapté d'un point de vue qualitatif.
- Amélioration des connaissances sur l'extraction des jus .

Points négatifs :

- Cet outil ne peut pas être utilisé actuellement comme un outil industriel fiable dans tous cas de figures, pour sélectionner automatiquement les moûts extraits lors du pressurage. Des travaux préalables sut l'adaptation des cycles de pressurage seraient nécessaires.

OPTIMISATION DE L'EXTRACTION DU POTENTIEL POLYPHENOLIQUE

François Davaux
ITV France – Unité de Gaillac

Depuis plus de 80 ans, la bibliographie cite de nombreuses et multiples technologie mettant en œuvre le chauffage de la vendange. Ferré en 1925 dans son manuel de vinification Bourguignonne, décrit un type de traitement à chaud pour les vendanges peut coloré ou botrytisé par immersion dans de l'eau a 80°C.

Actuellement, la technique la plus utilisé est la thermovinification qui met en œuvre des vendanges éraflées , associée a un chauffage de 70 à 80°C et une durée de macération de l'ordre de l'ordre de 10 à 30 mn. Cette technique, est surtout a adapté aux grosses structure.

La macération préfermentaire a chaud d écrite dans cette étude, est un thermotraitement adapté d'une technique utilisé par certains viticulteurs du Beaujolais, où les résultats obtenus permettent l'élaboration de vins a la fois très fruité (cassis) et fortement structuré.

Nous avons souhaité rajouter une troisième condition expérimentale dans le plan d'expérience, avec une macération initiale à froid.

1– MATERIEL ET METHODES

Le tableau n°1 reprend le plan d'expérience pour l'ensemble des 6 cépages testés. Ainsi, au total, 49 vinifications sont conduites :

CEPAGES	NOMBRE DE PARCELLES	MODALITES MISES EN ŒUVRE
DURAS	**4**	**Témoin** **Macération Pré-fermentaire à Chaud** **Macération Pré-fermentaire à Froid**
FER SERVADOU	**6**	**Témoin** **Macération Pré-fermentaire à Chaud** **Macération Pré-fermentaire à Froid**
SYRAH	**3**	**Témoin** **Macération Pré-fermentaire à Chaud** **Macération Pré-fermentaire à Froid**
NEGRETTE	**3**	**Témoin** **Macération Pré-fermentaire à Chaud** **Macération Pré-fermentaire à Froid**
COT	**3**	**Témoin** **Macération Pré-fermentaire à Chaud** **Macération Pré-fermentaire à Froid**
TANNAT	**2**	**Témoin** **Macération Pré-fermentaire à Chaud**

Tableau n°1 : Plan d'expérience – Essais Station Régionale ITV Midi-Pyrénées 1999

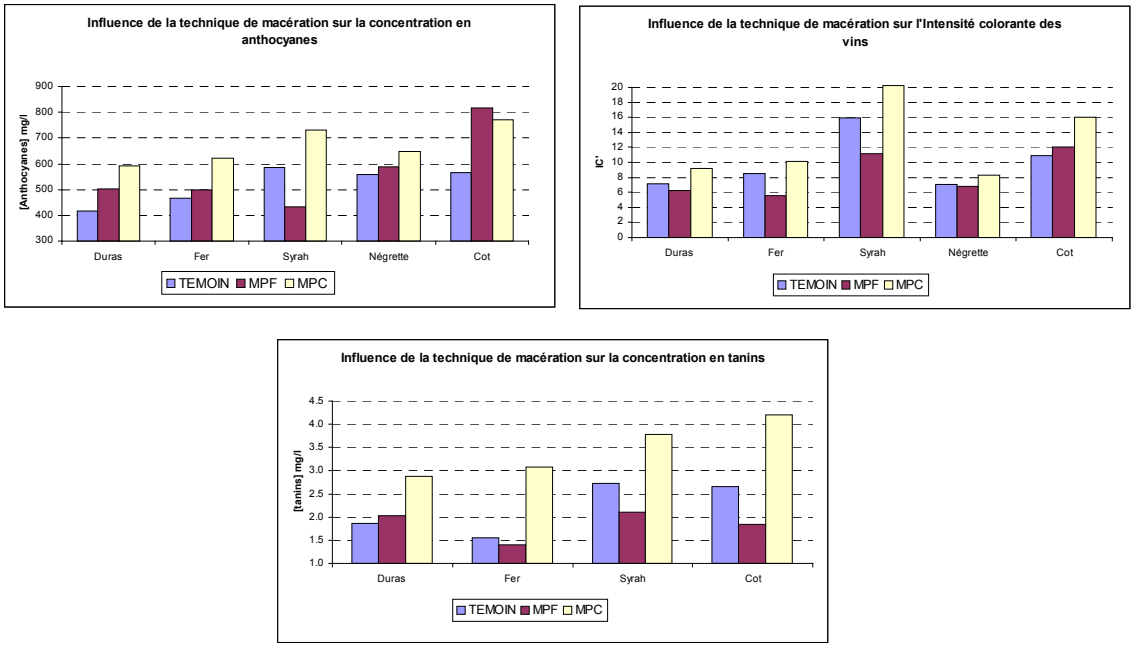
La macération pré-fermentaire à chaud (notée MPC) consiste en un chauffage de la vendange éraflée jusqu'à 60-70°C, pendant environ 1 H 30, puis un lent refroidissement naturel de 12 H jusqu'à la température finale de 30°C. Dans le cas de l'expérimentation, la cuve inox de 60 litres contenant la vendange éraflée est placée dans un bain-marie à 90°C, et y est maintenue le temps suffisant (1 H 30). La cuve est ensuite disposée en ambiance non contrôlée où sa température chute vers 25-28°C en 12 H. Elle est alors levurée avec la souche Uvaline D à la dose de 20 g/hl.

La macération initiale à froid (notée MPF), consiste en un maintien de la vendange foulée, éraflée, sulfitée à 5°C, pendant 4 jours. En sortie de chambre froide, la température remonte naturellement jusque vers 20°C. Elle est alors levurée avec Uvaline D à la dose de 20 g/hl.

Pour la vinification témoin, la vendange éraflée est ensemencée directement en LSA (Uvaline D – 20 g/hl), puis mis en fermentation à 25-28°C, pour une durée de macération de 10 jours. Un pigment et un remontage sont effectués quotidiennement.

2- RESULTATS ET COMMENTAIRES

2.1 – Analyses physico-chimiques des vins

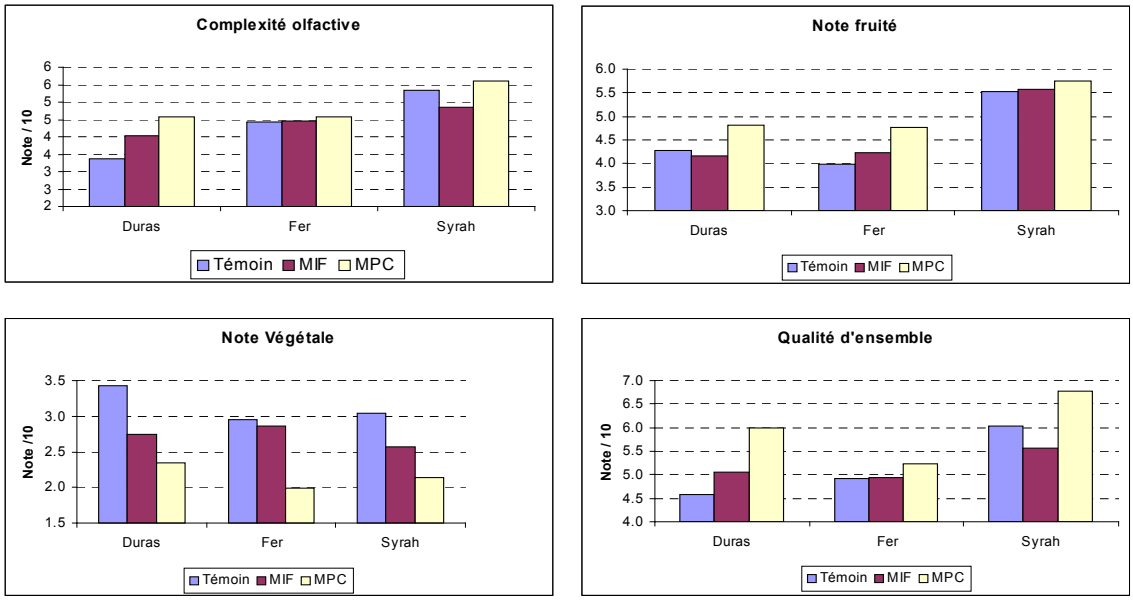


Graphes n°1 : Quelques caractéristiques physico-chimiquessur les vins après stabilisation tartrique - Essais ITV Midi-Pyrénées 1999

Par rapport à la vinification témoin, les macération pré-fermentaire à chaud permettent un gain important de l'intensité colorante (+ 30 %) avec une teinte légèrement inférieure (- 5%) dans la majorité des cas. La composition polyphénolique du vin est également modifiée dans de fortes proportions. La richesse tanique augmente de + 50 % tout en restant qualitative (- 10 % de l'indice de gélatine). Les anthocyanes sont également extraites en grande quantité (+ 35 %) mais la proportion de formes libres est légèrement supérieure, ce qui laisse présager une instabilité de ces dernières.

La macération pré-fermentaire a chaud conduit a des vins présentant une acidité totale légèrement plus faible que le témoin (- 6%) sans aucune modification du pH. Les différents paramètres mesurés, sur les macération initiale à froid montrent un gain en anthocyanes de +10 % sans toutefois montrer de modification notable de la couleur. L'augmentation de la teneur en tanins est irrégulière.

2.2 - Analyses organoleptique des vins



Graphes n°2 : Principales caractéristiques organoleptique des vins - Essais ITV Midi-Pyrénées 1999

Les résultats observés semblent étroitement liée aux caractéristiques des cépages étudié.

L'effet de la MPC se traduit dans tous les cas par une augmentation de l'intensité colorante et une diminution de la note brune. Sur les différents c épages dégusté, on observe une diminution de l'intensité olfactive (plus ou moins marqué selon les cépages), des notes épicées et végétales. Mais la complexité olfactive ainsi que les notes fruit rouge (mure) augmentent considérablement.

Lors des dégustations, on, note systématiquement un accroissement de l'extraction. Les tanins extraits semblent cependant plus souples, ce qui confirme les résultats obtenus à l'indice de gélatine (non présentés).

Les macérations initiales à froid conduisent à des vins proches du témoin, mais généralement plus intenses avec des notes épicées et florales beaucoup plus marquées.

Les résultats observés semblent étroitement liée aux caractéristiques intrinsèque des cépages étudiés.

2.2.1 - Le Duras

La macération pré-fermentaire à chaud permet d'obtenir des vins avec une couleur plus intense et plus vive que le témoin. On observe une légère augmentation de la complexité des vins, ainsi que la présence de notes de fruits rouges bien murs, voire légèrement confits dans certains cas. Les vins obtenus sont beaucoup plus tanniques, mais ces derniers restent toujours d'excellente qualité. Ces vins présentent systématiquement la meilleure qualité d'ensemble, bien que cette dernière ne soit pas toujours significative par rapport aux autres modalités.

Sur tous les vins vinifiés avec cette technique, on observe une forte atténuation de la note épicée, caractéristique de ce cépage.

La macération initiale à froid donne des vins plus intenses au nez avec des notes épicées très prononcées.

Pour le témoin, les caractéristiques organoleptiques des vins sont proches de la MIF et dans la majorité des cas la qualité d'ensemble de ces vins est inférieure à la macération pré-fermentaire à chaud.

2.2.2 - Le Fer

La macération pré-fermentaire à chaud donne comme pour les deux cépages précédents des vins aux couleurs plus intenses et plus vives que le témoin. Les caractéristiques tanniques sont similaires aux Duras.

Sur le plan aromatique, les vins sont moins intenses mais plus complexes avec des notes de fruits rouges, cassis, bien mûrs qui ressortent très distinctement.

Les notes herbacées, végétales souvent désagréables que l'on rencontre sur ce cépage ont complètement disparu.

La macération initiale à froid conduit à des vins moins colorés mais très intenses et complexes au nez, avec des notes de fruits rouges (cerise) très prononcées. En bouche, ces vins sont plus maigres et moins aromatiques. Le jury de dégustation les a classés en derniers.

2.2.3 - La Syrah

La macération pré-fermentaire à chaud donne des vins moins intenses et moins aromatiques que le témoin. Cette diminution de l'intensité olfactive est compensée par une plus grande complexité, avec des notes de fruit mûr. Dans de nombreux cas le dégustateur perçoit des notes de « cuit », de « confit » qui sont décrites comme désagréables sur ce type de produit.

Les tanins extraits en grande quantité sont très appréciés des dégustateurs, grâce à leur rondeur et leur souplesse. Mais, comment vont-ils évoluer au cours du vieillissement ?

Les raisins mis en œuvre pour ces vinifications sont issus de parcelles vendangées en surmaturation, ce qui pour ce type de vinifications, ne semble pas du tout approprié.

La macération initiale à froid donne, comme pour le Duras, des vins dont l'intensité olfactive et les notes épicées sont beaucoup plus intenses.

3- CONCLUSION

La macération pré-fermentaire à chaud, conduite dans les conditions de l'essai, permet d'obtenir un gain en couleur très significatif par rapport à la vinification traditionnelle. La macération à chaud permet d'extraire des tanins qui permettent de stabiliser la couleur au cours de la fermentation, contrairement aux thermovinifications classiques. L'extraction tannique est dans tous les cas d'excellente qualité avec des tanins souples et enrobés qui conduisent à l'équilibre du vin. Il conviendra de vérifier cette stabilité lors du vieillissement en bouteilles, ainsi que l'évolution de la composante tannique.

Le type aromatique obtenu est fortement modifié ; un caractère fruits rouges, mure, voire confit est presque toujours décrit. Pour cette technique, les vins gagnent en finesse et en complexité, mais perdent systématiquement en intensité aromatique.

Mis à part les observations présentées ci-dessus, les caractéristiques organoleptiques présentent des particularités propres à chaque cépage :

- Duras : perte de la note épicée caractéristique de ce cépage
- Fer Servadou : disparition de la note végétale, poivron vert que l'on rencontre sur ce cépage
- Syrah : présence de note de « cuit » désagréable
- Tannat : perte d'intensité et de complexité aromatique

La mise en œuvre de cette technique impose de prendre quelques précautions au niveau de la matière première, afin de limiter les effets indésirables de note prononcée de « cuite », de «confit » :

- les raisins ne doivent pas être récoltés en surmaturité, notamment sur Syrah
- la température de la cuve doit être contrôlée avec précision ; 60-65°C semblent être un maximum afin de limiter l'apparition de ces caractères désagréables

L'utilisation de cette technique impose un matériel adapté ; le travail de moût à 70°C n'est pas anodin. Il est nécessaire que les cuves utilisées acceptent les contraintes thermiques importantes (cuves inox). La cuve doit disposer de suffisamment de calories, puis de frigories pour réaliser ces variations de température.

Sur le marché, il existe des tours de chauffage à gaz relativement économique (15 à 20.000 F) qui permettent d'atteindre rapidement les températures voulues.

Cette technique permet de modifier fortement la composition du vin. Comme toute technique performante, il est nécessaire de la maîtriser et de la raisonner. L'utilisation en assemblage de vin issu de cette technique semble prometteuse.

La macération initiale à froid mise en œuvre au cours de cette expérimentation, ne semble pas adaptée à une mise en œuvre industrielle. La demande en frigories inhérente de cette technique est trop importante pour être applicable à grande échelle.

Malgré cela, les vins obtenus présentent des caractéristiques aromatiques intéressantes avec une forte intensité olfactive, avec des notes épicées et fleuries très prononcées.

ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES BRETTANOMYCES

Marie-Line DELIA & Pierre STREHAIANO

Laboratoire de Génie Chimique CNRS UMR 5503
Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Génie Chimique
18, chemin de la loge 31078 Toulouse Cedex 04

Les levures du genre *Brettanomyces* intéressent les œnologues qui leur attribuent des pertes de qualité donc financières, mais encore difficiles à chiffrer exactement. On les rend généralement responsables du caractère " phénolé " des vins, souvent traduit (à tort ou à raison) en terme de caractère " animal , d'écurie ou de sueur de cheval ". Cependant, pour des dégustateurs mal informés, "il peut y avoir confusion avec un bouquet de vieillissement en conditions de réduction " (Chatonnet) . L'inquiétude, légitime, à l'heure actuelle est donc que ce caractère aromatique soit mal identifié et puisse conduire dans certains cas à rejeter des vins. Les informations dont nous disposons laissent penser que ce problème des " vins phénolés " concerne l'ensemble des appellations françaises et que ce caractère phénolé masque parfois le caractère " terroir ".

Pour faire le point sur le sujet, nous nous intéresserons donc à l'origine des odeurs " animales " désagréables dans les vins, à la relation entre ces arômes et *Brettanomyces*, au comportement des *Brettanomyces* dans les vins et aux facteurs qui jouent sur leur développement. Nous terminerons avec les solutions actuellement proposées.

1- ODEURS " ANIMALES " DESAGREABLES DANS LES VINS

Les odeurs animales désagréables dans les vins relèvent principalement de deux catégories : les odeurs de souris et les odeurs dites de sueur (ou d'urine) de cheval. Ces défauts organoleptiques sont connus depuis longtemps, mais la nature des composés chimiques responsables ainsi que leur origine n'ont été découvertes que depuis peu et certains mécanismes restent encore incomplètement élucidés.
Les odeurs de "souris " sont actuellement reconnues comme dues à la présence de molécules chimiques : les tétrahydropyridines substituées. Ces molécules peuvent être produites aussi bien par les levures du vin du genre *Brettanomyces* (à partir d'un acide aminé : la lysine) que par certaines bactéries lactiques du genre *Lactobacillus* (en présence d'éthanol).
Quant aux odeurs dites d'écurie, de sueur ou d'urine de cheval, elles sont dues à la présence de phénols volatils (éthylphénols) dont le seuil de perception se situe aux environs de 450 microgrammes/litre. En ce qui concerne leur origine dans les vins, les travaux de l'équipe bordelaise l'attribuent à *Brettanomyces*. Mais d'autres chercheurs soulignent le rôle que pourraient jouer certaines souches de bactéries lactiques. La participation de *Saccharomyces* à la genèse des ces arômes déplaisants est par contre exclue.

2- AROMES ANIMAUX ET *BRETTANOMYCES*

Précisons dès maintenant que des nuances animales (liées au vieillissement) peuvent exister dans certains vins sans que pour autant on puisse parler de caractère " phénolé " et il est regrettable que le terme de " arôme de Brett " se soit généralisé sans être mieux défini, conduisant ainsi à rechercher des solutions d'ordre microbiologique à un problème qui ne l'est pas forcément.
Si, comme nous venons de le dire, il est clairement démontré que *Brettanomyces* peut être à l'origine des éthylphénols volatils des vins, il nous semble que l'on ne peut pas encore établir des relations directes entre la perception " animale ", la présence des éthylphénols et la présence de *Brettanomyces*. Ainsi, des résultats récents portant sur 40 vins de Midi-Pyrénées ne permettent pas d'établir de corrélation entre les vins jugés " animaux " et la présence de *Brettanomyces* dans ces vins. Il est donc impératif d'arriver à une définition plus fine du caractère dit de " Brett ".

3- *BRETTANOMYCES* DANS LE VIN

La première question est : la présence de *Brettanomyces* est-elle normale dans le milieu vin ? La réponse est : oui.
Ces levures ont été identifiées depuis longtemps dans les milieux fermentaires comme la bière, le cidre, les jus sucriers et le vin. Leur présence dans le moût de raisin a été signalée par Domercq, dès 1956, dans son étude sur la microflore des moûts et des vins de la Gironde, ce qui confirmait des travaux antérieurs, en particulier allemands.

La deuxième question est : pourquoi ces levures ne se développent-elles pas plus pendant la fermentation ?
En effet, dans les fermentations de jus sucriers (mélasses) ces levures sont capables de se développer très activement, allant jusqu'à déplacer complètement la population de *Saccharomyces* induisant une chute du rendement fermentaire et une production élevée d'acide acétique. Dans les moûts en fermentation par *Saccharomyces*, pas plus que dans les vins, nous n'avons observé un tel développement de *Brettanomyces* alors que inoculées en souche pure sur un moût de raisin, ces levures sont capables de croissance active, atteignant des niveaux de population de 200 à 250 millions de cellules / ml (*Saccharomyces* n'atteignant en fermentation alcoolique que des niveaux de l'ordre de 100 à 120 millions de cellules / ml).

Nous n'avons pas à l'heure actuelle de réponse complètement satisfaisante, ce qui serait pourtant utile pour comprendre le développement et donc l'activité de *Brettanomyces* dans les milieux « raisin ».

La troisième question est : que font les *Brettanomyces* sur les vins finis, ou comment peuvent-elles avoir une activité dans ce milieu en principe épuisé ?

Les diverses études dont nous disposons permettent de répondre au moins en partie à ces questions. Il a été clairement établi que pour transformer en phénols volatils les précurseurs existant dans le vin (acide p-coumarique spécialement) les *Brettanomyces* n'ont pas besoin d'avoir une croissance intense et qu'il leur suffit de quelques centaines de milligrammes de sucres pour mener à bien la synthèse d'une quantité suffisante d'éthylphénols.

De plus, on peut considérer comme acquis que ces levures sont capables de survivre longtemps dans le milieu « vin » : nous avons pu isoler et mettre en culture des *Brettanomyces* sur des vins en bouteille depuis 8 ans (ces vins ne présentaient aucun défaut organoleptique ; la population était extrêmement faible, mais les cellules n'étaient pas mortes).

Dans cette étude sur l'occurrence de *Brettanomyces* aux différentes étapes de l'élaboration du vin, nous avons pu mettre en évidence (ou confirmer dans certains cas des études antérieures) que :

- les *Brettanomyces* sont présentes dès le début de la FA mais ne se développent en général pas de façon importante.
- leur proportion augmente durant les étapes ultérieures, en particulier lors de la FML.
- elles sont encore présentes lors du vieillissement.

Par contre, nous n'avons pas pu corréler leur présence dans une cave au niveau d'hygiène général de cette cave. On a pu trouver des vins contaminés dans des chais "propres " (cuverie inox, sols lisses, murs et plafonds lisses et propres) et ne trouver aucune *Brettanomyces* dans un chais " traditionnel " (foudres de fermentation en bois, sols de terre battue, murs non crépis, toiture apparente). De plus, les vins de ce chais, même en remontant sur plusieurs années en arrière n'ont jamais montré de déviation organoleptique…

De la même façon, le SO_2, aux doses usuelles ne nous semble pas être un moyen totalement sûr : la population peut être momentanément inhibée et reprendre son développement dès que la fraction libre diminue ; de plus, la sensibilité au SO_2 n'est pas identique d'une souche à l'autre.

4- LE PROBLEME *BRETTANOMYCES* : QUELLES SOLUTIONS ?

La première chose à faire en cas de doute sur une contamination par *Brettanomyces*, en général soupçonnée par un défaut à la dégustation est de vérifier qu'il s'agit réellement d'un défaut " phénolé ", seul caractéristique. Trop souvent, comme nous l'avons dit, on assimile au goût de " Brett " des sensations " animales ". Si en effet le diagnostic n'est pas sûr, on risque de mettre en place une solution technique d'ordre microbiologique (sulfitage, filtration…) qui sera bien évidemment sans aucun effet.

Dans un deuxième temps, si le caractère phénolé est confirmé, il nous semble utile à ce moment là de faire procéder à la recherche des phénols volatils ainsi qu'à celle de *Brettanomyces*. Bien sûr, ce sont là des analyses coûteuses, et qui de plus ne sont pas de type curatif. Si la présence des *Brettanomyces* est confirmée, les seuls outils dont on dispose actuellement sont le sulfitage et la filtration.

En ce qui concerne la lutte de type préventif, à notre avis, actuellement, nous ne disposons pas de toutes les informations nécessaires pour pouvoir proposer un protocole efficace.

Enfin, pour terminer, peut être est-il bon de mentionner que ces levures qui nous inquiètent pour nos vins rouges sont aussi (et même plus souvent) rencontrées dans des vins blancs (étude australienne), et que certains travaux récents voient des aspects positifs (au plan organoleptique) dans le développement dans le vin de certaines souches de *Brettanomyces* (étude américaine).

POUR CONCLURE....

Notre avis est que la connaissance sur les *Brettanomyces* dans les milieux " vin " est encore insuffisante et qu' un complément d'étude est nécessaire pour :

- apprécier les facteurs qui conditionnent le développement et l'activité de ces levures dans les moûts et les vins.
- établir les relations entre " perception aromatique " - " teneur en phénols volatils " et " présence de *Brettanomyces* ", soit corréler dégustation, analyse chimique et analyse microbiologique.
- et ainsi pouvoir développer une réelle politique de prévention.