

Begoña  
RODRIGUEZ-LOVELLE <sup>1</sup>  
Francis FABRE <sup>2</sup>

SYNDICAT GÉNÉRAL  
DES VIGNERONS  
DES CÔTES DU RHÔNE

<sup>1</sup> INSTITUT RHODANIEN  
2260 Rte. du Grès  
84100 Orange (France)  
E-mail : b.rodriguez@  
syndicat.cotesdurhone.com

<sup>2</sup> MAISON DES VINS  
6 rue des Trois Faucons  
84024 Avignon Cedex (France)

\* Extrait du travail présenté au  
Joint International Conference  
on Viticultural zoning, Cape  
Town, South Africa, 2004

# Méthodologie pour application et valorisation des études de terroir dans les caves coopératives des Côtes du Rhône\*

## Methodology for application and valorisation of “terroir” studies on cooperative wineries in the Côtes du Rhône area



**RÉSUMÉ :** L'Appellation d'origine contrôlée “Côtes du Rhône” se caractérise par une très forte implantation du mouvement coopératif. Afin de mieux exploiter le potentiel qualitatif de leurs terroirs, plusieurs coopératives élaborent des “cuvées terroir”, résultat des sélections de vendanges provenant de différents secteurs.

Le travail répond à la demande des professionnels pour approfondir la connaissance de la diversité de leurs terroirs, pour évaluer leur incidence sur la matière première et pour établir une démarche permettant de mieux gérer les sélections parcellaires.

La méthodologie proposée se déroule en trois étapes : I. Caractérisation de la diversité des terroirs au sein d'une cave coopérative : cartographie des sols. II. Evaluation du fonctionnement, essentiellement hydrique, des principaux sols et de leur incidence sur le comportement de la vigne et sur la composition du raisin. L'objectif est de dégager des indicateurs simples pour caractériser cette incidence. III. Application pour les sélections “terroir” : ces outils sont testés ensuite pour la mise en place d'une sélection parcellaire au niveau de la cave.

Cette démarche a été appliquée sur différentes caves. A titre d'exemple, nous illustrerons cet article avec les résultats obtenus pour la cave de Rochefort du Gard.

La méthode présentée débute avec une étude de zonage. Elle se complète ensuite par une évaluation du potentiel de différentes unités de sol et, enfin, donne lieu à une application pratique pour améliorer la gestion des sélections de vendanges dans un contexte professionnel bien précis, celui des caves coopératives.

**MOTS-CLÉS :** terroir, cartographie, méthodologie pratique, cave coopérative, propriétés du sol, disponibilité hydrique, qualité du raisin, sélection des vendanges.

**ABSTRACT :** Most of the “Côtes du Rhône” controlled appellation wine is produced by cooperative wineries. In order to make the best use of the qualitative potential of their “terroirs”, several cooperative wineries produce specific “cuvées terroir” with harvest selections from different districts.

This work is an answer to professionals' needs to enhance the knowledge of their “terroirs” diversity, to evaluate their effects on grape berry composition and to work out a methodology to improve the management of harvest selections.

The proposed methodology is developed in 3 stages : I. Characterisation of “terroirs” diversity of a cooperative winery area : maps of the soils. II. Evaluation of the way the most important soils function, essentially for water and of the influence on vine behaviour and on grape berries composition.

The aim is to look for simple tests explaining this influence. III. Application to “terroir” harvest selections : the tests are then tried out to set up a harvest selection in the winery.

The methodology is applied to different cooperative wineries. In this paper we will show, as an example, the results from the Rochefort du Gard winery.

The proposed method starts off with a zoning study. It is then completed by an evaluation of potential quality of different kinds of soils and finally, it leads to practical application in order to enhance management of harvest selections in a quite precise professional context, which is that of cooperative wineries.

**KEY WORDS :** “terroir”, mapping, practical methodology, cooperative winery, soil properties, water availability, grape quality, harvest selection.

## INTRODUCTION

Les études des terroirs dans l'aire d'appellation des Côtes du Rhône (Fabre et al., 2000) se placent dans un cadre professionnel, qui pour répondre aux besoins de la production demande une application pratique. La zone concernée est très vaste : 120 000 ha, 8 000 vigneronnes et 1 500 unités de vinification environ. Elle présente une grande diversité géo-pédo-paysagère (Vaudour, 2001; Rodriguez Lovelle et al., 2002) et une multitude de cépages, dans un milieu coopératif fortement représenté.

Plusieurs caves coopératives réalisent des sélections de vendanges provenant de différents terroirs, afin d'optimiser l'exploitation du potentiel qualitatif de chaque secteur. Dans ce contexte, une démarche a été développée pour approfondir la connaissance des terroirs et aider les caves à mieux gérer leurs sélections parcelles. Elle se décompose en trois phases : une phase descriptive, puis expérimentale et enfin appliquée.

La première étape est la réalisation d'un zonage des sols. Elle a pour but de connaître la diversité des situations pédologiques dans chaque secteur. Ensuite, un réseau de parcelles de référence, placé sur les principaux sols, est suivi pendant plusieurs millésimes. Cette étape cherche à évaluer la réponse de la vigne aux différentes situations agro-pédologiques et leur impact sur la qualité du raisin. Les paramètres qui expliquent le mieux ces effets sont mis en évidence. L'objectif est de procurer aux caves des outils d'aide à la décision pour les sélections de vendanges.

La dernière phase consiste à tester les outils dégagés lors de l'étape précédente sur un grand nombre de parcelles, en reproduisant ainsi le travail réel d'un technicien de cave. Avec l'application de ces indicateurs, on discrimine la vendange en fonction de son potentiel qualitatif.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES : ÉTAPES DE LA DÉMARCHÉ

L'étude est adaptée à l'échelle d'une cave coopérative (~600-800 ha de production) dans l'Appellation d'origine contrôlée Côtes du Rhône (France). Les trois étapes de la démarche proposée sont :

Première étape : La connaissance de la diversité pédologique de la zone concernée. Une cartographie des sols de l'aire d'apport de chaque cave est réalisée.

Parmi les différentes méthodologies de caractérisation et de cartographie des sols, on a retenu celle proposée par SIGALES (Letessier et Fermond, 2002). La résolution du document final, présenté sur fond cadastral, permet de travailler à l'échelle d'une cave coopérative. Les unités de sol sont définies selon une nomenclature propre qui tient compte de la complexité géologique de la région et des particularités des sols en région méditerranéenne. De plus, cette nomenclature est facilement compréhensible par les utilisateurs techniques et professionnels.

Toutes les étapes d'élaboration de la carte se dérou-

lent en collaboration avec les professionnels, ce qui permet leur implication dès le début de la démarche. A la fin, une carte 1/5000<sup>e</sup> ou 1/7000<sup>e</sup> est produite. Elle constitue le document de base pour les étapes suivantes.

Deuxième étape : Cette étape expérimentale a pour objectif d'appréhender le comportement de la vigne sur différents types de sols durant plusieurs années. Avec les cartes de sol comme base de travail, on réalise une étude approfondie d'un nombre restreint de parcelles. Les effets du sol (principalement la sensibilité aux contraintes hydriques), l'impact du millésime (incidence de la variabilité météorologique annuelle, stabilité entre millésimes) et des pratiques culturales (habitudes des vigneronnes...) sur la réponse agronomique de la vigne et la qualité du raisin sont étudiés. Un réseau de parcelles placées sur les unités de sol les plus représentatives de chaque cave est suivi pendant 3 ans. Il ne s'agit pas de parcelles expérimentales, mais de vignes conduites en totalité par les viticulteurs de la coopérative, le but étant d'évaluer la réalité du terrain.

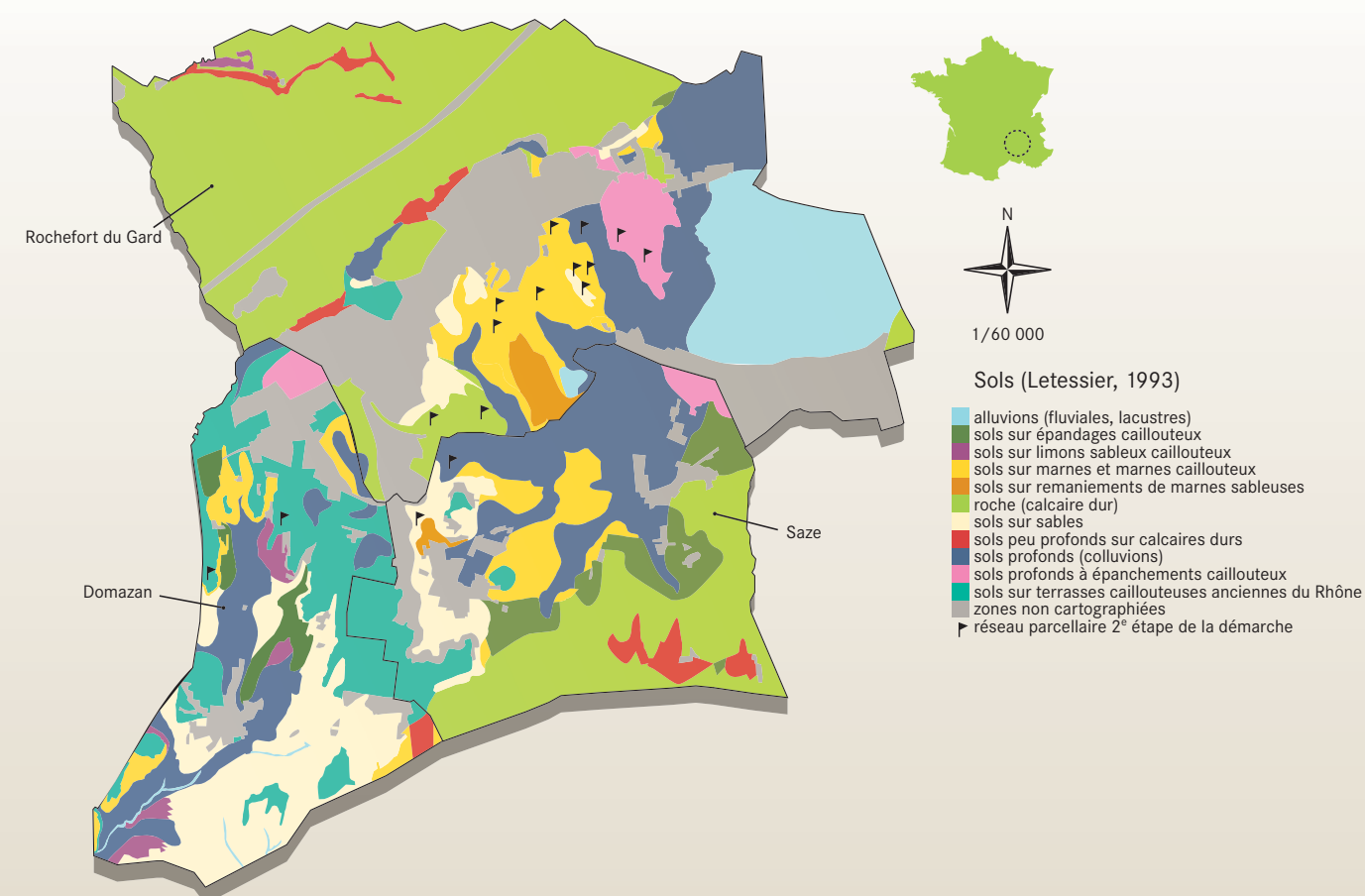
Pour écarter l'influence du matériel végétal, les parcelles retenues sont toutes sur le même cépage *Vitis vinifera* cv. Grenache noir, principal cépage noir de l'appellation. Elles sont choisies en fonction d'une série de critères (porte-greffe, âge de la vigne, état sanitaire...) afin de minimiser l'interférence d'autres facteurs.

Des suivis hydriques, agronomiques et une caractérisation de la récolte sont effectués :

- état hydrique (potentiel foliaire de base, potentiel de tige),
- suivi des stades phénologiques (débourrement, floraison, véraison),
- arrêt de croissance végétative (chute des apex),
- vigueur, expression végétative (poids des pétioles, diamètre des rameaux, surface foliaire)
- alimentation minérale (P, Ca, K, Mg) et azotée (N foliaire, N assimilable des moûts, N-tester)
- contrôles de maturation sur raisin (pH, acidité totale, sucres, anthocyanes, composés phénoliques totaux)
- dégustation de baies
- rendements à la récolte
- visite pour appréciation globale.

Certains de ces contrôles ne sont pas abordables en grand réseau de parcelles parce qu'ils sont trop contraignants et/ou trop coûteux. C'est le cas, par exemple, du potentiel hydrique foliaire de base ou de l'analyse des polyphénols sur raisin. Pour cela, pendant cette étape, on a combiné des mesures plus précises et plus expérimentales avec des contrôles plus simples mais qui peuvent être appliqués sur un grand nombre de parcelles. Des corrélations entre ces deux types de mesures ont été établies. On retient les mesures qui expliquent le mieux la variabilité du potentiel qualitatif et qui permettent de la hiérarchiser.

Figure 1 : Carte simplifiée des sols de la zone de Rochefort du Gard (d'après Letessier, 1993) et localisation du parcellaire suivi pendant 3 années.



Parmi ces indicateurs, on garde de préférence les contrôles utilisables sur une grande série de parcelles. Cette étape a été conduite dans 5 caves coopératives. Les indicateurs qui expliquent la diversité qualitative sont spécifiques à chaque cave puisqu'ils sont en relation avec la variabilité des situations trouvées dans chaque secteur. Par exemple, certaines caves sont situées sur des zones à sols très contrastés. Pour d'autres caves la diversité pédologique est moindre. Le degré de variabilité qualitative des terroirs dans un cas ou dans l'autre ne sera pas le même.

Troisième étape : Pendant cette étape on applique les enseignements acquis lors des deux étapes précédentes. On essaie de reproduire à grande échelle l'envergure des sélections effectuées dans une cave coopérative et la variabilité qualitative à laquelle les caves sont confrontées.

On travaille donc sur un grand nombre de parcelles cultivées cette fois-ci sur un même type de sol. L'objectif est d'appréhender le degré de variabilité d'un seul type de sol vis-à-vis du potentiel qualitatif du raisin. Les mesures ou contrôles qui lors de la deuxième étape se sont avérés être de bons indicateurs discriminant la qualité sont appliqués à toutes les parcelles du nouveau réseau élargi. On valide alors l'efficacité de cette démarche par analyse du produit final, le vin.

Le type de sol retenu est choisi, pour chaque cave, parmi les sols qui montraient un bon potentiel qualitatif lors de la deuxième étape, mais fortement dépendant des particularités du millésime et/ou des pratiques culturales.

Les résultats fournis pour chaque indicateur sont pondérés de façon à hiérarchiser les parcelles en 3 lots qualitatifs : du plus élevé au plus bas. Ces lots sont vinifiés séparément à la coopérative, à des volumes équivalents à ceux pratiqués habituellement. On cherche à reproduire ainsi les conditions réelles des vendanges à la cave. Les vins sont dégustés et les 3 lots comparés. L'objectif est d'écarter les qualités extrêmes, la meilleure et la moins bonne.

Selon l'amplitude des différences rencontrées entre les lots, la cave peut choisir le type de produit qu'elle souhaite sélectionner par la suite. Par exemple, selon les intérêts de chaque cave, elle retiendra uniquement le haut de gamme (lot de qualité supérieure) ou bien, elle éliminera le bas de gamme (lot de qualité inférieure) en sélectionnant les 2 autres lots. Cela permet d'obtenir des vins "sélection terroir" plus homogènes, en écartant la variabilité liée au millésime ou aux pratiques culturales.

Par la suite, les seuils des indicateurs qui définissent chaque lot qualitatif peuvent être inclus dans les cahiers de charges des sélections de la cave. Cela

permet une meilleure gestion des apports et l'élaboration d'un produit plus homogène, sur des critères objectifs et mesurables.

Au niveau technique et, dans le souci de rehausser la qualité des parcelles du lot inférieur, des pratiques culturales mieux adaptées peuvent être mises en place.

#### RÉSULTATS ET DISCUSSION :

##### EXEMPLE DE LA CAVE DE ROCHEFORT DU GARD

L'ensemble de la démarche a été appliquée à différentes caves coopératives des Côtes du Rhône. Nous présentons, à titre d'exemple, quelques résultats obtenus à la cave de Rochefort du Gard (Coipel, 2000; Ganichot, 2001; Blanchard, 2002).

La cave coopérative, avec 80 coopérateurs, produit environ de 35 000 hl sur 600 ha répartis majoritairement sur 3 communes. La cartographie des sols, réalisée en 1993, présente une vingtaine de sols différents (Letessier, 1993).

Pour la deuxième étape de la démarche, une quinzaine de parcelles de Grenache noir plantées sur les sols les plus représentatifs (fig. 1) ont été retenues et suivies pendant 3 ans. Les contrôles effectués sont indiqués dans matériel et méthodes.

En région méditerranéenne, le régime hydrique a un rôle prépondérant sur le comportement de la vigne. Des itinéraires hydriques ont été définis pour chaque parcelle et pour chaque millésime, à partir des suivis du potentiel foliaire de base. Selon l'intensité et la période de contrainte hydrique, on différencie : contrainte précoce modérée, contrainte précoce forte, contrainte tardive ou pas de contrainte.

Pour la cave de Rochefort, le comportement hydrique de la vigne ne dépend pas uniquement de la nature du sol. Cependant quelques tendances sont claires : sur sols profonds, jamais de contrainte forte ; sur sols issus de terrasses caillouteuses, peu de contrainte forte, alimentation hydrique régulière.

Pour d'autres types de sols, comme les sols issus de marnes et sols issus de sables, le comportement hydrique est plus directement en relation avec la profondeur exploitable du sol. Sur ces sols, par ailleurs, la sensibilité de la vigne aux contraintes hydriques est le résultat de l'interférence entre l'offre hydrique du sol et les pratiques culturales. En effet, des mauvaises gestions culturales, surtout de fertilisations azotées excessives, accroissent la sensibilité à la contrainte via l'excès de vigueur conférée.

Ces interférences "terroir" - pratiques culturales semblent avoir une incidence particulièrement importante sur la vigueur du Grenache noir. La qualité du raisin et du vin de ce cépage est fortement pénalisée par un excès de vigueur (Sipp et al., 2002).

Dans le secteur étudié, l'itinéraire hydrique s'avère un facteur primordial pour déterminer la qualité du raisin : l'équilibre entre la croissance végétative et la maturation du raisin est en relation avec la disponi-

bilité hydrique. Ainsi, les vignes sur sols profonds (à grande réserve en eau) montrent un retard dans la véraison et des arrêts de croissance végétative tardifs ou inexistantes. En revanche, sur les sols à contrainte hydrique, la vigne a une véraison et des arrêts de croissance plus précoces, favorisant une bonne maturation du raisin.

Les différentes situations agro-pédologiques rencontrées peuvent être classées en 4 groupes qualitatifs, selon la réponse physiologique de la vigne et la composition du raisin (fig. 2).

Le raisin provenant de certains sols présente un niveau qualitatif stable d'une année à une autre (terrasses caillouteuses). Pour d'autres natures de sol (sols sur marnes et sols sur sables), la qualité obtenue est plus dépendante du millésime et de la bonne adaptation des pratiques culturales. Les vendanges provenant de ces derniers sols seront retenues dans les sélections "terroir" uniquement lors des millésimes favorables.

Parmi les mesures réalisées pendant les 3 ans, on a retenu celles qui expliquent et discriminent bien la variabilité qualitative dans le secteur étudié. Pour la cave de Rochefort, ces indicateurs sont les suivants :

- 1 – le *contrôle des apex* qui donne une information sur la croissance végétative et la réponse à la contrainte hydrique,
- 2 – le *N-tester*, bien corrélé dans ce secteur avec l'alimentation azotée et la vigueur,
- 3 – la *date de mi-véraison* (50% de baies vérees) donnant une idée de la précocité,
- 4 – le *rendement*
- 5 – la *dégustation des baies*, pour caractériser globalement la constitution de la baie et son potentiel qualitatif,
- 6 – une *visite technique* pour réaliser une appréciation globale : surface foliaire, charge, rapport feuille/fruit, état sanitaire, entretien...

A Rochefort, les résultats de cette étape montrent une influence indirecte du sol sur la qualité du raisin, via l'alimentation hydrique et azotée disponible pour la vigne. Une fourniture hydrique et/ou azotée importante ne conduit qu'à des qualités médiocres. Dans des conditions modérément limitantes en eau et/ou en azote, on obtient par contre les meilleures qualités de raisin du Grenache. Et cela, même en conditions méditerranéennes, où les contraintes hydriques sont fréquentes.

Lors de la dernière phase la démarche, réalisée en 2003, les indicateurs ont été appliqués sur un réseau élargi de 40 parcelles de Grenache noir placées uniquement sur des sols issus de marnes.

Ce type de sol a été retenu car sur les 3 années précédentes il présentait un bon potentiel qualitatif quoique très dépendant du millésime et des pratiques culturales. L'intérêt est donc de trier parmi la diversité à laquelle se trouve confrontée la cave lors des sélections pour ce terroir.

Ces indicateurs ont permis de hiérarchiser les parcelles en trois classes qualitatives : classe A – parcelles à bon potentiel qualitatif ; classe B – parcelles à potentiel qualitatif moyen ; classe C – parcelles avec un moindre potentiel. En établissant ces trois classes de qualité, on peut par la suite écarter les extrêmes qualitatifs, soit retenir pour les sélections uniquement le haut de gamme, soit éliminer les produits les moins intéressants (classe C).

Les trois lots de parcelles ont été vendangés et vinifiés à part. Les vins ont été analysés et leurs caractéristiques organoleptiques définies par dégustation.

Les résultats de la dégustation pour le millésime 2003 (année particulièrement sèche) montrent une préférence pour les vins des parcelles incluses dans le lot B (vins plus fruités), suivis de très près par les vins du lot A.

Les vins du lot C ont été nettement moins appréciés. La dégustation des baies avait aussi mis en évidence leur infériorité qualitative. Les parcelles incluses dans ce lot C correspondent à des vignes avec des rendements élevés, vigoureuses, riches en azote et poussant encore autour de la véraison.

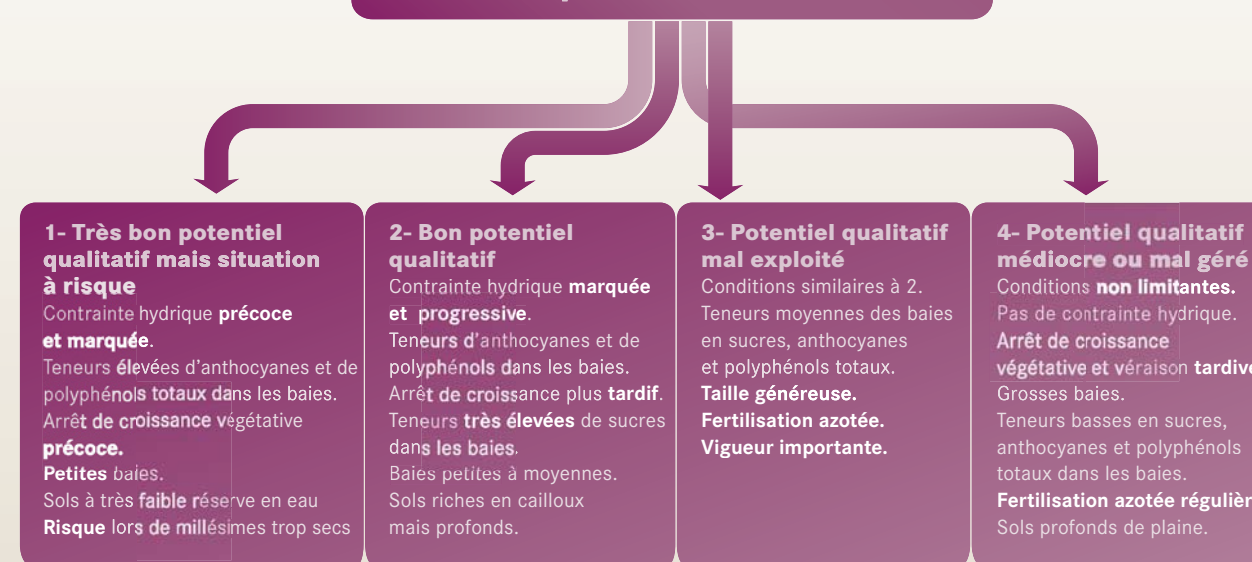
Dans le cadre d'une amélioration qualitative de ces parcelles, des pratiques culturales mieux adaptées peuvent être mises en place. Elles doivent viser principalement une meilleure maîtrise de la vigueur et une réduction des rendements : enherbement, taille adaptée, fertilisation raisonnée, etc.

Cette troisième phase de l'étude permet de mettre en évidence l'hétérogénéité qualitative du raisin issu d'un même type de sol. Elle a permis également de discriminer les parcelles avec un faible potentiel qualitatif.

Des seuils de référence pour chaque indicateur ont été établis en fonction des niveaux qui définissent chaque classe qualitative. Ainsi par exemple, pour Rochefort du Gard, de forts niveaux de N tester (> 510), des rendements supérieurs à 5 kg de raisin par cep et la présence d'apex poussant à la véraison définissent des vignes "excessives" produisant un raisin de faible qualité (classe C). Ces seuils seront à affiner pour les années à venir.

Ces seuils de référence peuvent par la suite être appliqués par les techniciens de la cave lors des contrôles et des visites annuelles qui déterminent les sélections de chaque année. En effet, aujourd'hui certaines caves ayant suivi la démarche, incluent dans leurs cahiers des charges quelques indicateurs pour sélectionner le "haut de gamme". Ces indicateurs, simples et faciles à mettre en œuvre, permettent de classer d'une manière objective les vignes contrôlées et d'améliorer ainsi la gestion des sélections.

Figure 2 :  
Groupes qualitatifs  
en fonction des situations  
agro-pédologiques et des  
caractéristiques des raisins à maturité



**CONCLUSION**

Cette démarche a été mise en place dans un cadre professionnel très particulier, celui des caves coopératives.

Pour un secteur donné, la variabilité qualitative du raisin ne dépend pas toujours que des facteurs environnementaux. A grande échelle (celle des caves coopératives), l'incidence du sol peut être atténuée, même quand on compare des situations très contrastées du point de vue pédologique. Au sein d'une cave coopérative, avec un nombre important de coopérateurs n'ayant pas forcément les mêmes habitudes techniques, on peut affirmer que la diversité qualitative rencontrée est le résultat d'une interaction plus ou moins importante entre le terroir et les pratiques culturales. En effet, dans certaines situations le potentiel du terroir peut être "masqué" par l'emploi d'itinéraires techniques incorrects.

Adaptée à la diversité de situations rencontrées dans chaque coopérative, la démarche proposée permet de mieux connaître l'aptitude des différents terroirs et de définir les éléments qui conditionnent la qualité. Ainsi, lors de la gestion du parcellaire pour les sélections "terroir", l'application de contrôles rapides et simples permet de trier objectivement un grand nombre de parcelles en fonction de leur potentiel qualitatif.

Ce tri permet également d'écartier les vignes donnant des résultats médiocres même sur les terroirs à bon potentiel. Pour corriger les défauts, seule une bonne adaptation des pratiques culturales permettra d'optimiser l'expression du terroir.

**Remerciements :**

Nous remercions vivement le personnel et les vignerons des caves qui ont participé à cette démarche.

**Bibliographie**

- Blanchard M., 2002. Caractérisation et valorisation des terroirs des Côtes du Rhône gardoises. Influence sur la qualité des raisins. Cave de Rochefort du Gard. *Mémoire de Fin d'études, D.A.A. Viticulture-Cœnologie, ENSA Toulouse*, 60 pp. + annexes
- Coipel J., 2000. Analyse de l'effet terroir sur le comportement de la vigne (cépage Grenache noir) en 2000 pour cinq sols de la Cave Coopérative de Rochefort du Gard (AOC Côtes du Rhône). *Mémoire de fin d'études Mastère "Gestionnaire de domaines agricoles : spécialisation domaines viticoles". ENITA Bordeaux*, 99 pp. + annexes.
- Ganichaud N., 2001. Caractérisation de l'effet terroir dans le vignoble des Côtes du Rhône gardoises. Cas des caves coopératives de Rochefort du Gard et Saint Hilaire d'Ozilhan. *Mémoire de Fin d'études, D.A.A.S. Viticulture-Cœnologie, ENSA Montpellier*, 44 pp. + annexes.
- Fabre F., Brémond L.M., Rodriguez-Lovelle B. & Vaudour E., 2000. Etude des potentialités des terroirs viticoles. Une démarche globale en zone A.O.C. L'exemple des Côtes du Rhône. *In : Proceedings 3<sup>er</sup> Symp. Int. « Zonificación vitivinícola »*, Mai, 2000, Tenerife, España., CD-Rom.
- Letessier I., 1993. Zonage des potentialités viticoles. Cartes des sols et rapports de synthèse de nombreuses communes des Côtes du Rhône. SIGALES éd.
- Ganichaud N., 2001. Caractérisation de l'effet terroir dans le vignoble des Côtes du Rhône gardoises. Cas des caves coopératives de Rochefort du Gard et Saint Hilaire d'Ozilhan. *Mémoire de Fin d'études, D.A.A.S. Viticulture-Cœnologie, ENSA Montpellier*, 44 pp. + annexes.
- Rodriguez-Lovelle B., Letessier I. & Gouin J. 2002. Les grands types de sol en Côtes du Rhône méridionales. *Guide de la vinification rhodanienne. Spécial Grenache, Institut Rhodanien*, Orange (France), 6, 12-14.
- Rodriguez-Lovelle B. & Sipp C., 2002. Analyse du zonage des terroirs au sein des caves coopératives (A.O.C. Côtes du Rhône, France). Incidence sur la réponse agronomique de la vigne et la qualité du raisin. *In : Proceedings IV<sup>th</sup> Int. Symp. on viticultural zoning*, Juin 2002, Avignon, France, 621-628.
- Letessier I. & Fermond C., 2002. La Méthode « SIGALES ». *In : Proceedings IV<sup>th</sup> Int. Symp. on viticultural zoning*, Juin 2000, Avignon, France.
- Rodriguez-Lovelle B., Letessier I. & Gouin J. 2002. Les grands types de sol en Côtes du Rhône méridionales. *Guide de la vinification rhodanienne. Spécial Grenache, Institut Rhodanien*, Orange (France), 6, 12-14.
- Rodriguez-Lovelle B. & Sipp C., 2002. Analyse du zonage des terroirs au sein des caves coopératives (A.O.C. Côtes du Rhône, France). Incidence sur la réponse agronomique de la vigne et la qualité du raisin. *In : Proceedings IV<sup>th</sup> Int. Symp. on viticultural zoning*, Juin 2002, Avignon, France, 621-628.
- Sipp C., Jacquet O. & Riou C., 2002. Influence de trois composantes du terroir (sol, climat, vigneron) sur la qualité des vins de Grenache en Vallée du Rhône. *In : Proceedings IV<sup>th</sup> Int. Symp. on viticultural zoning*, Juin 2002, Avignon, France, 629-637.
- Vaudour E., 2001. Les terroirs viticoles : analyse spatiale et relation avec la qualité du raisin. Application au vignoble AOC des Côtes-du-Rhône méridionales. *Thèse, INA Paris-Grignon, France*, 335 p.