

# Densité de plantation et conduite du feuillage

## Plant density and training system

**RÉSUMÉ** La pertinence technique de plusieurs systèmes de conduite a été testée sur grenache noir, principal cépage de la Vallée du Rhône, de 2003 à 2008 dans un objectif d'amélioration de la qualité des vins.

Plusieurs travaux montrent l'influence positive de la surface foliaire exposée (SFE) sur la qualité de la vendange. Or la conduite en lyre ainsi que l'augmentation de la densité de plantation sont des moyens d'optimiser la SFE par unité de surface. Les études antérieures, réalisées dans des conditions et avec des cépages différents, montrent des résultats très variables, notamment concernant la contrainte hydrique engendrée par de telles pratiques. C'est pourquoi, dans un contexte de sécheresse parfois problématique en Vallée du Rhône, ces systèmes de conduite ont été testés sur un sol procurant une contrainte hydrique forte à modérée.

Dans les conditions de l'essai, au cours des millésimes 2004 à 2007, l'augmentation de la densité (en resserrant les rangs à 1,25 m) et la conduite en lyre apportent fréquemment un gain qualitatif modéré et variable selon les millésimes, contrairement au rapprochement des ceps sur le rang. Le degré et l'intensité colorante sont le plus souvent améliorés (10 % et 20 % respectivement). La dégustation est préférée trois fois sur quatre par rapport la modalité représentative des pratiques locales, plantée à 4444 ceps par hectare et conduite en cordon de Royat. Et pour les très fortes densités (10000 ceps par hectare), les grappes sont également plus petites et plus lâches.

### MOTS CLÉS

DENSITÉ, MODE DE CONDUITE, RENDEMENT, VIGUEUR, CONTRAINTE HYDRIQUE

**ABSTRACT** In order to improve wine quality, several plantation densities and training systems have been studied from 2003 until 2008. The experiments were conducted on the main variety of the Côtes-du-Rhône AOC: grenache. The positive influence of leaf area index on grapes quality is now well known. Lyre training system and higher plant density can improve this leaf area index. However, previous experiments, realised on various varieties in different conditions, show different results, particularly concerning water stress. Dry weather conditions becoming sometimes a problem in the Rhône Valley, a range of plant density and lyre training system have been studied on a soil providing a medium to high water limitation. In this case, quality grape is not positively affected by the reduction of distance between vines but is quite often slightly improved when distance between rows is reduced and when lyre trellis system is used: higher (10%) alcoholic content and color intensity (20%) are measured and wines are better rated (average from 2004 to 2007). Moreover, in Piolenc, the very highly dense vineyard (10000 vines per ha) show smaller and looser grapes.

### KEYWORDS

PLANT DENSITY, TRAINING SYSTEM, YIELD, VIGOUR, WATER STRESS

Pauline GARIN  
Olivier JACQUET  
Chambre d'agriculture  
du Vaucluse  
2260 Route du grès  
84100 Orange  
pauline.garin@  
vaucluse.chambagri.fr  
olivier.jacquet@  
vaucluse.chambagri.fr  
04 90 11 46 33

Avec la collaboration technique  
de Florent BOUTIN,  
Chambre d'agriculture du Gard



Pauline GARIN



**À** charge constante, l'augmentation de la SFE permet d'orienter qualitativement la production. Cette SFE dépend notamment de l'écartement entre les ceps et du nombre de plans de palissage. Le mode de conduite du feuillage et la densité de plantation sont donc des paramètres qualitatifs primordiaux.

Or, depuis la mécanisation et les impératifs de réduction des coûts de production, le vignoble à évolué vers des inter-rangs plus larges. Plus tard divers modes de conduite ont été imaginés,



comme la lyre qui contribue à améliorer la SFE, en augmentant le nombre de plans de palissage.

A ce sujet, plusieurs essais ont déjà été réalisés (Dumartin *et al.*, 1979, Carbonneau, 1982, Schneider *et al.*, 1989, Murisier et Ferretti, 1996, Barbeau *et al.*, 1999, Mattii et Storchi, 2001). La plupart d'entre eux visent notamment à évaluer les effets des modes de conduite sur la vigueur et/ou le rendement. Leurs résultats sont parfois contrastés. Par ailleurs, leurs observations concernent des conditions pédoclimatiques variables (avec souvent des contraintes hydriques faibles) et qui plus est avec des cépages peu ou pas uti-

Système de conduite	Cordon	Cordon	Cordon	Lyre
Espacement sur le rang en m	1,00	0,71	0,80	1,00
Ecartement entre rangs en m	2,25	2,25	1,25	2,50
Nombre de pieds/ha	4444	6260	10000	4000
Variation de la densité (indice)	100	141	225	90
Type de palissage*	1.2.0.	1.2.0.	1.2.0.	1.2.2. x 2
Estimation SFEp (m <sup>2</sup> /ha)	6000	5870	9830	12210

\*1.2.0. = palissage à 2 niveaux de fils, soit 1 fil porteur et 1 niveau de releveurs  
1.2.2. = palissage à 3 niveaux de fils, soit 1 fil porteur et 2 niveaux de releveurs

tableau 1

Caractéristiques des différentes modalités testées à Piolenc entre 2003 et 2008 sur grenache noir.

lisés en Vallée du Rhône. Or le régime hydrique conditionne la capacité de la vigne à développer son feuillage. Il détermine donc sa réponse à un mode de conduite (palissage ou densité).

C'est pourquoi l'expérimentation se propose ici de comparer plusieurs densités de plantation et divers modes de conduite du grenache, en sol à faible réserve hydrique. Les paramètres rendement et vigueur sont rendus similaires afin de limiter les biais dans l'interprétation des résultats.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### • Caractéristiques pédologiques de la parcelle

La parcelle d'étude, classée en AOC Côtes-du-Rhône, se situe sur le domaine expérimental de la Chambre d'agriculture du Vaucluse. Il s'agit d'un sol de terrasse alluviale limoneuse sur cailloutis à encroutement : il présente un horizon argilo-limoneux à faible pierrosité (<15%) de profondeur variable (40 à 80 cm) surmontant un horizon profond très caillouteux (>60%). A la limite supérieure de l'horizon inférieur, une cimentation du cailloutis apparaît fréquemment (encroutement de 5 à 15 cm d'épaisseur). La réserve utilisable, estimée à 130 mm sur 2 m, et la fertilité sont ainsi modérées par la forte proportion d'éléments grossiers et la faible épaisseur de l'horizon cultural. L'analyse de sol révèle un sol calcaire sans déséquilibre majeur dans les principaux éléments minéraux.

Exemple de consignes de taille: nombre de bourgeons et de coursons à laisser en 2006 pour chaque modalité.

Densité (ceps/ha)	Nombre de coursons	Nombre de rameaux
4444	6	12
4000	6	12
6260	4	8
10000	4	8

tableau 2

	2004	2005	2006	2007	Moyennes par modalité
4444 ceps/ha	7,9	12,41	11,3	10,88	10,6
6260 ceps/ha	7,31	12,16	10	---	9,8
10000 ceps/ha	9,25	12,2	12,7	12,44	11,6
4000 ceps/ha (lyre)	11,93	11,33	11,5	12,69	11,9
Nombre de dégustateurs	16	12	11	18	14

tableau 3

Notation (sur 20) des vins issus des différentes modalités de grenache sur 4 ans et dégustés 6 mois après vendanges.

• **Façons culturales et matériel végétal**

Les greffé-soudés de grenache noir sur R110 ont été plantés en 2000 dans le sens nord-sud.

Le sol est dés herbé sous le rang et travaillé dans l'inter-rang.

• **Modalités**

Les différentes modalités sont caractérisées dans le tableau 1.

• **Dispositif et traitement des données**

Le dispositif expérimental choisi comporte trois blocs. Seize à dix-sept ceps par parcelle élémentaire, considérés comme homogènes, sont repérés en début de saison pour pouvoir réaliser les contrôles prévus. Le traitement des données consiste en des moyennes, des écart-types et des tests de Newman et Keuls au seuil de 5%.

• **Gestion de la vigueur et du rendement**

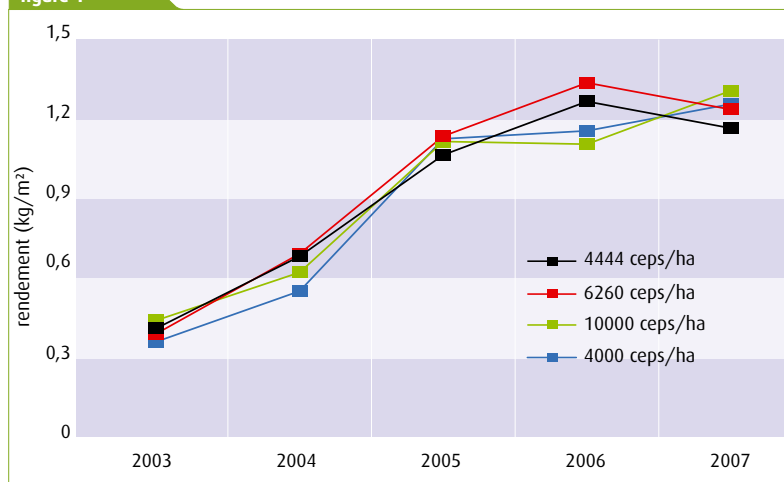
Etant donné l'importance du paramètre "vigueur" sur le grenache, cette variable a été homogénéisée entre les différents systèmes. A partir des mesures de poids de bois de taille,



l'utilisation d'une échelle linéaire de taille nous permet de déterminer le nombre de bourgeons à laisser sur chaque modalité (tabl. 2). Le nombre de rameaux désirés est maintenu à l'ébourgeonnage. La production par hectare est quant à elle régulière à l'éclaircissage en fonction du poids des grappes par rameau de l'année précédente. Rapidement, une bonne homogénéité de l'essai a été obtenue (fig. 1).

Evolution du rendement (en kg/m<sup>2</sup>) de 2003 à 2007 pour plusieurs densités et modes de conduite du grenache noir. Piolenc, Vaucluse.

figure 1



• **Variables mesurées de 2003 à 2007**

- Potentiels foliaires de base (Scholander *et al.*, 1965): la mesure est réalisée au moyen d'une chambre à pression, sur 6 ceps identifiés par modalité, et à raison d'une feuille par souche. Les 4 mesures sont souhaitées de la mi-juin à la fin août, espacées d'au moins 10 jours

- Suivis hebdomadaires de sondes d'humidité Watermark et Humitron

- Analyses foliaires

- Mesures de N-tester à mi-véraison (indice chlorophyllien témoignant de l'alimentation azotée) (Spring et Zufferey, 2000)



Cadre utilisé pour le comptage racinaire sur les profils de sol. Piolenc, Vaucluse.

figure 2



- Observation de l'arrêt de croissance (chute des apex): comptage des apex en croissance active, en arrêt de croissance ou desséchés/chus (Rodriguez Lovelle *et al.*, 2009)

- Circonférence des troncs
- Surface Foliaire Exposée mesurée à la véraison (Carbonneau, 1995)

- Production: poids de récolte et nombre de grappes par cep

- Qualité des vins: degré alcoolique, intensité colorante, notation des vins 6 mois après vendanges, par un jury de 11 à 18 dégustateurs selon les années (de 2004 à 2007 seulement).

#### • Etude du système racinaire

En 2008, trois fosses ont été creusées par modalité, d'une profondeur de 1,6m dans les inter-rangs. Pour chacune d'elle deux types d'observation ont été réalisés:

- une lecture longitudinale afin d'observer la colonisation racinaire inter-ceps sur les faces est et ouest,

- et une lecture transversale pour observer la colonisation racinaire dans l'inter-rang.

Les racines ont été comptées à l'aide d'un cadre présentant un maillage (fig. 2). Pour chaque case de 10 cm sur 10 cm étaient notés :

- le nombre de racines fines (< 1 mm)
- le nombre de racines moyennes (1 à 5 mm)
- le nombre de racines grosses (> 5 mm)
- et l'importance du chevelu racinaire notée de 0 (aucun chevelu racinaire) à 3 (chevelu racinaire très important).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### • Surface Foliaire Exposée

Les surfaces foliaires théoriques les plus élevées (lyre et 10000 cep/ha) n'ont pas été atteintes. La modalité 10000 cep/ha reste toutefois supérieure (d'environ 20%) avec 8200 m<sup>2</sup>/ha en moyenne sur les 5 années. La SFE des lyres (5500 m<sup>2</sup>/ha) est similaire à celle des modalités 4444 et 6260 cep/ha (5900 et 5600 m<sup>2</sup>/ha respectivement). Ceci peut s'expliquer par les contraintes liées à l'homogénéisation de la vigueur: le nombre de bourgeons et de coursons laissés ne permettait pas une couverture maximale des plans de palissage. Par ailleurs les caractéristiques hydrique et minérale du sol pourraient représenter un facteur limitant le développement végétatif.

### • Contrainte hydrique et densité racinaire

Les mesures de potentiel hydrique de base sont comparables pour chaque modalité, année par année. Les facteurs "densité" et "exposition de feuillage" n'ont donc pas d'influence stable et significative après 7 ans sur la contrainte hydrique subie par les cep.

En revanche sur la modalité 10000 cep/ha, les suivis hebdomadaires de sondes d'humidité Watermark et Humitron, positionnées à 80 et 115 cm en profondeur sur le rang, montrent (à date équivalente) des valeurs très souvent supérieures, donc un assèchement du sol à cet endroit plus rapide. Ceci est cohérent avec les résultats des mesures de SFE: cette modalité se distingue des autres par sa SFE supérieure de 20%. On peut supposer que l'évapotranspiration du couvert est également plus importante.

Quelques unes des hypothèses permettant d'expliquer ces observations sont:

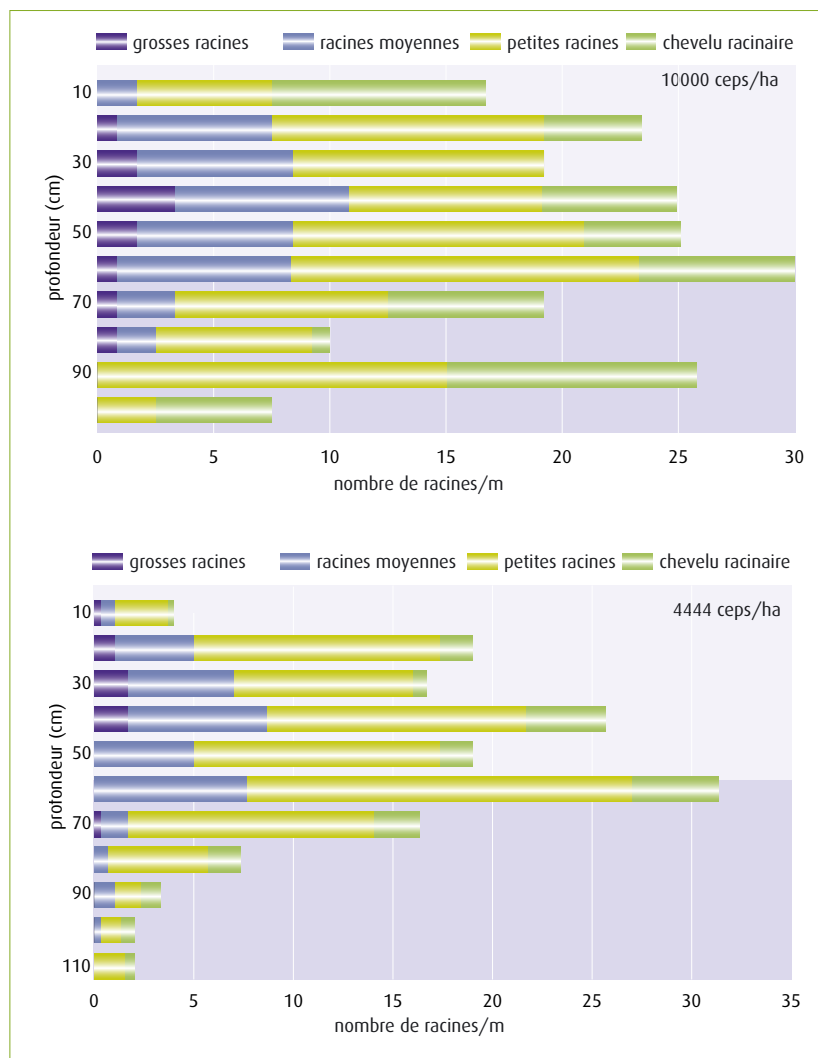


figure 3

**Profils racinaires sur l'inter-rang des modalités 4444 ceps/ha et 10000 ceps/ha.**

- une densité racinaire supérieure
- ou une meilleure colonisation racinaire en profondeur, dans l'inter-rang et/ou sur le rang.

Sous le rang, il s'avère que la densité racinaire est statistiquement similaire pour les 4 modalités et pour chacun des types de racine. Dans cette zone il semble donc que la maille de colonisation, qui définit la proximité entre les racines, ait atteint un maximum caractérisant le milieu.

En revanche dans l'inter-rang, le chevelu racinaire est significativement plus important sur la modalité grenache 10000 ceps/ha (fig.3). Or la majorité de l'absorption racinaire s'effectue au niveau du chevelu. L'étude plus précise de la répartition des racines en fonction de la profondeur montre que les différences s'observent



principalement en surface jusqu'à 10 cm et en profondeur au-delà de 70 cm (fig. 3).

### • Alimentation minérale

Les analyses foliaires ne mettent pas en évidence de différence entre les quatre modalités pour les principaux éléments minéraux : potassium, magnésium, calcium et phosphore. Les mesures de N-tester sont également similaires dans les premières années de croissance. Puis, en 2006 et 2007, le témoin planté à 4444 ceps/ha présente des valeurs statistiquement supérieures sur plusieurs dates de mesure. L'alimentation azotée et minérale est donc peu affectée par la densité et le système de conduite, dans les conditions de l'essai.

### • Croissance

Le nombre d'apex chus à mi-véraison est similaire d'une modalité à l'autre jusqu'en 2006. En

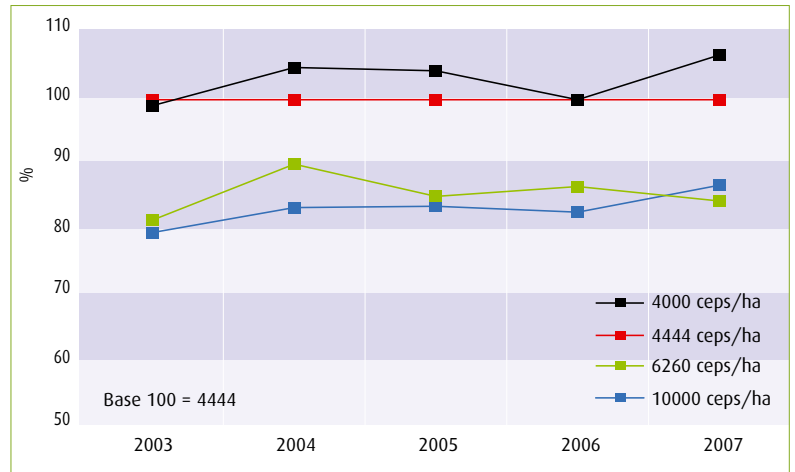


figure 4

Evolution de la circonférence des troncs pour les 4 modalités de grenache en pourcentage par rapport à la modalité 4444 ceps/ha. Données de 2003 à 2007 à Piolenc (Vaucluse).

Les grenaches plantés à 10 000 ceps/ha présentent des grappes nettement plus petites et d'aspect plus lâche (fig. 5).

#### • Qualité des vins

Les modalités à 10 000 ceps/ha conduites en lyre montrent en 2006 et 2007 un degré alcoolique supérieur de 10 % à celles des modalités 4444 et 6260 ceps/ha, et une intensité colorante, en moyenne sur les 5 ans, supérieure de 20 %. Ces modalités présentent donc ici, le plus souvent, une maturité plus aboutie.

Les vins issus de ces modalités sont, trois années sur quatre, préférés par les dégustateurs (tabl. 3) alors que la modalité 6260 pieds par ha se positionne systématiquement en retrait.

Evolution de 2003 à 2007 du poids moyen par grappe en pourcentage par rapport à la modalité 4444 ceps/ha. Grenache, Piolenc.

2007, on observe sur les grenaches à 10 000 ceps par ha un arrêt de croissance légèrement plus précoce.

Les modalités où l'écartement inter-ceps est moindre (10 000 et 6260 ceps/ha) présentent des troncs significativement moins développés en circonférence (fig. 4). Les écarts, a priori définitifs, sont obtenus dès les premières années. En revanche les circonférences de tronc des modalités 10 000 ceps/ha (0,8 m \* 1,25 m) et 6260 ceps/ha (0,71 m \* 2,25 m) sont identiques. La concurrence se ressent donc moins en diminuant l'écartement entre les rangs qu'en le diminuant sur le rang.

#### • Production

Les rendements par m<sup>2</sup> étant maintenus équivalents par un éclaircissage approprié, il est intéressant de comparer les poids par grappe de chaque modalité.

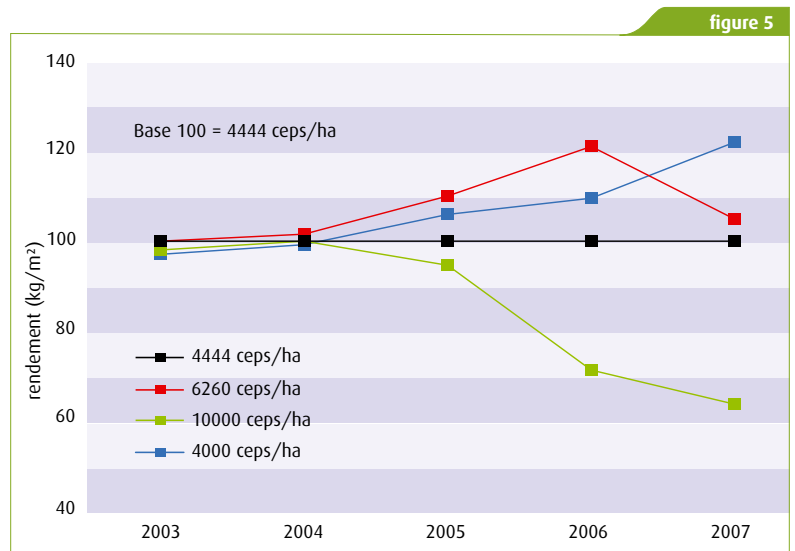


figure 5



### CONCLUSION

Dans nos conditions d'essai et sur les millésimes 2004 à 2007, l'augmentation de densité par le resserrement des ceps sur le rang en deçà d'un mètre ne présente pas d'intérêt qualitatif. En revanche, en augmentant fortement (1,25 m) la densité par resserrement des rangs :

- l'interception du rayonnement s'avère nettement meilleure que sur les modalités plantées à 2,25 m sans affecter la contrainte hydrique,
- les vins issus des très fortes densités (10000 ceps/ha) de notre essai, sont fréquemment plus qualitatifs ; par ailleurs les grappes apparaissent plus petites et plus lâches, présentant une

moindre sensibilité au *Botrytis cinerea* lors de millésimes délicats.

De la même façon, bien que le développement du feuillage ait été limité par la taille et un sol peu fertile, la conduite en lyre du grenache a permis à Piolenc d'améliorer sensiblement la qualité des vins.

Néanmoins au sein de l'appellation Côtes-du-Rhône, le surcoût généré par la conduite en densité élevée, en rangs étroits ou en lyre, n'est pas forcément compensé par un gain qualitatif, qui sur cet essai reste modéré et variable selon les millésimes.

### BIBLIOGRAPHIE

- Barbeau G., Blin A., Panneau J.P. & Marsault J., 1999. Influence de trois modes de conduite sur le comportement des cépages cabernet franc et chenin en Val de Loire. In : Compte-rendu des 11e journées G.E.S.C.O., Juin 1999, Sicile, 522-530.
- Carboneau A., 1982. Influence des systèmes de conduite en « lyre » sur la physiologie de la vigne : bilan actuel et résultats de nouveaux essais. Progrès Agricole et Viticole, **99**, (12), 290-299.
- Carboneau A., 1995. La surface foliaire exposée potentielle, guide pour sa mesure. Le Progrès Agricole et Viticole **112** (2), 204-212.
- Dumartin P., Boniface J.C., Ducasse M., Barrere C., Cordeau J. & Pradier L., 1979. Essai de densité de plantation en Médoc. Vignes et vins, **278**, 41-46.
- Mattii G.B. & Storchi P., 2001. Grapevine production efficiency as affected by trellising system. In : Compte-rendu des 12e journées G.E.S.C.O., Montpellier, 3-7 juillet 2001, 285-290.
- Murisier F. & Ferretti M., 1996. Densité de plantation sur le rang : effets sur le rendement et la qualité du raisin. Essai sur Merlot au Tessin. Revue Suisse Viticole Arboricole et Horticole, **28**, (5), 293-300.
- Rodriguez Lovelle B., Trambouze W. & Jacquet O., 2009. Evaluation de l'état de croissance végétative de la vigne par la « méthode des apex ». Le Progrès Agricole et Viticole (soumis).
- Schneider C., Ancel J. & Heywang M., 1989. Etude comparative entre plusieurs systèmes de conduite sur deux cépages d'Alsace. In : Compte-rendu des 4e journées GESCO, Bordeaux, juin 1989, 97-108.
- Scholander P., Hammel H., Edda D., Bradstreet E. & Hemmingsen E., 1965. Sap pressure in vascular plants. Science, **148**, 339-346.
- Spring J.-L. & Zufferey V., 2000. Intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien du feuillage en viticulture. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. **32** (6), 323-328.