



COMPTE RENDU N°14 DU GESCO 2005 (suite)

**COMMENT ÉVALUER L'INFLUENCE DE LA VIGUEUR
SUR LA SENSIBILITÉ DE LA VIGNE
AUX MALADIES CRYPTOGRAMIQUES ?**

**HOW TO EVALUATE THE INFLUENCE OF VIGOUR
ON VINE SENSITIVITY TO CRYPTOGRAMIC DISEASES ?**

**Hector VALDES¹, Florian CELETTE¹, Marc FERMAUD²,
Philippe CARTOLARO², Michel CLERJEAU² et Christian GARY¹**

¹ UMR SYSTEM, Institut National pour la Recherche Agronomique, 34398 MONTPELLIER, FRANCE

² UMR Santé Végétale INRA ENITA Bordeaux, 33183, VILLENAVE D'ORNON CEDEX FRANCE

Résumé :

L'influence de la vigueur et de l'expression végétative (poids des bois de taille) sur la sensibilité de la vigne aux maladies cryptogamiques a été étudiée au vignoble (*Vitis vinifera* L. 'Aranel' sur Fercal) sur un dispositif expérimental près de Montpellier (43°31'N-3°51'E). Pour générer des niveaux de vigueur différents, une partie de la parcelle a été enherbée, tandis que l'autre était désherbée chimiquement. Des indicateurs d'état azoté et hydrique de la vigne et du milieu ont été suivis afin de déterminer la nature et l'importance de la concurrence subie par la vigne. Dans un premier temps, ce travail a consisté à déterminer quels étaient les indicateurs les plus pertinents pour lier la vigueur et la sensibilité de la vigne aux maladies (mildiou, oïdium et Botrytis). Dans un deuxième temps, les indicateurs choisis ont été suivis parallèlement à la fréquence et à l'intensité des attaques subies par la vigne.

L'enherbement ainsi installé exerce une concurrence à la fois pour les ressources hydriques (potentiels de base inférieurs d'environ 0,2MPa à ceux de la partie désherbée) et azotées (indice de nutrition azotée inférieur de 10% à celui de la modalité désherbée). Cette concurrence induit une diminution marquée de l'expression végétative comme le montrent le poids des sarments de 40% plus faibles dans la partie enherbée que dans celle désherbée, et l'indice foliaire (LAI) et la densité du couvert dans l'environnement des grappes d'environ 30% inférieurs dans le vignoble enherbé. Ceci est considéré comme défavorable au développement de certaines maladies comme le mildiou et le Botrytis. Un autre indicateur, comme le taux d'apparition de nouvelles feuilles, 50% moins élevé dans la partie enherbée, pénaliserait le développement de l'oïdium. Enfin, la compacité des grappes, inférieure de 30% environ et le potentiel réceptif des baies (PRB=Pectines solubles à l'eau/Composés phénoliques), inférieur de 10% dans la partie enherbée, pourrait conduire à une moindre sensibilité aux attaques et au développement du Botrytis. Malgré des conditions climatiques peu favorables au développement des maladies au cours de l'année expérimentale, la fréquence d'attaques cryptogamiques était environ 3 fois inférieure dans la partie enherbée, confirmant l'influence directe ou indirecte de la vigueur sur la sensibilité de la vigne aux maladies étudiées.

Mots clés :

Vigne, enherbement, *Uncinula necator*, *Botrytis cinerea*, *Plasmopara viticola*, vigueur, expression végétative.

Abstract :

The influence of vigour and vegetative expression (pruning weight) upon the vine sensitivity to cryptogamic diseases has been studied in an experimental vineyard (*Vitis vinifera* L. 'Aranel' grafted onto Fercal) located near Montpellier (43°31'N-3°51'E). In order to create various vigour levels in the vineyard, part of it was intercropped, whereas the other was chemically weed controlled. The vine and soil water and nitrogen status were monitored to evaluate the nature and importance of the competition imposed to the vine. First, this work aimed at defining the relevant indicators to associate vine vigour to its sensitivity to diseases (mildew, powdery mildew and Botrytis). In a second time, the chosen indicators were monitored as the intensity and frequency of cryptogamic attacks.

The intercrop competed with vine for water (predawn leaf water potential were lowerly about 0.2MPa in the intercropped plot) and nitrogen resources (nitrogen alimentation index lowerly of about 10% for the intercropped plot). This competition led to an important reduction of vegetative expression as shown by the pruning weight (40% lower in the intercropped plot), the leaf area index (LAI) and the canopy density in the bunch zone (30% less in the intercropped plot).

These indicators testified that conditions were little favourable to the development of fungi like downy mildew and Botrytis. In the same way, the lower shoot growth rate (50% less) in the intercropped vineyard penalizes, in theory, the development of powdery mildew. Finally, the cluster compactness (30% less in the intercropped vineyard) and an index of berry sensitivity (PRB=water soluble pectins/phenolic compounds) lower by of about 10% in the intercropped plot suggest that the sensitivity to Botrytis attacks is lower.

Even if the climate of the experimental year was unfavourable to the development of diseases, the frequency of cryptogamic attacks was about 3 times less in the intercropped plot, confirming the direct or indirect influence of vine vigour on its sensitivity to the studied diseases.

Key-words :

Grapevine, intercrop, *Uncinula necator*, *Botrytis cinerea*, *Plasmopara viticola*, vigour, vegetative expression.

INTRODUCTION

La viticulture, comme l'agriculture en général, subit de profondes mutations depuis quelques années. Elle se doit aujourd'hui d'intégrer de nouvelles contraintes pour accéder à plus de durabilité. En ce sens, une protection raisonnée des vignobles se met en place afin de limiter l'impact des pratiques culturales sur l'environnement, notamment la qualité des eaux. Les règles de décision utilisées dans le cadre de cette protection s'appuient en partie sur des modèles épidémiologiques et/ou des observations des attaques au vignoble. Or ces modèles épidémiologiques s'appuient essentiellement sur des données climatiques et micro-climatiques, négligeant l'état du végétal (Moriondo *et al.*, 1999).

Pourtant, les spécialistes viticoles reconnaissent l'importance des relations entre vigueur du végétal et sensibilité aux attaques des champignons tels que mildiou, oïdium et Botrytis (de la Rocque, 2002 ; Soyer, 1987). Pour autant, la notion de vigueur est complexe, ce qui complique la caractérisation de la sensibilité du couvert aux maladies fongiques par des indicateurs de vigueur facilement mesurables au champ. C'est dans ce contexte que cette étude a été mise en place. Dans un premier temps, un travail d'identification d'indicateurs végétatifs liés à la vigueur pertinents a dû être réalisé à l'aide de la littérature et de l'avis de pathologistes.

Par la suite, ces indicateurs identifiés et les attaques de champignons ont été suivis sur une expérimentation au vignoble afin de mettre en relation vigueur et sensibilité de la vigne aux maladies étudiées (mildiou, oïdium et Botrytis).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Contexte et dispositif expérimental

L'expérimentation a été conduite dans un vignoble du domaine expérimental INRA-ENSAM du Chapitre, près de Montpellier (43°31'N-3°51'E) en région méditerranéenne. Le climat est de type méditerranéen (figure 1) avec un printemps

doux et humide (Pluies (P) \approx Evapotranspiration potentielle (ETP) sur la période débourrement-floraison de la vigne) et un été chaud et sec (P-ETP \approx -370 mm).

La vigne a été plantée en 1998 à une densité de 3333 pieds ha⁻¹ (2.5 x 1.2 m) avec le cépage Aranel greffé sur Fercal. La vigne est conduite en double cordon de Royat et les rangs sont orientés NO-SE. Deux modalités d'entretien du sol ont permis d'obtenir des vigueurs végétatives contrastées. Sur la première partie de la parcelle, un enherbement composée de fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Shreb) et de Ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.) a été semé (MF) sur tous les inter-rangs à l'automne 2002. L'autre partie de la parcelle est désherbée (MD) chimiquement sur la totalité. Chaque modalité d'entretien du sol est divisée en deux blocs qui intègrent la pente de la parcelle (comprise entre 0.5 et 2%).

Protocole de suivi

Sur les deux blocs des deux modalités, 6 cepés sains et représentatifs de la modalité ont été sélectionnés. Sur chacun d'eux, deux feuilles ont été échantillonnées tous les 20 jours pour une mesure de potentiel hydrique foliaire de base (PHFB) à l'aide d'une chambre à pression (Scholander, 1965). Un indice de statut azoté de la vigne a été suivi tous les 15 jours environ à l'aide d'un chlorophylle-mètre (Minolta SPAD 502) sur 24 cepés pour chaque bloc de chaque modalité. Cet indice est le rapport entre la valeur mesurée sur le cep étudié et celle mesurée sur des cepés fertilisés. Ces deux indicateurs ont été suivis sur une période allant de la floraison de la vigne à la maturité technologique.

La pesée du poids des bois de taille (expression végétative) a été réalisée sur 12 cepés de chaque bloc. L'indice de surface foliaire (LAI) a été mesuré 2 fois par mois sur 10 cepés de chaque bloc à l'aide du LAI 2000 (Li-Cor, Inc.). La densité du couvert végétal a été évaluée dans chaque bloc au niveau de la grappe à l'aide de la méthode du point quadrat (Smart, *et al.*, 1990) à la fermeture de la grappe, à la véraison et à la récolte. L'entassement du feuillage modifie

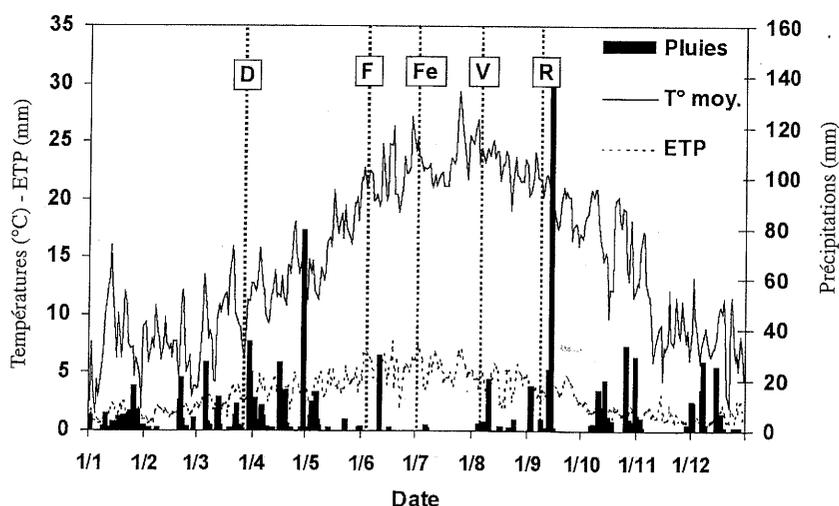


Figure 1 - Température moyenne, pluies et ETP (Penman-Monteith FAO) de la parcelle expérimentale pour l'année 2004. D= Débourrement, F=Floraison, Fe=Fermeture de la grappe, V= Véraison, R=Récolte

Figure 1 - Mean temperature, rainfall and PET (Penman-Monteith FAO) of the experimental plot in 2004. D=Budbreak, F=Full bloom, Fe=Bunch closure, V=Veraison, R=Harvest

Tableau 1 - Indicateurs de vigueur étudiés liés à la sensibilité de la vigne aux maladies (↗ indique le sens d'évolution de la sensibilité du couvert lorsque la valeur de l'indicateur augmente)

Table 1 Studied indicators of vigour associated to the vine sensitivity to diseases (↗ represents the evolution of the vine sensitivity as the indicator value increases)

Indicateurs	Maladies concernées	Sensibilité du Végétal
Nombre de jeunes feuilles	Oïdium	↗
Surface foliaire	Oïdium - Mildiou	↗
Densité foliaire	Oïdium - Mildiou	↗
Compacité des grappes (ICG)	Botrytis	↗
Indice PRB	Botrytis	↗
Poids de bois de taille	Botrytis	↗
Humidité du couvert	Mildiou - Botrytis	↗

le microclimat, notamment au niveau des grappes. Afin de suivre ces éventuels changements, des capteurs de température et d'hygrométrie (type HMP 45C et 50 Y, Campbell Scientific, Inc) ont été placés au sein du couvert végétal sur une dizaine de ceps de chaque bloc à partir de la floraison de la vigne. De plus, dès la véraison, des thermocouples ont été mis en place dans les baies pour suivre leur température (8-10 répétitions par bloc). La croissance des rameaux de vigne (évaluée par le nombre de feuilles) a été suivie une fois par semaine, avec pour chaque bloc, 20 rameaux choisis sur 20 souches représentatives de la zone (échantillonnage des mesures établi selon les protocoles mis en place par l'ITV). Un indice de la compacité des grappes (ICG) (Fermaud, 1998) a été évalué à la véraison pour 20 grappes choisies sur 20 souches de chaque bloc. Un Potentiel de réceptivité des baies (PRB) au Botrytis calculé par le rapport Pectines solubles à l'eau/Composés phénoliques a été également mesuré à la fermeture de la grappe selon un protocole développé par l'UMR Santé Végétale de L'INRA de Bordeaux et un échantillonnage identique à celui utilisé pour évaluer la compacité des grappe.

Pour finir, la fréquence des attaques de champignons a été évaluée sur environ 200 grappes par bloc peu avant la récolte.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Identification d'indicateurs de vigueur pertinents

L'identification des ces indicateurs reliant vigueur et maladies s'est appuyée sur la littérature, peu nombreuse, et sur l'expertise de pathologistes et spécialistes de la vigne. Il ressort de cette réflexion différents indicateurs associés aux maladies étudiées (tableau 1).

La mesure du poids des sarments fournit un indicateur synthétique de la vigueur moyenne d'une parcelle. Ce poids, une fois multiplié par le nombre des rameaux par plante, nous renseigne sur « l'expression végétative » de la plante. Ceci permet de réaliser une classification a priori des plantes et parcelles, pour leur sensibilité au Botrytis notamment (Fermaud, *comm. pers.*).

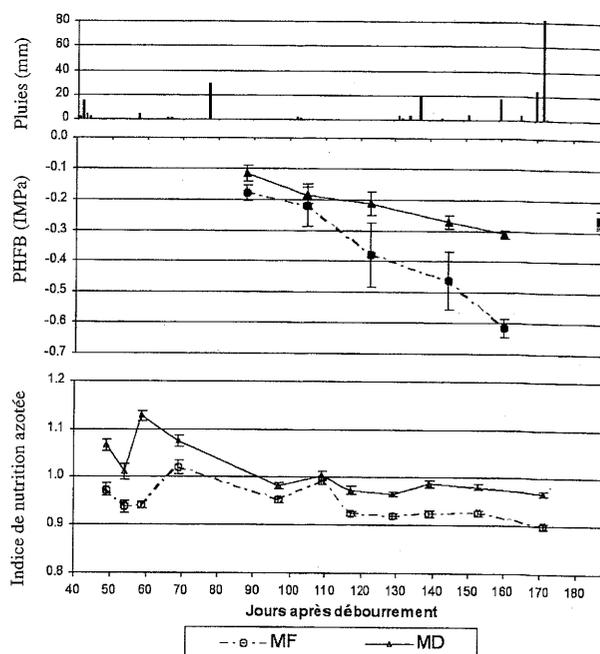


Figure 2 - Évolution des indicateurs d'état hydrique (PHFB) et azoté (indice de nutrition azotée) de la vigne au cours du cycle pour la parcelle enherbée (MF) et désherbée (MD). Un indice azoté de 1 est celui d'une vigne non limitée en azote. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance à 5%.

Figure 2 - Evolution of the water (predawn leaf water potential) and nitrogen (nitrogen status index) status indicators for the intercropped plot (MF) and the weed controlled one (MD). A nitrogen status index of 1 corresponds to a well fertilized vine. Bars represent the 5% confidence intervals.

L'évolution de la surface foliaire et de la densité du couvert renseignent sur l'environnement micro-climatique (hygrométrie et humectation des feuilles notamment) qui sera plus ou moins favorable au développement du mildiou et du Botrytis. De plus, un taux élevé d'apparition de nouvelles feuilles indique un nombre élevé de jeunes organes, plus sensibles aux attaques d'oïdium (Halleen and Holz, 2001). En fin de saison, une grande compacité des grappes va favoriser le développement du Botrytis (Pieri, *et al.*, 2001). Pour finir, un PRB élevé entraînera une plus grande réceptivité de la baie aux attaques de Botrytis. En effet, les pectines solubles à

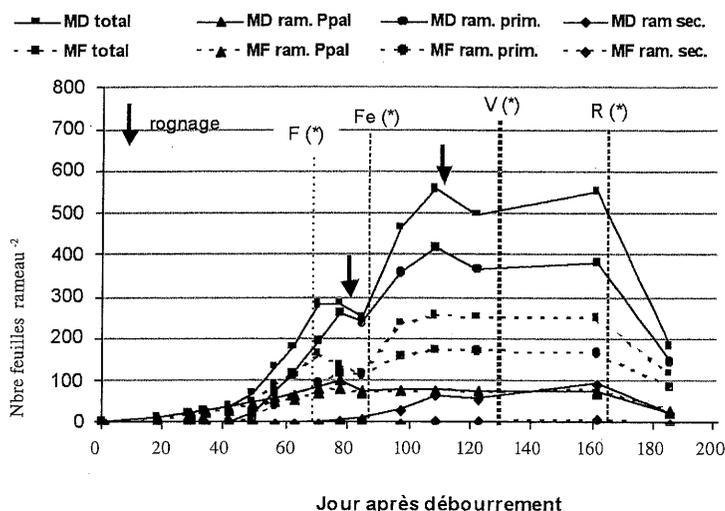


Figure 3 - Evolution du nombre de feuilles en 2004 dans les modalités désherbé (MD) et enherbée (MF).

(ramPpal = rameau principal, ram prim= ramifications primaires, ram sec= ramifications secondaires, total = Nombre total de feuilles sur le rameau. (*) Valeurs entre modalités significativement différentes au seuil 5% (test Newman-Keuls).

Figure 3 - Time course of the leaf number in 2004 in the weed controlled (MD) and intercropped (MF) plots. (ramPpal = main shoot leaves; ram prim = primary branch leaves, ram sec = secondary branch leaves, total = total shoot leaves)

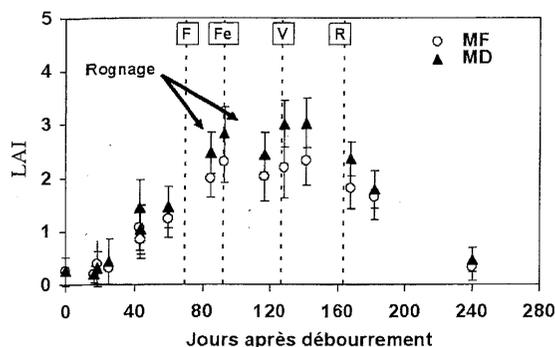


Figure 4 - Évolution de l'indice foliaire de la vigne dans MD et MF.

Figure 4 - Time course of vine leaf area index for the MD and MF plots.

l'eau présentes dans la paroi seront plus facilement attaquées par le complexe enzymatique du champignon, tandis que les composés phénoliques auront un effet contraire.

Caractérisation de la concurrence entre l'enherbement et la vigne

L'observation des bilans hydrique et azoté permet de différencier le fonctionnement des deux modalités étudiées. Il apparaît clairement que la présence d'une culture intercalaire comme la fétuque élevée affecte profondément les dynamiques hydrique et azotée du système étudié. Ainsi, l'enherbement permet une meilleure recharge du profil hydrique au cours de l'hiver en diminuant le ruissellement de surface et en améliorant l'infiltration. Il permet également d'augmenter la teneur en matière organique des sols. Pour autant, très tôt dans la saison, la fétuque consomme une part importante des ressources hydriques et azotées et en prive la vigne dont les consommations sont plus tardives. Ainsi, les deux indi-

cateurs d'état hydrique et azoté de la vigne que nous avons suivi témoignent d'une concurrence entre la vigne et l'herbe à la fois pour l'eau et pour l'azote (figure 2).

Ainsi, si la vigne désherbée ne semble pas être contrainte pour l'azote et très peu pour l'eau au cours de son cycle, la vigne enherbée subit une contrainte modérée pour l'eau (PHFB=-0.6 MPa en août) et pour l'azote. Ces contraintes nutritionnelles induisent notamment une réduction de vigueur.

Impact de cette concurrence sur les indicateurs liés à l'expression végétative

Le poids des bois de taille démontre une importante diminution de l'expression végétative de la vigne enherbée puisque la quantité de bois produite est environ 40% moins élevée dans MF (50,9 g par sarment) que dans MD (82,1 g par sarment) ($p < 0,01$). Le suivi du nombre de feuilles témoigne d'une croissance plus rapide (effet direct de vigueur) dans MD que dans MF et donc d'un nombre de jeunes organes, plus sensibles à l'oïdium, significativement plus faible en présence d'un enherbement (figure 3). Cette différence s'exprime essentiellement au niveau des feuilles des ramifications. Ainsi, dès la floraison de la vigne, MF compte 60% de moins de feuilles.

Les deux indicateurs que sont le LAI (figure 4) et la densité du couvert au niveau de la grappe (tableau 2) sont environ 30% plus importants dans MD que dans MF. Ceci indique des conditions d'entassement du feuillage, plus favorables au développement de maladies comme le mildiou et le Botrytis.

Cependant, malgré un entassement du feuillage significativement plus important dans MD, les conditions climatiques de l'année n'ont pas permis de différencier les deux modalités en ce qui concerne les variables micro-climatiques mesurées dans la canopée de la vigne (non présenté).

Tableau 2 - Densité du couvert exprimée en nombre de couches de feuilles (méthode du point quadrat) dans la zone des grappes. Des lettres différentes dans les colonnes témoignent de valeurs significativement différentes au seuil de 5% (Test Newman-Keuls).

Table 2 - Density of the vine canopy in the bunch zone (quadrat point method). Different letters for the same variable represent a significant difference with a 5% level between the two values (Newman-Keuls test)

	Fermeture	Véraison	Récolte
MD	3.02 a	3.31 a	3.16 a
MF	2.37 b	2.71 b	2.36 b

Tableau 3 - ICG (à véraison) et PRB (à la fermeture de la grappe) des modalités MF et MD. Des lettres différentes dans les colonnes témoignent de valeurs significativement différentes au seuil de 5% (Test Newman-Keuls).

Table 3 - ICG (at veraison) and PRB (at bunch closure) in MD and MF plots. Different letters for the same variable represent a significant difference with a 5% level between the two values (Newman-Keuls test)

Modalité	ICG	PRB
MD	10.0 b	4.1 b
MF	7.6 a	3.7 a

Pour finir, l'ICG et le PRB sont tous deux inférieurs dans la parcelle enherbée (respectivement de 30% et 10%). Ces deux indicateurs révèlent une réceptivité des grappes aux attaques de Botrytis significativement moindre dans MF (tableau 3).

Relations entre paramètres liés à la vigueur et attaques fongiques au vignoble

L'ensemble des indicateurs associés à la vigueur suivis dans cette expérimentation, suggère que la parcelle désherbée serait plus sensible aux attaques cryptogamiques que la parcelle enherbée. Les observations des attaques de champignons réalisées en parallèle confortent cette hypothèse, malgré des conditions peu favorables au développement des maladies. En effet, il a été observé, dans une démarche de protection intégrée (2 traitements contre l'oïdium et aucun contre le Botrytis et le mildiou) des fréquences d'attaques sur grappe d'oïdium et de Botrytis environ deux à trois fois supérieures dans la parcelle désherbée (oïdium : 3,3 % MF 7,2 % MD; Botrytis : 1,8 % MF 6,5 % MD). En revanche, il n'a pas été observé d'attaques de mildiou significatives avant la vendange.

CONCLUSION

Les indicateurs définis dans la première étape de ce travail ont permis de mettre en évidence des différences liées à la vigueur significatives entre les deux modalités étudiées (enherbée et désherbée). De plus, l'observation des maladies réalisée en parallèle au suivi de ces indicateurs témoigne d'une relation entre ceux-ci et la sensibilité de la vigne aux

attaques fongiques, malgré des conditions climatiques peu favorables au développement de ces maladies. Dans le futur, ces relations entre indicateurs liés directement ou indirectement à la vigueur et sensibilité de la vigne devront être confirmées dans des conditions plus favorables aux maladies afin d'observer des différences plus claires. De telles observations permettraient de quantifier ces relations, ce qui conduirait d'utiliser ces indicateurs dans une classification des parcelles en fonction de leur sensibilité aux maladies, voire dans de nouveaux modèles de prévision qui intégreraient le comportement du végétal.

H. V., F. C., M. F., P. C., M. C., C. G.

REMERCIEMENTS

Nous remercions chaleureusement M. Bouisson (INRA, Montpellier) pour son aide précieuse dans la bonne conduite de cette expérimentation. Merci également à Mme Dufour et M. Millet (INRA, Montpellier) pour leur appui dans l'acquisition des données, mais aussi à M. Clipet et tous les agents du Domaine du Chapitre (Villeneuve-lès-Maguelone) pour leur soutien technique sur cette expérimentation. Enfin, nous n'oublions pas les nombreuses personnes qui sont venues nous donner un coup de main sur des périodes plus ou moins longues au cours des 3 années qu'a duré cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DE LA ROCQUE B., 2002. Viticulture raisonnée et méthodes alternatives de protection. Une réflexion sur les enjeux et les difficultés, notamment en matière de prophylaxie. *Phytoma*, 548, 18-20.
- FERMAUD M., 1998. Cultivar susceptibility of grape berry clusters to larvae of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 91, 974-980.
- HALLEEN F. AND HOLZ G., 2001. An overview of the biology, epidemiology and control of *Uncinula necator* (powdery mildew) on grapevine, with reference to South Africa. *South African j. Enol. Viti.*, 22, 111-121.
- MORIONDO M., ORLANDINI S. AND ZIPOLI G., 1999. Analyses of agrometeorological modelling applied to fruit crops. Note II. Pathogen simulations. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 61, 73-79.
- PIERI P., FERMAUD M. AND MIMIAGUE F., 2001. Analyse du microclimat des grappes. Effets de la compacité et de l'effeuillage. Act. GESCO, XII^{èmes} journées, 71-76.
- SCHOLANDER, 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148, 339-346.
- SMART R. E., DICK J. K., GRAVETT I. M. AND FISHER B. M., 1990. Canopy management to improve grape yield and wine quality Principles and practices. *South African j. Enol. Viti.*, 11, 3-17.
- SOYER J. P., 1987. Influence of diverse agronomical factors on the sensitivity of grapevine to downy mildew (*Plasmopara viticola*). Influence of environmental factors on the control of grape pests, diseases and weeds. Proceedings of a meeting of the EC Expert's Group, Thessaloniki - Greece. 6-8 October. Cavalloro R. 245-254.