

INSTABILITÉ DE LA RÉHYDRATATION TARDIVE DES FEUILLES À L'AMORCE DU RÉGIME DE TRANSPIRATION EN SITUATION DE SÉCHERESSE EXEMPLE DE *VITIS VINIFERA L.* CV SÉMILLON

A. CARBONNEAU et Nathalie OLLAT

INRA, Institut de la Vigne de Bordeaux,
Station de Recherches de Viticulture,
B.P. 81, 33883 Villenave d'Ornon cedex, (France)

Résumé : *Au cours d'études de dynamiques journalières de potentiel hydrique foliaire - Ψ_L en situation de sécheresse, dans le cadre d'essais d'Ecophysiologie de la Vigne, un phénomène d'instabilité de la réhydratation tardive des feuilles s'est révélé lors des mesures du potentiel de base.*

L'arrivée des premiers rayonnements induit une remontée de - Ψ_L par rapport au niveau du potentiel de base obtenu en fin de nuit, et avant la baisse rapide de - Ψ_L lorsque le régime de transpiration est enclenché. Ce phénomène peut résulter, soit d'une pénétration de l'humidité de l'air via les stomates, soit de l'arrivée d'un faible courant de sève précédant le début de la transpiration.

INTRODUCTION

Dans le cadre d'essais d'Ecophysiologie de la Vigne (CARBONNEAU et CASTERAN, 1987) dont les principaux facteurs de variation combinés sont le sol, les techniques culturales, le cépage et le porte-greffe, des dynamiques journalières de potentiel hydrique foliaire ont été régulièrement effectuées au cours des étés 1988, 1989 et 1990.

Ces études ont privilégié l'analyse de certains éléments du régime hydrique et ont été concentrées sur le cépage Sémillon cultivé au Domaine INRA de Couhins en zone d'Appellation Graves. Les sols et les systèmes de conduite ont été retenus dans le suivi des dynamiques journalières de potentiel hydrique foliaire - Ψ_L .

L'observation de variations irrégulières de - Ψ_L entre le moment habituel où l'on note le potentiel de base en fin de nuit et la baisse rapide (en valeurs négatives) de - Ψ_L lorsque le régime de transpiration est enclenché, nous a conduit à affiner l'étude chez la Vigne de cette courte période correspondant à l'arrivée du premier rayonnement solaire.

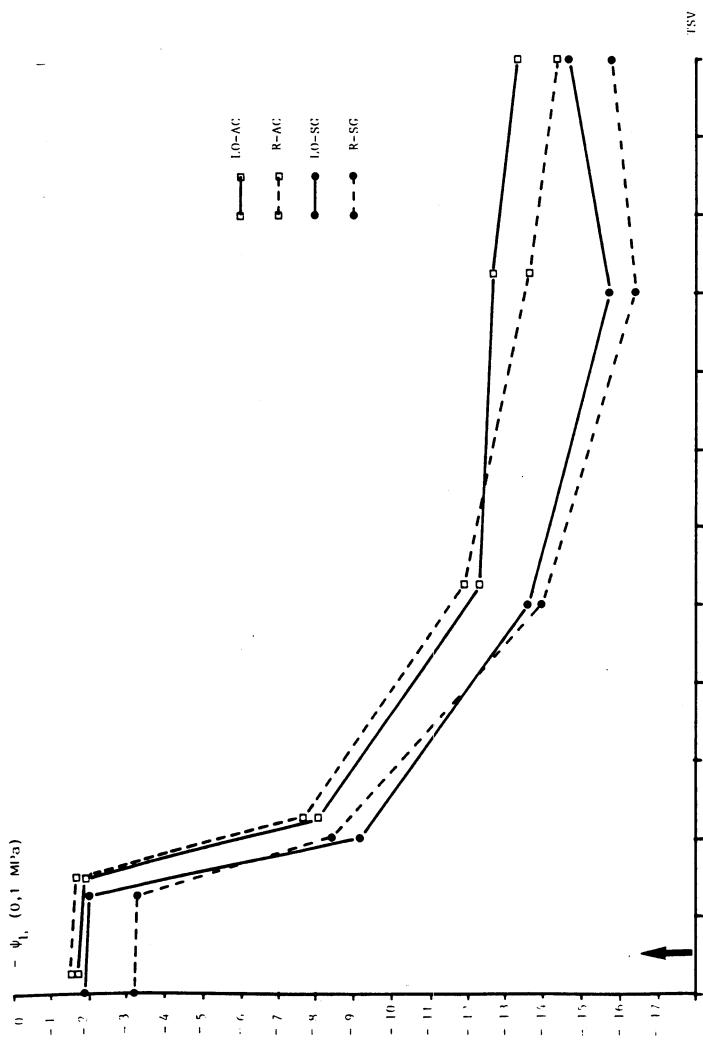


Fig. 1 - Dynamique journalière de potentiel hydrique foliaire pour le 19-7-1989 et les 4 traitements:
 - R-SG : vigne traditionnelle en sol sablogravelleux
 - LO-SG : Lyre ouverte en sol sablogravelleux
 - R-AC : vigne traditionnelle en sol argilocalcaire
 - LO-AC : lyre ouverte en sol argilocalcaire

Daily evolution of leaf water potential for 19-7-1989 and the four treatments :
 - R-SG : traditional vine in sandy gravelly soil
 - LO-SG : open lyre in sandy gravelly soil
 - R-AC : traditional vine in clayey calcareous soil
 - LO-AC : open lyre in clayey calcareous soil

Une telle étude n'a pas été réalisée chez la Vigne. Il ne semble pas non plus qu'elle ait été effectuée chez d'autres espèces, malgré le nombre relativement élevé d'analyses de dynamiques journalières de flux ou de potentiel hydriques (par exemple : CRUIZIAT P., 1978; KATERJI N., 1982), voire de fluctuations de courte période (BARRS H.D., 1971)

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le matériel végétal est constitué de Sémillon clone 315 greffé sur Fercal. 12 ceps par parcelle élémentaire ont été retenus pour cette étude. Les feuilles prélevées pour les mesures de $-\Psi_L$ sont exposables (situées sur la couche externe du feuillage dans la moitié supérieure de la hauteur de celui-ci), adultes et en bon état morphologique.

Les traitements choisis comprennent le facteur sol (SG = sol sablograveleux acide et profond de 8 m environ ; AC = sol argilocalcaire profond de 0,8 m environ), croisé avec le facteur système de conduite (R = vigne étroite traditionnelle rognée plantée à 5.556 ceps/ha ; LO = vigne large en lyre ouverte mise au point par l'INRA et plantée à 3.125 ceps/ha en SG et à 2.778 ceps/ha en AC).

Les mesures d'éclairement dans le visible ($\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$) ont été effectuées avec un quantum-mètre (Li-Cor). Celles de potentiel hydrique foliaire ont été réalisées au moyen d'une chambre à pression de type SCHOLANDER dont les dimensions ont été adaptées à celles des feuilles de vigne, avec une possibilité de lecture tous les 1/100 de MPa. Le gaz employé est de l'azote. La mesure de $-\Psi_L$ est effectuée en 30 s environ. 6 feuilles sont choisies par traitement et par moment de mesure.

RÉSULTATS

I — LE CONTEXTE D'ÉTUDE

La figure 1 montre un résultat représentatif des observations de dynamique journalière de $-\Psi_L$ correspondant aux 4 traitements (R-SG, LO-SG, R-AC, LO-AC), pour la journée du 19-7-89 en période très ensoleillée et très sèche. On peut noter une différence significative entre les 2 sols SG et AC à 6 heures, 9 heures, 13 heures (TSV) notamment dans le sens où SG possède un $-\Psi_L$ inférieur à celui de AC de façon régulière ; le potentiel de base est aussi inférieur pour SG, mais ce résultat est surtout attribuable au traitement R-SG qui est significativement inférieur aux 3 autres. Dans cet exemple les écarts entre R et LO ne sont significatifs qu'au niveau du potentiel de base entre R-SG et LO-SG.

L'interprétation de ces dynamiques de $-\Psi_L$ est, d'une part que SG possède une réserve hydrique inférieure à celle de AC (fait corroboré par des observations complémentaires) en induisant un assèchement des tissus foliaires plus prononcé, et d'autre part que R dans le sol SG est moins apte que LO à assurer une réhydratation suffisante en fin de nuit lorsque

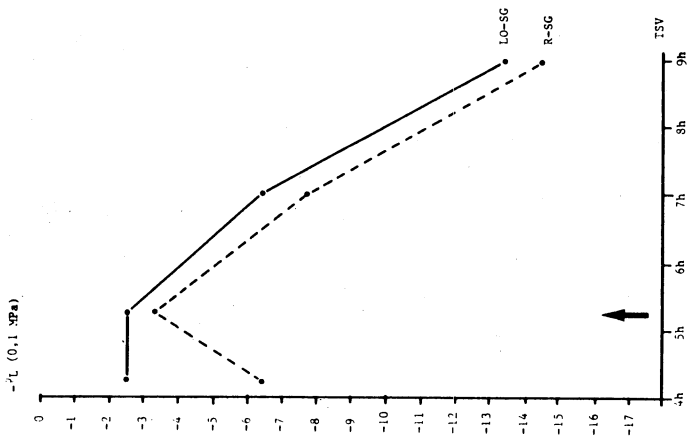


Fig. 2 : Evolution du potentiel hydrique foliaire à partir du potentiel de base pour le 26-8-1988 et les traitements :

- R-SG : vigne traditionnelle en sol sablograveleux
- LO-SG : Lyre ouverte en sol sablograveleux

Evolution of leaf water potential from predawn potential for 26-8-1988 and the treatments :

- R-SG : traditional vine in sandy gravelly soil
- LO-SG : open lyre in sandy gravelly soil

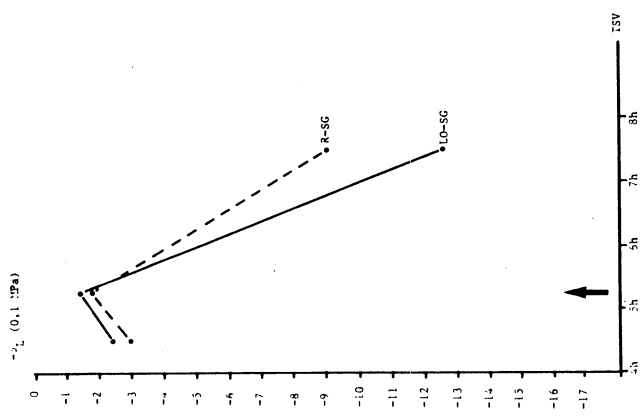


Fig. 3 : Evolution du potentiel hydrique foliaire à partir du potentiel de base pour le 25-8-1989 et les traitements :

- R-SG : vigne traditionnelle en sol sablograveleux
- LO-SG : Lyre ouverte en sol sablograveleux

Evolution of leaf water potential from predawn potential for 25-8-1989 and the treatments :

- R-SG : traditional vine in sandy gravelly soil
- LO-SG : open lyre in sandy gravelly soil

la réserve hydrique est faible (défaut d'enracinement ou d'activité du feuillage).

R-SG présente quelques valeurs remarquables comme un potentiel de base inférieur à - 0,3 MPa et un potentiel minimum vers 13 heures TSV inférieur à -1,6 MPa, observations traduisant un réel stress hydrique chez la vigne (KRIEDEMANN et SMART, 1971).

II — L'ÉTUDE DU POTENTIEL DE BASE

A l'occasion des mesures du potentiel de base dans le contexte de cet essai dont la figure 1 est un exemple, un certain nombre de variations "anormales" de $-\Psi_L$ (non présentées) ont été notées à la fin de cette période de mesure dès l'arrivée des premiers rayons solaires dont l'énergie est évaluée à au moins $30 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ (moment indiqué par une flèche sur toutes les figures). Ceci nous a conduit à affiner la mesure de $-\Psi_L$ pendant 1 heure environ, entre la fin de la nuit (en l'absence de tout rayonnement direct) qui correspond à la mesure du potentiel de base et l'arrivée des premiers rayonnements définis comme ci-dessus.

La figure 2 présente cette évolution pour la journée du 26-8-88 et les traitements R-SG, LO-SG ; la figure 3 pour le 25-8-89 et les mêmes traitements ; la figure 4 pour le 31-8-89 et les mêmes traitements ; la figure 5 pour le 21-9-89 et les traitements R-AC et LO-AC. Dans tous les cas, il s'agissait de périodes sèches ; en 1988 surtout, aucune pluie entre le 2-7 et le 2-9 ; en 1989, pluies d'orage très étalées le 5-7, 23-7, 6-8, 15-8, 16-9.

La figure 6 fait état des résultats du 21-8-90, période d'extrême sécheresse, longue et sans pluies occasionnelles. Pour les parcelles LO-SG et LO-AC, le niveau du potentiel hydrique foliaire en fin de nuit est plus bas que celui des années précédentes (-0,5 MPa), en notant de surcroît que sur certains ceps du traitement R-SG des phénomènes de stress assez grave ont été enregistrés avec des valeurs moyennes de $-\Psi_L$ en fin de nuit qui ont atteint -1,0 MPa. Cette dernière situation n'a pas été analysée en raison de son caractère exceptionnel. Pour les traitements LO-SG et LO-AC, la figure 6 indique une remontée significative (comparaison des intervalles de confiance à 5 p. cent) de $-\Psi_L$ entre la période de fin de nuit retenue pour la mesure du potentiel de base (aux alentours de 4 heures TSV) et la période suivant l'arrivée du premier rayonnement vers 5 heures 15 TSV).

Sur l'ensemble des ces figures, il ressort donc qu'à partir du potentiel de base, $-\Psi_L$ continue d'augmenter jusqu'au moment de l'arrivée du premier rayonnement (effet significatif sur la figure 2 pour R-SG, sur les figures 3, 4 et 6), avant de diminuer rapidement en raison de l'enclenchement réel du régime de transpiration lié à l'ouverture des stomates sous l'effet d'un rayonnement important. Cette tendance à l'augmentation a été particulièrement bien notée sous forme de pic le 31-8-89 (figure 4) et le 21-8-89 (figure 6).

Il apparaît donc un « phénomène de remontée » de $-\Psi_L$ traduisant un état instable de la réhydratation tardive et brève de la feuille entre le moment qui est classiquement retenu pour mesurer le potentiel de base (absence de tout rayonnement direct) et celui où l'on est sûr de l'existence du courant de transpiration (rayonnement global important) : dès l'arrivée des premiers rayonnements, $-\Psi_L$ subit une remontée plus ou moins brusque avant de diminuer continuellement.

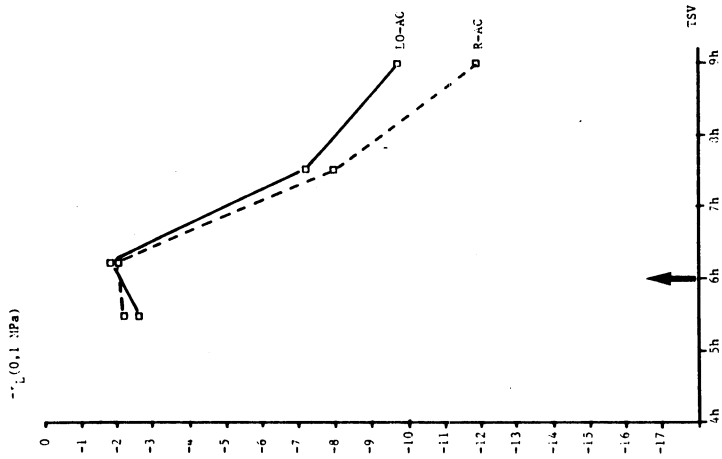


Fig. 5 - Evolution du potentiel hydrique foliaire à partir du potentiel de base pour le 21-9-1989 et les traitements:

- R-AC : vigne traditionnelle en sol argillocalcaire
- LO-SG : Lyre ouverte en sol argillocalcaire

Evolution of leaf water potential from predawn potential for 21-9-1989 and the treatments :

- R-SG : traditional vine in clayey calcareous soil
- LO-SG : open lyre in clayey calcareous soil

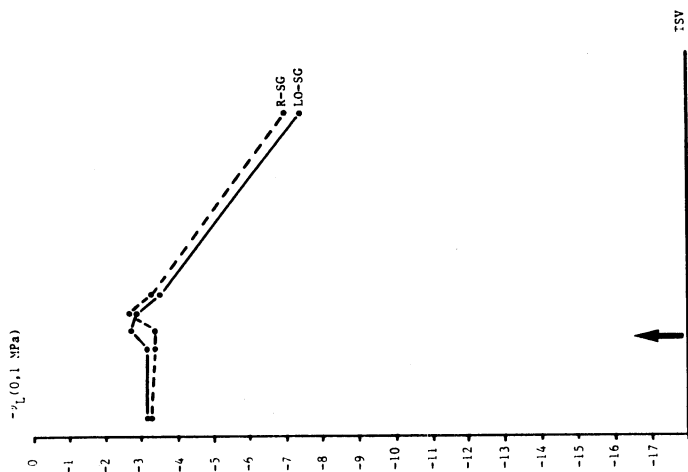


Fig. 4 - Evolution du potentiel hydrique foliaire à partir du potentiel de base pour le 31-8-1989 et les traitements:

- R-SG : vigne traditionnelle en sol sablograveleux
- LO-SG : Lyre ouverte en sol sablograveleux

Evolution of leaf water potential from predawn potential for 31-8-1989 and the treatments :

- R-SG : traditional vine in sandy gravelly soil
- LO-SG : open lyre in sandy gravelly soil

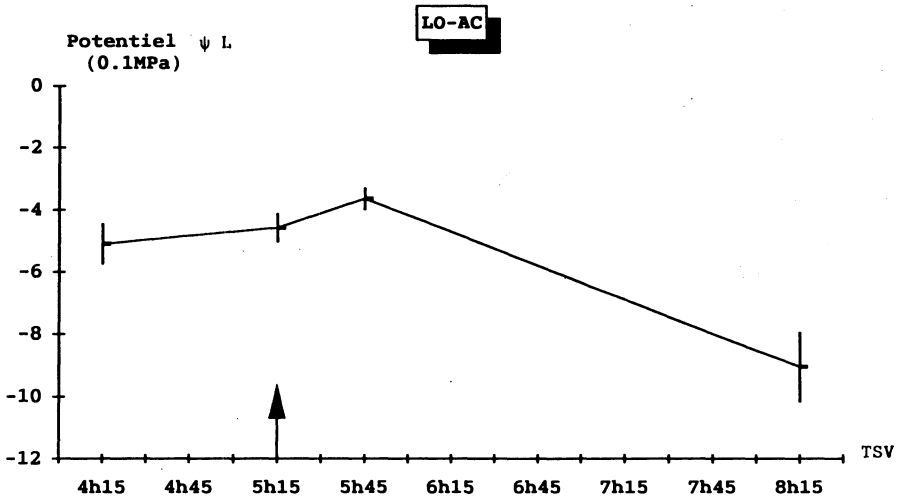
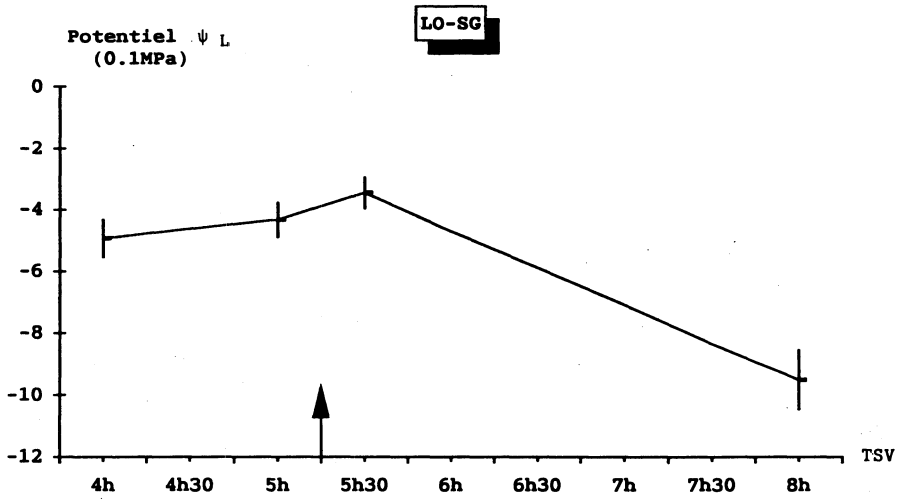


Fig. 6 - Evolution du potentiel hydrique foliaire à partir du potentiel de base pour le 21-8-1990 et les traitements:

- R-AC : vigne traditionnelle en sol sablograveleux
- LO-SG : Lyre ouverte en sol sablograveleux

Evolution of leaf water potential from predawn potential for 21-8-1990 and the treatments :

- R-SG : traditional vine in sandy gravelly soil
- LO-SG : open lyre in sandy gravelly soil

Remarque : Ce phénomène n'a pu évidemment être perçu en situation de bonne alimentation hydrique ($-\Psi_L > -0,2$ MPa), quelques jours après une forte pluie par exemple.

DISCUSSION

Il apparaît donc qu'en situation de sécheresse la réhydratation des tissus foliaires en fin de nuit n'est ni totale ni stabilisée. Il semble que celle-ci ne s'achève que lors de l'amorce de l'ouverture des stomates et du courant de transpiration. L'intensité de l'instabilité du phénomène de réhydratation tardive paraît liée au degré de sécheresse préalablement atteint dans les tissus foliaires.

Ce fait pose en particulier le problème du moment de mesure du potentiel de base : fin de nuit ou tout début de journée, du moins en fonction du niveau d'éclairement réellement perçu dans la parcelle. Il paraît important d'insister d'abord sur la nécessité de mesurer le potentiel de base en régime stable donc en l'absence d'éclairement supérieur à $30 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$, et ensuite sur l'intérêt de noter en situation de sécheresse l'intensité de la «réhydratation tardive» qui peut renseigner sur les capacités physiologiques de la plante.

Dans des expériences antérieures sur Vigne, ce phénomène n'avait en tout cas pas été noté (KATERJI, CARBONNEAU et DELAS, 1987; KRIEDEMANN et SMART, 1971).

L'explication de ce « phénomène de remontée » de $-\Psi_L$ ou d'instabilité de la réhydratation tardive en situation de sécheresse, qui ne peut effectivement se produire que si le potentiel de base est suffisamment bas, peut relever :

- soit d'une réhumectation de la feuille via les stomates à partir de la vapeur d'eau atmosphérique (effet de « suction ») ;

- soit d'une réhydratation interne via le courant de transpiration qui s'amorce à peine, la feuille commençant par se réhydrater « de l'intérieur » (effet de « pompage enclenché dès l'établissement du gradient de potentiel entre l'air et le sol ») avant de se déshydrater par transpiration.

Nous penchons plutôt pour la seconde hypothèse dans la mesure où le phénomène de réhydratation tardive a été noté aussi bien en présence ou en absence de rosée.

CONCLUSION

Sur un plan pratique comme sur un plan fondamental, l'étude des variations de $-\Psi_L$ au cours de cette période « fin de nuit - début de journée » pourrait renseigner sur le degré de

sécheresse ou sur l'efficacité des mécanismes d'adaptation au stress hydrique. A cet effet, l'utilisation de techniques plus précises et continues (psychrohygrométrie) en conditions contrôlées nous paraît recommandable pour approfondir l'étude de ce phénomène qui a ici été simplement mis en évidence.

Manuscrit reçu le 12 mai 1991; accepté pour publication le 11 juin 1991.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARRS H.D., 1971. Cyclic variations in a stomatal aperture, transpiration and leaf water potential under constant environmental conditions. *Ann., Rev. Pl. Physiol.*, **22**, 223-236.
- CARBONNEAU A., CASTERAN P., 1987. Interactions « training system x soil x rootstock » with regard to vine ecophysiology, vigor, yield and red wine quality in the Bordeaux area. *Acta Horticulturae*, **206**, 119-140.
- CRUIZIAT P., 1978. La circulation de l'eau dans la plante en flux non conservatif ; quelques faits et problèmes. *La Houille blanche*, 3/4, 243-253.
- KARTERJI N.B., 1982. Etude et modélisation des transferts hydriques dans le système sol-plante-atmosphère. *Thèse Doctorat d'Etat, Université Paris VII*, 198 p.
- KARTERJI N., CARBONNEAU A., DELAS J., 1987. Etude du fonctionnement hydrique et photosynthétique de deux systèmes de conduite de la vigne au cours d'un cycle de dessèchement édaphique à la véraison pour du Cabernet-Sauvignon planté en sol de graves sèches. *IIIème Symp. Int. Physiologie Vigne, Bordeaux, 24-27 juin 1986, OIV Ed., Paris*, Section IV, 386-391.
- KRIEDEMANN P.E., SMART R.E., 1971. Effects of irradiance, temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves. *Photosynthetica*, **5**, 1, 6-15.