

LA LYRE PLIABLE : INTÉRÊT ÉCOPHYSIOLOGIQUE DE LA GESTION DYNAMIQUE DE L'ABSORPTION DU RAYONNEMENT ET DE L'EAU; INTÉRÊT TECHNOLOGIQUE POUR LA MÉCANISATION DE LA VENDANGE

THE FOLDABLE LYRE: ECOPHYSIOLOGICAL INTEREST FOR MANAGEMENT OF LIGHT ABSORPTION AND WATER; TECHNOLOGICAL INTEREST FOR MECHANICAL HARVESTING

Alain CARBONNEAU¹, Raul del MONTE², François LOPEZ¹, Hernan OJEDA²

1 : Chaire de Viticulture et d'Œnologie, AGRO Montpellier, 2 place P. Viala,
34060 Montpellier cedex, France

2 : INTA Mendoza, San Martin 3853, CC 3, 5507 - Lujan de Cuyo, Mendoza, Argentine

Résumé : L'utilisation du système de conduite en Lyre se développe pour les vignobles de raisins de table et pour les vignobles de raisins de cuve de haute qualité vendangés à la main. L'intérêt réside à la fois dans le potentiel physiologique et qualitatif, dans la moindre sensibilité aux parasites du raisin, ainsi que dans la facilité de cueillette manuelle offerts par la Lyre.

L'absence de développement industriel de la machine à vendanger la Lyre par secouage vertical, a conduit à rechercher l'adaptation du palissage de la Lyre aux machines à vendanger classiques à secouage latéral. Le principe d'un palissage en Lyre pliable, facile à manipuler, permettant le passage de ces machines a été retenu. Deux modalités techniques seront présentées, chacune ayant été testée avec succès vis-à-vis de la vendange mécanique, ainsi du reste qu'en rapport avec l'ensemble des opérations culturales au cours du cycle végétatif; un schéma en sera fourni.

Parallèlement, la souplesse de modulation du palissage en Lyre pliable, en position ouverte ou fermée, offre des possibilités de gestion dynamique de l'absorption du rayonnement au cours de la saison, avec comme conséquences:

- Lyre en position ouverte: stimulation du régime hydrique avant le début de la véraison, ensuite augmentation de la fréquence des situations de contrainte hydrique modérée, optimisation de la maturation du raisin (surtout au niveau des composés phénoliques et aromatiques) pour la plupart des cépages;

- Lyre en position fermée: réduction du régime hydrique avec économie de l'eau en situation de sécheresse estivale et restauration du potentiel hydrique foliaire, ralentissement de la maturation du raisin pour des cépages précoces, dégageant complètement le raisin.

Mots clés : vigne, système de conduite, palissage, absorption du rayonnement, régime hydrique, sécheresse, maturation, vendange mécanique

Keywords: vine, canopy management, trellising, light absorption, water, regime, drought, maturation, mechanical harvesting.

La Lyre pliable est désormais l'objet d'une nouvelle série d'expérimentations entre l'AGRO Montpellier/INRA (France), et l'INTA Mendoza (Argentine) qui a déjà réalisé une étude technico-économique dans le cadre d'une transformation de la conduite en espalier ou en Parral.

La Lyre pliable (CARBONNEAU *et al.*, 2000; Carbonneau, 2001) ou le Y à bras mobile (del MONTE *et al.*, 2001) sont des systèmes de conduite qui permettent de moduler l'ouverture d'une architecture de type « Lyre » selon les besoins, en particulier son repli pour permettre une vendange mécanique par secouage latéral. Les pos-

sibilités techniques offertes par la lyre pliable peuvent être éventuellement utilisées pour réduire l'absorption du rayonnement afin d'économiser de l'eau en situation limite, par rapport aux normes de contrainte hydrique modérée (CARBONNEAU, 1998). Cette méthode peut éviter dans certains terroirs ou millésimes de recourir à une irrigation coûteuse, en limitant une contrainte hydrique un peu excessive vis-à-vis de la qualité. La première partie étaye cette stratégie écophysio-logique, la seconde présente des résultats techniques intéressants pour ce système en Argentine dans le cadre d'une transformation du Parral forme en toit horizontal.

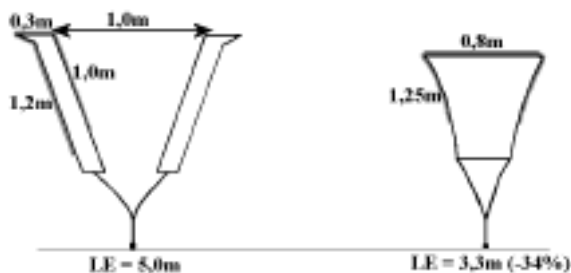


Figure 1 - Schéma en coupe verticale de l'architecture de la lyre pliable en position ouverte (gauche) ou fermée (droite), avec indication des longueurs (m) des zones de l'enveloppe non soumises à une ombre portée moyenne, et de la longueur totale de l'enveloppe exposée (LE).

PLASTICITÉ ÉCOPHYSIOLOGIQUE DE LA LYRE PLIABLE

Le changement d'architecture, dans les deux sens, entre une « lyre ouverte » et une « lyre repliée » présentant un volume végétatif moyennement dense et une réduction de l'enveloppe externe, entraîne un changement important de l'absorption du rayonnement. Une première estimation graphique de l'effet du repli de la lyre ouverte, suggère une réduction d'absorption radiative de l'ordre de 1/3 (figure 1). Inéluctablement et dans ce sens, il doit être enregistré une baisse notable de la transpiration du vignoble en raison de la loi du bilan énergétique (CARBONNEAU, 2001).

Les réponses écophysiologicalues de la vigne aux variations de l'énergie radiative absorbée ou à celles des éléments du régime hydrique sont illustrées par les figures suivantes qui reprennent des résultats de divers essais, l'ensemble montrant les liens de cause à effet entre l'éclairement, le régime hydrique et la croissance.

1) Liaisons entre éclairement de la feuille - conductance stomatique et surface foliaire

La figure 2 illustre un résultat de l'essai fondamental de systèmes de conduite sur Cabernet-Sauvignon en sol de graves en Premières Côtes de Bordeaux (CARBONNEAU *et al.*, 1978). Il ressort un lien étroit et significatif entre l'éclairement P.A.R. moyen de la feuille (E en % de la radiation incidente), la conductance stomatique moyenne (Cs), la surface foliaire du rameau (SF) et l'estimation de la conductance stomatique du rameau (SF x Cs) sur les modèles d'architecture d'espaliers larges, plus ou moins entassés (H₀, H_e), de centre ouvert (V), de double espalier (U). Ainsi il peut être estimé dans l'hypothèse d'un repli de l'architecture U vers une forme moyenne entre H₀ et H_e, avec environ 18 % d'éclairement moyen de la feuille, une réduction de 1/3 de la

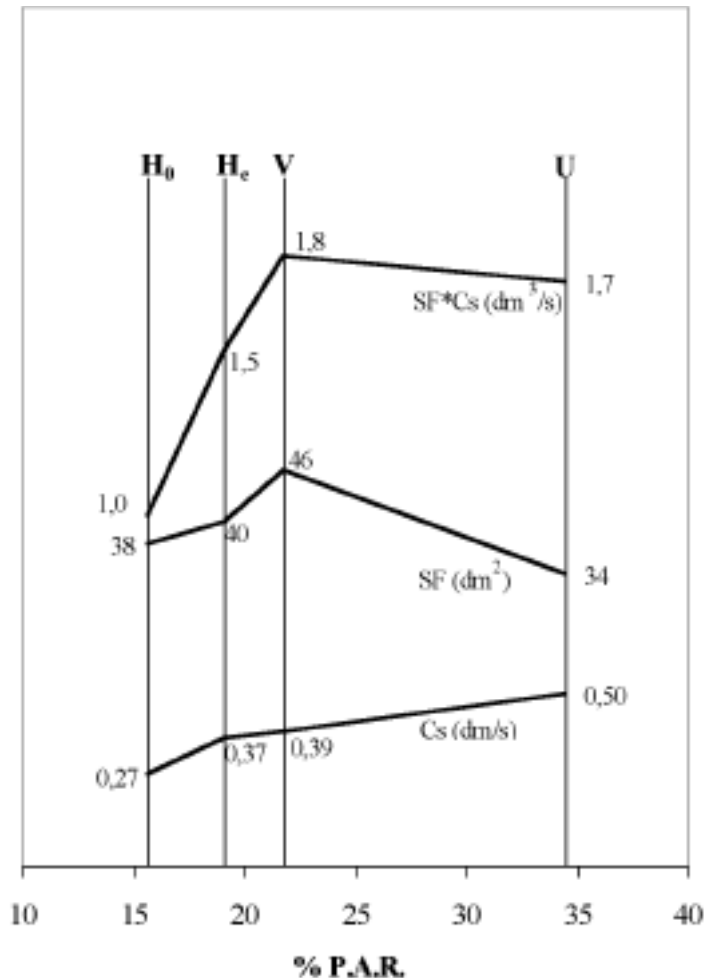


Figure 2 - Relations entre l'éclairement P.A.R. moyen de la feuille (E en % de la radiation incidente), la conductance stomatique moyenne (Cs), la surface foliaire du rameau (SF) et l'estimation de la conductance stomatique du rameau (SF * Cs) sur les modèles d'architecture d'espaliers larges plus ou moins entassés (H₀, H_e), de centre ouvert (V), de double espalier (U), d'après CARBONNEAU *et al.*, 1978.

conductance du rameau. Ceci rejoint la première estimation sur la baisse de l'absorption radiative de la lyre pliable.

La figure 3 montre un lien entre le potentiel hydrique foliaire au plus fort de la transpiration et le système de conduite, la lyre induisant une contrainte hydrique plus forte que l'espalier classique en raison d'une exposition du feuillage supérieure (OLLAT *et al.*, 1994).

2) Liaisons entre bilan hydrique potentiel - potentiels hydriques foliaires de base et minimum - expression végétative

Ces résultats sont issus d'une étude écophysiologicalue régionale ayant abouti à la constitution d'une base de données sur Grenache noir pour les variables précitées. Certaines relations précises ressortent.

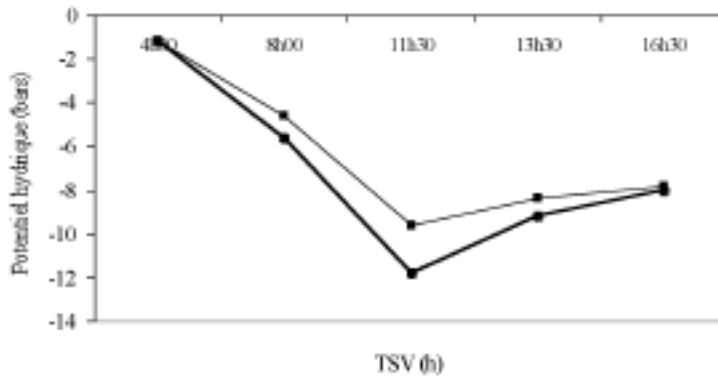


Figure 3 - Dynamique journalière de potentiel hydrique foliaire pour vignes en lyre (trait épais) et pour vignes traditionnelles (trait fin) sur Cabernet-Sauvignon en sol de graves sèches (OLLAT *et al.*, 1989).

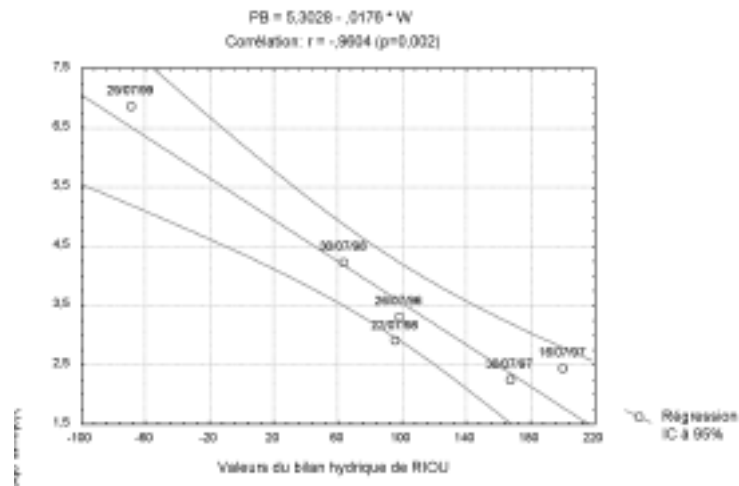


Figure 4 - Relation entre les valeurs du potentiel hydrique de base et celles du bilan hydrique de Riou. Chaque point correspond à la moyenne de 60 mesures de potentiel hydrique de base. Il s'agit de parcelles de Grenache situées dans la région de Châteauneuf du Pape (Vaucluse, 84).

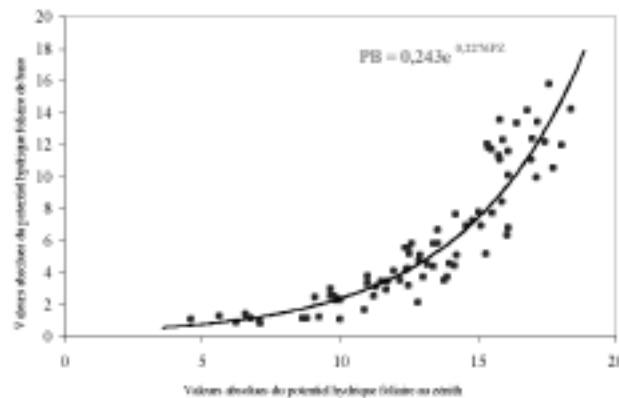


Figure 5 - Relation exponentielle entre les valeurs absolues du potentiel hydrique foliaire de base et au zénith. Il s'agit des potentiels mesurés fin août en 1997, 1998, 1999 et 2000, pour le cépage Grenache dans la région du Vaucluse et du Gard. Chaque point représente la moyenne de 18 mesures; au total ce graphique représente 1500 mesures de potentiels de base et autant au zénith.

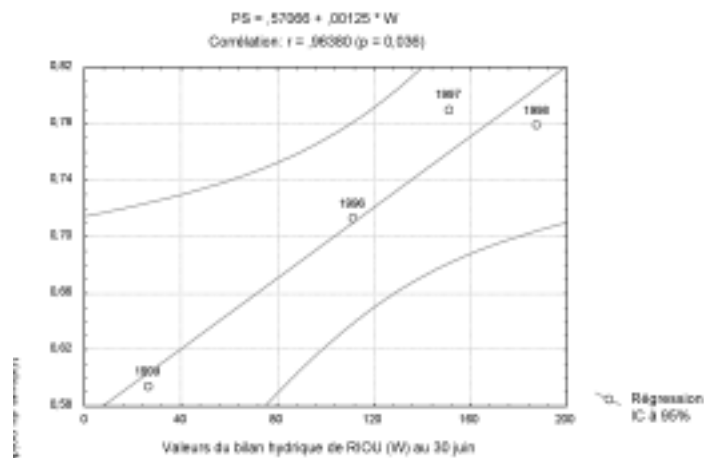


Figure 6 - Relation entre les valeurs du poids des bois de taille et celles du bilan hydrique de Riou. Chaque point correspond à la moyenne de 150 mesures de poids des sarments par cep.

Il s'agit de parcelles de Grenache situées dans la région de Châteauneuf du Pape (Vaucluse, 84).

La figure 4 montre une très bonne relation linéaire entre le bilan hydrique potentiel du vignoble et le potentiel hydrique foliaire de base, sur des moyennes de petites parcelles. Le potentiel de base reflète donc bien le niveau de contrainte hydrique de l'environnement, ceci aux principales périodes où s'établit cette contrainte.

La figure 5 montre une très bonne relation exponentielle entre le potentiel hydrique foliaire de base et le potentiel hydrique foliaire maximum (en valeurs absolues) au zénith, sur une très large base de données. Le potentiel au zénith est un des éléments de la transpiration de la plante, reflet de son adaptation à la contrainte hydrique. Les niveaux de potentiel hydrique foliaire de base, qui ont déjà été mis en rapport avec les conditions de contrainte hydrique de l'environnement, sont donc étroitement associés à la physiologie et à l'état hydrique du feuillage au niveau du même pas de temps.

La figure 6 montre enfin de bonnes liaisons entre le bilan hydrique de deux périodes importantes pour la croissance et l'expression végétative finale (poids des bois de taille). À cette échelle également le lien entre bilan hydrique - régime hydrique - croissance est établi clairement.

3) Effets de la lyre pliable

En application de toutes ces lois écophysologiques précises, il est possible de conclure qu'en manipulant l'architecture de la lyre pliable, dans un sens comme dans un autre, et qu'en modifiant ainsi le bilan radiatif du feuillage, l'état hydrique de la vigne (transpiration, potentiel hydrique) sera modifié d'autant, et qu'in fine il sera possible d'agir sur le bilan hydrique ou réserve hydrique disponible. Il est possible d'estimer à 1/3 l'économie de l'eau en période de forte contrainte que le repli de la lyre pourra

permettre de réaliser, avec la possibilité pour le potentiel de base de rester dans la gamme des valeurs admises pour une contrainte hydrique modérée favorable à la qualité. L'expérimentation des possibilités offertes par cette plasticité écophysologique de la lyre pliable est en cours de développement. Il est à noter qu'après le repli du palissage, l'entassement interne ne doit pas être excessif afin de ne pas trop affecter l'efficacité de l'eau. Enfin le rognage peut être un complément efficace dans le but de réduire l'absorption du rayonnement.

II - INTÉRÊT TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE LA LYRE PLIABLE

L'AGRO Montpellier/INRA (Carbonneau *et al.*, 2001) a montré la faisabilité de la vendange mécanique par secouage latéral dans la lyre pliable utilisant un palissage métallique articulé (figures 7 et 8). L'INTA Mendoza a travaillé de façon approfondie cette technique (del MONTE *et al.*, 2001) et notamment sur la transformation de vignobles, conduits classiquement en espaliers ou en Parral notamment, en diverses modalités de palissages articulés appelés Y à bras mobile et relevant de la forme générale « lyre pliable ». Voici un résumé technico-économique.

La figure 9 présente la modalité Y à bras mobile unilatéral; la figure 10 la modalité Y à bras mobile bilatéral. Il est à noter ici que le matériau de palissage est classique en bois, le bras articulé, court ou long, étant installé sur un piquet déjà en place avant la transformation. Cette simplicité d'installation peut être aussi utilisée pour l'installation de nouveaux vignobles.

Une étude économique complète qui fera l'objet d'une publication particulière a montré que, dans les conditions du vignoble de Mendoza, ce système Y à bras mobile



Figure 7 - Lyre pliable : pallissage métallique sur un plot support, en position ouverte.
Figure 8 - Lyre pliable : en position fermée compatible avec le passage de la machine à vendanger (secoueurs attachés)

ne présentait pas un coût de transformation du Parral incompatible avec les contraintes de l'exploitation (le nouveau pallissage profitant de celui en place), et très rapidement apportait par rapport au Parral un gain de rentabilité comme de qualité.

Le microclimat radiatif dans le visible de la zone des grappes a été étudié par l'INTA de Mendoza sur le Pinot noir (figures 11,12,13). Une amélioration extrêmement nette est apportée par rapport au Parral grâce au Y à bras

mobile, surtout la modalité bilatérale qui est le plus typique de la forme générale de lyre pliable.

En conclusion, ce système de conduite, qui peut s'accommoder de techniques de palissage classiques dans un contexte de transformation ou de nouvelle installation, offre une grande souplesse de modulation de l'architecture, soit pour accroître l'absorption radiative et la qualité en dehors de sécheresse limitante, soit pour économiser l'eau en fin de saison pour économiser sur l'irrigation, soit

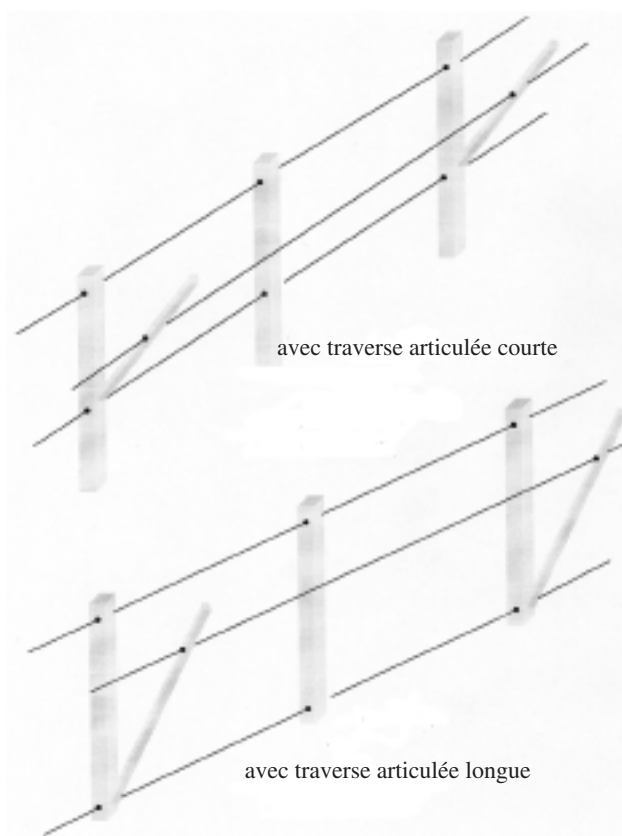


Figure 9 - Schéma en perspective du Y à bras mobile unilatéral avec bras court ou long.

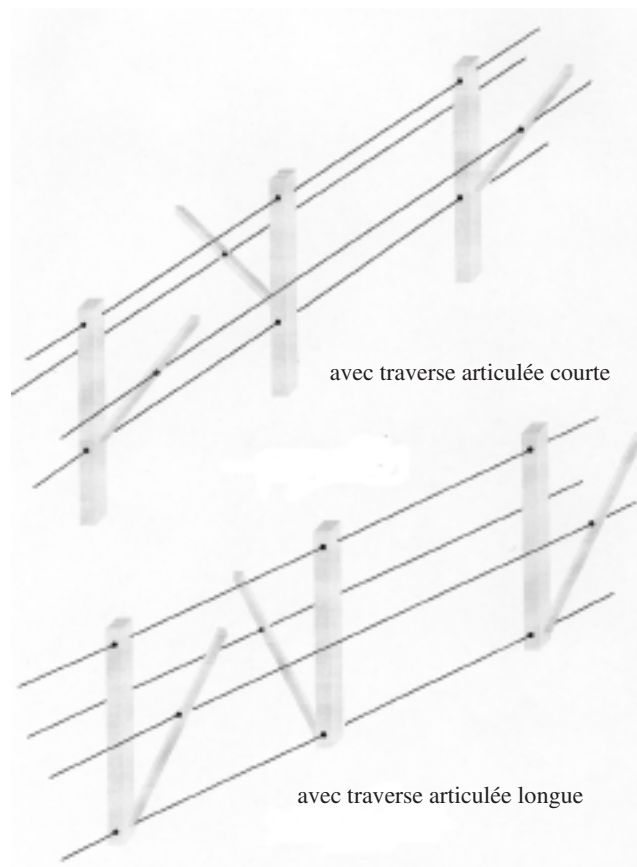


Figure 10 - Schéma en perspective du Y à bras mobile bilatéral avec bras court ou long.

pour s'adapter à la vendange mécanique par secouage latéral. La manipulation des bras mobiles peut aussi se substituer à des opérations de relevage de la végétation. Il faut aussi noter son grand intérêt pour la cueillette manuelle grâce à l'excellent accès aux grappes qu'il permet. La plasticité technique et écophysio-logique de la lyre pliable confère ainsi à la lyre le maximum possible d'adaptation aux diverses conditions d'environnement et d'économie. Les vigneron-s motivés par la qualité pourront ainsi profiter, avec des avantages économiques et sans nécessité de recourir aux méthodes traditionnelles, du concept de vigne large ouverte, de surcroît modulable, qui est optimal pour la qualité.

Remerciements à la SNCF et à RFF pour le financement d'une étude d'impact dans des vignobles au voisinage de tranchées profondes pour le train à grande vitesse, qui a permis au-delà de l'étude elle-même, d'enrichir nos connaissances en écophysio-logie de la vigne (chargé de mission François Lopez; coordinateur scientifique Alain Carbonneau).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CARBONNEAU A., CASTERAN P., LECLAIR Ph., 1978. Essai de détermination, en Biologie de la plante entière,

de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la Vigne et la composition du raisin. *Méthodologie et premiers résultats sur les systèmes de conduite. Ann. Amélior. Plantes*, **28** (2), 195-221.

CARBONNEAU A., 1998. Irrigation, vignoble et produits de la vigne. In *Traité d'irrigation*, Lavoisier, Paris Ed., 257-276.

CARBONNEAU A., DOMERGUE P., BEDES C., BERTRAND Y., 2000. Vendange mécanique de la Lyre par secouage latéral. Mode d'emploi de la « Lyre pliable ». *Progr. Agric. Vitic.*, **117** (2), 40-42.

CARBONNEAU A., 2001. Gestion de l'eau dans le vignoble: théorie et pratique. *C.R. GESCO*, 12, Journée professionnelle, 3-22.

MONTE R. DEL, OJEDA H., CATANIA C., MONTE S.A. del, Ambrogetti A., 2001. Nouveau système de conduite de la vigne « Y » à bras mobile (Ybm) comme alternative pour l'amélioration du système espalier dans la région de Lujan de Cuyo, Mendoza, Argentine. *C.R. GESCO*, 12, vol. 2, 577-584.

OLLAT NATHALIE, NEVEUX M., RENOUX J.L., LECLAIR NICOLE, LAU D., TANDONNET J.P., CARBONNEAU A., 1994. Étude des interactions entre la densité de plantation et la surface foliaire exposée

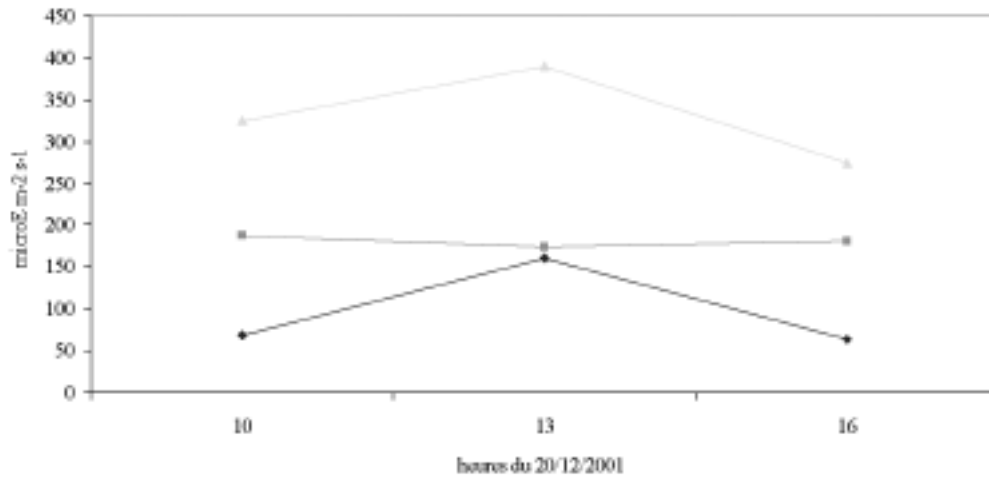


Figure 11 - Absorption du rayonnement au cours de la journée (en 2001) dans le visible au niveau de la zone des grappes sur Pinot noir, valeurs moyennes pour le Y à bras mobile unilatéral, le Y à bras mobile bilatéral, le Parral.

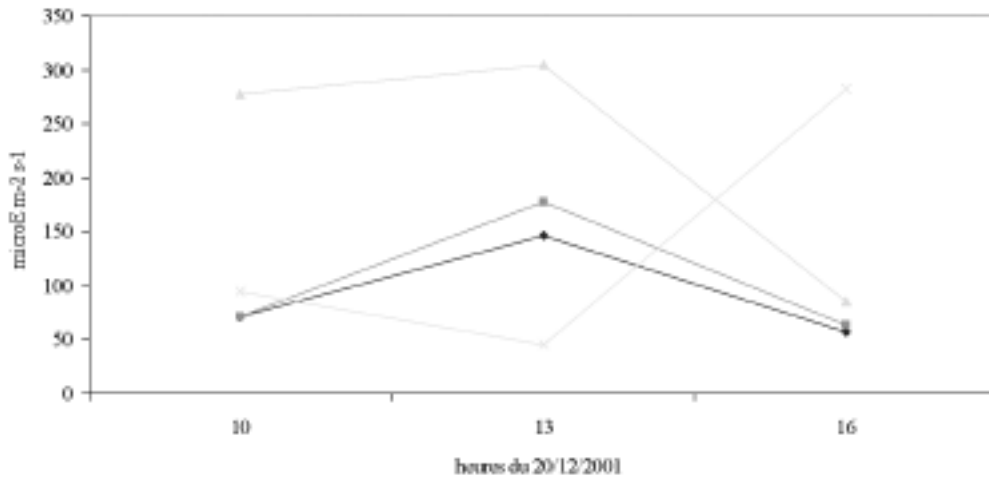


Figure 12 - Absorption du rayonnement au cours de la journée (en 2001) dans le visible au niveau de la zone des grappes sur Pinot noir, en fonction des côtés est et ouest du Parral et du Y à bras mobile unilatéral.

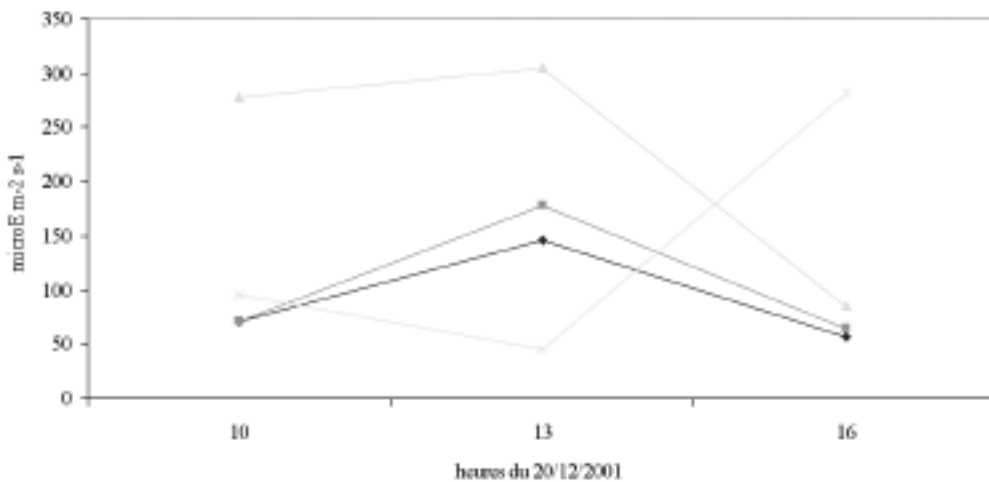


Figure 13 - Absorption du rayonnement au cours de la journée (en 2001) dans le visible au niveau de la zone des grappes sur Pinot noir, en fonction des côtés est et ouest du Parral et du Y à bras mobile bilatéral.