

CULTURES DES VIGNOBLES EN FORTE PENTE : POSSIBILITES DE MECANISATION. EFFET DE L'EXPOSITION ET DE L'ORIENTATION DES RANGS

F. MURISIER, M. FERRETTI, V. ZUFFEREY, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, Centre viticole du Caudoz, CH-1009 PULLY

INTRODUCTION

Plus de la moitié du vignoble suisse (14'000 ha) est situé sur des coteaux en forte pente (>30%). Dans certains vignobles, la pente naturelle du terrain a été réduite par la construction de terrasses soutenues par des murs. Ces murs, établis depuis des générations, constituent souvent une valeur paysagère de haut niveau. Dans ces situations, la culture de la vigne s'est généralement faite dans le sens de la pente, où une multitude de ceps (> 10'000 ceps/ha) conduits en gobelet sur échelas tirent le meilleur profit du rayonnement lumineux. Ce système de conduite limite fortement les possibilités de mécanisation et exige de ce fait un nombre élevé d'heures de main-d'œuvre par an. Pendant de nombreuses années, les façons culturales ont été faites au moyen d'outils tirés par un câble, entraîné par un treuil. Cette mécanisation est pratiquement abandonnée aujourd'hui, l'entretien des sols se faisant essentiellement par désherbage chimique. Cette pratique, liée à la diminution des apports de matière organique, a contribué à augmenter la sensibilité des sols à l'érosion, en particulier dans les terrains peu perméables.

La réduction des risques d'érosion et la nécessité de diminuer fortement les coûts de production ont exigé une transformation complète de la culture des vignobles en pente. Dans les situations où l'utilisation du tracteur interligne était possible (pente inférieure à 35%, grandeur des parcelles et possibilités d'accès suffisantes), le système de conduite mi-large (150 à 200 cm d'interligne), avec des rangs à un seul plan de palissage orienté dans le sens de la pente, s'est fortement développé. Les possibilités de mécanisation sont proches de celles des vignobles de plaine. Une gestion du sol, adaptée à la nature du terrain, doit y être appliquée pour réduire au maximum les dégâts d'érosion. L'enherbement des sols constitue une technique idéale lorsque les disponibilités en eau sont suffisantes.

Dans les situations où l'emploi du tracteur, dans le sens de la pente, n'était pas possible (déclivité supérieure à 35%, forme des parcelles inadaptée), la rationalisation s'est faite en orientant les rangs en travers de la pente et en cultivant la vigne en banquettes, selon les courbes de niveau. Cette technique, traditionnellement utilisée dans le vignoble du Tessin pour réduire les risques d'érosion et d'éboulement dus à la forte pluviométrie, inégalement répartie avec souvent des orages violents, s'est largement répandue dans les vignobles de suisse alémanique et française. La culture en banquettes garantit une bonne protection du sol contre l'érosion, augmente sensiblement les possibilités de mécanisation des vignobles en forte pente et diminue la pénibilité du travail manuel (Murisier, 1981; Murisier *et al.*, 1984; Murisier et Ferretti, 1999).

CREATION DES BANQUETTES

Dans la majorité des cas observés, la construction des banquettes s'est faite au moyen de l'excavateur hydraulique (Menzi, Kamo). C'est la machine la mieux adaptée dans les terrains en forte pente pour la construction de petites et moyennes banquettes. En plus de la création des banquettes proprement dite, elle peut modeler les talus, construire les plates-formes de raccordement, les chemins dans la parcelle et, si besoin, enfouir certains murs ou creuser des fouilles pour le drainage.

Les trax, pelles mécaniques (Packer) conviennent bien pour la création de banquettes très larges. Ils ne sont par contre pas adaptés pour la construction de petites banquettes dans les fortes pentes. La bienfaisance du travail dépend souvent de l'habileté et du savoir-faire du machiniste.

La dimension des terrasses dépend de trois éléments : la pente initiale du terrain, la profondeur du sol et la largeur du replat (tabl. 1).

Tableau 1. Détermination de la largeur maximale de la banquette (cm) en fonction de la profondeur du sol et de la pente du terrain.

Pente		Profondeur du sol en cm			
%	Facteur de calcul	30	40	50	60
40	5	150	200	250	300
45	4.5	135	180	225	270
50	4	120	160	200	240
55	3,5	105	140	175	210
60	2.5	75	100	125	150
70	2	60	80	100	120

Mode de calcul : Pente 50% (= facteur 4)

(exemple) Profondeur 40 cm

Largeur maximale de la banquette

Profondeur x facteur correspondant : 40 cm x 4 = 160 cm

La largeur du replat est fonction du type de mécanisation choisi : largeur qui permet le passage d'un moyen mécanique déterminé. La distance entre les banquettes dépend directement de la largeur du replat, de la pente du terrain initial et de celle donnée au talus. Elle se calcule au moyen de la formule suivante :

$$A = \frac{D \times T}{T - S}$$

où A = distance entre les banquettes mesurées horizontalement

D = largeur du replat

T = pente donnée au talus (en %)

S = pente initiale du terrain (en %)

Exemple : D (largeur souhaitée du replat) = 150 cm

S = 50%

T = 100 % (45°)

$$150 \times 100$$

$$A = \frac{\quad}{100 - 50} = 300 \text{ cm}$$

Stabilisation des talus

Pour réduire la distance entre les banquettes, on cherche à incliner le plus possible les talus (100 à 150%). Ces talus sont de ce fait très exposés aux risques d'érosion et d'effondrement, en particulier dans la période qui suit le terrassement. L'enherbement des talus constitue la technique de stabilisation la plus sûre. Le système du paillage-bitumage et plus récemment celui de collage des semences au moyen de la cellulose, favorise la germination des graines sur les talus. Ces méthodes, assez coûteuses, sont surtout utiles en période de sécheresse. Lorsque l'humidité est suffisante, des semis sans paillage ont donné de bons résultats.

Le choix des espèces dépend des conditions du milieu. Les espèces naturelles, présentes dans la région, sont souvent mieux adaptées que des mélanges du commerce.

Le fauchage des talus représente un des problèmes difficiles à résoudre. Le fauchage manuel (faux ou débroussailluse à moteur) est très exigeant en main-d'œuvre. Il existe aujourd'hui des systèmes de coupe inclinables, adaptables sur motoculteur, chenillette ou tracteur. Dans ce cas, il faut prévoir la place nécessaire au passage de la machine.

Lorsque l'engazonnement est difficilement praticable, la couverture au moyen de composts assure une bonne protection. Si le talus est peu incliné et les dangers d'érosion minimes, on peut laisser le terrain nu ou le couvrir avec une légère couche de paille.

Disposition des cep

Dans la majorité des cas, on installe un seul rang de vigne par banquette. Les cep sont plantés à l'extérieur du replat, à une distance d'environ 20 cm du bord du talus. Cette technique d'implantation permet en particulier le passage des machines pour le fauchage mécanique des talus.

Choix de la mécanisation

Le choix de la mécanisation dépend de divers éléments. La grandeur de l'exploitation est un des premiers critères à prendre en considération. Seules les moyennes et grandes exploitations peuvent justifier l'achat d'un tracteur viticole à condition que la topographie et le sol permettent son utilisation. Le tracteur peut servir aussi bien pour le travail du sol, les traitements antiparasitaires, le fauchage des talus que comme moyen de transport et plus difficilement pour les opérations en vert (palissage, cisailage). Pour les petites et moyennes exploitations, pour les terrains en très forte pente et pour les sols très peu profonds, le choix se portera plutôt vers des monoaxes à roues ou à chenilles. Sur ces appareils, on peut adapter des machines pour le travail du sol, la lutte antiparasitaire et pour le fauchage des talus. On peut également y installer des rogneuses, des machines à défeuiller et des outils de transport. Leur capacité de travail est évidemment plus limitée que celle des tracteurs et leur emploi plus fastidieux. Ces machines exigent par contre des largeurs de travail moins importantes, ce qui est un facteur favorable à la densité de plantation. Ce système de mécanisation est assez coûteux, car chaque outil dispose de son propre moteur. Le développement récent d'appareils plus puissants permet d'actionner les différents outillages avec la prise de force.

Le choix des moyens de transport dans la parcelle est avant tout fonction de la dévestiture à disposition. L'idéal est de pouvoir raccorder les banquettes à un chemin ou à une route tirée en diagonale (fortes pentes) ou verticalement (faibles pentes) dans les parcelles. La topographie, la pente, la dimension des parcelles rendent souvent impossible la création de tels chemins. Il faut alors se contenter d'escalier pouvant relier une banquette à l'autre et d'une route en bordure de parcelle.

Le téléphérique ou le monorail, bien que moins souples d'emploi que des machines de transport au sol, peuvent rendre de grands services dans les vignobles en forte pente. La surface à exploiter doit être suffisante pour rentabiliser un tel achat. A chaque parcelle correspond une solution propre, qu'il faut étudier soigneusement avant la construction des banquettes.

EFFETS DE L'ORIENTATION DES RANGS

La grande majorité des vignobles suisses sont implantés sur des coteaux exposés au Sud, de façon à bénéficier d'un meilleur ensoleillement. La culture des vignes en banquettes a modifié l'orientation des rangs. D'une orientation traditionnelle Nord-Sud, on est passé à un alignement Est-Ouest. Pour étudier l'effet de l'orientation sur le comportement agronomique et physiologique de la vigne, un essai a été mis en place au domaine expérimental de Pully, propriété de la Station fédérale de Changins, sur un coteau exposé N-S, avec une pente moyenne de 15 à 20%. Deux orientations ont été comparées : N-S et E-O avec des distances de plantation identiques (185 cm x 80 cm). L'essai a été implanté sur cépage Chasselas. La hauteur de feuillage a été maintenue à 115 cm pour les deux orientations, ce qui correspond à une surface externe du couvert végétal de 14'000 m²/ha. La taille a été faite en Guyot et la charge en bourgeons est restée constante (47.200/ha).

Les interlignes ont été enherbés dans les deux variantes, compte tenu du niveau de précipitations (1'000 mm/an) et de la richesse du sol en matière organique (2,5%). Un sous-traitement sans gazon a également été mis en place dans la variante E-O.

Les contrôles ont porté sur la fertilité, le rendement, la richesse en sucres des moûts, l'acidité, le poids des bois de taille, la teneur en azote des feuilles, le taux d'attaque de pourriture et la qualité des vins. Des mesures de SFE, d'intensité lumineuse et d'échanges gazeux ont également pu être faites (Murisier et Zufferey, 1999).

RESULTATS

Fertilité, rendement et sucres

Les différences de fertilité et de rendement entre variantes N-S et E-O n'ont jamais été significatives (fig. 1). Les écarts de taux de sucres ont été faibles, mais systématiquement en faveur de l'orientation E-O. Les relations SFE/kg de raisin ont été proches et ne permettent pas d'expliquer ces différences. La meilleure capacité photosynthétique observée dans la variante E-O en fin de maturation pourrait par contre fournir un élément de réponse (Zufferey *et al.*, 1999). Une autre explication pourrait venir de la plus faible vigueur observée dans l'orientation E-O.

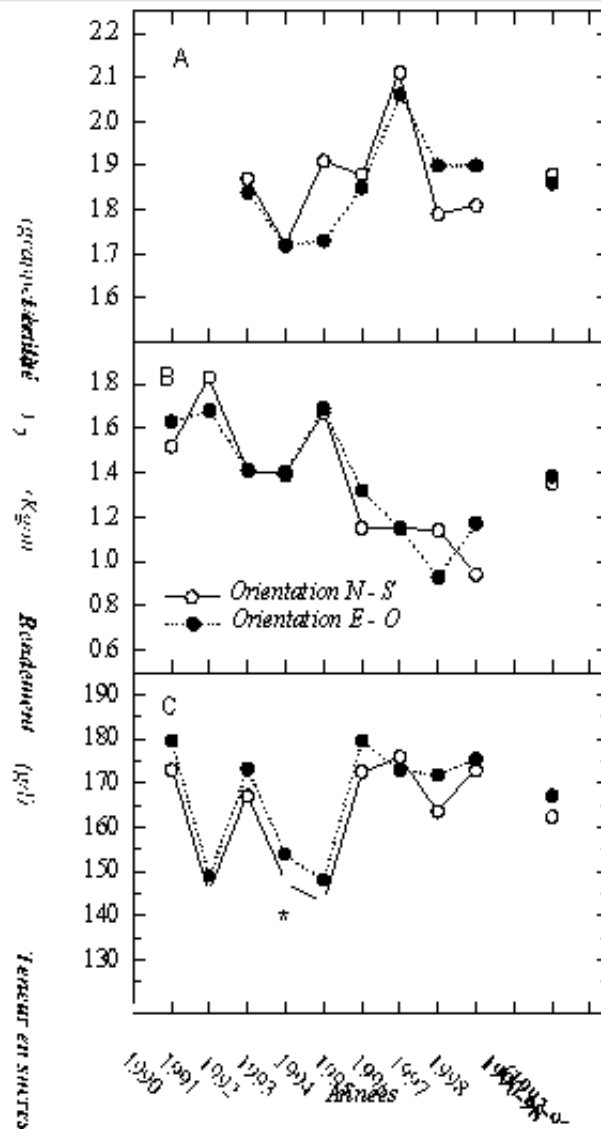


Fig 1: Influence de l'orientation des rangs N-S et E-O sur la fertilité (A), le rendement (B) et la teneur en sucres des moûts (C). * : significativement différent à 0.05. Essai sur Chasselas. Fully (CH).

Acidité des moûts (fig. 2)

L'acidité titrable, exprimée en acide tartrique, a été chaque année significativement plus basse dans l'orientation E-O. En moyenne des années, l'écart a été de 0,7 g/l. Les différences d'acidité s'observent au niveau de l'acide tartrique, mais surtout au niveau de l'acide malique. La dégradation plus forte de l'acide malique dans les variantes E-O peut être expliquée en grande partie par la plus forte exposition des baies au soleil en cours de journée. Pendant les périodes chaudes de midi, les raisins des variantes orientées N-S sont à l'ombre, alors que la face sud des rangs orientés E-O est fortement éclairée (Zufferey *et al.*, 1998).

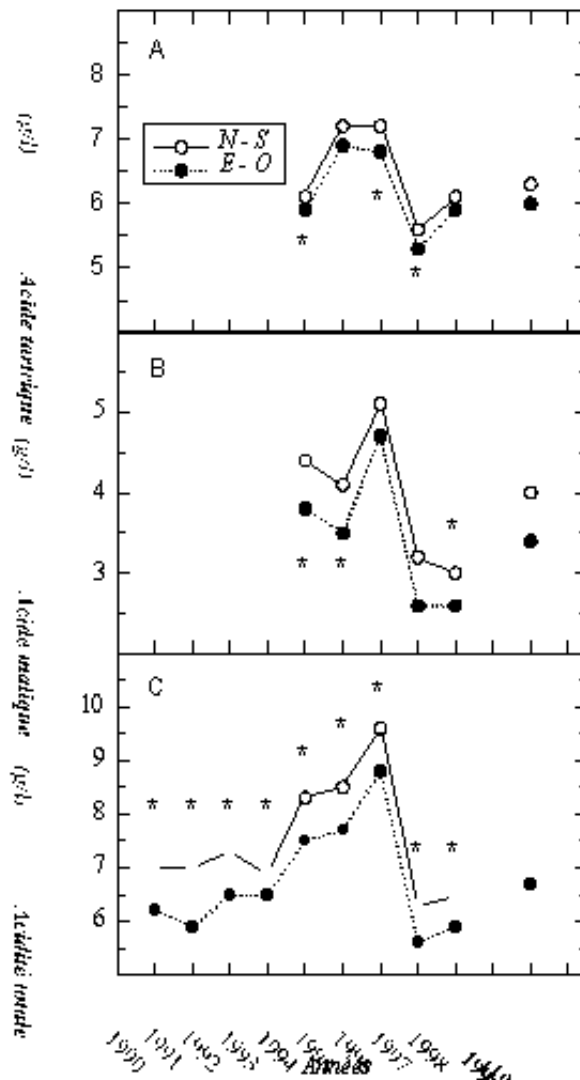


Fig.2: Influence de l'orientation des rangs N-S et E-O sur la teneur en acide tartarique (A), en acide malique (B) et sur l'acidité totale des moûts exprimée en acide tartarique (C). *: significativement différent à 0.05. Essai sur Chasselas, Pully (CH).

Taux d'azote des feuilles

La variante E-O a systématiquement des teneurs en azote des feuilles à la véraison plus faible que l'orientation N-S. La suppression de l'enherbement dans la variante E-O a permis de corriger cet effet. En moyenne (1996-1998), les taux d'azote foliaire ont atteint respectivement 1,78% pour la variante N-S enherbée, 1,67 pour l'orientation E-O enherbée et 1,84 pour l'E-O sans enherbement. On observe ainsi une interaction entre l'orientation des rangs et la couverture du sol pour la richesse en azote des feuilles.

Poids des bois de taille et taux de pourriture

Les mêmes observations peuvent être faites au niveau du poids des bois de taille. L'orientation E-O a eu tendance à provoquer une légère mais systématique réduction du poids des bois de taille. L'enlèvement du gazon a renforcé sensiblement le développement des sarments.

Le taux de pourriture est à mettre en relation avec le poids des bois de taille. La variante E-O a montré des attaques de pourriture toujours inférieures à l'orientation N-S, bien que les taux de botrytis aient été généralement faibles pour l'ensemble des variantes.

Qualité des vins

Au niveau analytique, les différences d'acidité et de pH observés sur les moûts ne se retrouvent pas dans les vins. En moyenne des 9 ans d'essai, l'acidité totale a été de 3,84 g/l pour l'orientation N-S et 3,82 g/l pour l'orientation E-O, les pH ont été respectivement de 3,48 et 3,50. Il n'y a pas non plus de différences au niveau alcool et extrait. Par contre, sur le plan organoleptique, des écarts importants sont notés par le panel de dégustateurs de la Station de Changins. La variante N-S a été préférée à l'orientation E-O, 7 millésimes sur 9.

Sur des vinifications réalisées avec le sous-traitement E-O non enherbé, il ressort que la suppression de la concurrence herbeuse a permis d'améliorer sensiblement la qualité des vins, en les situant pratiquement au niveau de la variante N-S avec enherbement. Il existe donc une interaction entre l'orientation des rangs et l'alimentation hydroazotée de la vigne. L'enherbement exerce un stress plus important en orientation E-O qu'en N-S.

NOUVEAUX SYSTEMES DE CONDUITE POUR LES VIGNES EN BANQUETTES

Les vignes en forte pente, cultivées en banquettes mécanisables en traction directe, se caractérisent par une faible densité de plantation, la distance entre les rangs dépassant souvent les 3 m. Avec un système de conduite traditionnel, à un seul plan de palissage, la surface foliaire exposée par ha est trop faible pour amener à maturité une quantité de raisin permettant de couvrir les frais de production. Des nouveaux systèmes de conduite ont été imaginés en vue d'augmenter la SFE et simultanément les niveaux de rendement, sans porter préjudice à la qualité.

Expérimentation

Un essai de différents systèmes de conduite a été réalisé au Tessin (vignoble expérimental de Gudo) sur cépage Merlot. La pente moyenne du vignoble est de 60%. Les banquettes ont été créées en 1989, avec une largeur de replat de 150 cm (mécanisation chenillette à moteur) et une distance entre les rangs de 300 cm. A un témoin traditionnel (Guyot double: 300 x 120 cm) à un seul plan de palissage (vertical) ont été comparées des variantes à double plan de palissage, ascendant et retombant au-dessus des talus (fig. 3 et 4). Dans ces dernières variantes, différents types de tailles (Guyot et cordon) et de densités ont été étudiés. Dans les variantes à palissage ascendant et retombant, la charge a été augmentée de 20 à 40% par rapport au témoin.

Les contrôles ont porté sur les résultats agronomiques (fertilité, rendement, sucres, acides, composés phénoliques) en analysant séparément la récolte des rameaux ascendants et celle des rameaux retombants. Le poids des bois de taille, la SFE, le taux de pourriture ont également été contrôlés. Des vinifications comparatives ont été réalisées.

RESULTATS

Rendement et qualité

Les variantes avec palissage ascendant et retombant ont produit 20 à 25 % de plus par rapport au témoin. Ce supplément n'a pas entraîné de diminution de la teneur en sucres. Celle-ci a même eu tendance à être légèrement supérieure, du fait que les grappes des rameaux retombants étaient un peu plus riches en sucres. Les acidités totales ont été peu influencées. Des teneurs en acide malique un peu plus faibles ont été enregistrées dans les procédés à double palissage, les moûts, issus des raisins des rameaux retombants, donnant des valeurs en acide malique significativement plus basses. Les taux d'attaque de pourriture grise ont été généralement très faibles. On a observé une tendance à une sensibilité plus grande au botrytis des grappes des rameaux retombants.

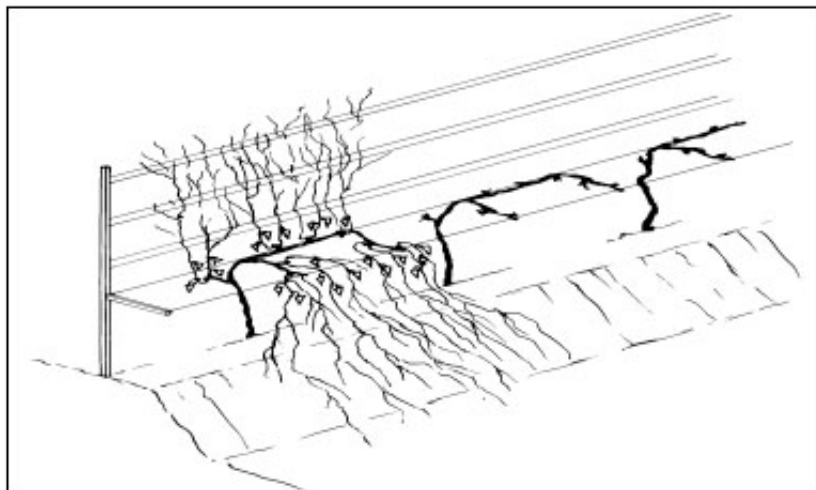
Fig.3. Gudo : Guyot double traditionnelle



Moyennes 1994 - 1997

Kg/m ²	°Oe	Ac. malique	Bois g/m ²	SFE
0.90	82.9	4.1	182	0.92

Fig.4. : Gudo : Cordon à plan vertical et retombant



Moyennes 1994 - 1997

Kg/m ²	°Oe	Ac. malique	Bois g/m ²	SFE
V 0.55	83.7	3.9	193	0.90
R 0.60	85.3	3.6	116	0.41
Total : 1.15	84.5	3.75	309	1.31

On niveau de la qualité des vins, les vinifications réalisées sur 5 millésimes (1994-1998) n'ont pas permis de mettre en évidence des différences significatives entre les variantes. Les valeurs analytiques mesurées dans les vins ont été très proches pour l'ensemble des procédés.

Développement végétatif

Le poids des bois de taille par unité de surface a été sensiblement supérieur dans les variantes à double palissage. Ceci est dû au nombre de rameaux supplémentaires, les sarments retombants étant significativement moins lourds que les sarments ascendants. La vigueur des rameaux retombants a toujours été plus faible que celle des rameaux ascendants. Ceci peut expliquer le taux de sucres plus élevé observé dans les raisins des rameaux retombants.

Les surfaces foliaires (SFT et SFE) ont été notablement plus élevées dans les variantes à double plan de palissage. Cette augmentation est proportionnelle à celle du nombre de rameaux et au niveau du rendement. De ce fait, les SFE par kg de raisin ont été assez proches pour l'ensemble des variantes. Cela explique pourquoi l'augmentation du rendement s'est fait sans effet négatif sur la qualité. La bonne valeur explicative du rapport SFE/kg de raisin est à nouveau confirmée (Murisier, 1996).

Aspect économique

La comparaison des heures de main-d'œuvre entre variantes à double palissage et le témoin montre qu'il faut compter entre 70 et 100 h/ha de plus de main-d'œuvre pour la culture des procédés à rameaux ascendants et retombants. Les soins aux ceps (taille, palissage, rognage) sont plus élevés que dans le témoin. Le surplus de rendement obtenu dans les procédés à double palissage (2 à 3 tonnes/ha) permet de bien rentabiliser les heures supplémentaires, à raison de 20 à 30 kg/heure. Dans les conditions du Tessin, cela correspond à des gains horaires de CHF 90,- à 130,-/h, pour un prix de raisin de CHF 4,- à 5,- par kilo. Cet exemple montre bien que la rationalisation ne va pas forcément de paire avec la rentabilité financière.

CONCLUSIONS

- La création de banquettes permet de rationaliser la culture des vignes en forte pente.
- Ce système assure une très bonne protection des sols contre l'érosion.
- Le niveau de mécanisation dépend de la largeur de la banquette. Les banquettes larges permettent l'utilisation d'un tracteur viticole avec la plupart des appareils utilisés dans les vignes de plaine.
- Dans les banquettes, la densité de plantation est souvent faible, surtout si la pente est forte et la largeur du replat importante. La modification du système de conduite en dédoublant les plans de palissage (ascendant et retombant) permet d'obtenir un niveau de rendement suffisant sans réduction de qualité.
- L'orientation des rangs E-O a tendance à exercer un stress plus important sur la vigne, avec des conséquences négatives sur la qualité des vins. Des pratiques de soins au sol appropriées (ex. : taux de couverture de l'enherbement réduit) permettent d'éviter ces inconvénients et de tirer parti de tous les avantages de la culture en travers de la pente (E-O).

BIBLIOGRAPHIE

Murisier F., 1981. La culture de la vigne en banquettes. La situation en Suisse romande. *Revue Suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **13** (2), 77-82.

Murisier F., Ferretti M., Walter E., 1984. Evolution de la culture de la vigne en banquettes au Tessin. *Revue Suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **16** (3), 123-127.

Murisier F., 1996. Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve. Relation entre le rendement et la chlorose. Thèse de doctorat, ETH Zürich, 132 p.

Murisier F., Ferretti M., 1999. Vigneti a ciglioni per la viticoltura in forte pendenza. L'esempio svizzero. *Informatore agrario* **13**, 47-49.

Murisier F., Zufferey V., 1999. Influence de l'orientation des rangs sur le comportement agronomique de la vigne. *Revue Suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* **31** (5), 235-239.

Zufferey V., Murisier F. et Monney Ph., 1998. Interception du rayonnement solaire par la vigne selon différentes dispositions de la haie foliaire. *Revue Suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* vol **30** (5), 301-304.

Zufferey V., Murisier F., Aerny J., Gindroz Véronique, 1999. Bilans journaliers de CO₂ chez la vigne (c.v. Chasselas) avec des rangs orientés Nord-Sud et Est-Ouest. Compte rendu du GESCO-Sicile, 6-12 juin 1999.