

Microclimats des cultures en rang (vergers, vignobles)

La notion de terroir

C RIU
P PIERI
Laboratoire de bioclimatologie
INRA
BP 81
33883 Villenave-d'Ornon cedex
France

Reçu : janvier 1995
Accepté : juillet 1995

Microclimats des cultures en rangs (vergers, vignobles). La notion de terroir.

RÉSUMÉ

Le document précise tout d'abord la démarche qui permet d'aborder l'étude des cultures en rangs, puis il présente quelques résultats concernant la modélisation de l'interception des rayonnements et le fonctionnement hydrique du vignoble. Un bilan hydrique simplifié, issu de ces résultats, permet d'aborder l'étude des relations avec la qualité du vin à Bordeaux et, complété par d'autres variables climatiques, celle du déterminisme de la teneur en sucre à l'échelle de l'Europe viticole. La conclusion aborde la question du terroir et des différentes démarches qui permettent de le caractériser.

Orchard and vineyard row crop microclimate. The 'terroir' idea.

ABSTRACT

Methodology for studying row crops is presented, as well as a few results about modelling radiation absorption and hydric transfers in a vineyard. A simplified hydric balance issued from these results allows a more accurate study of relationships with quality of wines of Bordeaux. Along with other climatic variables, it is also used in a study of explaining factors of sugar content at harvest all over Europe. Conclusion questions the idea of the so called "terroir" effect and discusses methodologies well suited to measure it.

Microclimas de los cultivos en fila (huertos frutales, viñas). La noción de terruño.

RESUMEN

El documento especifica antes todo el trámite que permite abordar el estudio de los cultivos en fila, y luego presenta algunos resultados referentes a la modelización de la intercepción de las radiaciones y al funcionamiento hídrico de la viña. Un balance hídrico simplificado procedente de estos resultados permite abordar el estudio de las relaciones con la calidad del vino en Burdeos y, completado por otras variables climáticas, el estudio del determinismo del contenido en azúcar a escala europea vitícola. La conclusión aborda la cuestión del terruño y de los diferentes trámites que permiten caracterizarlo.

Fruits, vol 50, n°2, p 109-115
© Elsevier, Paris

MOTS CLÉS

Vergers, vignoble, microclimat, énergie solaire, ressource en eau, modèle de simulation.

KEYWORDS

Orchards, vineyards, microclimate, solar energy, water resources, simulation models.

PALABRAS CLAVES

Huerto frutal, viña, microclima, energía solar, recursos hídricos, modelos de simulación.

● introduction

Les recherches sur la bioclimatologie des cultures en rangs se sont développées à l'INRA depuis quelques années : le laboratoire de Bordeaux s'est constitué sur ce thème.

Comprendre les échanges de masse et d'énergie entre les cultures en rangs et leur environnement implique la résolution de quelques problèmes préliminaires.

Les cultures en rangs interceptent le rayonnement solaire suivant la position du soleil, la géométrie des rangs (dimensions, écartement, orientation) et la nature du sol : seule la modélisation permet de rendre compte de la variété des situations.

L'orientation et l'écartement des rangs modifient l'écoulement de l'air ; la ventilation « interne » peut varier suivant la direction du vent et la pénétration de l'air en mouvement influe sur la turbulence du vent au-dessus des rangs. Cela a une conséquence métrologique : la mesure des transferts à partir des relations flux-profil n'est plus possible ; la méthode des corrélations tourbillonnaires est ici privilégiée.

Une culture en rangs se présente comme un ensemble hétérogène de sources de chaleur et de masse. Les flux ne deviennent conservatifs qu'au-dessus de la végétation haute et intègrent alors des émissions d'origine différente : l'évaporation du sol humide intercalaire s'ajoute, par exemple, à la transpiration des feuilles de vigne. La mesure globale au-dessus de la culture ne suffit pas pour comprendre le fonctionnement de la végétation. Il est alors nécessaire de mettre au point des dispositifs de mesure sélective des flux, comme la mesure du débit de sève des arbres fruitiers et de la vigne. Comparer ces dernières mesures au flux global suppose qu'un échantillonnage correct de la culture en rangs ait été réalisé, puisque sont mises en présence une mesure globale intégratrice – flux au-dessus du couvert – et des mesures propres aux individus composant la végétation.

Ces remarques indiquent dans quelles directions se sont orientés les travaux dans le domaine des cultures en rangs : modélisation des rayonnements absorbés, étude de la turbulence, adaptation des méthodes de mesure des flux et utilisation de l'anémomètre sonique mono- et

tridimensionnel, mesure du débit de sève et échantillonnage des vergers et des vignobles vis-à-vis de cette mesure.

La mise en œuvre de ces méthodes a fourni plusieurs résultats pour établir les bases d'une microclimatologie raisonnée des cultures en rangs ; elle a notamment apporté des éléments nouveaux pour comprendre la consommation d'eau d'un vignoble.

Plusieurs utilisations de ces résultats peuvent être faites :

- à l'échelle de la parcelle, on peut rechercher à optimiser certaines variables climatiques en adaptant le mode de conduite : la vigne se prête aisément aux formes qu'on lui assigne ;
- les résultats acquis à l'échelle de la parcelle peuvent être à l'origine de modèles simples de type « agrométéorologiques » utilisables à l'échelle de la petite région ou sur des espaces plus vastes ; un exemple sera donné ici, d'utilisation à l'échelle de l'Europe viticole ;
- la connaissance des relations entre le comportement de la vigne et l'évolution du « microclimat », terme général qui intègre à la fois la connaissance des variables (température, teneurs en eau, concentrations en CO₂, etc) et celle des flux d'énergie et de matière, fournit des bases pour analyser l'effet « terroir », si on appelle ainsi le comportement particulier d'une culture en un lieu donné, effet mentionné en général quand il est positif et qui se manifeste par la qualité des produits.

Cet article propose d'exposer quelques résultats acquis, en se limitant au domaine de la vigne. Dans la conclusion, la notion de terroir sera approfondie.

● modélisation de l'interception des rayonnements et climat thermique de la vigne

Un modèle simple d'absorption du rayonnement solaire par la vigne a été établi pour le vignoble traditionnel bordelais (RIOU *et al.*, 1989). La vigne est assimilée à un parallélépipède poreux, dont les faces horizontales supérieures et inférieures sont pleines. Interviennent

ici les rayonnements de courte longueur d'onde, directs, diffusés par le ciel et réfléchis par le sol ; les rayonnements traversant les rangs poreux sont pris en compte jusqu'à la troisième rangée consécutive traversée. Les variables du modèle sont :

- des paramètres liés à la position du soleil : latitude, déclinaison, équation de temps, heure ;
- des paramètres liés à la géométrie des rangs : hauteur et largeur du feuillage, écartement des rangs, orientation ;
- des paramètres liés au milieu : albédos du sol et de la vigne.

Les variables d'entrée sont le rayonnement solaire global et le rayonnement diffus.

Le modèle calcule les parts d'énergies absorbées par la végétation, le sol et la réflexion. Sa validation s'est avérée satisfaisante (fig 1).

Avec cette même représentation de la vigne, la modélisation a été étendue au rayonnement thermique : rayonnement atmosphérique, rayonnements propres de la vigne et de la zone intercalaire (RIOU *et al.*, 1994). Là encore les résultats expérimentaux ont confirmé l'intérêt du modèle.

Parallèlement à cette modélisation, des mesures radiométriques ont permis d'obtenir dans les deux cas, ombre et soleil, les températures des feuilles et celles du sol (fig 2).

● économie d'eau du vignoble à l'échelle de la parcelle

L'économie d'eau du vignoble à l'échelle de la parcelle peut être définie par les trois situations consécutives suivantes :

a) La vigne dispose d'un stock d'eau suffisant et le sol intercalaire est humide. L'ensemble sol-vigne se trouve alors dans des conditions maximales de consommation d'eau, soit ET_p . Les mesures effectuées dans la région bordelaise indiquent que cette valeur n'est pas très différente de celle qu'on peut calculer par la formule de Penman. Il y a lieu de distinguer l'évaporation de la zone intercalaire E_p et celle de la vigne elle-même ET_p , soit :

$$ETP_v = ET_p + E_p \quad (1)$$

b) La vigne continue à disposer d'une réserve d'eau suffisante, mais le sol se dessèche et son évaporation peut devenir quasi nulle ; à ce stade :

$$ETR_v = ET'_p (+ E) \quad (2)$$

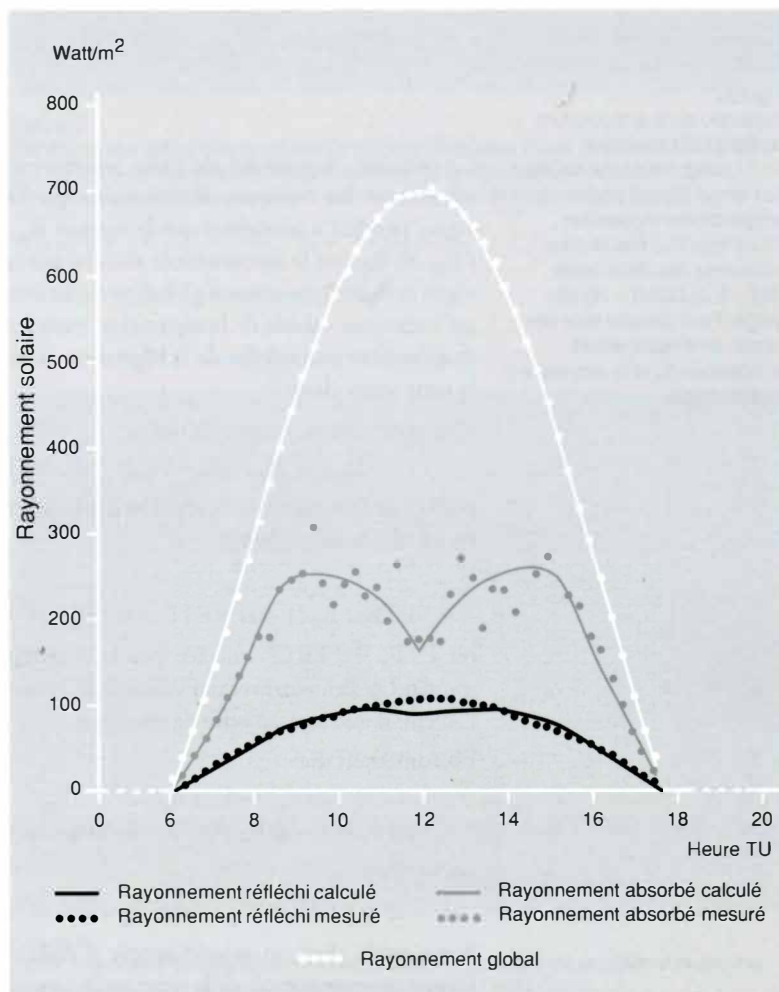
ET'_p est un peu différent de ET_p , car la chaleur sensible libérée par le sol peut majorer la transpiration de la vigne.

c) La vigne elle-même commence à manquer d'eau et les diverses régulations vis-à-vis de la sécheresse interviennent ; on a alors :

$$ETR_v = ET_v (+ E) \quad (3)$$

Les recherches ont surtout porté à ce jour sur la situation « a » et il a pu être montré que, pour la vigne traditionnelle bordelaise, ET_p et E_p sont pratiquement équivalents en été (dans le cas d'une vigne Nord-Sud, cas le plus fréquent) (fig 3).

Figure 1 Rayonnements globaux incidents, réfléchi et absorbé, mesurés (points) et modélisés (lignes).



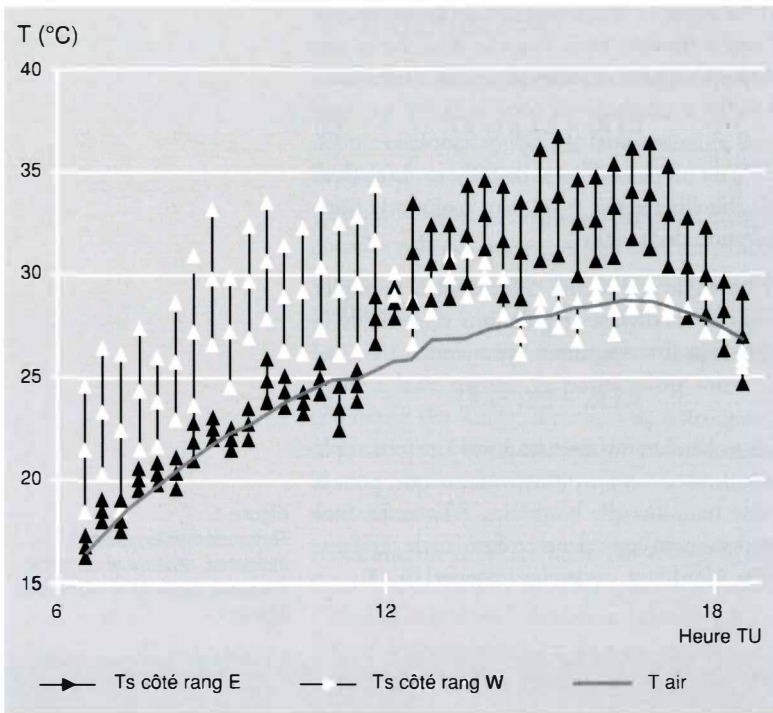


Figure 2
Évolution de la température de l'air (T_{air}) mesurée (le 11 juillet 1990) à la hauteur des rangs (ligne), et des températures moyennes de surface (T_s) des feuilles mesurées des deux côtés (Est = E et Ouest = W) des rangs. Pour chaque face des rangs, sont représentés la moyenne T_s et la moyenne \pm un écart type.

Ce résultat, rapproché de celui obtenu en modélisant les rayonnements absorbés par la vigne, conduit à considérer que le rapport $R_{g,v} / R_g$, où $R_{g,v}$ est le rayonnement absorbé par la vigne et R_g le rayonnement global, pourrait être un indicateur valable de la répartition entre les évaporations potentielles de la végétation et de la zone intercalaire.

Plus précisément, on peut écrire :

$$R_{g,v} + R_{g,s} = R_g (1 - a) \quad (4)$$

où $R_{g,s}$ est le rayonnement absorbé par le sol et « a » l'albédo du vignoble, et

$$ETP_v / R_g (1 - a) \approx ETP_p / 0,8 R_g \quad (5)$$

où ETP_p est l'ETP calculée par la formule standard de Penman avec une valeur de 0,2 pour l'albédo d'une surface verte de référence.

En admettant que :

$$\begin{aligned} ETP_p / R_{g,v} &= E_p / R_{g,s} = \\ ETP_v / (1 - a) R_g &= ETP_p / 0,8 R_g \end{aligned} \quad (6)$$

on en déduit que :

$$ETP_p / ETP_p = R_{g,v} / 0,8 R_g = k \quad (7)$$

Nous avons alors un moyen simple d'évaluer l'évaporation maximale de la vigne seule, quand

le vignoble dispose d'eau en quantité suffisante ; rappelons que pour le vignoble bordelais « k » est pratiquement égal à 0,5, ce qui veut dire que la vigne ne contribue que pour moitié à la consommation d'eau du vignoble après une pluie. Quand le sol deviendra sec en surface, « k » devrait rester proche de cette valeur, même si le sol sec en surface libère un supplément de chaleur sensible.

Ce constat modifie notablement notre conception du bilan hydrique du vignoble, s'il est comparé à celui d'une culture homogène couvrant le sol. Il faudra, en effet, évaluer de façon distincte l'évolution de la consommation d'eau de la vigne et celle du sol intercalaire qu'on supposera dénudé ; pour la première, on admettra qu'elle reste maximale tant qu'il y a suffisamment d'eau dans le sol soit « k ETP » ; pour la seconde, la valeur « E » sera évaluée en fonction de la distribution des pluies soit :

$$ETR_v = k ETP + E \quad (8)$$

● bilan hydrique du vignoble et qualité du vin

Cette dernière formule peut facilement être utilisée dans une approche agrométéorologique où les informations sur la pluie, sa répartition, la valeur de l'ETP et le mode de conduite de la vigne sont connues ; les opérations suivantes peuvent alors être réalisées successivement :

- modélisation du rayonnement solaire absorbé $R_{g,v}$ et détermination de $k = R_{g,v} / 0,8 R_g$;
- calculs de :

$$ETP_p = k ETP \quad (9)$$

$$E_p = (1 - k) ETP \quad (10)$$

- bilan hydrique avec :

$$\begin{aligned} \Sigma ETR_v &= \Sigma k ETP \\ &+ \Sigma n (1 - k) ETP \end{aligned} \quad (11)$$

où « n » dépend par exemple du nombre d'épisodes pluvieux et où la somme « ΣETR_v » ne peut dépasser l'eau du sol disponible.

Un tel bilan hydrique a été appliqué dans deux cas :
- à Bordeaux, la note de qualité du vin et le bilan hydrique au 30 septembre ont pu être comparés sur

64 ans ; les résultats (fig 4), établis dans des conditions simplifiées (une seule station pluviométrique, réserve initiale au 1^{er} avril estimée à 200 mm), montrent cependant de façon assez nette que tous les grands millésimes ont été obtenus, quand la réserve en eau du sol était nulle au 30 septembre, date supposée de la récolte ;

– cette même analyse du bilan hydrique a été faite dans le cas du zonage de l'Europe viticole, dont il sera fait état au paragraphe suivant.

● relations entre facteurs du climat et teneur en sucre du raisin à l'échelle de l'Europe viticole

À la demande de la Communauté européenne, un groupe de travail international a pu établir une carte des potentialités de teneur en sucre.

La méthode suivie a consisté à prendre en compte les connaissances acquises sur le développement et la phénologie de la vigne, puis à constituer une banque de données phénologiques, viticoles (sucre, acidité, rendement) et climatiques. La méthode des régressions multiples a ensuite permis de distinguer les variables principales ; l'effet cépage a été analysé puis corrigé ; les variables conservées pour la phase finale de modélisation de la teneur en sucre sont finalement au nombre de quatre (RIOU *et al*, 1994) :

- la réserve en eau du sol au 30 septembre, corrigée éventuellement par la réserve en eau du sol au 31 août ;
- la durée de la véraison à la récolte ;
- la date de floraison ;
- la température moyenne de la véraison à la récolte, pondérée en conditions sèches.

Les résultats peuvent être résumés comme suit :

- une réserve en eau faible pendant la maturation est un facteur positif ;
- la précocité est un facteur positif ;
- les températures élevées pendant la maturation ont un effet positif, sauf si la sécheresse s'est maintenue tout l'été du 1^{er} juillet au 30 septembre.

Sur cette base, la corrélation a été établie entre moyennes de teneur en sucre observées et cal-

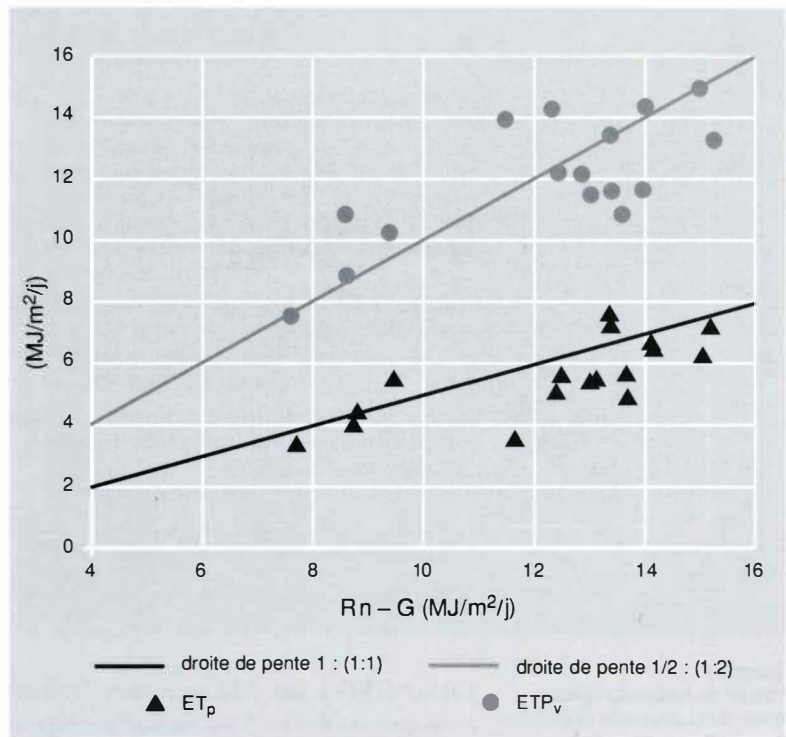


Figure 3 Variations des intégrales journalières de consommation d'eau maximale du vignoble (ETP_v) et de consommation d'eau maximale de la vigne (ET_p) en fonction de l'énergie disponible ($R_n =$ rayonnement net et $G =$ flux de chaleur dans le sol).

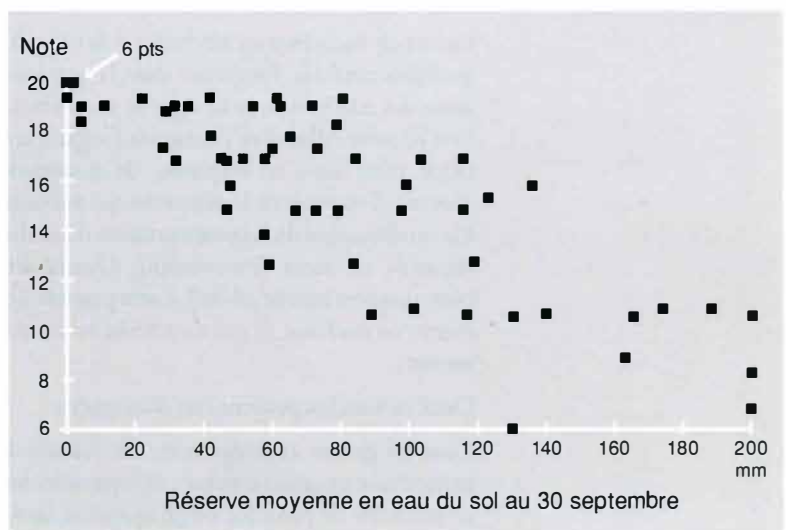


Figure 4 Notes moyennes de qualité du vin de Bordeaux en fonction de la réserve moyenne en eau du sol, estimée au 30 septembre de l'année (1924-1989).

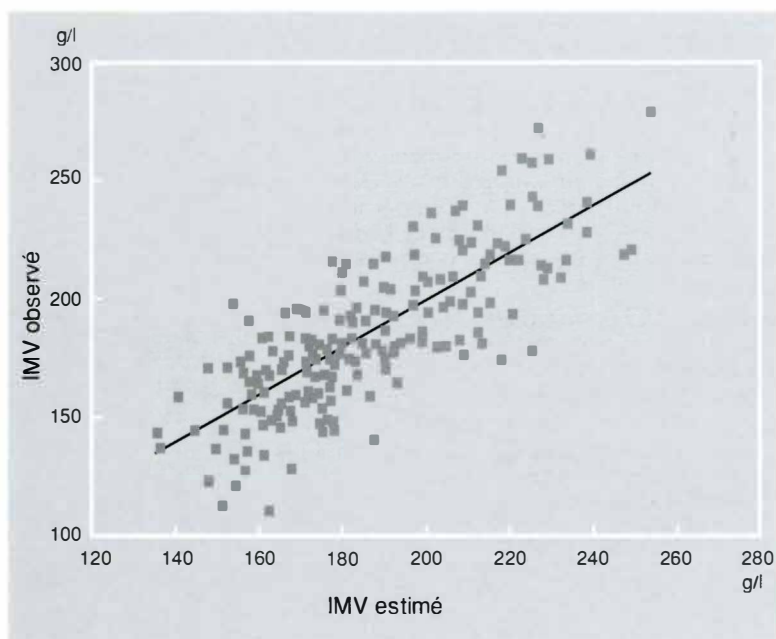


Figure 5
Indices de maturation de la vigne (IMV) observés et estimés dans la Communauté européenne ; la comparaison est faite pour les 220 moyennes annuelles des 25 sites avec cépages communs, après correction pour l'effet cépage ($R^2 = 0,61$).

culées (IMV) sur 222 parcelles (valeurs moyennes établies sur 5 ans ou plus) correspondant à 25 sites différents ; la valeur de R^2 est de 0,61 (fig 5).

Un des éléments les plus importants de cette étude est la prise en compte du bilan hydrique de la vigne, sur les bases rappelées ici et la mise en évidence de son importance.

● conclusions

Cet article insiste sur les méthodes et fait état de quelques résultats. Progresser dans la connaissance des relations entre la vigne et son milieu, c'est aborder celles-ci en changeant l'angle d'attaque mais aussi en disposant de nouveaux moyens ; l'exemple de la démarche qui a abouti à la modélisation de la consommation d'eau du vignoble est assez démonstratif. Quand les connaissances auront évolué, il sera possible de mettre en évidence ce qui caractérise tel ou tel terroir.

Deux démarches peuvent être distinguées.

L'une est globale et intégratrice, elle consiste à partir d'une situation connue : telle parcelle, ou tel ensemble de parcelles, est en moyenne favorable à la qualité. Une description de ce terrain, comparé à son voisinage, peut conduire à déceler quelques traits caractéristiques qui sont peut-

être à l'origine de son classement vis-à-vis de la qualité. Une telle démarche a été réalisée et rappelée récemment par SEGUIN (1986) ; le seul caractère réellement déterminant pour la qualité des grands crus du Bordelais semble être l'alimentation en eau de la vigne et notamment la capacité de régulation hydrique des sols limitant à la fois les effets d'une forte sécheresse et ceux d'une pluviosité excessive.

Une démarche plus récente a été effectuée par MORLAT (1989) dans le Val-de-Loire ; ici, la précocité est un facteur de qualité et la température du sol semble jouer un rôle important dans la zone où le système racinaire est le plus dense. L'alimentation en eau de la vigne intervient également.

Ces études sont précieuses et conduisent à davantage que des intuitions, à de fortes présomptions, qui ne deviendront cependant scientifiquement établies qu'en passant par l'établissement de relations causales.

La conclusion de SEGUIN (1986) est à la fois modeste et positive : « l'alimentation en eau de la vigne a indiscutablement une influence sur la quantité et la qualité de la récolte, mais elle est difficile à mettre en évidence en raison de l'imbrication de nombreux facteurs (rayonnement solaire, températures, pluviosité, nutrition minérale, mais aussi gel, coulure, millerandage, maladies cryptogamiques, etc) ».

L'autre démarche est analytique. Il s'agit, à partir des outils nouveaux qui ont été évoqués, d'établir des relations quantitatives entre éléments du milieu (sol, climat) et éléments de la qualité.

Ces deux démarches sont complémentaires, la première s'appuie sur la notion de « terroir » au sens où cette notion est historiquement reconnue ; elle tente ensuite de distinguer des traits communs aux terroirs et absents hors de terroirs ; ses limites sont la difficulté d'établir des relations causales ; la seconde démarche peut prendre la suite. La complexité des situations et le grand nombre de facteurs conduit à la modélisation. La complémentarité des démarches peut provenir ici du choix des zones et des facteurs étudiés, établi à partir de la première approche.

Une autre voie doit être explorée, celle de l'étude de la variabilité climatique ; elle nuance la notion de terroir puisqu'elle fait apparaître la qua-

lité comme une variable. Le terroir et ses propriétés particulières peuvent alors être perçus comme un système capable de tamponner, sinon corriger, des écarts préjudiciables à la qualité : la notion de terroir est alors liée à une qualité obtenue en moyenne, à laquelle s'attache un écart type réduit.

Dans le cas des facteurs mis en évidence par SEGUIN (1986) et MORLAT (1993), il faut également noter que l'effet positif pourrait être atteint par une année climatique favorable, indépendamment des propriétés du sol et s'étendrait alors à un grand ensemble de parcelles. Tout cela montre que l'effet « terroir » est loin d'être simple ; l'étude de la variabilité climatique sur plusieurs sites voisins est certainement une approche prometteuse.

● références

- Morlat R (1989) *Le terroir viticole : contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Application aux vignobles rouges de moyenne vallée de la Loire*. Bordeaux (France) : université de Bordeaux, thèse de Doctorat, tome 1, 289pp, tome 2 (annexes), 129pp
- Morlat R (1993) Les révolutions du terroir. In: *Terroir - L'amateur de Bordeaux*, ouvrage de Kaufmann, 4-9
- Riou C (1994) Le déterminisme climatique de la maturation du raisin : application au zonage de la teneur en sucre dans la Communauté européenne. In: *Un système d'information agronomique pour la Communauté européenne*. Luxembourg, édition de l'Office des publications officielles la Communauté européenne, 319 p
- Riou C, Pieri P, Le Clech B (1994) Consommation d'eau de la vigne en conditions hydriques non limitantes. Formulation simplifiée de la transpiration. *Vitis* 33, 109-115
- Riou C, Valancogne C, Pieri P (1989) Un modèle simple d'interception du rayonnement solaire par la vigne ; vérification expérimentale. *Agronomie* 9, 441-450
- Seguin G (1986) Les accents du terroir. La vigne et le vin. *Science et Vie* (hors série), septembre 1986, 34-48