

## **Le régime hydrique de la vigne**

Conférence de Kees Van Leeuwen

Chercheur à l'ENITA et au Château Cheval Blanc à Saint-Emilion.

Château de la Dauphine, jeudi 22 Mai 2003

*La vigne s'enracine dans le sol où elle va puiser des éléments minéraux et de l'eau. Comme un être humain, elle boit et elle mange.*

*Pendant très longtemps, dans le cadre de la gestion technique du vignoble, on s'est focalisé sur l'alimentation minérale, qui est certes très importante, mais on a peut être négligé l'alimentation en eau, bien que l'effet du régime hydrique sur le comportement de la vigne et sur la qualité du raisin soit connu par les spécialistes depuis très longtemps.*

### **UN RAISONNEMENT SUR L'ENSEMBLE DU SYSTEME SOL/PLANTE/CLIMAT**

Le régime hydrique de la vigne, on parle aussi d'alimentation en eau de la vigne, est relativement complexe à étudier.

En effet, quand on pense régime hydrique par rapport au climat, on pense tout de suite « précipitations ». Et quand on pense alimentation en eau par rapport à un sol viticole, on pense tout de suite à la réserve en eau du sol ou à la présence de nappes éventuelles. En réalité la vigne s'enracine dans le sol et y prélève de l'eau. Cette eau transite par le végétal et retourne à l'atmosphère par ce que l'on appelle la transpiration. Il est donc important de toujours raisonner l'alimentation en eau sur l'ensemble du système : **sol/plante/climat.**

### **Le sol**

---

En ce qui concerne le sol, il est évident que l'alimentation en eau est en relation directe avec la teneur en eau du sol qu'on appelle la

capacité de rétention, c'est-à-dire la capacité du sol à retenir l'eau. Elle varie énormément d'un sol viticole à un autre. Les extrêmes vont de 50 à 350 mm, ce qui représente une fourchette très large.

### **La plante**

---

Pour la vigne, **l'architecture de la végétation** (la surface foliaire et la disposition des feuilles) est un élément très important parce qu'elle détermine la capacité de la vigne à transpirer de l'eau. En fonction de la surface foliaire, la vigne transpire des quantités plus ou moins importantes, voire du simple au double.

Evidemment, un autre élément important est **l'enracinement**. Il faut le raisonner puisqu'il détermine la réserve en eau du sol. Cette réserve est d'autant plus importante que l'enracinement est profond.

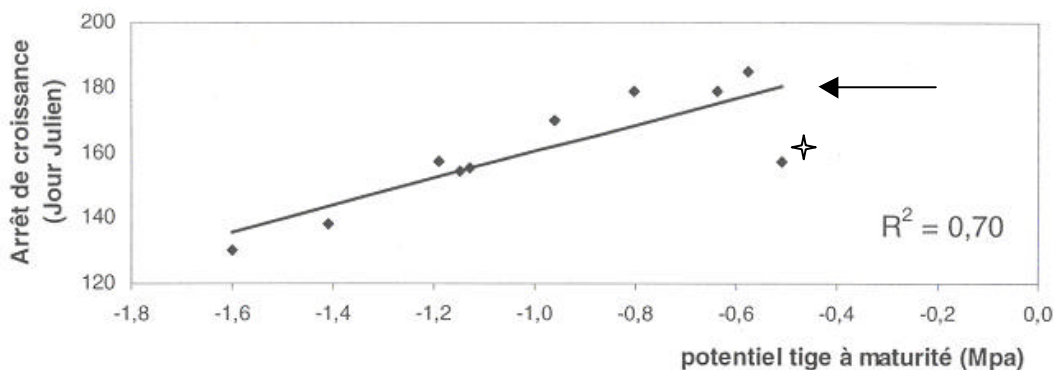
Pour la plupart des productions agricoles, le raisonnement sur l'alimentation en eau est relativement simple parce que l'on souhaite l'optimum. C'est-à-dire qu'on cherche à mettre la plante dans une situation où elle ne manque pas d'eau. Pour un viticulteur, les objectifs sont bien différents. Quand on veut faire de la qualité, il est évident que l'on ne se place pas dans une situation de production optimisée. On a souvent des productions en viticulture qui représentent 20 à 30% de ce qui est potentiellement possible d'atteindre. On n'est plus du tout dans un contexte de recherche d'une alimentation en eau non limitante car c'est justement dans les conditions où la vigne à un manque d'eau que la qualité des raisins est la meilleure.

Toutes les études de terroir qui ont été menées montrent, à chaque fois, que l'alimentation en eau de la vigne joue un rôle essentiel dans l'effet terroir. Ce n'est pas le seul élément, l'alimentation azotée et la température du sol interviennent aussi. Mais on peut quand même, en très grande partie, expliquer ce qui différencie les terroirs par la spécificité des facteurs qui régissent l'alimentation en eau de la vigne de chacun d'eux.

**Dans une situation de manque d'eau, quelles sont les conséquences sur le fonctionnement de la vigne ?**

**La photosynthèse va être limitée** parce qu'elle fonctionne quand le CO<sub>2</sub> peut rentrer par les pores que sont les stomates. En situation de contrainte hydrique la vigne ferme ses stomates. Au niveau de la plante entière, la photosynthèse va diminuer, la vigne va donc produire moins de matière sèche.

La contrainte hydrique va aussi provoquer un **arrêt de croissance plus précoce** : les rameaux vont arrêter de pousser. C'est l'une des premières fonctions qui sera affectée par le manque d'eau (Cf. graphique1).

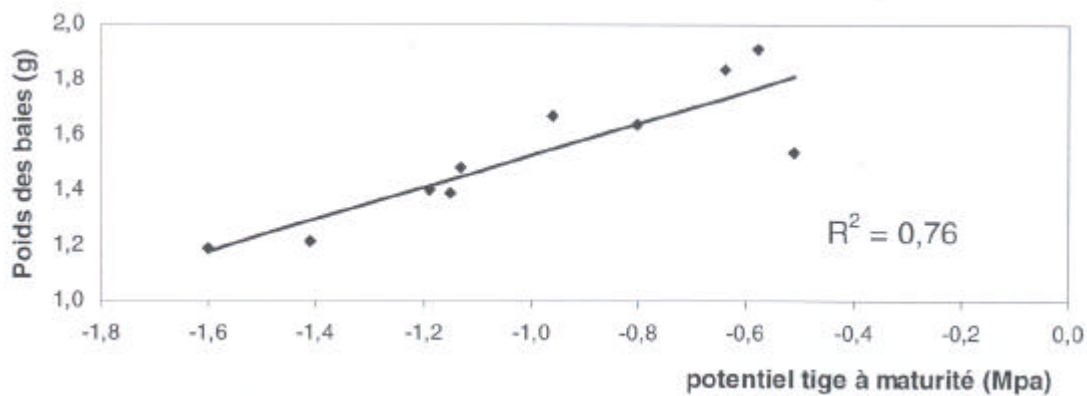


**Graphique 1 : Corrélation entre l'intensité de la contrainte hydrique (évaluée par le potentiel tige à maturité) et la précocité de l'arrêt de croissance (Merlot, Bordeaux, 2000)**

Plus on se situe à gauche sur l'échelle du graphique 1, plus la vigne subit une contrainte hydrique importante. En dessous de moins 1,2 Mpa, on commence à être dans une zone d'assez forte contrainte hydrique. Au dessus de moins 0,6 Mpa, on se trouve dans une situation où il n'y a pratiquement pas de contrainte hydrique. Sur l'autre axe est indiqué l'arrêt de croissance en nombre de jours après le premier avril. Plus on se situe haut sur l'échelle plus on a un arrêt de croissance tardif. Les écarts varient de 130 à plus de 190 jours. Dans cet essai, réalisé en année sèche, il y a pratiquement deux mois d'écart entre les parcelles extrêmes. La parcelle † a un comportement atypique, elle n'a

pas de contrainte hydrique et un arrêt de croissance relativement précoce. Là, il y a pu y avoir un autre facteur limitant qui a provoqué un arrêt de croissance. L'eau, encore une fois, permet d'expliquer beaucoup de choses mais il y a d'autres facteurs qui jouent sur le comportement hydrique.

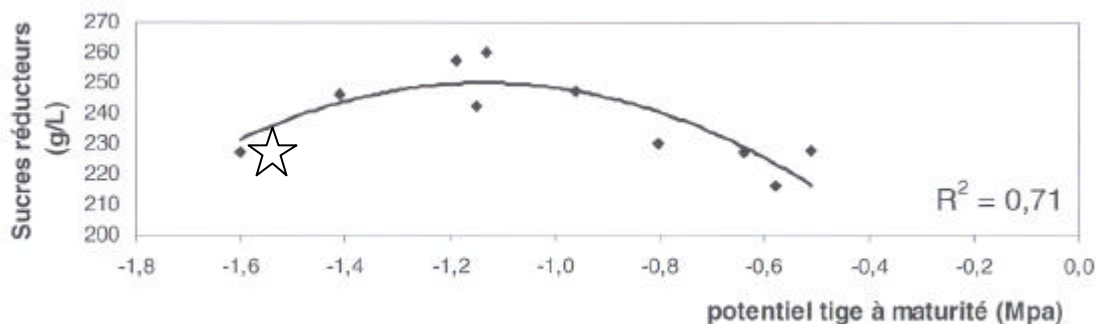
Une autre fonction qui est très fortement dépendante du niveau d'alimentation en eau, est **la croissance des baies de raisin**. Pour faire de la qualité, il faut avoir de petites baies, plus riches en sucre, mais surtout plus riches en composés phénoliques (Cf. graphique 2 – mêmes parcelles que graphique 1).



**Graphique 2 : Corrélation entre l'intensité de la contrainte hydrique (évaluée par le potentiel tige à maturité) et le poids des baies (Merlot, Bordeaux, 2000)**

On constate sur le graphique 2 qu'il y a une excellente corrélation entre le poids des baies et l'intensité de la contrainte hydrique qui peut induire un écart supérieur à 30 %.

L'alimentation en eau agit aussi sur **la teneur en sucre des raisins** (Cf. graphique 3) et **la teneur en anthocyanes** (Cf. graphique 4).



**Graphique 3 : Corrélation entre l'intensité de la contrainte hydrique (évaluée par le potentiel tige à maturité) et la teneur en sucres réducteurs (Merlot, Bordeaux, 2000).**

Sur le graphique 3, la relation est un peu plus complexe. On constate que les plus fortes teneurs en sucre sont obtenues pour des contraintes hydriques modérées, alors que des teneurs en sucre plus faibles sont obtenues pour des parcelles qui n'ont pas subi de contraintes hydriques mais aussi pour des parcelles qui subissent de fortes contraintes hydriques et notamment la parcelle ☆ (pour laquelle les teneurs en sucre sont pénalisées mais sans conséquences néfastes, bien au contraire, comme nous le verrons au paragraphe suivant).

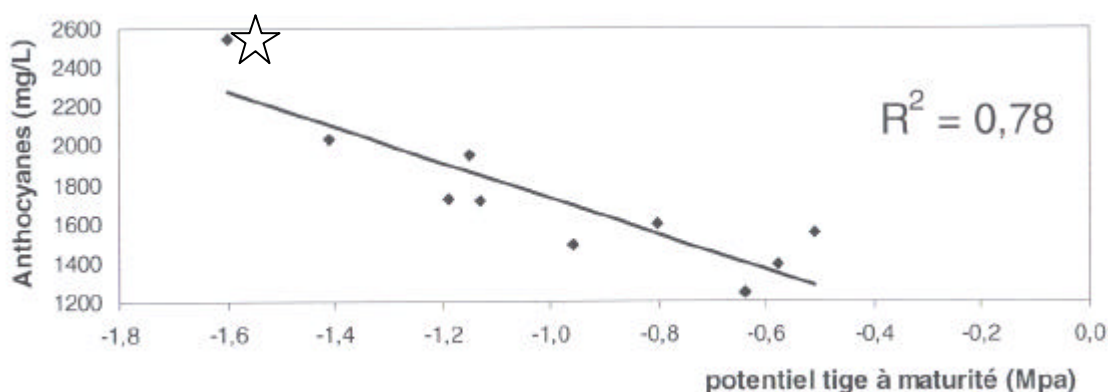
Comment peut-on expliquer ce phénomène ?

**Parcelles sans contrainte hydrique** : On peut penser que dans cette situation la photosynthèse tourne à plein régime et qu'il y a donc beaucoup de sucre disponible. Mais il y a une forte compétition entre les sucres qui servent à l'alimentation des raisins et ceux qui servent à la croissance des rameaux. La teneur en sucre des raisins est donc pénalisée par la compétition avec les rameaux qui sont sur cette parcelle en croissance pendant toute la période de maturation.

### **Parcelles avec contrainte hydrique**

**importante** : Dans ce cas, les rameaux sont bien sûr en arrêt de croissance très précocement et le niveau de photosynthèse est tellement affecté que la vigne produit très peu de sucre. Il n'y en a plus assez pour atteindre des teneurs très élevées dans les baies de raisin.

Enfin, c'est dans des situations de contraintes intermédiaires, où l'on a juste l'arrêt de croissance mais encore suffisamment de photosynthèse, qu'on obtient les teneurs en sucre les plus élevées.



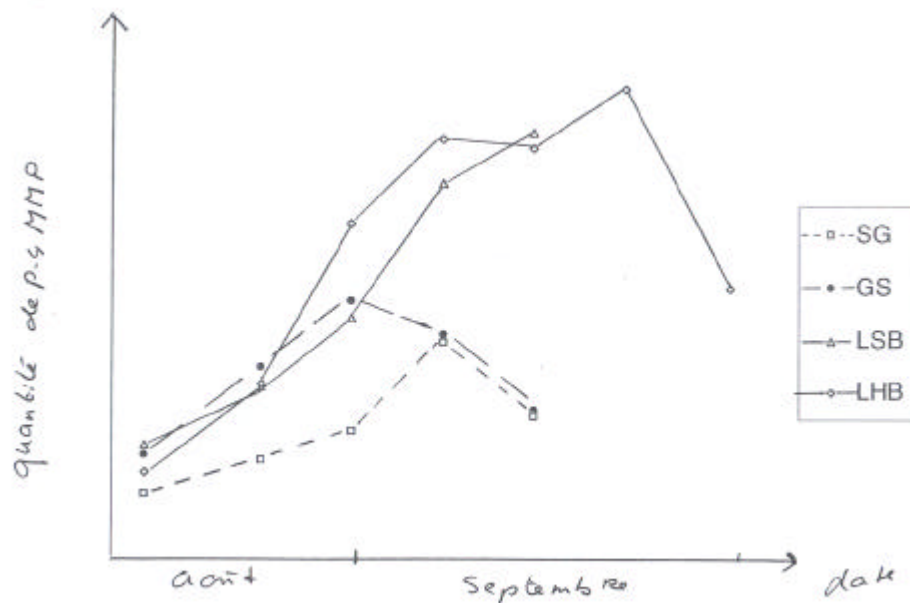
**Graphique 4 : Corrélation entre l'intensité de la contrainte hydrique (évaluée par le potentiel tige à maturité) et la teneur en anthocyanes (Merlot, Bordeaux, 2000).**

Sur le graphique 4, la parcelle ☆ est la même que celle du graphique 3. Même si sa teneur en sucre a été pénalisée, elle a parfaitement réussi à produire des raisins très riches en anthocyanes et des baies très petites. D'ailleurs, après vinification, le vin était d'excellente qualité.

Bien que dans des situations extrêmes on peut avoir des pertes réelles de qualité par des stress hydriques excessifs, les conditions climatiques du bordelais, avec des pluviosités assez régulières en été, limitent ce phénomène à des situations exceptionnelles. On peut surtout le constater sur des jeunes vignes comportant un enracinement très superficiel dans des années particulièrement sèches.

### **Les effets de la contrainte hydrique sur les raisins blancs**

Pour eux, les facteurs de qualité ne sont pas tout à fait les mêmes parce que l'on recherche des raisins plus acides, qui ont surtout un fort potentiel aromatique et qui ne sont justement pas trop riches en composés phénoliques. Cette question a seulement été étudiée très récemment faute de moyens pour doser les arômes dans les vins blancs, mais surtout les précurseurs d'arômes dans les raisins. Les premiers résultats apportent un début de réponse (cf. graphique 5)



**Graphique 5 : Une forte contrainte hydrique limite le potentiel aromatique du sauvignon blanc (1998) Thèse de Catie Perlégachon.**

Sont portées sur ce graphique 5 les différentes dates de prélèvement et la quantité de précurseur de la P-4MMP (qui est l'un des principaux arômes de Sauvignon blanc en année très sèche) de deux parcelles graveleuses « SG » et « GS » qui sont particulièrement séchantes et de deux parcelles argilo-calcaire qui sont plus humides. On constate que sur des parcelles très sèches, les conditions de stress hydrique sont un peu excessives pour l'expression du potentiel aromatique. Alors que sur des parcelles argilo-calcaire, les précurseurs sont en quantité plus importante.

Après ce travail de Catie Perlégachon, la thèse de Xavier Cholet a montré qu'une contrainte hydrique modérée est favorable pour la qualité des raisins blancs. Celle-ci est plus modérée que pour les raisins rouges. Dans les deux cas, une contrainte hydrique modérée est favorable à la qualité. Mais pour obtenir des raisins rouges de qualité, la vigne peut supporter des contraintes hydriques un peu plus fortes que pour des raisins blancs. Parfois, en situation de très fort stress hydrique on arrive encore à faire des raisins rouges de qualité parce qu'il y a justement une très forte concentration de composés phénoliques. La plage de contrainte

hydrique favorisant la qualité dépend donc de la **couleur du vin**.

Elle dépend aussi énormément du **rendement**. Tant que la contrainte hydrique reste modérée, on peut produire de bons vins avec des rendements raisonnables. Par contre, si la contrainte hydrique est très forte, la photosynthèse est fortement pénalisée et la production globale de sucre au niveau de la vigne devient un facteur limitant. Il est encore possible de produire un vin de grande qualité mais à des rendements très faibles. Parfois il faut descendre à 25 ou 30 hl/ha car dans ces conditions à 50 ou 60 hl/ha on peut avoir des blocages de maturité. Dans la plupart de ces situations, on observe des pertes de qualité par des pertes de feuilles en quantité importantes et par le flétrissement des raisins.

Quand on quitte le contexte bordelais, on voit tout de suite que dans des régions où il pleut beaucoup moins, comme en Espagne ou dans le Languedoc, sous des climats avec 300 à 500 mm, les viticulteurs arrivent à faire de très bons vins dans des conditions de très fortes contraintes hydriques, mais à 25 ou 30 hl/ha. Les rendements sont complètement différents des rendements moyens observés dans le

Bordelais. Dans ces conditions, le facteur eau devient le facteur limitant de la production viticole.

## Le Climat

L'alimentation en eau de la vigne dépend aussi des conditions climatiques du millésime. D'une année sur l'autre, les hauteurs de précipitations sont très variables dans le Bordelais. Quand on

fait la différence entre les précipitations et l'eau qui se perd par évapotranspiration, on peut tenir une comptabilité de l'eau afin d'obtenir un bilan hydrique. Au cours de l'été, cette comptabilité est pratiquement toujours négative car l'évapotranspiration est supérieure à la hauteur des précipitations. Ce bilan hydrique peut être plus ou moins négatif. C'est un très bon indicateur du niveau de sécheresse de l'année. (Cf. figure 1).

Millésime	Bilan hydrique théorique au 30 septembre	Qualité du millésime (Notes /20)
1990	-306	19
2000	-290	19
1986	-271	18
1998	-256	18
1995	-241	17
1962	-231	17
1964	-220	17
1997	-211	15
1988	-211	17
1970	-210	18
1961	-207	20
1991	-206	13
1989	-204	19
1985	-198	18
.....		
1977	-87	11
1993	-80	14
1954	-80	9
1971	-40	17
1956	-39	9
1968	-33	6
1958	-31	12
1969	-14	12
1973	-12	12
1965	-11	3
1963	-8	3
1992	-4	12
1960	-1	12

**Figure 1 : Incidence du régime hydrique sur la qualité du millésime à Bordeaux.**

Sur la figure 1, on trouve en tête des années très sèches comme 1990 et 2000 et en bas des années très humides comme 1960, 1992, 1963 et 1965 tristement célèbres. Dans cette série, les années intermédiaires ont été éliminées par faute de place.

Lorsque l'on met en face des bilans hydriques les notes attribuées à chaque millésime, on constate que, quasiment, tout les millésimes avec des déficits hydriques importants sont des grands millésimes pour le Bordelais et que les millésimes de qualité médiocre sont des années

à faible déficit hydrique avec des bilans hydriques proches de 0.

Le facteur eau permet de très bien expliquer la qualité du millésime avec, cependant, quelques petites exceptions comme par exemple 1991 qui était relativement sec mais qui n'a pas produit forcément des vins de qualité à cause de la gelée. Dans les années humides, il y a des millésimes dont la position est difficile à expliquer, comme par exemple 1971 qui a produit des vins relativement bons bien que l'année ait été particulièrement humide. Il y a donc d'autres facteurs qui ont fait que ce millésime, notamment sur la rive droite, s'en est bien tiré.

Les bilans hydriques sont calculés entre le premier avril et le 30 septembre. Le sol est un réservoir d'eau qui se vide au cours de l'été (les pertes sont plus importantes que les gains) et se remplit pendant l'hiver (les réserves en eau des sols varient entre 50 et 350 mm, la moyenne pour un sol viticole est de 200 mm). Dans le Bordelais, entre le 30 septembre et le premier avril, on a au moins 200 mm et presque toujours 300 mm. La réserve en eau (capacité de rétention) du sol est toujours refaite au premier avril. Le sol est comme une éponge qui peut retenir une certaine quantité d'eau. L'excédent d'eau, tout ce qui tombe en plus de ce que la réserve peut contenir, part par ruissellement, drainage ou rejoint les nappes. La seule différence entre un hiver humide et un hiver sec peut être la hauteur de la nappe mais la capacité de rétention est toujours en place. Finalement, la pluviosité de l'hiver ne va pas beaucoup jouer sur le déficit hydrique.

---

## COMMENT INTERVENIR SUR LE REGIME HYDRIQUE ?

J'ai déjà évoqué une première raison qui explique que le régime hydrique ait moins attiré l'attention que l'alimentation minérale de la vigne par le fait que l'on peut plus facilement diagnostiquer l'alimentation minérale sur la vigne que l'alimentation en eau. Une autre raison est que l'on peut très facilement intervenir

sur la nutrition minérale par la fertilisation alors qu'il est plus difficile d'intervenir sur le régime hydrique.

Un moyen très efficace est le **choix du porte-greffe**. Certains valorisent très bien les réserves en eau du sol, d'autres beaucoup moins bien. Par le choix de celui-ci, on peut très fortement orienter le comportement de la parcelle de vigne par rapport au régime hydrique.

J'ai dit aussi que l'alimentation en eau c'est le sol, le climat et la vigne notamment à travers la **surface foliaire** qui peut très fortement varier en fonction du système de conduite. Il est évident que l'on va assécher d'autant plus vite la réserve en eau du sol que la surface foliaire est importante. Dans les situations du Bordelais, avec un climat plutôt humide, on a souvent pas assez de contraintes hydriques et très rarement trop. On a tout intérêt à épuiser le plus rapidement possible la réserve en eau du sol et la surface foliaire peut y contribuer par de **forte densité de plantation**.

Enfin, quand la vigne subit une très forte contrainte hydrique, on peut encore faire de la qualité avec des petits rendements et dans ces cas là, **l'éclaircissage** peut permettre d'emmener des raisins à terme dans de bonnes conditions.

---

## RAPIDEMENT, LES PREMIERES CONCLUSIONS

Le régime hydrique est essentiel car c'est un facteur de qualité très important mais aussi un facteur de l'effet terroir. Aujourd'hui, on en parle plus grâce à de nouveaux indicateurs qui permettent de l'aborder plus facilement.

Ce qu'il faut retenir c'est qu'une contrainte hydrique est favorable à la qualité.

Parfois, on a un peu peur de la contrainte hydrique. Les viticulteurs n'aiment pas voir leurs vignes souffrir. Jusqu'à un certain niveau, un peu de déficit hydrique est tout à fait favorable à la qualité. Le fort stress est essentiellement préjudiciable à la qualité des raisins blancs.

Pour les raisins rouges tout dépend du rendement. Dans des situations de petits

rendements il peut encore être favorable à la qualité, mais ce qui est incompatible c'est un fort stress hydrique et un fort rendement. Si on a des blocages de maturité c'est gênant dans beaucoup de situations. Dans le Bordelais aucun millésime depuis cinquante ans n'a globalement perdu de la qualité par un stress

hydrique excessif. Cela peut exister ponctuellement sur certaines parcelles mais globalement on n'a jamais perdu de qualité en année trop sèche. Par contre on a très souvent perdu de la qualité en année trop humide. Ce sont des bases qu'il faut bien avoir en tête pour la suite de la discussion

---

### **Questions - réponses :**

Joël Elissalde : *Quels sont les éléments à prendre en compte lors de la plantation pour favoriser l'enracinement ?*

Kees Van Leeuwen : La question de l'enracinement par rapport au régime hydrique est une question relativement complexe parce que tout dépend des réserves en eau du sol. Si les réserves en eau sont faibles, on a des risques de stress hydrique excessif et l'on a tout intérêt à favoriser l'enracinement en profondeur. Au contraire, si les réserves en eau du sol sont confortables, un enracinement profond met plus d'eau à disposition de la vigne et n'est pas forcément à rechercher. C'est l'occasion de mettre fin à un mythe. On dit toujours qu'un enracinement doit être profond pour produire des grands vins et que l'effet terroir est lié à la profondeur de l'enracinement. Quand on regarde les endroits où l'on fait des grands vins, il y a effectivement des exemples de sols très pauvres, très graveleux où l'on fait des grands vins avec un enracinement très profond, mais il y a beaucoup plus d'exemples où justement on fait de grands vins dans des situations où l'enracinement est superficiel. Justement, cet enracinement limite le réservoir d'eau qui est à disposition de la vigne. C'est le cas du calcaire à astéries où on a 50 à 60 cm de terre à disposition de la vigne, c'est le cas des argiles de Pétrus où l'enracinement descend de 1.10 à 1.20 m, et c'est le cas aussi de beaucoup de sols graveleux compressionnés. On pense toujours sol « graveleux = enracinement profond », quand on regarde vraiment dans le vignoble, on constate beaucoup de cas où il y a des compressionnements vers un mètre vingt, un mètre quatre-vingt de profondeur et où dans

ces sols l'enracinement n'est pas aussi profond que ça. Par opposition, on a des sols limoneux ou sableux où l'on peut avoir des enracinements sur 3 mètres ou 3.5 mètres qui ne sont pas forcément de grands terroirs viticoles. C'est difficile de parler de l'importance de l'enracinement sur la qualité sans avoir un type de sol particulier en face.

J.E. : *Au moment de la plantation n'y a t il pas de mesure à faire pour connaître la profondeur de l'eau, l'eau utile à la vigne ? Peut on s'en servir pour choisir un porte greffe ?*

K.V.L. : Je pense que dans tous les cas, avant de planter une parcelle de vigne, il faut observer la vigne que l'on va arracher car dans la plupart des cas une plantation fait place à une vigne qui existait au paravent. Il faut connaître son historique et, avant l'arrachage, effectuer à l'aide d'un tractopelle un profil pour bien observer le système racinaire de la vigne. Si la parcelle est chétive, il peut y avoir des problèmes d'horizons compressionnés trop près de la surface et de semelle de labour. On a tout intérêt à les détruire pour favoriser un enracinement minimum pour que la vigne ait une bonne vigueur et un rendement économiquement viable. Dans d'autres cas, il est moins nécessaire de faire des travaux en profondeur pour ameublir le sol parce que l'on sait que la vigne va bien le coloniser. En ce qui concerne l'eau dans le sol, là aussi c'est une question relativement complexe, parce que l'eau dans le sol peut exister sous deux formes différentes. Elle peut exister sous forme d'eau libre, c'est l'eau contenue dans les grosses cavités du sol, ce que l'on appelle des macropores. Elle est soumise à la gravité et dans un sol meuble elle est évacuée par drainage. Dans certains sols,

elle peut stagner à cause de la présence d'argile ou d'un horizon imperméable. Cette eau libre est ce que l'on appelle des nappes. Pour savoir s'il y a une nappe d'eau dans le sol, c'est relativement simple. Il suffit de faire un trou et, s'il se remplit, c'est qu'il y a de l'eau libre donc on a tout intérêt à l'évacuer par drainage. Le sol contient aussi de l'eau qui se trouve dans des porosités tellement fines qu'elle n'est pas soumise à la gravité. En effet, elle est retenue par les forces capillaires, c'est ce que l'on appelle la microporosité. Elle représente la réserve utile, on ne peut pas l'éliminer par drainage. Si, par exemple, dans un sol limoneux très profond, on a beaucoup d'eau dans les micropores et une alimentation en eau excessive, le drainage n'est pas une solution car n'étant pas soumise à la gravité elle ne va jamais rejoindre les drains. Dans tout les cas on peut conseiller d'effectuer des profils profonds d'environ deux mètres pour bien observer la coupe de sol et le système racinaire avant arrachage. Maintenant, les analyses de sol sont rentrées dans les mœurs, la prochaine étape c'est de rendre systématique l'observation de profil avant l'arrachage et avant la plantation.

J.E : *Et peut être aussi la mesure de la réserve utile pour le choix du porte-greffe ?*

K.V.L : Effectivement, quand on fait un profil il y a deux possibilités. Soit il y a une nappe d'eau et c'est un renseignement très utile pour des travaux de drainage. Ou bien il n'y a pas de nappe d'eau et dans ce cas l'analyse d'échantillon de terre sous différents horizons peut permettre le calcul de la réserve utile et peut être très intéressant pour orienter le choix du porte greffe. Ce qui n'est pas possible avec une analyse de terre classique où l'on ne dispose pas des informations nécessaires pour calculer la réserve utile.

J.E : *On parle souvent de système racinaire pivotant, traçant au niveau des porte-greffes comme par exemple les Riparias qui restent en surface, les SO4 qui plongent. Est-ce vraiment*

*exact ou bien les racines vont en fait où elles veulent ?*

K.V.L : C'est un question difficile, parce qu'effectivement c'est des choses qui se répètent de bouche à oreille et que les viticulteurs et pépiniéristes racontent. Mais lorsque l'on fait une bibliographie scientifique, on ne trouve pratiquement aucune donnée sur ce sujet. Peut être que ces observations ont été effectuées par des chercheurs qui ne les ont pas publiées et dont on a oublié le nom, ce qui est tout à fait possible. Finalement, cette question n'est pas tellement importante, parce que ce qui compte c'est qu'il y a des porte-greffes qui valorisent très bien les réserves en eau du sol. C'est-à-dire que par rapport à la réserve en eau dans le sol ils arrivent à en extraire le maximum. Il y a d'autre porte-greffes qui gaspillent l'eau. Quand on est dans cette situation où l'on risque d'avoir une alimentation en eau excessive, on a tout intérêt à choisir des porte-greffes qui gaspillent l'eau et qui l'extraient moins bien. Par contre, dans des situations très sèches, on a tout intérêt à utiliser des porte-greffes qui utilisent au mieux la réserve en eau du sol. Par exemple, le Riparia Gloire de Montpellier est un porte-greffe qui n'utilise pas bien l'eau. Dans un sol donné, il sera assez vite en situation de contrainte hydrique. Comme on sait que la contrainte hydrique est favorable à la qualité, dans la situation du Bordelais cette caractéristique est très intéressante. Le même porte-greffe dans le midi serait dans une situation catastrophique. On a un autre porte-greffe qui valorise très bien la réserve en eau du sol. On a tout intérêt à l'utiliser dans des conditions sèches. Pourquoi le Riparia exploite mal les réserves en eau du sol ? Peut-être parce qu'il reste plus en surface, c'est tout à fait possible, je n'ai jamais vu de bibliographie sur ce sujet. Je ne le confirme pas mais je ne l'affirme pas non plus.

Xavier Cholet : J'aimerais rajouter quelque chose sur le Riparia, c'était une étude à laquelle tu avais participé. Il y avait six sols très

différents en terme de propriétés physiques et sur lesquels il y avait uniquement du Riparia dont l'enracinement était différent dans les six cas. Finalement, plus la structure était meuble, plus le Riparia allait profondément et inversement. Je pense que c'est un des résultats le plus net sur la relation : Est-ce que c'est le porte-greffe qui fait l'enracinement ou est-ce que c'est la physique du sol qui fait que l'enracinement du porte-greffe est superficiel ? Je pense que beaucoup de monde s'entend maintenant sur le sujet. Des gens comme Boursicot qui montrent que finalement ce n'est pas tant le porte-greffe qui va en profondeur mais c'est la physique du sol qui agit. Inversement si l'on met du 110R ou même du SO4 sur des sols compacts comme certains du bordelais. On observe qu'il manque d'eau dès le mois de Juin.

J.E : *Est-ce qu'il y a des travaux du sol au moment de la plantation, qui justement vont aider à faire plonger ces racines ou les empêcher, qu'est ce que vous préconisez ? Certains conseillent de ne rien faire. Avant, on faisait des labours de 80 cm de profondeur, quelle est la bonne démarche à adopter ?*

K.V.L : Là encore cela dépend du type de sol. Les labours très profonds sont apparus avec l'arrivée des tracteurs très puissants. Autrefois, on ne pouvait pas labourer à 80 cm car l'on ne disposait pas de la motricité nécessaire. Il y a un côté intéressant du labour profond, c'est le fait qu'on sort un maximum de racines. Le problème en viticulture c'est que l'on est confronté à des objectifs contradictoires et qu'il faut trouver un compromis. Labourer profond c'est très bien pour sortir les racines, mais l'on va mélanger différentes couches pédologiques, diluer la matière organique sur une très grande profondeur, et même faire une semelle de labour en profondeur. Dans beaucoup de situations, l'idéal est de labourer à des profondeurs raisonnables, c'est-à-dire entre 40 et 50 cm, mais ne pas exagérer. Il y a d'autres types de préparation de terrain qui peuvent être

complémentaires et intéressants. On peut avoir la situation où à 70 cm on va avoir un compressionnement qui empêchera un enracinement convenable. Dans ce cas, plutôt que de chercher à casser cet horizon, on peut penser à des outils qui ne retournent pas la terre comme des chisels ou des dents tirées par un bull. On peut griffer à des profondeurs relativement importantes de l'ordre d'un mètre. Dans des cas où on a des sols où cet obstacle empêchera la vigne de s'installer correctement, l'utilisation de ce type d'engin présente l'intérêt qu'il ne mélange pas les différents horizons sur une trop grande profondeur. Il remonte un peu les racines, mais pas autant que le labour. De toute façon sortir les racines c'est illusoire, vous avez s'en doute observé qu'après plusieurs labours successifs, on croit que tout est sorti, mais en trouve encore. Cela reste toujours une affaire de compromis.

J.E : *Le problème du drainage et du surdrainage ?*

K.V.L : Le drainage peut avoir deux objectifs. Dans les sols où il y a de l'eau libre, c'est-à-dire une nappe, on peut très facilement se rendre compte de sa profondeur en creusant un trou et en observant où l'eau se stabilise. Mais beaucoup de gens ne le savent pas. Pourtant il est facile d'aller gratter avec une mini pelle à 1.50 mètre, pour savoir s'il y a de l'eau libre. S'il y a de l'eau libre, il y a pratiquement toujours une alimentation en eau non limitante. On a vu tout à l'heure que ce n'est pas dans ces conditions que l'on obtient du bon raisin surtout pour faire du vin rouge. Donc, quand il y a présence d'eau, ce qui est relativement facile à voir, on a tout intérêt à drainer cette eau libre pour essayer de limiter l'alimentation en eau. Le problème c'est que l'efficacité n'est pas toujours ce que l'on pense, car malgré un abaissement de la nappe d'un mètre cinquante, il y a de fortes chances pour que les racines rejoignent tout de même la nappe et se retrouvent dans une situation d'alimentation en eau non limitante. Il faut admettre aussi qu'il y a des sols qui ont un

potentiel viticole limité. Un autre objectif du drainage est de pouvoir accéder plus facilement à la parcelle. Il y a beaucoup de sols où l'eau de pluie va s'égoutter naturellement par gravité, mais après une forte pluie il faut quand même attendre deux ou trois jours pour qu'elle s'élimine. Le drainage va permettre de l'évacuer beaucoup plus vite. C'est un avantage technique lorsqu'il est impératif de traiter après une forte pluie. Pour le surdrainage, la question n'est pas tranchée, mais je ne pense pas que l'on fasse qualitativement moins bon dans cette situation. Par contre, il y a beaucoup de situations où c'est de l'argent jeté par les fenêtres.

Guillaume Pouthier : *Je vais maintenant passer sur le mode de conduite et l'entretien du sol. On voulait savoir s'il y avait une influence positive ou négative des différentes techniques d'entretien du sol dans le bordelais sur l'alimentation en eau de la vigne ?*

K.V.L : On ne peut pas répondre à cette question en faisant uniquement référence à l'alimentation en eau, parce que le système d'entretien du sol aura aussi des répercussions sur l'alimentation minérale. Une première réponse que je peux donner, **c'est sur l'enracinement de la vigne**. Différentes études ont montré que lorsqu'on arrête de travailler le sol et qu'on effectue un désherbage intégral, les racines vont remonter à la surface. Il y a deux inconvénients. En surface, elles sont beaucoup plus sujettes aux eaux de pluies justement au moment des vendanges. S'il se met à pleuvoir 30 ou 40 mm avant les vendanges, les 40 premiers centimètres du sol seront humectés et par conséquent la vigne absorbera beaucoup plus d'eau, ce qui engendrera des effets néfastes comme l'éclatement des raisins etc... Deuxième inconvénient, c'est que les horizons de surface du sol sont plus riches en matière organique. La vigne s'alimente en azote à partir de la matière organique qui est naturellement dégradée dans le sol viticole. L'alimentation en azote de la vigne se déroule surtout là où il y a de la matière organique c'est-à-dire en surface.

Donc plus il y a de racines en surface, plus la vigne s'alimente en azote et l'excès d'azote n'a jamais fait bon ménage avec une production de qualité surtout pour les raisins rouges. Pour le désherbage intégral je pense que qualitativement ce n'est pas le top. Ensuite la question entre labour et l'enherbement, là les profils racinaires sont relativement comparables, parce que le labour chasse les racines des horizons de surface mais l'herbe aussi parce qu'il y a une concurrence entre elles et l'herbe. Dans un système de vignes enherbées, on trouve des profils racinaires relativement identiques à ceux de vignes labourées. Par rapport à l'enracinement ces deux systèmes d'entretien du sol sont à peu près équivalents. Ensuite la question **sur l'alimentation en eau**. Il est évident que si l'on sème de l'herbe entre les rangs de vigne, elle consommera de l'eau et l'évaporerait. Il y a donc moins d'eau à la disposition de la vigne. Mais l'herbe consommera aussi des éléments minéraux et de l'azote et concurrencera la vigne par rapport à celui-ci. Pendant très longtemps, il y a eu dans le monde scientifique un débat. On a vu que des vignes enherbées étaient moins vigoureuses moins productives et souvent plus qualitatives. On voyait qu'il y avait un facteur limitant mais est-ce que c'était l'eau, la nutrition minérale ou bien l'azote ? A la fin des années 1990 l'INRA a fait des études très approfondies et très sérieuses. Ils ont mesuré l'alimentation en eau et l'alimentation minérale sur des vignes enherbées. Il est apparu que la vigne enherbée ne subissait pas plus de contrainte hydrique qu'une vigne non enherbée. C'était une surprise, malgré le fait que l'herbe consomme de l'eau, la vigne n'était pourtant pas plus stressée. Par contre la vigne était beaucoup moins bien alimentée en azote. En fait, l'herbe concurrence la vigne pour la nutrition azotée, par conséquent la vigne a moins d'azote à sa disposition donc elle est moins vigoureuse et sa surface foliaire moins importante. La vigne transpire moins donc consomme moins d'eau. Sur un système enherbé, l'herbe consomme une partie de l'eau

mais la vigne en consomme moins car elle a moins de surface foliaire. On arrive à des consommations en eau à peu près équivalentes à un système non enherbé. Par contre, pour l'azote il y a un effet dépressif très net. Un système enherbé aura moins de vigueur, moins de rendement, des raisins plus riches en composés phénoliques parce que la vigne est concurrencée en azote ce qui est favorable à la qualité. Il ne faut pas oublier qu'en viticulture il faut toujours un facteur limitant pour produire des raisins de qualité.

G.P. : *Est-ce qu'il faut sur ce côté-là différencier les raisins blancs des raisins rouges ?*

K.V.L. : Oui, c'est un résultat des travaux de Xavier Cholet. Il a bien montré de manière indéniable l'effet de l'azote sur la qualité des raisins blancs. Dans tout les cas, le fort excès d'azote est négatif parce qu'il entraîne un excès de vigueur et favorise le botrytis. Mais la carence en azote pour les raisins blancs est aussi nuisible. Xavier Cholet a montré que dans ce cas il y a moins de précurseurs d'arôme, et il y a aussi plus de composés phénoliques qui vont se transformer en quinone pendant les opérations préfermentaires et vont s'attaquer au peu d'arôme qu'il y a. Il faut être très prudent avec l'enherbement sur les vignes blanches, sauf si le sol est assez riche en azote et peut alimenter à la fois l'herbe et la vigne, ce qui est relativement rare.

G.P. : *Je vais rebondir sur l'analyse physique. On parle beaucoup de tassement du sol, est-ce que le tassement du sol à un rôle prépondérant dans l'alimentation hydrique ?*

K.V.L. : Les réserves en eau du sol dépendent énormément de la texture. Les sols à texture fine peuvent retenir plus d'eau que les sols à texture grossière par unité de volume de sol. Par contre, le tassement joue beaucoup sur la profondeur d'enracinement notamment la compacité du sol. Il faut bien sur que le sol soit suffisamment meuble pour que la vigne puisse correctement s'installer dans ses premières

années, notamment dans les horizons de surface. Les sols qui sont compacts en profondeur grâce à leurs propriétés naturelles sont souvent des bons sols car ils limitent la prospection racinaire en profondeur. Dans le cas d'un sol avec une réserve en eau importante cette situation est plutôt positive.

G.P. : *Tout à l'heure on parlait du désherbage intégral, on s'aperçoit souvent que les terroirs désherbés sont relativement tassés et qu'en fait lorsqu'il y a des pluies abondantes, il y a un effet ruissellement qui est très important. Tu disais que sur les quarante premiers centimètres le sol pouvait boire beaucoup d'eau. Mais est-ce qu'il y a un effet de ruissellement plus important que sur des vignes labourées ou enherbées ?*

K.V.L. : Effectivement le ruissellement peut être plus important sur des sols non travaillés, mais c'est plutôt positif. Tout millimètre d'eau qui ne rentre pas dans le sol, notamment au mois de Septembre, c'est des millimètres gagnés. En fait les sols désherbés ont tellement de désavantages par ailleurs que cet avantage ne va pas être déterminant, les inconvénients vont l'emporter. Par contre, sur des sols travaillés, je pense qu'il ne faut pas toucher au sol dans les semaines qui précèdent la vendange. Autrefois, on griffait la veille des vendanges pour que ce soit plus joli. Mais s'il pleuvait, l'eau s'infiltrait jusqu'aux racines. De plus, les vendangeurs s'embourbaient. Par contre, si le sol est un peu tassé, une partie de l'eau va partir par ruissellement. Je conseillerais aux gens de ne plus griffer à partir de la véraison pour faire en sorte qu'en cas de pluie une partie de l'eau parte par ruissellement.

Christian Veyry : *Tu nous as parlé de l'alimentation hydrique qui doit être modérée. Tu nous as dit que l'on avait des outils pour appréhender l'alimentation hydrique. Est-ce que tu peux nous en dire deux mots? Mais aussi est-ce que sans ces outils il est possible de cerner le niveau de l'alimentation hydrique d'un vignoble ?*

K.V.L. : C'est une question relativement large. Les premières techniques pour évaluer l'alimentation en eau de la vigne étaient basées sur des mesures de l'eau dans le sol. Donc on peut penser que moins il y avait d'eau dans le sol, plus le végétal allait subir de contrainte hydrique importante. C'est vrai dans l'absolu. Mais les techniques de mesure d'eau dans le sol sont relativement complexes. Il y avait un outil qui s'appelait l'humidimètre à neutron. Comme le nom le dit, cet appareil était relativement radio actif et très cher. Le professeur Seguin l'a utilisé dès les années 60. Il a pu montrer des choses très intéressantes. Il est évident que cet appareil n'est destiné qu'aux gens qui font de la recherche. Les difficultés d'utilisation ont fait qu'aujourd'hui on l'utilise de moins en moins. Puis on en est venu à l'idée que la plante peut être un très bon indicateur de son propre état hydrique. C'est-à-dire qu'en fonction de l'importance de l'alimentation en eau de la vigne certaines modifications physiologiques se produisent qui permettent de mesurer ou de voir l'état de son alimentation hydrique. Il y a différents types d'indicateurs physiologiques. Je ne vais pas les énumérer. Une méthode qui est très intéressante et qui existe depuis longtemps, c'est la mesure du potentiel hydrique avec la chambre à pression. Qu'est ce que le potentiel hydrique ? Dans les tissus de la vigne il y a plus de 80 % d'eau et les teneurs en eau des différents organes de la vigne varient avec le déficit hydrique. En situation de fort déficit hydrique, la plante perd beaucoup d'eau, les tissus sont moins riches en eau qu'en situation d'alimentation hydrique non limitante. Ces variations de teneur en eau dans les tissus sont assez difficiles à mesurer car elles vont différer de 80 à 85 %. Par contre ces petites variations en volume vont entraîner de grandes variations en tension. On parle de potentiel de l'eau, en quelque sorte de force de rétention. Dans les organes de la vigne, il y a des forces de rétentions de l'eau qui varient énormément en fonction des conditions d'alimentation en eau. On peut mesurer le potentiel de l'eau grâce à

cet appareil relativement simple, mit au point par un américain dénommé Chaulander qui ne travaillait pas sur la vigne. C'est une chambre à pression composée d'un cylindre en inox sur lequel il y a un couvercle (Cf. Figure 2). L'ensemble résistant à de fortes pressions.

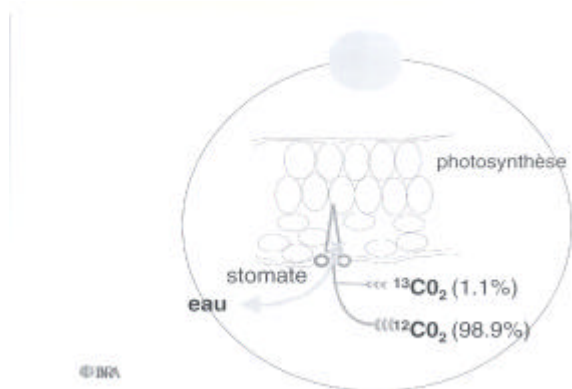


**Figure 2 : Chambre à pression**

Dans le couvercle il y a un trou qui permet d'insérer une feuille. On cueille une feuille de vigne que l'on insère dans la chambre en laissant passer le pétiole par le trou du couvercle. Puis on referme et un joint assure l'étanchéité au niveau du pétiole. La chambre est normalement reliée à une bouteille d'azote, la même que vous avez dans les chais ou un autre gaz sous pression. Puis à l'aide d'un robinet, on augmente progressivement la pression dans la chambre et en même tant on regarde bien la section du pétiole. L'eau est normalement en dépression dans la feuille. On exerce une pression sur la feuille qui va rétablir la pression de l'eau dans la feuille. On observera sa remontée à travers le pétiole car la sève apparaîtra au niveau de la section du pétiole. A ce moment là, on a équilibré les pressions. Par conséquent la pression dans la chambre sera égale à la dépression qui existait dans la feuille. Le potentiel de l'eau dans la feuille s'exprime en pression négative et l'on peut atteindre jusqu'à 16 bars dans la chambre. Aussi, lorsque l'on fait la mesure, il y a des précautions à prendre. La mesure en soit est simple. Je ne rentrerai pas dans les détails, mais après il y a l'heure de la mesure. On peut ensacher les feuilles pour éviter la transpiration.

Dans ce cas là ce n'est plus le potentiel de la feuille mais le potentiel du rameau entier qu'on appelle le potentiel xylème qui est beaucoup plus intéressant que le potentiel foliaire. La chambre à pression mesure instantanément l'état hydrique de la vigne. C'est à la fois l'avantage et la limite de la technique. On peut dire à quel moment la vigne manque d'eau et avec plusieurs mesures durant la saison on peut avoir des indications très précises. Pour information une chambre à pression coûte 4000 euros, comparée à d'autres appareils en recherche, on considère que ce n'est pas cher. C'est une technique qui maintenant est tout à fait opérationnelle.

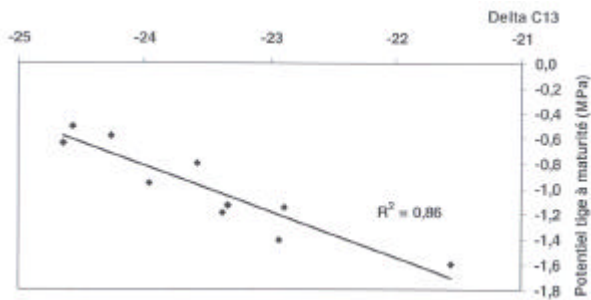
Il y a une autre technique qui est basée sur un principe totalement différent et qui marche aussi très bien. Toujours dans la même idée d'utiliser la vigne pour indiquer son propre état hydrique. Il y a la mesure du Delta C12/C13. Vous savez que les plantes, la vigne n'y faisant pas exception, incorporent du gaz carbonique qui est utilisé pendant la photosynthèse et qui se transforme en sucre. Pour cela les feuilles captent du CO2 atmosphérique et ce carbone est incorporé dans les tissus (Cf. figure3).



**Figure 3 : Schéma de l'incorporation de CO2 par la feuille.**

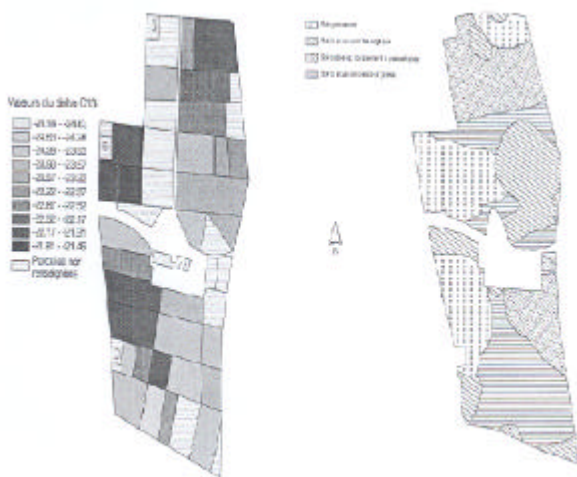
Dans l'atmosphère il y a beaucoup de carbone 12, à peu près 98.9 % et il y a 1.1 % de carbone 13 qui, rassurez vous, n'est pas radioactif. Ce carbone 13 va être incorporé lors de la photosynthèse mais plus difficilement pour des raisons qui tiennent à l'équipement enzymatique

de la vigne. Si l'on compare le rapport C12/C13 dans les sucres issus de la photosynthèse par rapport à celui de l'atmosphère, il y a plus en proportion de C12 dans les sucres que dans le CO2 atmosphérique parce qu'il est plus facile à la plante de l'incorporer. C'est ce que l'on appelle de la discrimination isotopique. La vigne discrimine positivement le carbone 12. Mais si la vigne est en situation de contrainte hydrique, elle va fermer ses stomates afin d'éviter de perdre de l'eau. Il n'y a plus de gaz carbonique qui puisse rentrer dans la feuille. La photosynthèse va quand même continuer et va épuiser tout le CO2 qui est présent dans la chambre sous stomatique. Une fois qu'elle a épuisé le carbone 12, elle va être obligée d'utiliser le carbone 13. Par conséquent, en situation de contrainte hydrique, la vigne incorpore du carbone 13 en plus grande proportion. A la fin de l'année, on réalise le rapport C12/ C13 dans les sucres du moût à maturité. Plus il y a de carbone 13 incorporé, plus la vigne a subi une contrainte hydrique. Le calcul de la proportion de carbone 12 et 13 se fait par rapport à un échantillon de référence. Ce qu'il faut retenir c'est que l'on obtient des valeurs négatives s'échelonnant de -20 à -27 pour mille. A -20 la vigne subit une très forte contrainte hydrique et à -27 il n'y a pratiquement pas de contrainte hydrique. Cet indicateur est moins précis que le potentiel tige, car on peut savoir globalement s'il y a eu plus ou moins de stress mais sans pouvoir le situer dans le temps. De plus il n'y a qu'une mesure à réaliser sur le moût à maturité. Je crois qu'il faut un échantillon de moins d'un millilitre qui je pense ne va pas pénaliser le potentiel de production de vos exploitations. L'intérêt est qu'il est possible d'échantillonner autant de parcelles que votre budget le permet, car pour information une analyse coûte de l'ordre de 55 Euros. On a effectué dans plusieurs situations la corrélation entre le potentiel tige et le delta C12/C13 et ça marche quasiment à tous les coups (Cf. graphique 6).



**Graphique 6 : Corrélation entre le potentiel tige à maturité et le delta C13 mesuré sur les sucres du moût à maturité.**

Quand le Delta C12/C13 est fortement négatif, le potentiel tige est faiblement négatif. Ceci correspond à des situations d'absence de contrainte hydrique. Alors que comme vous pouvez le voir sur la courbe, on a une parcelle qui a subi une forte contrainte hydrique qui arrive à -0.6 Mpa en potentiel tige et à -21 en delta C12/C13. Ces deux indicateurs sont tout les deux intéressants et très complémentaires. Soit on fait les deux à la fois ou l'un ou l'autre. Juste un petit exemple de ce qu'on peut faire avec delta C12/C13 (Cf. figure 4).



**Figure 4 : Comparaison entre l'intensité de la contrainte hydrique subie par la vigne, évaluée par la mesure du Delta C13 des sucres du moût en 2000 (à gauche) et la carte des textures de la même propriété (à droite).**

C'est un vignoble de Saint-Emilion que certains connaissent sur lequel il y a des sols graveleux indiqués par des petits cailloux qui sont évidemment les sols les plus secs. Ici on a une échelle de delta C12/C13. Les couleurs sont d'autant plus foncées que les valeurs de delta C12/C13 sont d'autant plus négatives. On voit qu'il y a une très bonne corrélation entre les sols graveleux et les deltas C12/C13.

Tout comme pour la nutrition minérale, les analyses ont bien sur leur intérêt mais un bon viticulteur c'est aussi quelqu'un qui observe son vignoble et on peut voir beaucoup de choses sans effectuer aucune analyse. C'est le cas de la contrainte hydrique. Une vigne tant qu'elle pousse ne subit pas de contrainte hydrique. La croissance des rameaux est l'une des premières fonctions qui est affectée par la contrainte hydrique. L'inverse n'est pas forcément vrai, parce qu'il peut y avoir un facteur limitant. Une vigne peut être très bien alimentée en eau, mais s'il y a une forte carence en azote, elle s'arrêtera de pousser. Le premier signe de début de contrainte hydrique, c'est le ralentissement et l'arrêt de croissance. Ensuite, si cette contrainte augmente, notamment sur le cépage merlot, les feuilles vont se fermer, se mettre en gouttière. Vous avez sans doute observé en plein été, les feuilles qui la journée se mettent en gouttière et le soir, quand la température chute, se réouvrent. Les feuilles qui pendent un peu, c'est aussi le signe de contrainte hydrique. Ensuite, le stade suivant est le jaunissement des feuilles à la base du cep. Là on est tout à fait dans des situations de contraintes hydriques qui restent favorable à la qualité. Personnellement, j'aime bien voir ce phénomène surtout à la véraison car l'on arrive dans des conditions de stress hydrique qui sont intéressantes. Puis les feuilles commencent à cramer et à tomber. Quand cela concerne 10% des feuilles il ne faut pas s'affoler. Par contre, si c'est supérieur à 10% tout dépend du rendement. Dans le cas d'un rendement faible de 30 hl/ha, on a vu des vignes qui ont perdu un tiers de feuilles et produire des raisins

de grande qualité. Par contre, si le rendement est de 60 hl/ha on arrive au stade suivant, le stade ultime. Il y a flétrissement des raisins, arrêt de maturité, le sucre qui n'augmente plus et les acidités qui stagnent. On est au stade où le déficit hydrique se transforme en véritable stress.

*C.V : Quand on a ces moyens de contrôler le stress hydrique, notamment avec la chambre à pression, est-ce que tu pourrais nous dire ce que tu conseillerais au niveau de l'intervention sur le vignoble. Y a-t-il des moyens d'agir ?*

*K.V.L : Il faut distinguer les moyens qui permettent d'agir très rapidement et ceux qui permettent d'agir à plus long terme. Le moyen le plus efficace pour se positionner dans les plages de contrainte hydrique optimum, c'est de bien planter le vignoble. C'est jouer aussi sur le porte-greffe et jouer sur la surface foliaire pour optimiser le vignoble. Quand on est, comme souvent dans le bordelais, dans des situations où l'on n'a pas assez de contrainte hydrique, il faut favoriser un porte-greffe comme le Riparia gloire de Montpellier et favoriser les fortes surfaces foliaires. Au contraire, quand on est dans une situation très sèche, comme dans le Midi ou en Espagne, Il faut choisir des porte-greffes qui exploitent très bien les réserves en eau du sol et aussi limiter la surface foliaire pour limiter l'évaporation. Mais bien sur limiter dans les mêmes proportions le rendement pour que le rapport surface foliaire quantité de fruit reste favorable à une bonne maturation. C'est le moyen le plus efficace mais bien sur à long terme. Je pense que quand on fait de la viticulture on réfléchit à long terme et je pense que des connaissances comme le régime hydrique de la parcelle par des mesures régulières de delta C12/C13 ou de potentiel tige permettent d'anticiper et dans le cadre des plantations de faire le bon choix. Les moyens pour agir dans l'année sont beaucoup plus limités. Encore une fois, par les adaptations de conduite, on peut favoriser les surfaces foliaires sur des sols qui ont de fortes*

réserves en eau. On peut rogner plus haut pour essayer d'évaporer un maximum d'eau. Au contraire, quand on est victime de stress hydrique excessif, il n'y a pas besoin de réduire la surface foliaire, mais de réduire le rendement parce que l'on sait que dans ces conditions de véritable stress hydrique, on ne peut faire du bon vin qu'avec de faibles rendements. Ce que j'ai oublié de dire, c'est que dans les appellations où on a le choix entre raisins rouges et blancs, il faut adapter les cépages en fonction des réserves en eau du sol. C'est-à-dire mettre les cépages rouges sur des sols très secs, style graveleux, et les cépages blancs plutôt sur des sols limoneux argilo-calcaire. Même à travers les cépages, on sait que le Cabernet Franc et le Cabernet Sauvignon résistent mieux au stress hydrique que le Merlot. Finalement, ce qui va se présenter le plus souvent dans le bordelais, c'est que l'on a un sol limoneux profond avec 300 mm de réserve en eau, on a augmenté au maximum la surface foliaire mais ça ne suffit pas pour épuiser les réserves en eau du sol. On plante du Riparia et pourtant on n'arrive pas en situation de stress hydrique. Dans ce cas là, la mise en place d'un enherbement concurrentiel peut améliorer la qualité, parce qu'on ne va pas tellement intervenir sur le régime hydrique mais on va créer un autre facteur limitant qui est l'alimentation en azote.

*C.V : Tu veux dire par là, qu'à Bordeaux on n'a pas de souci à se faire. On peut s'engager vers des voies qui vont limiter l'alimentation hydrique de la plante sans risque de se retrouver en phase de stress hydrique trop important ?*

*K.V.L : Ponctuellement ça peut exister sur des parcelles mais ce n'est pas le cas général. On perd beaucoup plus fréquemment en qualité par une alimentation hydrique non limitante, mais on ne s'en rend pas compte parce que la vigne est belle, elle pousse.*

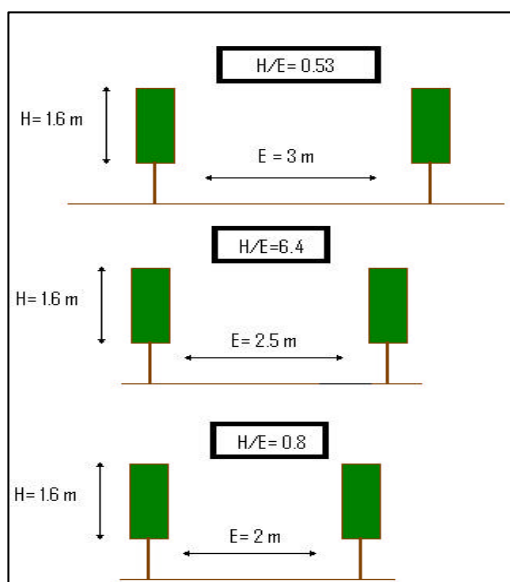
*C.V : Tu as dit que la surface foliaire était quelque chose d'important. Par exemple, si on*

est un peu juste au niveau de l'alimentation hydrique, préfères - tu laisser la vigne s'équilibrer toute seule en perdant des feuilles vers le bas plutôt d'abaisser le rognage?

K.V.L : Dans ce cas là, il faut commencer à ne pas exagérer avec les hauteurs de feuillage. On peut rogner un peu plus bas. Un exemple intéressant, c'est que sur le vignoble de Cheval Blanc, les parcelles graveleuses étaient rognées vingt centimètres plus bas que les autres. La vigne s'était auto réglée, car comme ce sont des sols plus pauvres, les rendements étaient aussi plus faibles. On restait sur un rapport surface foliaire quantité de fruits quand même favorable à la maturation.

G.P : Je voulais simplement te demander, au niveau des densités de plantation, y a-t-il une asymptote ou pas car plus on va planter de pieds à l'hectare, plus la surface foliaire sera importante en terme de quantité et donc plus on aura une alimentation hydrique limitée ?

K.V.L : Là il y a un petit croquis qui s'impose (Cf. figure 5).



**Figure 5 : schéma illustrant la réflexion sur le rapport hauteur de feuillage et écartement entre les rangs**

On sait que le rapport entre hauteur du feuillage et écartement du rang, favorable à la qualité, va se trouver entre 0.6 et 0.8 qui est l'optimum. Prenons un écartement entre les rangs de 3 mètres. La hauteur de feuillage que l'on peut gérer est d'environ 1.60 mètres maximum. Donc avec un écartement de 3 mètres, le rapport hauteur sur écartement est d'environ 0.5. Donc on ne peut pas arriver à l'optimum, c'est techniquement impossible. Maintenant prenons un écartement de 2.5 mètres entre les rangs. La densité est d'à peu près 3000 pieds ha. Dans ce cas le rapport hauteur du feuillage sur écartement est de 0.64. Ce n'est pas l'optimum mais c'est mieux. Par contre, avec un écartement de 2 mètres, tout en gardant la même hauteur de feuillage, on arrive au rapport optimum de 0.8. Donc à deux mètres on est capable techniquement d'optimiser la surface foliaire. Si l'on descend en dessous, on aura plus de liberté avec la hauteur de feuillage, mais cela engendre des coûts économiques supplémentaires.

C.V : Y a t-il une influence de la densité sur l'enracinement et l'exploitation du sol et donc sur la réserve utile?

K.V.L : Dans les vignes à fortes densité, il y a une meilleure colonisation du sol et en quelque sorte, ça va partiellement annuler l'effet de l'augmentation de la surface foliaire parce que la réserve utile du sol va être mieux exploitée. La vigne va évaporer plus d'eau mais les racines vont en trouver plus dans le sol. Cependant, l'effet de l'évaporation l'emporte sur l'effet de l'exploration du sol par les racines. En règle générale, plus on augmente la densité plus on a des chance de précocité.

J.E : Par rapport à la vendange en vert, on a parlé de l'importance des raisins comme ponction au niveau de l'eau. Est-ce que l'on a intérêt de faire les vendanges en vert le plus tard possible ?

K.V.L : On observe que l'éclaircissage a beaucoup d'avantage, mais à aussi un

inconvenient. C'est que sur les vignes éclaircies les raisins sont plus gros. Il y a un effet de compensation qui est négatif et qu'il faut limiter. On constate que cet effet est moins important quand on éclaircit tardivement.

Personnellement, je suis plutôt favorable à un éclaircissage relativement tardif, mais quand même avant la véraison, parce que ensuite on gaspille du sucre. Le meilleur moment c'est les quinze jours qui précèdent la mi-véraison, c'est-à-dire la deuxième moitié de juillet.

C.V. : *Quel serait le moyen de réguler l'alimentation hydrique lors des pluies d'été qu'on a souvent à Bordeaux ?*

K.V.L. : On ne peut pas maîtriser le climat, mais comme je l'ai dit, à Bordeaux il pleut un petit peu trop, mais il faut quand même de l'eau. Il y a d'autres régions où on a le problème inverse, c'est à dire que le stress hydrique est trop excessif. Il nuit à la qualité des raisins et à la quantité de production qui devient très basse. Finalement, le régime idéal de pluviosité c'est ce que l'on constate à Bordeaux durant les années sèches. Ce que l'on peut remarquer aussi, c'est que les pluies d'été dans le bordelais sont relativement vite évaporées, parce que l'eau tombe sur le sol sec et il y en a une bonne partie qui est directement évaporée par le sol. De plus la transpiration de la vigne s'affole, et en quelques jours elle est capable de transpirer beaucoup d'eau. Le régime que l'on a dans les années sèches à Bordeaux est tout à fait favorable. Le problème se pose dans les années humides.

Alain Raynaud : *Finalement le bâchage n'était pas aussi inutile que l'INAO a bien voulu le dire ?*

K.V.L. : J'étais l'un des premiers à l'expérimenter, puisqu'on avait fait nos expérimentations en 1996. Ces expérimentations montrent effectivement, que sur la qualité des raisins, le bâchage ne peut pas être remis en cause. On limite l'infiltration de

l'eau pendant la période de maturation. On a remarqué aussi que l'on modifie le micro climat. Il devient plus sec, parce qu'il y a moins d'évaporation de l'eau par le sol donc induit un meilleur état sanitaire. Finalement le bilan qualitatif était plutôt positif. Après, le rôle de l'INAO est aussi un rôle de garant de l'originalité des terroirs. On peut se poser la question à partir de quel moment l'excès de technologie tue le terroir, même s'il améliore, parcelle par parcelle, la qualité. Mais je ne suis pas compétent pour répondre, c'est un autre débat.