

## **REPERCUSSION DU STRESS HYDRIQUE SUR LES VIGNOBLES ET LA QUALITE DU VIN (REGION EST DES ÉTATS-UNIS)**

**Par Alan N. Lakso et Robert M. Pool**

Note de l'éditeur : cette recherche a été soutenue par le Fonds New-yorkais pour la recherche sur la production de raisin (New York Grape Production Research Fund ), la Fondation New-yorkaise du vin et du raisin (New York Wine and Grape Foundation), le Programme Cornell IPM (Cornell IPM Program), et le Consortium sur la Viticulture de la région est (Eastern Viticulture Consortium).

### **Les bases de l'équilibre hydrique dans les vignobles de l'est des États-Unis**

Dans les zones humides de l'est des États-Unis, les précipitations sont irrégulières et la fréquence des stress hydriques est difficile à prévoir, tout comme leur durée et leur intensité. Faudra-t-il que nous changions nos pratiques culturales ou que nous investissions dans les techniques d'irrigation à cause des risques de sécheresse? Nous savons que la réponse à cette question dépend de facteurs comme le degré de sécheresse des saisons, la quantité d'eau retenue par le sol des vignobles, celle requise par les vignes et le manque d'autres cultures concurrentes. Puisque nous ne pouvons pas prévoir le climat, il paraît indispensable de réaliser une estimation des risques encourus et d'évaluer par la suite des méthodes pour les réduire. Pour y arriver, il est indispensable de comprendre les facteurs qui accroissent ou réduisent les risques liés au stress hydrique.

Le risque de stress hydrique n'est pas un élément isolé ; en effet, comme c'est le cas dans notre système économique, il est plutôt lié à l'équilibre entre l'approvisionnement et la demande. Les risques de déficit diminuent quand les apports en eau sont supérieurs aux besoins. Dans le cas contraire, c'est-à-dire quand la quantité d'eau disponible ne couvre pas les besoins, le risque de stress hydrique est élevé et les avantages potentiels liés à l'irrigation deviennent plus importants. Outre les précipitations saisonnières, plusieurs éléments interviennent dans la détermination du risque global de sécheresse. Il est alors important de les évaluer séparément puisque certains paraissent difficilement modifiables, alors que d'autres le sont.

### **Alimentation hydrique**

Les sols lourds, comme les sols limoneux ou argileux, retiennent plus d'eau par mètre cube que les sols plus légers comme les sols sableux ou graveleux. En effet, un même volume de terre sableuse retiendra 50% d'eau de moins que celle retenue par un sol argileux. Cependant, cette différence peut être gommée si le sol plus léger permet une aux racines de s'implanter plus profondément, comme dans le cas du sol graveleux des vignobles de Chataqua longeant le Lac Erie, où un enracinement à environ 2 mètres de profondeur, voire plus, a été constaté. La plupart des sols lourds retiennent certes plus d'eau par mètre cube, mais le volume total d'enracinement peut, lui, être limité en raison du faible nombre de strates qui peut caractériser ces sols.

Sans compter l'épaisseur du sol, on désigne par quantité d'eau « disponible » le volume d'eau se trouvant dans la zone d'enracinement des vignes. Les vieilles vignes peuvent établir leurs racines relativement bien en profondeur dans les sols faiblement compactés, mais la profondeur de l'enracinement est souvent limitée par les couches

imperméables des sols compacts ou rocailleux. Les jeunes vignes gardent pendant plusieurs années un système racinaire limité de par son extension et sa densité et leur volume d'enracinement reste réduit même si le sol permet un éventuel enracinement profond. La profondeur de l'enracinement et la capacité à retenir l'eau sont deux paramètres importants dans la détermination de la quantité d'eau disponible au final dans les réserves souterraines. Ainsi, l'eau potentiellement disponible correspond au volume d'enracinement x la capacité du sol à retenir l'eau.

Les vignes ne sont pas les seules plantes ayant besoin d'eau dans les vignobles. Les mauvaises herbes et les cultures de couverture rivalisent aussi pour l'eau et sont des éléments importants de l'équilibre hydrique des vignobles. D'après nos observations, les vignes ne rivalisent pas très bien avec les mauvaises herbes et les cultures de couverture puisque leurs systèmes racinaires sont d'une densité très faible (c'est-à-dire qu'elles ne développent pas beaucoup de racines par mètre cube de terre) par rapport aux autres plantes. Des études récentes menées avec Rick Dunst dans notre laboratoire de Fredonia, et portant sur les effets des cultures de couvertures dans les inter-rangs des vieilles vignes du cépage Concord dans l'ouest de l'état de New York, ont conclu que :

- 1) Les cultures de couverture dans les inter-rangs sont principalement en concurrence pour l'eau.
- 2) Quand la croissance est optimale, toutes les espèces de couverture sont au même niveau de compétition.
- 3) Faucher la couverture herbeuse a, généralement, un effet limité et temporaire sur la quantité d'eau utilisée par la couverture ; cette pratique ne devrait pas s'inscrire dans une optique d'économie d'eau
- 4) La concurrence diminue d'une façon marquée si et quand la culture de couverture entre en état végétatif et prend une couleur jaunâtre ou brunâtre. Le traitement à l'herbicide est alors plus efficace.
- 5) La période comprise entre la floraison et les 4 à 6 semaines qui la suivent, est une période critique où la concurrence pour l'eau limite la croissance de la vigne. Un traitement à l'herbicide sans désherbage est donc efficace à ce moment-là.

Selon nos estimations, l'enherbement inter-rangs consomme, en plein été, entre 200 et 250 mètres cubes d'eau (entre 2 et 2 ½ acre-pouces) par mois dans un vignoble type de l'état de New York. Dans le cas où d'autres facteurs induiraient un risque modéré de stress hydrique, des changements dans la gestion des inter-rangs pourraient agir d'une manière significative sur le risque de stress hydrique ; Exemple : remplacer l'épandage d'herbicide en stade de floraison par un enherbement permanent. Passer à un système de gestion des inter-rangs basé sur l'économie d'eau peut éviter le recours à l'irrigation dans certains cas.

Toutefois, ces résultats ne tiennent pas compte de la concurrence exercée par les mauvaises herbes et les cultures de couverture situées sous les vignes. En effet, d'autres études nous ont révélé qu'une couverture totale sans espace nu sous les vignes était nuisible à la croissance de la vigne et à la productivité du cépage Concord, et irriguer n'y change rien. Il semble donc que les vignes ont besoin d'un minimum de sol nu, où aucune autre plante n'entre en concurrence avec elles.

## Besoins hydriques

Le climat est évidemment l'élément le plus important dans la détermination des besoins hydriques. Un temps sec ou chaud peut provoquer l'évaporation de 200 à 250 millimètres d'eau par mois dans une surface découverte, alors que des mois d'été frais, comme ceux que nous connaissons dans l'état de New York, provoquent l'évaporation de moins de 120 millimètres. Cela signifie qu'il peut y avoir des années où aucun vignoble n'aura besoin d'irrigation, et d'autres où beaucoup d'exploitations pourront en tirer avantage. Le plus grand avantage de l'irrigation consiste en la garantie d'un approvisionnement en eau maintenant une productivité stable d'une année sur l'autre et permettant ainsi d'éviter les fluctuations au niveau des rendements. Par ailleurs, le fait que le niveau des précipitations soit bas ne signifie pas toujours que les vignes souffriront de stress. En effet, une sécheresse combinée avec des températures modérées peut avoir des effets très limités car le besoin en eau sera faible. De la même manière, des périodes chaudes et sèches entre les précipitations peuvent provoquer un stress à cause d'une demande exceptionnellement accrue, et ce même avec des quantités de précipitations normales. Il s'agit là encore de l'équilibre entre approvisionnement et besoins.

La quantité d'eau consommée par les vignes est déterminée par l'action desséchante de l'air (température et humidité) et par la quantité de lumière naturelle qu'elles absorbent. La disparité au niveau du degré d'absorption de la lumière par les différents modes de conduite explique l'amélioration du rendement constatée dans des modes tel que pour le « Geneva double curtain » ; en effet, l'absorption de la lumière est à la base de la photosynthèse. Mais lorsque les stomates des feuilles s'ouvrent pour permettre la pénétration du dioxyde de carbone, ils laissent s'échapper de la vapeur d'eau. Par conséquent, les modes les plus productifs sollicitent généralement plus d'eau que les modes qui le sont moins. Les surfaces foliaires déployées, comme c'est le cas dans le mode de conduite « Geneva double curtain » (GDC) ou dans celui de la Lyre ouverte, captent plus de lumière (60 à 70% de la lumière disponible pour l'ensemble du feuillage) que les conduites en rideau simple (seulement 40 à 50%) et vont utiliser et nécessiter plus d'eau. Dans une étude qui a été menée pendant 12 ans en Ontario, par Bob Cline et son équipe, il a été démontré que les vignes conduites en GDC ont clairement tiré des avantages substantiels de l'irrigation alors que celles conduites en rideau simple n'en ont tiré aucun avantage. De la même façon, nous avons montré que la sécheresse a des répercussions plus importantes (et donc l'irrigation plus d'avantages) quand les vignes sont soumises à la taille minimale plutôt que lorsqu'elles sont conduites en rideau simple conventionnel.

Quelle est la quantité d'eau utilisée par les vignes à l'est ? Nos récentes études, menée dans l'ouest de l'état de New York, indiquent qu'une fois que la densité de feuillage maximale est atteinte en juillet et en août, les vignes du cépage Concord conduites en rideau simple, utilisent environ 113 à 150 litres d'eau par cep et par semaine (Tableau 1). Cela équivaut à environ 90 millimètres d'eau par mois pour 1 acre (0,4 ha) de vignoble. Curieusement, cette valeur correspond aux moyennes de précipitations pour ces mois-là à Fredonia. Les vignes *Vitis Vinifera*, qui sont normalement taillées d'une façon plus lourde et qui développent un feuillage plus ouvert, captent moins de lumière et utilisent moins d'eau. Nous ne disposons pas encore de bonnes mesures directes des besoins en eau de cette espèce dans nos climats, mais la performance des vignes, soumises actuellement à des essais d'irrigation, montre que les *Vitis Vinifera* utilisent environ 75% de la quantité d'eau nécessaire aux vignes de

cépage Concord. Bien évidemment, pour une qualité de vin optimale, il paraît préférable de donner aux vignes Vinifera moins d'eau que ce qu'elles demandent (voir la partie consacrée à la qualité des vins). Les vignes jeunes avec moins de surface foliaire, et qui captent donc moins de lumière, ont des besoins en eau moins importants.

Vignoble	Qté. eau en Gal. par Vigne par:		Qté. eau par Acre en:		
	Jour	Semaine	Gal./Jour	Gal./Sem.	Pce./Sem.
<b>Rideau simple</b>					
Vinifera	4-5	30	2,500	18,000	(0.7")
Concord/Niagara	5-6	40	3,500	24,000	(0.9")
Taille minim. Concord/Niagara	5-6	40	3,500	24,000	(0.9")
<b>Rideau double</b>					
Concord GDC	7-8	50	4,300	30,000	(1.1")

*Tableau 1 Estimations des besoins maximaux en eau par cep au milieu de l'été dans l'état de New York (Acre-pouce = environ 27 000 gallons – 102000 litres)*

Il est à noter que les vignes soumises à la taille minimale tendent à avoir, au milieu de l'été, des taux de consommation d'eau semblables à ceux des vignes qui ont subi une taille habituelle. Elles ont tout de même des besoins plus importants en début de saison, ce qui équivaut à environ 10% de plus sur l'ensemble de la saison. Les valeurs pour le Missouri et l'Arkansas sont probablement supérieures de 20 à 25%.

*Il faudrait noter qu'il s'agit là des besoins en eau des ceps et non pas de l'ensemble du vignoble.* L'eau des précipitations n'arrive pas dans sa totalité jusqu'aux zones d'enracinement des vignes puisqu'il faut prendre en considération les pertes dues à l'évapotranspiration au niveau du sol et du feuillage, au ruissellement, ainsi qu'aux besoins des mauvaises herbes et des cultures de couverture. Généralement, dans l'état de New York, les précipitations naturelles ne sont probablement pas suffisantes à elles seules, mais les réserves d'eau souterraines comblent la différence. En moyenne, il semble que les besoins en eau des vignes conduites en rideau simple avec une taille et une charge conventionnelles s'équilibrent assez bien avec le volume d'eau d'approvisionnement disponible dans les vignobles de l'ouest de l'état de New York.

Dans les climats plus chauds de l'est et du Middle West des États-Unis, les besoins hydriques peuvent être relativement plus importants. Dans la Central Valley en Californie, les vignes consomment au mois de juillet pratiquement le double de la quantité d'eau utilisée, à la même période, par les vignes de l'état de New York (presque 180 millimètres/mois). En nous basant sur des données météorologiques comparatives avec l'état de New York, nous nous attendons à ce que les taux d'utilisation moyenne d'eau en plein été soient semblables à ceux relevés dans le Michigan, et qu'ils atteignent de 410 à 463 mètres cubes par mois dans le sud de la Pennsylvanie et en Virginie, et peut-être jusqu'à 514 mètres cubes par mois dans le Missouri et en

Arkansas, cela sans oublier la moyenne de 720 mètres cubes par mois à Fresno, en Californie.

### Réactions des vignes face au stress hydrique

Outre les niveaux de stress réel qui peuvent évoluer, il devient important de comprendre comment et quand les vignes répondent au stress. Il faut savoir, par exemple, que des précipitations faibles en hiver sur de longues périodes peuvent ne pas affecter la vigne si elle se trouve en état végétatif.

La croissance des rameaux est un processus très sensible au stress hydrique. En effet, elle est freinée presque instantanément avec n'importe quel niveau de stress. Cela peut être nocif pour les vignes qui doivent se développer, comme dans le cas des vignes jeunes ou des vignes de raisin à jus qui ont besoin de maintenir une certaine dimension. Mais cela peut être tout à fait bénéfique pour les vignes de raisin de cuve qui ont un feuillage excessivement dense. Dans les climats arides, ne pas irriguer en moyenne saison afin de réguler la croissance des rameaux est une pratique utile.

Le début de croissance des baies, pendant les 3 à 4 semaines suivant la floraison, est dû à la division cellulaire qui produit de nouvelles cellules et est assez sensible au stress hydrique. Les effets du stress à ce moment-là peuvent persister durant le reste de la saison (Figure 1). De nouveau, cela va provoquer une baisse du rendement pour les raisins à jus, mais cela peut être bénéfique pour les raisins de cuve dont seront extraites de meilleures qualités organoleptiques dans des baies plus petites (rapport pellicule/volume plus élevé).

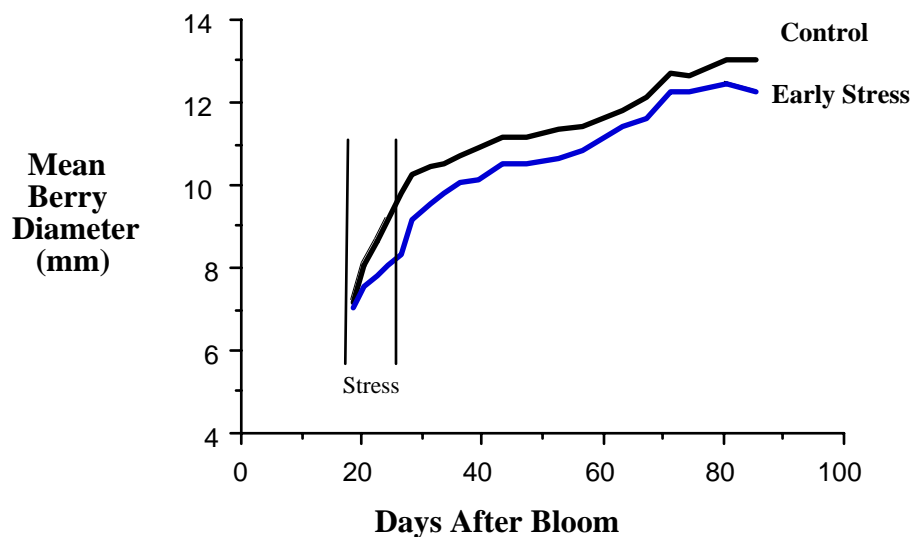


Fig. 1. Courbes de croissance des baies de Pinot Noir qui ont eu des apports d'eau suffisants (Témoin) ou qui ont subi un stress hydrique durant une période de 10 jours seulement, lors de l'étape de division cellulaire qui suit la floraison. Modifié par Poni et al. 1993.

Le stress dû à la sécheresse, survenu en milieu ou en fin de saison, a des répercussions différentes selon que les baies sont proches ou post véraison car à ce stade là, elles peuvent résister étonnamment au stress hydrique. Dans les premières semaines suivant la véraison, la croissance des baies et la concentration en sucre sont peu affectées par la sécheresse, même si celle-ci est assez sévère. La taille finale ainsi que la teneur en sucre vont cependant être inhibées par une sécheresse continue survenue au cours des quelques semaines précédant les vendanges.

Supporter la charge des fruits est une épreuve pour les vignes. Ainsi, les vignes très chargées en fruits tendent à réagir plus sensiblement aux stress supplémentaires tels que le stress hydrique. Nous avons noté qu'une réduction du degré Brix induite par la sécheresse dans des vignes Concord récoltées à 20 tonnes/ha, atteignait le double à peu près de celui relevé pour des vignes récoltées à 10 tonnes/ha. Ainsi, une sécheresse survenant au cours d'une année où la récolte est élevée peut avoir un effet doublement négatif. Par conséquent, l'irrigation aura probablement des avantages plus importants encore si l'on veut augmenter le rendement. Mais cela ne s'applique pas forcément aux raisins de cuve, où les rendements sont gardés à des niveaux plus limités.

Considérant d'une part l'augmentation des pressions exercées sur les rendements et la qualité du vin, et, d'autre part, la nécessité d'avoir une production aussi stable que possible dans les climats erratiques, nous estimons que la gestion de l'eau est en passe de devenir un élément déterminant. Dans la forme, cela peut consister simplement en une bonne évaluation du site, des changements dans la gestion du sol, ou peut-être même en l'orientation vers une irrigation au goutte-à-goutte. La combinaison de tous ces facteurs peut différer totalement selon qu'ils se produisent dans des vignes de raisin à jus, dont la valeur marchande est faible, ou dans les précieux vignobles de Vinifera. Les principes restent les mêmes mais les modalités d'actions peuvent varier selon les sites et les marchés.

### **Résumé des facteurs agissant sur l'équilibre hydrique des vignobles**

*Conditions climatiques* – Des conditions chaudes et sèches conduisent à une utilisation maximale de l'eau

*Densité du feuillage* – Les vignes précoces ou jeunes vignes présentant des feuillages moins denses consomment moins d'eau

*La captation de la lumière en saison* – La conduite en GDC ou la taille minimale conduisent à une consommation d'eau plus importante puisqu'elles permettent de capter plus de lumière

#### *Variété de vigne et usage*

La production des vignes indigènes d'Amérique du nord (raisin à jus) est souvent meilleure avec un stress hydrique minime.

Les vignes de raisin à cuve *Vitis Vinifera* utilisent moins d'eau que celles des raisins à jus. Elles ont même un meilleur rendement avec une légère carence, plus particulièrement lorsque le feuillage est formé.

*Mauvaises herbes et cultures de couverture* – Elles peuvent consommer entre le tiers et la moitié de l'eau exploitée dans un vignoble, leur gestion est donc très importante pour l'équilibre hydrique du vignoble.

*Évaluation du risque de sécheresse* - N'importe quelle pratique basée sur des ressources qui dépendent des variations climatiques, comme par exemple l'eau, est une pratique complexe et qui variera en fonction des conditions climatiques. Une évaluation des risques devrait être réalisée pour chaque vignoble, étant donné que celui-ci est une combinaison unique de facteurs de risques.

### **Implications de l'équilibre hydrique dans la qualité des vins**

L'impact du stress hydrique dans la production du vin a été discuté fait l'objet de discussions depuis de nombreuses années. Il est clair que pour atteindre l'équilibre désiré entre rendement et qualité des vins, aucun des deux extrêmes du spectre du stress hydrique n'est souhaitable. (Seguin, 1983).

#### *L'excès d'eau.*

À l'une des extrémités du spectre de l'équilibre hydrique se trouve « l'humidité » qui peut entraîner une croissance végétale excessive conduisant souvent à des feuillages denses, des baies grosses et diluées et des grappes compactes, une faible exposition des fruits et des problèmes de maladie qui y sont liés. Tout cela conduit à une qualité de fruits et de vin médiocre. Puisque dans les climats erratiques comme le nôtre nous pouvons aussi avoir des années de stress très limité grâce à des pluies régulières et à des températures fraîches, différentes approches ont été développées afin d'essayer de pallier ces limites. Gérer le feuillage afin d'en contrôler la forme et de le garder ouvert –en limitant le nombre de rameaux et en les positionnant de façon adéquate, et en pratiquant le rognage et l'effeuillage, s'est révélé très efficace dans de nombreux cas. Nelson Shaulis a proposé la division du feuillage en premier lieu pour les feuillages denses des vignes de raisin à jus cultivées en « Geneva Double Curtain ». Le concept a été adapté plus tard, par Alain Carbonneau, aux variétés de *Vitis Vinifera* avec la conduite en Lyre ouverte ou encore avec des systèmes de division verticale du feuillage tel que le Scott Henry. La division du feuillage l'étale afin d'en réduire la densité, de permettre une meilleure exposition des fruits et d'utiliser la vigueur au lieu de la combattre. Mais souvent, elle augmente l'interception de la lumière par la vigne, provoquant ainsi une consommation d'eau plus importante et, par conséquent, potentiellement davantage de stress hydrique. D'autres approches, encourageant l'implantation de cultures de couverture concurrentes qui utilisent l'excès d'eau, ont été couronnées de succès dans certains cas, mais cela dépend du degré d'humidité et de la profondeur du sol du vignoble. En effet, si le sol est profond, les racines des vignes s'établissent en profondeur et ne se retrouvent pas en concurrence avec les cultures de couvertures. Dans les sites humides, les vignes trop vigoureuses peuvent également croître trop tardivement en automne et leurs rameaux ne s'aoûtent ainsi pas de façon adéquate. Cela peut engendrer des pertes importantes lors des froids hivernaux.

Des expériences menées dans plusieurs régions viticoles, suggèrent que les vignobles cultivés sur des terres correctement drainées rencontrent moins de problèmes durant les années humides, bien que la gestion du feuillage soit particulièrement déterminante pour éviter les problèmes liés aux saisons fraîches et humides.

### *Stress hydrique excessif*

A l'autre extrémité du spectre hydrique l'on retrouve la sécheresse : la croissance de la vigne est alors inhibée et la maturation des fruits peut être retardée voire stoppée. Pour obtenir une qualité optimale de vin, une carence modérée est utile, mais cet objectif ne saura être atteint à partir de vignes dont la croissance est limitée et dont le système foliaire est inefficace. Un stress très précoce ne permettra pas d'atteindre le rapport désiré feuilles/fruits, qui est d'approximativement 12 à 15 feuilles exposées par grappe (cela varie en fonction des cultivars, mais c'est une bonne moyenne). Cela signifie que la vigne n'aura pas la capacité à faire mûrir le fruit proprement. Un stress survenu en milieu ou en fin de saison bloquera la photosynthèse et freinera la maturation (pourquoi produire un feuillage si celui-ci ne fonctionne pas ?). La récolte peut sembler mûrir à cause de l'augmentation de l'indice Brix, mais cela est souvent le résultat du détournement des réserves d'hydrate de carbone des ceps ou encore d'une simple déshydratation, et non d'une réelle concentration en sucres. Beaucoup de caractéristiques organoleptiques du fruit tendent à se développer durant les dernières semaines, et donc un stress survenant tardivement peut aussi empêcher leur développement.

Malgré les difficultés pour contrôler le stress hydrique et pour en quantifier tous les effets, nous avons observé que bien que de petites tailles de baies puissent suggérer que l'on pourra extraire de bonnes qualités organoleptiques et que la concentration sera satisfaisante, les vignes soumises à un stress extrême tendent à produire des vins au fruité peu marqué, moins complexes et que l'on ne pourra pas conserver longtemps. Le vieillissement "atypique" (ATA ou ATVA) qui est un problème en Allemagne et dans l'état de New York, semble être dû à un syndrome de stress, dont le stress hydrique est l'un des facteurs clé (le stress dû à un manque d'hydrogène semble être important également). Après les années sèches, une augmentation des cas d'ATA dans la région de Finger Lakes, New York a été observée.

### *Stress optimal pour la qualité du vin*

Plusieurs processus dans la vigne répondent différemment au stress hydrique. Les processus de croissance, notamment rameaux et premières baies, sont très sensibles au stress hydrique ; la fonction de photosynthèse des feuilles l'est moins et la croissance des baies en post-véraison est tout à fait résistante au stress hydrique. Il y a donc un niveau seuil de stress hydrique qui permet une bonne fonctionnalité du système foliaire tout en réduisant la croissance des rameaux. D'une façon générale, il semble qu'une maturation optimale, qui permette le développement de bonnes qualités organoleptiques et d'une certaine complexité, nécessite un niveau intermédiaire de carence hydrique qui conduise à un feuillage dense, mais ouvert, avec une bonne exposition des fruits et qui soit sain et fonctionnel. L'expérience ainsi que les témoignages de producteurs de vins de grande qualité dans différents endroits semblent montrer que le scénario du stress hydrique optimal au cours de la saison est :

- Un apport hydrique adapté, survenant tôt dans la saison, afin de permettre le développement d'un feuillage dense mais pas trop vigoureux et la formation de grappes à la floraison. C'est ce qui se produit habituellement dans l'est des Etats-Unis habituellement puisque les sols sont humides et que la surface foliaire et la demande en eau sont limitées (la première période de croissance est normalement fraîche).



- L'induction graduelle d'une carence légère après la floraison afin de favoriser une bonne nouaison et de ralentir la croissance des baies et des rameaux.
- Après la nouaison et le début de croissance des baies, il faudrait que la couverture végétale recouvre l'espalier. À ce moment-là, afin que les rameaux freinent sensiblement leur développement, que les baies arrêtent leur première phase de croissance à une taille quelque peu réduite et que les feuilles fonctionnent, elles, complètement, une augmentation du stress hydrique est souhaitable.
- De la mi-saison jusqu'aux vendanges, il faudrait maintenir un certain niveau de stress dans les vignes afin de réduire la croissance végétale et de garder un feuillage sain jusqu'aux vendanges. Il faudrait que quelques feuilles soient jaunissantes à la base du pied si le feuillage est gardé ouvert. D'après les observations, il semble que les raisins rouges soient meilleurs avec un peu plus de stress qu'il n'en faudrait pour les blancs, bien que cela ne soit pas confirmé.

Dans l'état de New York, c'est justement au cours de cette période que la carence hydrique s'accroît trop. Permettre de garder les vignes saines représente le plus grand intérêt de l'irrigation dans l'état de New York et, ce surtout dans les années sèches.

Ce cas de figure a été observé sur le terrain au Château Cheval Blanc à Bordeaux. Le responsable du vignoble a expliqué que le sol du vignoble est très graveleux, plein de pierres et très bien drainé. Toutefois, l'eau est disponible très profondément sous le gravier. Il y a quelques racines qui exploitent ces ressources, mais sûrement en nombre insuffisant pour stimuler la vigne en excès. Dans les années humides, le gravier ne retient pas l'excédent d'eau. Durant les années sèches, les vignes sont modérément stressées. Elles développent un feuillage adapté et bénéficient d'assez d'eau pour le garder. Lors de la visite, qui s'est déroulée près de l'époque des vendanges, la terre végétale était extrêmement sèche et, cependant, les feuilles n'étaient pas trop stressées. Lorsque l'on associe gestion méticuleuse du feuillage et éclaircissage soigneux permettant d'équilibrer la charge, l'on produit les plus grands vins du monde.

Un autre exemple avec des conditions encore plus contrôlées nous vient d'une expérimentation menée dans l'état de Washington, à Colombia Crest, avec un cépage Sauvignon (Wample, 1996). Au cours de cette expérience une irrigation importante (HH) et une irrigation basse (LL) durant toute la saison, ainsi qu'une irrigation alternée soit avant (HL) soit après (LH) le développement du feuillage a été appliquée au vignoble. Les modalités ayant été soumises à une irrigation intense durant toute la saison, HH, ou seulement pendant la première moitié de la saison, HL, ont donné des rendements et une valeur de Brix un peu plus élevés, mais les vins étaient "plus herbacés et plus austères, plus acides et plus âpres" (Irvin and Clore, 1999). Les vins produits à partir des modalités soumises au régime d'irrigation en L appliqué dès le début ou en milieu de saison, étaient dans les deux cas fruités, mais "il (vin LH) était plus fruité, avec une prédominance de l'arôme melon, et une toute petite note du caractère herbacé de ce cépage. Le vin était plus rond en bouche et plus fruité... Le vin en régime LL est plus âpre et austère en fin de bouche." (Irvin and Clore, 1999). Ces résultats confirment le besoin d'avoir un ralentissement de la croissance précoce grâce à l'induction d'un stress hydrique et de maintenir un feuillage sain dans la deuxième moitié de la saison. Cela

montre également que si le niveau de stress est correct en début de saison, la quantité d'eau reçue ou utilisée plus tard est moins importante.

#### Références citées

Cline, R.A., K.H. Fisher , and O.A. Bradt. 1985. The effects of trickle irrigation and training systems on the performance of Concord grapes. p. 220-230. In: Drip/Trickle irrigation in action. Proc. 3rd Intl. Drip/Trickle Irrig. Cong. I, ASAE Publ. 10-85. Amer. Soc. Agric. Engin., St. Joseph, MI.

Irvine, R. And W.J. Clore. 1999. The irrigation experiment proof is in the wineglass. Wash. Wine Monthly, December.

Poni, S., A.N. Lakso, J.R. Turner , and R.E. Melious. 1993. The effects of pre- and post-veraison water stress on growth and physiology of potted Pinot Noir grapevines at varying crop levels. Vitis 32:207-214.

Seguin, G. 1983. The influence of vineyard soils on the composition and quality of harvested grapes. Bulletin de l'OIV. 56:3-18.

Wample, R.L. 1996. Issues in vineyard irrigation. Wine East 24:8-21, 44.