

Comparaison de la teneur en amidon, en glucides solubles et en acide abscissique des bourgeons latents et des entre-noeuds au cours du cycle végétatif de la vigne

par

T. KOUSSA¹⁾, MONIQUE CHERRAD²⁾, A. BERTRAND³⁾ et M. BROQUEDIS²⁾

¹⁾Département de Biologie, Laboratoire de Physiologie et Pathologie Végétales, Université Chouaïb Doukkali, El Jadida, Maroc

²⁾Institut de la Vigne de Bordeaux, Laboratoire des Sciences de la Vigne, Université Bordeaux I, Talence, France

³⁾Faculté d'Oenologie, Laboratoire de Chimie Analytique, Université Bordeaux II, Talence, France

Résumé : Au cours du cycle annuel, l'évolution des teneurs des différents sucres solubles et de l'amidon des bourgeons et des entre-noeuds du Merlot noir est comparable. Les teneurs en glucides solubles totaux (GST), généralement plus faibles dans les bourgeons, diminuent de juillet à la mi-octobre avant de s'accumuler intensément jusqu'au mois de décembre pour chuter jusqu'au débourrement. Selon les périodes du cycle, les teneurs en hexoses des bourgeons sont soit plus élevées, soit pratiquement identiques à celles des entre-noeuds. Un phénomène inverse est observé pour le saccharose, sucre soluble le plus abondant pendant presque tout le cycle.

L'accumulation du raffinose, comme celle du saccharose, dès le mois d'octobre semble en relation avec la diminution des températures journalières moyennes, ce qui paraît confirmer leur rôle cryoprotecteur face au froid hivernal. Les teneurs en raffinose des bourgeons, moins élevées que celles des entre-noeuds, diminuent ensuite à partir de la mi-novembre alors que celles des entre-noeuds ne diminuent qu'à l'approche du débourrement.

Les teneurs en amidon, généralement moins élevées dans les bourgeons, évoluent la plupart du temps à l'inverse des GST. En présence des feuilles, l'ABA (acide abscissique) des bourgeons semble contrôler cette évolution en agissant comme inhibiteur de son accumulation. Peu avant la chute des feuilles et jusqu'à la mi-février, la diminution des teneurs en amidon des bourgeons paraît être favorisée par la diminution des teneurs en ABA certainement par la levée de l'inhibition de la synthèse de l' α -amylase. L'ABA semble agir aussi, de juillet au début février, comme inhibiteur de l'accumulation du saccharose. Enfin, à l'approche du débourrement, la diminution des teneurs en ABA laisse apparaître une évolution inverse à celle de l'amidon mais parallèle à celle du saccharose.

Comparison of the contents of starch, soluble carbohydrates and abscisic acid of latent buds and internodes during the vegetative cycle of grapevine

S u m m a r y : In the course of the annual cycle the contents of various soluble sugars and of starch were determined in buds and internodes of cv. Merlot. In general, the total soluble carbohydrate content was lower in buds compared to internodes; it decreased from July to mid-October, increased intensely until December and decreased again until bud burst. The content of hexoses corresponded to this cycle; in buds they were either higher or equal to those of the internodes. Sucrose behaved inversely. Starting in October, the accumulation of raffinose and sucrose was obviously related to the decrease of the daily average temperatures which possibly confirms their role as cryoprotectors in winter. The contents of raffinose in buds which were lower compared to those of internodes decreased after mid-November while in internodes they decreased only at the onset of bud burst.

Generally, the starch content was lower in buds compared to internodes, its alterations were inversely related to the total soluble carbohydrates. In the presence of leaves the abscisic acid (ABA) content of buds appeared to affect this development by inhibiting the accumulation of starch. The decrease of the starch content of buds appears to be associated with the decrease of the ABA content; a decreasing ABA content is assumed to suspend the inhibition of the α -amylase synthesis. From July to the onset of February ABA is suggested to inhibit the accumulation of sucrose. Before bud burst decreasing amounts of ABA indicate a development which is inversely related to starch but runs parallel to the development of sucrose.

Key words : sugars, starch, abscisic acid, buds, internodes, *Vitis vinifera*.

A b r é v i a t i o n : MS = matière sèche, dry matter.

Introduction

Les pépiniéristes attachent beaucoup d'importance à la qualité des "bois" utilisés pour la multiplication végétative de la vigne et cela explique les nombreuses recherches qui ont été faites sur l'évolution des réserves glucidiques des sarments et sur leur aoûtement (BOUARD 1966; BUTTROSE 1969; ALQUIER-BOUFFARD 1969; FERCHAUD 1976; TRINTIN 1981). La

grande majorité de ces travaux a porté sur les entre-noeuds alors que la composition glucidique des bourgeons a été peu étudiée (WAMPLE et BARY 1992; HAMMAN *et al.* 1996), malgré le rôle essentiel de ces organes dans la reprise au bouturage et au greffage (BOUARD 1966).

On sait par ailleurs qu'il existe une étroite relation entre les différentes phases de l'évolution des bourgeons latents, leur contenu en acide abscissique libre (ABA) et leur aptitude

au débourrement (DÜRING et BACHMANN 1975; KOUSSA *et al.* 1994). De plus, ALSAIDI (1975) a bien mis en évidence l'existence de variations importantes dans la grosseur des grains d'amidon des bourgeons au cours du cycle végétatif et l'on a montré ensuite que l'hydrolyse de l'amidon était sous l'influence inhibitrice de l'ABA (JACOBSEN et BEACH 1985; VAN DEN BERG *et al.* 1991).

Il était donc intéressant de réaliser une étude systématique des variations des glucides solubles et de l'amidon des bourgeons latents de la vigne aux différentes phases de leur développement, de comparer les variations de ces glucides à celles, bien connues, des entre-noeuds et de déterminer les relations susceptibles d'exister entre ces variations et celles de l'ABA.

Matériel et méthodes

Cette étude a été réalisée sur une variété de *Vitis vinifera* L., le Merlot noir. Les prélèvements, effectués dans la collection du Centre INRA de Bordeaux, ont porté sur trois cycles consécutifs (1988-1989, 1989-1990, 1990-1991). Sur des sarments de l'année, les 10 bourgeons à partir de la base ainsi que les trois premiers mérithalles de type N1-N2, compris entre deux vrilles consécutives (BOUARD 1966), ont été prélevés, immédiatement fixés dans de l'azote liquide, puis lyophilisés.

L'extraction et le dosage des glucides solubles, préalablement transformés en dérivés triméthylsilylés, ont été réalisés selon la méthode adaptée aux organes de la vigne par FERCHAUD (1976) à partir des travaux de BERTRAND (1975). L'utilisation de la chromatographie en phase gazeuse équipée d'une colonne capillaire très apolaire, CP SIL 5CB (50 m de long, diamètre intérieur 0,32 mm et épaisseur du film 0,12 mm), en programmation de température (de 60 à 260 °C à raison de 2 °C/min), nous a permis d'identifier 5 oses (fructose, glucose, galactose, saccharose et raffinose). Après élimination des glucides solubles, la poudre végétale a été utilisée pour le dosage de l'amidon selon la méthode décrite par MOING et GAUDILLÈRE (1992).

L'extraction de l'ABA libre a été réalisée suivant la méthode mise au point par BROQUEDIS (1987), légèrement modifiée (KOUSSA *et al.* 1994). L'ABA, après extraction, a été analysé par chromatographie en phase liquide à haute performance.

Les résultats présentés correspondent à la moyenne de trois répétitions (extraction + analyse). L'écart maximum entre ces résultats était inférieur à 10 %.

Résultats et Discussion

I. Comparaison des variations des teneurs en glucides des bourgeons latents et des entre-noeuds au cours du cycle végétatif

Les résultats obtenus pour les trois cycles consécutifs présentant les mêmes caractéristiques, nous donnerons ici ceux du cycle 1989-1990 pour lequel les données sont les plus complètes.

Cas des hexoses : Dans les bourgeons, comme dans les entre-noeuds, les hexoses sont essentiellement le glucose et le fructose (Fig. 1). Le galactose est présent en faible quantité.

Les teneurs en glucose et en fructose des bourgeons et des entre-noeuds subissent généralement le même type de variations. Relativement basses fin-juillet (5 à 10 mg·g⁻¹ MS), elles diminuent graduellement pour atteindre, fin octobre, un minimum de l'ordre de 3 mg·g⁻¹ MS. Par la suite, elles augmentent rapidement jusqu'à un maximum (15 à 20 mg·g⁻¹ MS) situé vers la fin-décembre. Cette accumulation importante de glucose et de fructose semble être en relation avec la diminution des températures moyennes journalières. Le léger ralentissement de l'accumulation de ces sucres vers la mi-décembre, qui coïncide avec une augmentation des températures à cette époque, s'accorde avec cette hypothèse.

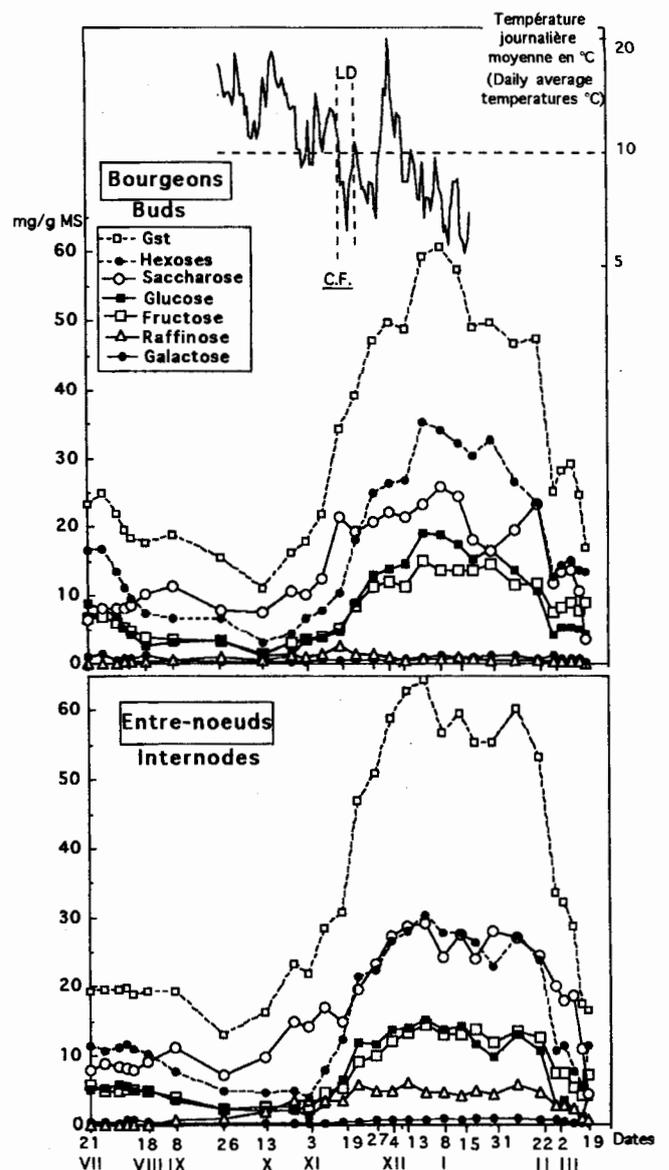


Fig. 1: Évolution des teneurs des différents glucides solubles dans les bourgeons latents et les entre-noeuds du Merlot ainsi que des températures moyennes journalières (cycle 1989-1990). C.F. = chute des feuilles; LD = levée de la dormance.

Development of the soluble carbohydrate content of buds and internodes (cv. Merlot) and the daily mean temperatures in the 1989-1990 season. C.F. = leaf fall; LD = end of dormancy.

Du 21 juillet au 4 août et du 22 février au débourrement, les bourgeons semblent légèrement plus riches que les entre-noeuds en glucose et en fructose. Cette différence de l'ordre de 2 à 3 mg·g⁻¹ MS, observée pour les deux sucres, disparaît presque complètement, entre le 4 août et le 22 février, dans le cas du fructose. Par contre, pour le glucose, elle s'intensifie en faveur des bourgeons pour atteindre 5 à 6 mg·g⁻¹ MS entre la fin décembre et la mi-février. Durant cette dernière période, les variations des deux hexoses sont différentes. En effet, si les teneurs en fructose varient peu, il n'en est pas de même pour le glucose qui subit une diminution interrompue par une petite phase d'augmentation, plus précoce pour les bourgeons que pour les entre-noeuds.

A partir de la mi-février, les teneurs en glucose et en fructose diminuent rapidement avant d'augmenter de nouveau à l'approche du débourrement. Cette augmentation est plus nette pour les entre-noeuds que pour les bourgeons.

On constate par ailleurs que les teneurs en glucose et en fructose des entre-noeuds sont très voisines. Ce résultat rejoint les travaux réalisés sur les entre-noeuds d'autres variétés de *Vitis vinifera*, telles que le Pinot meunier (BERBEZY 1995), le Chardonnay et le Riesling (HAMMAN *et al.* 1996). Dans les bourgeons par contre, c'est le glucose qui prédomine entre la fin décembre et la mi-février. A l'approche du débourrement, c'est la teneur en fructose qui devient la plus élevée, aussi bien dans les bourgeons que dans les entre-noeuds.

De l'ensemble de ces faits, il résulte que la courbe d'évolution des hexoses totaux (glucose + fructose + galactose) des bourgeons est très comparable à celle des entre-noeuds.

Cas du saccharose : Le saccharose, sucre soluble le plus abondant pendant presque tout le cycle, semble suivre le même type d'évolution dans les bourgeons et les entre-noeuds avec, cependant un décalage dans le temps (Fig. 1).

Peu abondant à la fin juillet (7 mg·g⁻¹ MS), le saccharose s'accumule légèrement jusqu'au début septembre, puis diminue jusqu'à la fin septembre. A partir de cette date, il s'accumule de nouveau de façon irrégulière et très intense. Un premier maximum est alors atteint fin décembre dans les entre-noeuds (30 mg·g⁻¹ MS) et une semaine plus tard dans les bourgeons (26 mg·g⁻¹ MS). On remarque que cette augmentation est concomitante de la diminution des températures journalières et cela suggère que le saccharose doit être libéré dans les cellules pour leur conférer l'aptitude à la résistance aux faibles températures hivernales. La forte diminution qui se produit ensuite, interrompue par une deuxième accumulation importante, le 31 janvier pour les entre-noeuds et le 22 février pour les bourgeons, amène les teneurs en saccharose des deux organes à des valeurs plus faibles que celles du début du cycle (3 mg·g⁻¹ MS).

Ce décalage observé dans l'évolution du saccharose des deux organes fait apparaître une variation inverse pendant la période comprise entre la fin décembre et la mi-février. Une migration des sucres ne pouvant avoir lieu à cette époque (BOUARD 1966), une telle évolution correspondrait à l'existence d'un rythme interne au sein des deux organes. Les variations du saccharose pourraient alors être expliquées au moins en partie par une interconversion avec les hexoses, phénomène fortement suggéré par leur évolution

inverse, en particulier dans les bourgeons pendant la période comprise entre le 22 janvier et le 22 février. Il est à noter que cette évolution inverse entre le saccharose et les hexoses ne se manifeste pas uniquement à cette époque car on l'observe aussi du début des prélèvements (21 juillet) jusqu'au début novembre.

Cas du raffinose : Le raffinose est présent en faible quantité dans les deux organes, mais il y en a davantage dans les entre-noeuds. C'est là une des principales différences entre ces derniers et les bourgeons (Fig. 1).

Le raffinose est pratiquement absent dans les deux organes jusqu'au 18 août. Cela correspond, pour les bourgeons, à la période d'organogenèse de la phase de pré-dormance caractérisée par une activité prolifératrice des méristèmes (CAROLUS 1970; ALSAIDI 1975) et pour les entre-noeuds, à la phase de "croissance rapide" des rameaux correspondant à une forte activité d'allongement (BOUARD 1966).

Le raffinose s'accumule ensuite jusqu'à la mi-novembre dans les bourgeons et jusqu'à fin-novembre dans les entre-noeuds. Le début de cette accumulation qui coïncide avec la phase d'inhibition corrélative et avec le début de l'aotement est concomitant de la disparition des activités prolifératrices dans les deux organes. Dans les entre-noeuds, l'accumulation du raffinose plus grande que dans les bourgeons, atteint une teneur d'environ 6 mg·g⁻¹ MS après la mi-novembre et s'y maintient jusqu'au 11 février avant de diminuer pour retrouver, au débourrement, une valeur très faible. En revanche, dans les bourgeons cette diminution commence aussitôt le maximum atteint à la mi-novembre (environ 2,5 mg·g⁻¹ MS), c'est-à-dire à l'époque de la chute des feuilles; les teneurs finales sont aussi faibles que celles des entre-noeuds. La diminution de la teneur en raffinose des entre-noeuds est observée dès le début de l'augmentation des teneurs en eau (KOUSSA 1992), pendant la phase de pré-débourrement, où une activité méristématique a été signalée (CAROLUS 1970; ALSAIDI 1975).

Les très faibles teneurs en raffinose notées dans les deux organes au début du cycle végétatif et à l'approche du débourrement semblent indiquer que l'absence de ce triholoside est liée à l'existence d'une activité au niveau de l'organe considéré. Au contraire une accumulation de raffinose serait en relation avec l'installation de la dormance. Cela serait en accord avec les travaux de KLEWER (1965) sur les baies de vigne et avec ceux de LABERGE *et al.* (1973) sur la différenciation des graines de certaines plantes.

L'évolution inverse, nette au niveau des entre-noeuds, entre le raffinose et les hexoses pendant la période comprise entre le mi-août et le début novembre laisse penser que le glucose, le fructose et le galactose sont utilisés au moins en partie pour la formation du raffinose.

Il est intéressant de remarquer que l'augmentation de la teneur en raffinose, aussi bien dans les bourgeons que dans les entre-noeuds, est concomitante de la diminution des températures journalières (KOUSSA *et al.* 1994) ce qui laisse penser, comme l'a suggéré BERBEZY (1995), que le raffinose, comme le saccharose, aurait un rôle cryoprotecteur.

Cas des glucides solubles totaux (GST) : Les teneurs en GST des bourgeons et des entre-noeuds présentent le même type de variations (Fig. 1).

Relativement basses début juillet, elles diminuent très lentement jusqu'à la fin septembre-début octobre, puis augmentent fortement jusqu'à la fin décembre-début janvier où elles atteignent leur valeur maximale. La diminution qui se produit ensuite jusqu'au débourrement (19 mars) ramène les teneurs en glucides solubles totaux à des valeurs du même ordre que celles du mois de juillet.

Ainsi, à tout moment du cycle annuel, les variations des GST observées dans les entre-noeuds se retrouvent aussi dans les bourgeons, mais avec un retard d'environ deux semaines de retard. A ce décalage, qui semble différencier les deux organes s'ajoute une autre différence concernant les teneurs qui paraissent, la plupart du temps, légèrement plus élevées dans les entre-noeuds.

C a s e d e l' a m i d o n : Les teneurs en amidon des bourgeons, exprimées en $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS, sont généralement moins élevées que celles des entre-noeuds (Fig. 2), mais elles présentent dans ces deux organes, le même type de variations qui est généralement l'inverse de celles des GST (Fig. 1). En effet, la forte accumulation des teneurs en amidon observée à la fois dans les bourgeons et les entre-noeuds jusqu'au 3 novembre, peu avant la chute des feuilles, est concomitante de la diminution de leurs GST. Un tel résultat suggère que la diminution de ces derniers est due à une condensation en amidon. Cependant, ce phénomène ne peut expliquer à lui seul les variations observées puisque les glucides totaux (GT) s'accumulent également. Il est donc clair que l'accumulation de l'amidon dans les bourgeons doit faire intervenir un phénomène de migration descendante du saccharose en provenance des feuilles comme c'est le cas pour les entre-noeuds (BOUARD 1966). La faible accumulation du saccharose ainsi que la diminution des hexoses, à cette époque, laissent penser que les glucides solubles provenant des feuilles sont aussitôt transformés en amidon. Il est d'ailleurs intéressant de noter que l'accumulation de l'amidon, aussi bien dans les bourgeons que dans les entre-noeuds, ne débute significativement que vers la mi-août coïncidant avec la fin de la véraison. Un tel fait suggère que les bourgeons et les entre-noeuds ne doivent constituer un pôle d'attraction privilégié pour les sucres synthétisés par les feuilles qu'après la diminution de leur prélèvement par les fruits. L'atténuation de l'accumulation des sucres dans les baies signalée par DÜRING et ALLEWELDT (1980) à cette époque confirme cette hypothèse.

Quelques jours avant le début de la chute des feuilles, la teneur en amidon atteint une valeur maximale dans les bourgeons ($100 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS) et dans les entre-noeuds ($150 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS). Cette accumulation est interrompue vers la mi-octobre par une diminution, qu'il n'est pas possible d'attribuer aux facteurs externes puisqu'elle se retrouve pour le cycle 1990-1991.

La chute de la teneur en amidon qui s'observe après ces maximums étant concomitante de l'accumulation des GST laisse penser qu'elle est le résultat d'une hydrolyse. Cependant la diminution de la teneur en glucides totaux (GT) qui accompagne la chute de la teneur en amidon dans les deux organes ne permet pas d'expliquer seulement par des phénomènes d'hydrolyse les variations observées. Il semble donc que l'arrêt de l'accumulation de l'amidon soit le résultat

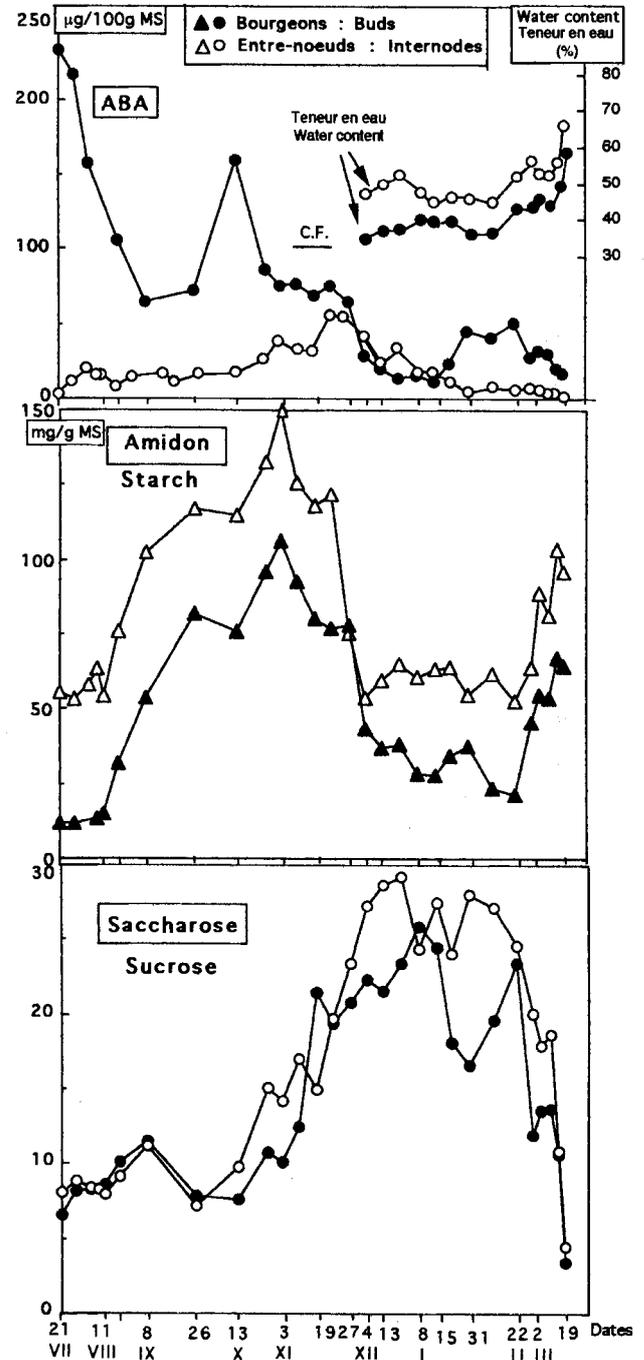


Fig. 2: Relation entre l'évolution de l'acide abscissique (ABA) des bourgeons latents et des entre-noeuds avec leur contenu en saccharose, en amidon et en eau. (C.F., LD: voir Fig. 1).

Development of abscisic acid (ABA), sucrose, starch and water content of buds and internodes in the 1989-1990 season. (C.F., LD: see Fig. 1).

de la diminution de la capacité photosynthétique des feuilles, ce qui se traduit par une réduction de l'exportation des glucides vers les bourgeons et les entre-noeuds. Un tel phénomène est très vraisemblable puisque les feuilles sont dans la phase de sénescence qui précède leur chute. En revanche, la diminution des GT doit être essentiellement le résultat de la consommation propre des produits d'hydrolyse par les deux organes car la formation de callose aussitôt

après la chute des feuilles écarte toute possibilité de migration vers les racines.

La diminution rapide de la teneur en amidon des entre-noeuds fait que la différence de teneur en amidon de ces derniers et des bourgeons, à l'avantage des entre-noeuds, disparaît pendant une courte période (première quinzaine de décembre). A partir de cette époque, alors que la teneur en amidon des entre-noeuds subit des fluctuations assez faibles, celle des bourgeons continue à diminuer lentement jusqu'à la mi-février, rétablissant ainsi l'écart de teneur entre les deux organes.

Enfin, l'augmentation de la teneur en amidon qui se produit au mois de février, semble être la conséquence de la condensation des GST dont la teneur chute à cette époque. Mais cette interconversion ne peut expliquer à elle seule les variations observées puisque les teneurs en GT augmentent également. Comme l'a montré BOUARD (1966) pour les entre-noeuds, il ne peut s'agir là d'une migration ascendante mais peut-être d'une transformation au niveau même des deux organes de certains composés en glucides. Une telle accumulation d'amidon, comme l'ont suggéré également WAMPLE et BARY (1992) ainsi que BERBEZY (1995), se produisant quelques semaines avant l'éclosion des bourgeons serait nécessaire pour fournir ultérieurement par hydrolyse les métabolites énergétiques indispensables à un bon débourrement des bourgeons.

En définitive, les variations du contenu en amidon des bourgeons mises en évidence par les dosages que nous avons réalisés sur le Merlot sont parfaitement en accord avec les observations histologiques faites par ALSAIDI (1975) sur l'Ugni blanc.

II. Relation entre les variations des différents glucides des bourgeons latents et des entre-noeuds et celles de leur contenu en acide abscissique

Amidon et acide abscissique: Dans le cas des bourgeons du Merlot, la comparaison des variations des teneurs en ABA et en amidon permet de distinguer trois étapes (Fig. 2).

Pendant la première étape (21 juillet-3 novembre), l'ABA et l'amidon varient en sens inverse. Ce type d'évolution, moins net du 21 juillet au 11 août, période pendant laquelle s'effectue une migration des glucides des feuilles vers les baies, laisse penser que l'ABA pourrait avoir une action inhibitrice sur l'accumulation de l'amidon. L'arrêt de l'augmentation de la teneur en amidon qui se produit du 26 septembre au 13 octobre alors que l'ABA s'accumule fortement est en faveur de cette hypothèse.

La deuxième étape, qui correspond à la levée de la dormance et à la post-dormance des bourgeons se termine le 22 février. Elle est caractérisée par une chute des teneurs en amidon et en ABA qui évoluent donc de façon parallèle. Ce phénomène est dû essentiellement à l'influence du froid sur les bourgeons car on sait, en effet, qu'il favorise la diminution des teneurs en ABA libre (KOUSSA *et al.* 1994) permettant ainsi la levée de dormance. Le froid favorise aussi l'hydrolyse de l'amidon puisque les GST s'accumulent pendant cette étape. Cette action du froid a été signalée par de nombreux

auteurs et récemment par WAMPLE et BARY (1992) chez le Cabernet Sauvignon ainsi que par MAC ISAAC et BOWLEY (1995) chez l'Euphorbe. Dans ces conditions, la synthèse de l' α -amylase nécessaire à l'hydrolyse de l'amidon peut se réaliser, étant donné que les teneurs en ABA deviennent de plus en plus faibles (JACOBSEN et BEACH 1985), et elle peut aussi être stimulée par l'acide gibbérellique qui s'accumule lorsque la température diminue (AUNG et DE HERTOGH 1968; HANKS et REES 1980). L'accumulation de l'ABA pendant cette étape quant-à-elle semble s'accompagner non seulement d'un arrêt de la diminution de la teneur en amidon mais aussi de son accumulation ce qui suggère que la dégradation et la synthèse de l'amidon doivent être deux phénomènes qui se superposent: c'est ce que l'on observe le 15 janvier.

Au cours de la troisième étape qui se termine au débourrement, les teneurs en ABA et en amidon varient de nouveau de façon inverse et c'est l'amidon qui s'accumule. Pour expliquer ce phénomène il faut admettre que la dégradation de ce polymère, favorisée par la diminution des teneurs en ABA, est moins intense que sa biosynthèse. L'origine des sucres nécessaires à cette dernière n'est toujours pas complètement élucidée puisque, à cette époque, on ne peut faire intervenir une migration ascendante des sucres (BOUARD 1966). Les métabolismes en causes doivent certainement être en relation avec la teneur en eau puisqu'ils ne sont observés que lorsque la teneur en eau des bourgeons commence à augmenter (Fig. 2).

Dans le cas des entre-noeuds, des faits analogues à ce qui vient d'être signalé au niveau des bourgeons se retrouvent mais de façon beaucoup moins nette. Cela pourrait être dû à la faible teneur en ABA des entre-noeuds.

Saccharose et acide abscissique: Dans les bourgeons, la comparaison de l'évolution des teneurs en ABA et en saccharose laisse apparaître une évolution inverse jusqu'au 11 février et parallèle par la suite (Fig. 2).

Jusqu'au 3 novembre, les variations de la teneur en saccharose ne peuvent être le résultat d'une hydrolyse de l'amidon dont les teneurs augmentent pendant cette période. Le saccharose ne peut alors provenir que des feuilles. Les variations de la teneur en saccharose qui se font, pendant cette période, à l'inverse des teneurs en ABA, suggèrent que l'accumulation de ce sucre pourrait être inhibée par l'ABA. Ainsi, pendant cette étape, lorsque les teneurs en ABA sont élevées, le saccharose provenant des feuilles doit être aussitôt hydrolysé et aucune accumulation significative de ce diholoside n'est observée. À l'inverse, lorsque les teneurs en ABA sont faibles, la dégradation du saccharose est inhibée, d'où son accumulation.

Après l'arrêt de l'exportation du saccharose par les feuilles, donc peu avant leur chute, et jusqu'au 11 février, la diminution de la teneur en ABA est concomitante de l'accumulation du saccharose, alors qu'une augmentation de cette teneur s'accompagne d'une chute de la teneur en saccharose. Une telle variation s'accorde avec l'hypothèse de l'inhibition de l'accumulation du saccharose par l'ABA.

L'effet de l'ABA sur l'accumulation du saccharose ne s'exercerait plus après le 11 février puisque la diminution de l'ABA s'accompagne d'une diminution de ce sucre. Pour expliquer ce phénomène on pourrait penser que la synthèse

de ce diholoside serait, pendant cette époque, fortement réduite surtout en raison de la polymérisation des oses en amidon.

Conclusion

L'étude que nous avons réalisée montre que les glucides solubles et l'amidon des bourgeons latents et des entre-noeuds présentent le même type d'évolution. Les différences tiennent aux teneurs généralement plus élevées dans les entre-noeuds. Le métabolisme glucidique des bourgeons, en particulier celui de l'amidon, semble être contrôlé par l'ABA certainement par régulation de la synthèse de l' α -amylase. Le phénomène est moins net pour les entre-noeuds. L'ABA pourrait aussi intervenir dans la régulation de l'accumulation du saccharose en agissant au niveau de l'invertase. Mais il est bien évident que les rôles régulateurs de l'ABA, suggérés par notre étude demandent à être démontrés par d'autres investigations.

Remerciements

Nous remercions vivement le Professeur BOUARD pour la lecture critique de ce manuscrit.

Références bibliographiques

- ALQUIER-BOUFFARD, A.; 1969: Évolution des acides organiques et des glucides du rameau de vigne. *Physiol. Végét.* **7** (2), 201-225.
- ALSAIDI, I.; 1975: Recherches physiologiques, histologiques et cytologiques sur les bourgeons latents de la vigne (*Vitis vinifera* L. var. Ugni blanc) au cours de leur cycle végétatif. Thèse Bordeaux, France.
- AUNG, L. H.; DE HERTOGH, A. A.; 1968: Gibberellin-like substances in non-cold and cold treated tulip bulbs (*Tulipa* sp.). In: F. WIGHTMAN, G. SETTERFIELDS (Eds): *Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances*, 943-956. The Runge Press, Ottawa.
- BERBEZY, P.; 1995: Etude des remaniements glucidiques dans les mérithalles de sarments de vigne en période hivernale et sous l'action du froid. Identification des isoformes d' α -amylases présentes et purification de l'une d'elles. Thèse Univ. Reims, France.
- BERTRAND, A.; 1975: Recherches sur l'analyse des vins par chromatographie en phase gazeuse. Thèse d'État Bordeaux, France.
- BOUARD, J.; 1966: Recherches physiologiques sur la vigne et en particulier sur l'aoutement des sarments. Thèse d'État Bordeaux, France.
- BROQUEDIS, M.; 1987: L'acide abscissique et l'abscissate de β -D-glucopyranose dans le développement des baies de raisin, la germination des pépins et la formation des racines sur les boutures de vigne. Thèse d'État Bordeaux I, France.
- BUTTROSE, M. S.; 1969: The dissolution and reaccumulation of starch granules in grapevine cane. *Austral. J. Biol. Sci.* **22**, 1297-1303.
- CAROLUS, M.; 1970: Recherches sur l'organogenèse et l'évolution morphologique du bourgeon latent de la vigne (*Vitis vinifera* L.). Thèse Bordeaux, France.
- DÜRING, H.; ALLEWELDT, G.; 1980: Effects of plant hormones on phloem transport in grapevines. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **93**, 339-347.
- -; BACHMANN, O.; 1975: Abscisic acid analysis in *Vitis vinifera* in the period of endogenous bud dormancy by high pressure liquid chromatography. *Physiol. Plant.* **34**, 201-203.
- FERCHAUD, J.; 1976: Recherches sur les variations de quelques constituants biochimiques (eau glucides solubles, composés phénoliques et acides gras) des grappes et des sarments de vigne au cours de la floraison et de la véraison. Thèse Bordeaux, France.
- HAMMAN, R. A. jr.; DAMI, I. E.; WALSH, T. M.; STUSHNOFF, C.; 1996: Seasonal carbohydrate changes and cold hardiness of Chardonnay and Riesling grapevines. *Amer. J. Enol. Viticult.* **47**, 31-36.
- HANKS, G. R.; REES, A. R.; 1980: Growth substances of tulip: The activity of gibberellin-like substances in field-grown tulips from planting until flowering. *Z. Pflanzenphysiol.* **98**, 213-223.
- JACOBSEN, J. V.; BEACH, L. R.; 1985: Control of transcription of α -amylase and rRNA genes in barley aleurone protoplasts by gibberellin and abscisic acid. *Nature* **316**, 275-277.
- KLIEWER, W. M.; 1965: The sugars of grapevines. II. Identification and seasonal changes in the concentration of several trace sugars in *Vitis vinifera* L. *Amer. J. Enol. Viticult.* **16**, 168-178.
- KOUSSA, T.; 1992: Recherches sur l'acide abscissique et l'abscissate de β -D-glucopyranose dans les feuilles et les bourgeons de vigne. Thèse Univ. Bordeaux II, France.
- -; BROQUEDIS, M.; BOUARD J.; 1994: Importance de l'acide abscissique dans le développement des bourgeons latents de vigne (*Vitis vinifera* L. var. Merlot) et plus particulièrement dans la phase de levée de dormance. *Vitis* **33**, 63-67.
- LABERGE, D. E.; MACGREGOR, A. W.; MEREDITH, W. O. S.; 1973: Changes in the free sugar content of barley kernels during maturation. *J. Inst. Brew.* **79**, 471-477.
- MAC ISAAC, S. A.; BEWLEY, J. D.; 1995: Seasonal changes in the starch content, and associated anabolic and catabolic enzymes, in the roots of the perennial weed, *Euphorbia esula*. *Plant Physiol. Biochem.* **33**, 163-171.
- MOING, A.; GAUDILLÈRE, J. P.; 1992: Carbon and nitrogen rationing in peach/plum grafts. *Tree Physiol.* **10**, 81-92.
- REBERS, M.; VERMEER, E.; KNEGT, E.; SHELTON, C. J.; VAN DER PLAS, L. H. W.; 1995: Gibberellin levels and cold-induced floral stalk elongation in tulip. *Physiol. Plant.* **94**, 987-691.
- TRINTIN, P. L.; 1981: Recherches sur l'évolution des glucides solubles et insolubles dans les bois et plants de vigne. Thèse Montpellier, France.
- VAN DEN BERG, J. H.; VREUGDENHIL, D.; LUDFORD, P. M.; HILLMAN, L. L.; EWING E. E.; 1991: Changes in starch, sugar, and abscisic acid contents associated with second growth in tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.) one-leaf cuttings. *J. Plant Physiol.* **139**, 86-89.
- WAMPLE, R. L.; BARY, A.; 1992: Harvest date as a factor in carbohydrate storage and cold hardiness of Cabernet Sauvignon grapevines. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **117** (1), 32-36.

Reçu le 17 Octobre 1997