RELATION ENTRE LES TENEURS EN ACIDE ABSCISSIQUE DES BOURGEONS LATENTS, DES FEUILLES ET DES ENTRE-NOEUDS DE *VITIS VINIFERA* L. var. MERLOT PENDANT LA PHASE DE DORMANCE

RELATIONSHIP BETWEEN THE LEVELS OF ABSCISIC ACID IN LATENT BUDS, IN LEAVES AND IN INTERNODES OF *VITIS VINIFERA* L. cv. MERLOT DURING THE DORMANCY PHASE

T. KOUSSA*,[1], D. ZAOUI** et M. BROQUEDIS***

*Laboratoire de Physiologie et Pathologie Végétales ;
**Laboratoire de Biochimie Métabolique. Département de Biologie,
Université Chouaïb Doukkali, Faculté des Sciences, 24000 El Jadida (Maroc).
***Institut de la Vigne de Bordeaux, Laboratoire des Sciences de la Vigne,
Université Bordeaux I, Avenue des Facultés, 33405 Talence cedex (France).

Résumé : Le suivi de l'évolution des teneurs en acide abscissique (ABA) sous ses deux formes libre (*cis*-ABA) et conjuguée (abscissate de β-D-glucopyranose: *cis*-ABA-GE) dans les feuilles, les bourgeons et les entre-noeuds de *Vitis vinifera* L. var. Merlot pendant la phase de dormance, ainsi que les expérimentations réalisées (effeuillage et suppression de bourgeons) semblent montrer l'existence de courants migratoires de ce régulateur de croissance. Les feuilles paraissent constituer une source importante d'ABA pour les bourgeons pendant la phase d'entrée en dormance et au moment de leur sénescence. Pendant la phase de dormance, les feuilles joueraient un rôle de pôle d'attraction pour l'ABA expliquant ainsi la diminution de sa teneur dans les bourgeons. Des échanges concernant ce régulateur de croissance semblent exister entre les entre-nœuds et les bourgeons pendant la phase de dormance, ce qui pourrait être à l'origine d'un contrôle de l'aptitude au débourrement. Enfin, l'intervention des racines dans les variations de la teneur en ABA des bourgeons et aussi dans celles des entre-nœuds paraît très claire, surtout avant le début de la chute des feuilles.

Abstract : The levels of free and bound ABA (*cis*-ABA and *cis*-ABA-GE) were quantified weekly during the dormancy phase of three years in leaves, in latent buds and in internodes grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Merlot) by high pressure liquid chromatography (HPLC). An inverse variation between *cis*-ABA and *cis*-ABA-GE levels was observed in buds and in internodes during some phases of their development. This result seems suggest a possible interconversion phenomenon between these two ABA forms as described in others organs by some authors. The development of ABA in leaves, in buds and in internodes, showed three successive maximums of *cis*-ABA. The first maximum was observed in leaves during onset of dormancy, the second maximum in buds during dormancy and the last in internodes during the leaf fall. Maximums of *cis*-ABA in leaves and in buds are approximatively the some values (around of 150 µg/ 100 g Dry Weight) whereas in internodes is lower (60 µg/ 100 g Dry Weight). An inverse variation between *cis*-ABA of leaves and *cis*-ABA of buds was observed suggesting that the increase of *cis*-ABA in buds was caused by the *cis*-ABA translocation from leaves but also from roots. The removal of leaves on september 1997 during the dormancy phase, before leaf fall period, induced an increase of *cis*-ABA content in buds and internodes. These results seem suggest that before leaf fall period, ABA of buds and internodes were translocated to leaves. During this same period, the removal of leaves and buds induced a slightly soften of ABA content increase in internodes, that seems indicate that ABA was greatly translocated from roots. During the period of leaf fall, the leaf removal traitment induced a decrease of *cis*-ABA levels in buds and in internodes while the same traitment associated to buds removal stabilized the ABA levels in internodes. During this period, ABA seems exported from leaves to buds and internodes and the roots don't appear to operate significantly in the development of ABA in these two organs.

Mots clés : acide abscissique, bourgeon, entre-nœud, feuille, racine, translocation, dormance, *Vitis vinifera* L.

Key words : abscisic acid, bud, internode, leaf, root, translocation, dormancy, *Vitis vinifera* L.

1 : correspondance : KOUSSA

J. Int. Sci. Vigne Vin, 1998, **32**, n°4

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

INTRODUCTION

L'évolution de l'acide abscissique libre (*cis*-ABA) et de sa forme conjuguée l'abscissate de β-D-glucopyranose (*cis*-ABA-GE) dans les bourgeons latents de la Vigne au cours du cycle annuel a fait l'objet de nombreux travaux (DÜRING et BACHMANN, 1975 ; DÜRING et KISMALI, 1975 ; EMMERSON et POWELL, 1978 ; BROQUEDIS et BOUARD, 1993 ; KOUSSA *et al.*, 1994). Cependant, si l'évolution de ces deux formes d'ABA a pu être précisée il n'en reste pas moins que certaines des variations observées restent inexpliquées.

Plusieurs auteurs ont néanmoins pensé que l'acide abscissique (ABA) accumulé dans les bourgeons dormants était d'origine foliaire (DAVISON et YOUNG, 1974 ; WRIGHT, 1975 ; MIELKE et DENIS, 1978). Une telle hypothèse paraît d'autant plus probable qu'un effeuillage semble retarder l'installation de la dormance et diminuer son intensité (NIGOND, 1961 ; LLOYD et FIRTH, 1990 ; HERTER *et al.*, 1992). L'intervention des entre-nœuds dans la circulation de ce régulateur de croissance devient alors évidente, ce qui laisse supposer que les feuilles auraient une influence sur l'évolution de leur teneur en ABA. D'autant plus qu'une accumulation de l'ABA a été signalée dans des rameaux de *Vitis* lors de l'installation de la dormance et au moment de sa levée (DÜRING et ALLEWELDT, 1973).

Par ailleurs, d'autres auteurs (DAVISON et YOUNG, 1974 ; ALVIM *et al.*, 1976 ; PHILLIPS et HOFMANN, 1979) ont suggéré que l'ABA du xylème pouvait jouer un rôle non négligeable dans l'accumulation de ce régulateur de croissance dans les bourgeons et, par conséquent, dans la régulation de leur dormance

Dès lors, il était intéressant de préciser l'évolution de l'ABA dans les entre-nœuds, et de voir s'il existe une relation entre l'ABA des bourgeons et celui des feuilles. Pour cela, nous avons été amené à réaliser l'expérimentation que nous allons maintenant décrire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des bourgeons, des entre-nœuds et des feuilles de *Vitis vinifera* L. var. Merlot ont été prélevés régulièrement pendant la phase de dormance dans la région de Bordeaux, tout d'abord dans la collection ampélographique de l'INRA en 1988, en 1989 et en 1990, puis au Château Brown en 1997.

Le 17 septembre 1997, nous avons procédé à la suppression de la totalité des feuilles d'un certain nombre de pieds de vigne. Sur certains de ces pieds, les bourgeons ont été supprimés réduisant ainsi les rameaux principaux à une succession de nœuds et d'entre-nœuds.

Sur les pieds témoins, les 10 bourgeons à partir de la base, les trois premiers entre-nœuds de type N1-N2, compris entre deux vrilles consécutives (BOUARD, 1966), ainsi que les feuilles situées en face des deux premières grappes à partir de la base ont été récoltés, immédiatement fixés dans l'azote liquide, puis lyophilisés. Sur les pieds effeuillés, les prélèvements ont concerné les entre-nœuds et les bourgeons alors que pour les pieds effeuillés et ébourgeonnés seuls les entre-nœuds ont été récoltés.

L'extraction et le dosage de l'ABA des différents organes ont été réalisés par la méthode mise au point par BROQUEDIS (1987) légèrement modifiée par KOUSSA *et al.* (1994). L'analyse de l'ABA a été réalisée par chromatographie liquide à haute pression (CLHP) selon les conditions chromatographiques décrites par BROQUEDIS (1987).

RÉSULTATS

Les résultats obtenus pour les trois années consécutives (1988, 1989 et 1990) présentant les mêmes caractéristiques, nous ne commenterons ici que ceux de l'année 1989.

I - VARIATIONS DE LA TENEUR EN ABA DES BOURGEONS LATENTS

La teneur en *cis*-ABA des bourgeons latents de Merlot (figure 1b) augmente lentement du 8 au 26 septembre marquant le début de la phase d'entrée en dormance (KOUSSA *et al.*, 1994), puis plus intensément jusqu'au 13 octobre où elle atteint un maximum de valeur très élevée (165 µg/100 gMS). Par la suite, la teneur en *cis*-ABA chute fortement jusqu'au 27 octobre, avant de marquer une phase de ralentissement suivie d'une légère augmentation, puis elle diminue de nouveau intensément jusqu'au 20 décembre où elle devient relativement faible.

Le *cis*-ABA-GE, dont la teneur est toujours plus élevée que celle du *cis*-ABA, évolue parallèlement au *cis*-ABA entre le 26 septembre et le 27 octobre et de façon inverse au cours du reste de la période étudiée. Ce type d'évolution laisse penser que la majeure partie des variations observées sont dues à une interconversion entre les deux formes d'ABA. Un tel phénomène est d'autant plus probable qu'il a été signalé par plusieurs auteurs (HSU, 1979 ; KING, 1979 ;

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

LE PAGE-DEGIVRY et BULARD, 1979 ; BARTHE et BULARD, 1985 ; BROQUEDIS, 1989).

II - VARIATIONS DE LA TENEUR EN ABA DES ENTRE-NŒUDS

Les teneurs en *cis*-ABA et en *cis*-ABA-GE des entre-nœuds sont en général moins élevées que celles des bourgeons (figure 1e). Ces deux formes d'ABA, présentes en faibles quantités le 8 septembre, augmentent plus ou moins régulièrement jusqu'au 3 novembre et évoluent en sens inverse par la suite. Cette évolution inverse, beaucoup plus nette en 1988 et en 1990 (figures 1d et 1f), suggère que le phénomène d'interconversion signalé dans les bourgeons semble se produire aussi dans le cas des entre-nœuds.

Un maximum de *cis*-ABA dans les entre-nœuds est atteint le 27 novembre, donc bien après celui des bourgeons, et il coïncide avec la période de la chute des feuilles. Il semble donc que les bourgeons et les entre-nœuds de la Vigne ne présentent pas le même comportement que ceux d'*Acer saccharum* (DUMBROFF *et al.*, 1979) pour qui les maximums en ABA libre de ces deux organes sont atteints au même moment.

Par la suite, la teneur en *cis*-ABA est fortement réduite et atteint, au dernier prélèvement, sa valeur minimale, tandis que celle du *cis*-ABA-GE, au contraire, devient maximale.

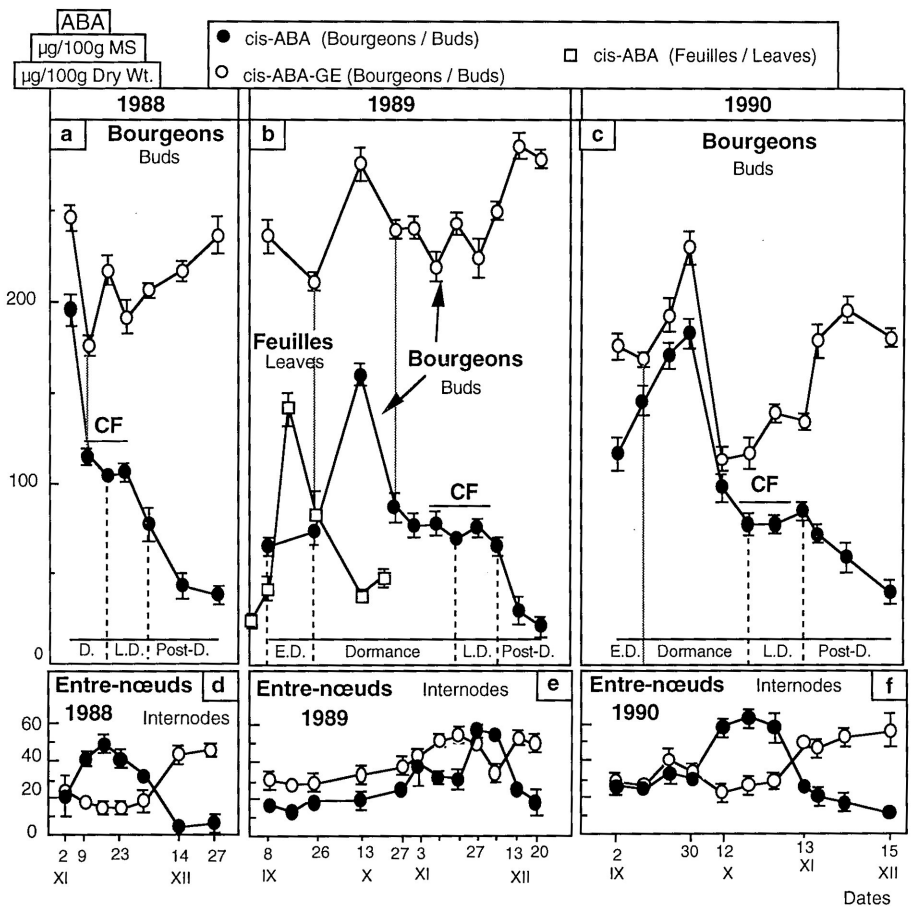


Fig. 1 - Évolution des teneurs en *cis*-ABA et en *cis*-ABA-GE des bourgeons latents (a, b et c) et des entre-nœuds (d, e et f) de Merlot pendant la phase de dormance au cours des années 1988, 1989 et 1990. L'évolution de la teneur en *cis*-ABA des feuilles au cours de l'année 1989 (b) est également représentée.

(CF : Chute des feuilles ; D. : Dormance, E.D. : Entrée en dormance ; L.D . : Levée de la dormance ; Post-D. : Post-dormance). Moyenne + Erreur Standard (3 répetitions).

Fig. 1 - Development of *cis*-ABA and *cis*-ABA-GE content of buds (a, b and c) and internodes (d, e and f) (cv. Merlot) during the dormancy phase of three years (1988, 1989 and 1990). Developement of *cis*-ABA content of leaves during the year 1989 was also represented (b).

(CF : Leaf fall ; D. : Dormancy ; E.D. : Onset of dormancy ; L.D. : End of dormancy ; Post-D. : Post-Dormancy). Mean + Standard Error (3 replicates).

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

III - VARIATIONS DE LA TENEUR EN ABA DES FEUILLES

Le *cis*-ABA des feuilles (figure 1b) dont la teneur initiale est faible s'accumule du 1er au 15 septembre où il atteint un maximum de valeur très élevée (150 µg/100 gMS). Par la suite, la teneur en ABA libre des feuilles diminue fortement jusqu'au 13 octobre, puis tend à augmenter de nouveau, semble-t-il, jusqu'au 20 octobre, dernière date de prélèvement de ces organes en 1989.

Le premier prélèvement de l'année 1997, réalisé après la maturité des raisins, c'est-à-dire bien après l'entrée en dormance des bourgeons, se situe au moment de la chute de la teneur en *cis*-ABA de ces organes. Le décalage important observé entre les deux cycles 1989 et 1997 est essentiellement dû aux conditions climatiques très particulières de l'année 1989. L'accumulation du *cis*-ABA signalée dans les feuilles jusqu'au 20 octobre 1989 se retrouve aussi en 1997 (figure 2c) et elle est suivie d'une diminution qui dure jusqu'à la chute des feuilles.

IV - INFLUENCE DE L'EFFEUILLAGE SUR LES VARIATIONS DE LA TENEUR EN ABA DES BOURGEONS

L'effeuillage complet des pieds de Vigne réduit fortement la chute des teneurs en *cis*-ABA des bourgeons, ce qui les maintient à des valeurs plus élevées que celles bourgeons témoins jusqu'au 30 octobre (figure 2a). Par la suite, une forte réduction du *cis*-ABA dans les bourgeons issus des pieds effeuillés, ramène leurs teneurs à des valeurs similaires à celles des bourgeons témoins le 19 novembre (70 µg/100 gMS).

Le *cis*-ABA-GE, qui est la forme d'ABA la plus abondante dans les deux catégories de bourgeons, évolue parallèlement à l'ABA libre jusqu'au 25 septembre. Par la suite, les deux formes d'ABA évoluent de façon inverse jusqu'au 19 novembre dans le cas des bourgeons témoins et jusqu'au 30 octobre dans le cas des bourgeons issus des pieds effeuillés. Là aussi, l'effeuillage atténue la diminution du *cis*-ABA-GE dans les bourgeons par rapport à ceux du témoins et il semble même y accentuer son accumulation du 25 septembre au 8 octobre. Après cette date, la teneur en *cis*-ABA-GE des bourgeons des pieds effeuillés diminue fortement pour atteindre, le 19 novembre, une teneur moins élevée que dans les bourgeons témoins.

V - INFLUENCE DE L'EFFEUILLAGE SEUL OU ASSOCIÉ À LA SUPPRESSION DES BOURGEONS SUR LES VARIATIONS DE LA TENEUR EN ABA DES ENTRE-NŒUDS

Le type général de l'évolution du *cis*-ABA et du *cis*-ABA-GE observé dans les entre-nœuds témoins n'est modifié ni par l'effeuillage seul, ni par l'effeuillage associé à la suppression des bourgeons (figure 2b). En effet, les teneurs en *cis*-ABA augmentent dans les trois catégories d'entre-nœuds (témoins, effeuillés, effeuillés et ébourgeonnés) du 13 au 30 octobre et il se produit une interruption de cette accumulation entre le 17 septembre et le 8 octobre, c'est-à-dire au moment où le *cis*-ABA s'accumule dans les feuilles. Par la suite, la teneur en *cis*-ABA diminue de façon plus ou moins intense et un maximum est donc atteint le 30 octobre dans les trois catégories d'entre-nœuds.

La comparaison des teneurs en *cis*-ABA des trois catégories d'entre-nœuds montre que du 25 septembre au 18 octobre, l'effeuillage provoque un enrichissement en *cis*-ABA par rapport au témoin, alors que ce traitement associé à la suppression des bourgeons provoque l'effet inverse. Par la suite, les teneurs en *cis*-ABA des entre-nœuds témoins deviennent plus élevées que celles des entre-nœuds des pieds traités. Les teneurs en *cis*-ABA des entre-nœuds des pieds effeuillés et ébourgeonnés, toujours les plus faibles des trois catégories d'entre-nœuds jusqu'au 30 octobre, prennent des valeurs intermédiaires le 19 novembre.

L'effeuillage associé à la suppression des bourgeons ne semble pas avoir un effet notable sur l'évolution et sur les teneurs en *cis*-ABA-GE par rapport au témoin. En effet, dans ces deux catégories d'entre-nœuds, les teneurs en *cis*-ABA-GE subissent une diminution de même ordre avant de s'accumuler du 25 septembre au 8 octobre et ne plus évoluer significativement par la suite. En revanche, l'effet de l'effeuillage seul est visible dès le 25 septembre, puisqu'il provoque une forte accumulation du *cis*-ABA-GE qui s'achève le 18 octobre par un maximum de valeur relativement élevée (130 µg/100 g MS). Comme pour l'ABA libre, c'est dans les entre-nœuds issus des pieds effeuillés que cette forme conjuguée subit la chute la plus intense sa teneur atteignant alors une valeur plus basse que celle des deux autres catégories d'entre-nœuds.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Du mois de septembre à la mi-octobre 1989, les variations du *cis*-ABA des bourgeons et des feuilles se font en sens inverse (figure 1b). Ce type d'évolution fait apparaître successivement deux maximums de *cis*-ABA de teneurs sensiblement égales, le premier dans les feuilles et le second dans les bourgeons. Il n'apparaît guère possible d'expliquer les variations du *cis*-ABA des bourgeons par un phénomène d'interconversion avec le *cis*-ABA-GE, étant donné l'évo-

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

lution parallèle du *cis*-ABA et du *cis*-ABA-GE dans les bourgeons, pendant cette période. Par analogie avec le cas des baies, ces résultats nous amènent à penser que les bourgeons doivent constituer un pôle d'attraction pour le *cis*-ABA accumulé dans les feuilles, après l'arrêt de son exportation vers les péricarpes (KOUSSA *et al.*, 1993). Les variations de la teneur en *cis*-ABA des entre-nœuds nous conduit à la même conclusion puisque ces variations montrent une atténuation de l'accumulation du *cis*-ABA dans les entre-nœuds (le 26 septembre), au moment où sa teneur augmente fortement dans les bourgeons. Cette atténuation laisse penser que si le *cis*-ABA ne s'accumule plus dans les entre-nœuds, c'est parce qu'il pourrait migrer vers un pôle d'attraction qui serait alors constitué par les bourgeons. Ces résultats suggèrent donc l'existence d'une migration de l'ABA des feuilles vers les bourgeons entre le 15 septembre et le 13 octobre, ce qui va induire l'installation de la dormance (DÜRING et BACHMANN, 1975, KOUSSA *et al.*, 1994). L'hypothèse de l'origine foliaire de l'ABA des bourgeons paraît d'autant plus probable qu'elle a déjà été envisagée par d'autres auteurs (DAVISON et YOUNG, 1974 ; WRIGHT, 1975 ; MIELKE et DENIS, 1978). En outre, des effeuillages réalisés antérieurement (NIGOND, 1961 ; LLOYD et FIRTH, 1990 ; HERTER *et al.*, 1992) et induisant une diminution de l'intensité de la dormance semblent en accord avec nos résultats. Cependant, comme ces effeuillages ne provoquent qu'un retard de l'installation de la dormance et n'empêchent pas son installation, cela suppose que l'ABA des bourgeons ne doit pas provenir uniquement des feuilles. Dans ces conditions, nous sommes amenés à penser qu'une partie de l'ABA des bourgeons pourrait provenir des racines.

A partir du 13 octobre, la forte chute des teneurs en *cis*-ABA des bourgeons ne peut pas s'expliquer par interconversion avec le *cis*-ABA-GE car, à cette époque, les teneurs en *cis*-ABA-GE des bourgeons diminuent aussi (figure 1b). L'hypothèse d'une dégradation oxydative intense de l'ABA est également peu probable puisque les teneurs en eau des bourgeons, de l'ordre de 40 p. cent (KOUSSA *et al.*, 1994), ne semblent pas suffisantes pour activer un tel métabolisme (PIERCE et RASCHKE, 1981). La reprise de l'augmentation de la teneur en *cis*-ABA des entre-nœuds, concomitante du début de sa diminution dans les bourgeons, fait apparaître une évolution inverse dès le 13 octobre, phénomène très net dans le cas des années 1988 (figures 1a et 1d) et 1990 (figures 1c et 1f). Ce fait semble alors suggérer qu'une exportation de ce régulateur de croissance des bourgeons vers les entre-nœuds aurait lieu. Pendant cette période, le *cis*-ABA des feuilles s'accumule également. Un tel fait écarte, très probablement, la possibilité pour ces organes d'exporter de

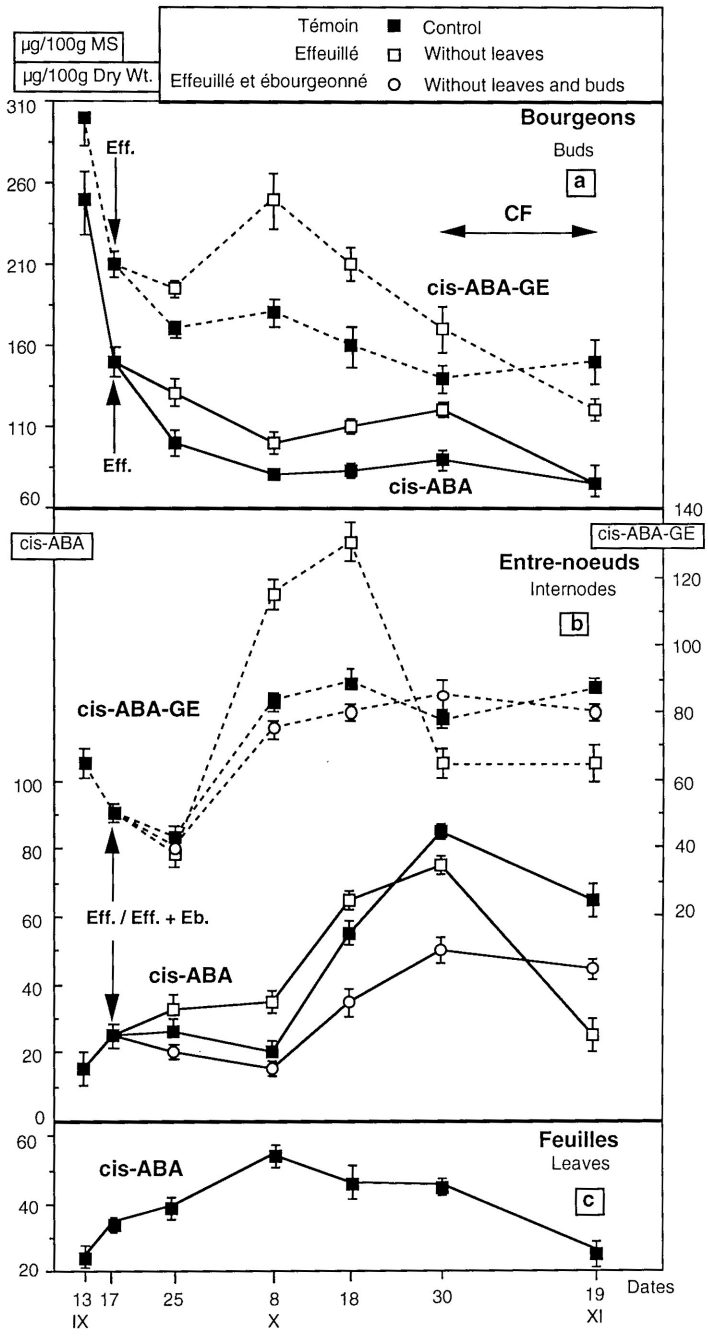


Fig. 2 - Influence d'un effeuillage seul (Eff.) ou associé à la suppression des bourgeons (Eff. + Eb.) effectué pendant la phase de dormance en 1997 sur l'évolution de la teneur en *cis*-ABA et en *cis*-ABA-GE des bourgeons (a) et des entre-nœuds (b) de Merlot.
L'évolution de la teneur en *cis*-ABA des feuilles témoins est également représentée (c). (CF : Chute des feuilles). Moyenne + Erreur Standard (3 répétitions).

Fig. 2 - Effect of the leaf removal alone (Eff.) or associated with a bud removal (Eff. + Eb) carried out during the dormancy phase on the development of *cis*-ABA and *cis*-ABA-GE content of Merlot buds (a) and internodes (b).
Development of *cis*-ABA content of control leaves during the year 1997 was also represented (c). (CF : Leaf fall). Mean + Standard Error (3 replicates).

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

l'ABA, ce qui semble donc en accord avec l'hypothèse de l'origine à partir des bourgeons de l'ABA des entre-nœuds.

L'effeuillage et la suppression des bourgeons réalisés en 1997 permettent d'apporter des éléments pour expliquer la forte diminution de la teneur en *cis*-ABA des bourgeons. En effet, l'atténuation de la chute de la teneur en *cis*-ABA, observée dès le 17 septembre 1997 dans les bourgeons en réponse à l'effeuillage complet des pieds de Vigne (figure 2a), ne peut être que la conséquence de la disparition d'un pôle d'attraction pour l'ABA. Dans nos conditions expérimentales, ce pôle d'attraction ne peut être constitué que par les feuilles puisque ce sont les seuls organes qui ont été supprimés. De plus, l'accentuation de l'accumulation de l'ABA sous ses deux formes dans les entre-nœuds des souches effeuillées (figure 2b) et sous la forme conjuguée dans les bourgeons (figure 2a), signifie qu'on doit être en présence d'un apport de ce régulateur de croissance qui, dans ce cas là, ne peut provenir que des racines. Un argument en faveur de cette origine racinaire de l'ABA nous est fourni par la suppression simultanée des feuilles et des bourgeons, puisque ce traitement ne semble pas empêcher l'accumulation du *cis*-ABA dans les entre-nœuds, accumulation qui se poursuit jusqu'au 30 octobre 1997. Un tel fait, suggère donc l'existence d'une circulation de l'ABA dans ces derniers organes, ce qui laisse penser que jusqu'au 30 octobre 1997, une grande partie du *cis*-ABA des entre-nœuds proviendrait des racines. Cette hypothèse semble en accord avec les travaux de plusieurs auteurs (ALVIM *et al.*, 1976 ; DAVISON et YOUNG, 1974 ; PHILLIPS et HOFMAN, 1979 ; LOVEYS, 1984) qui signalent la possibilité d'une migration de l'ABA des racines vers les autres organes via le xylème. Elle trouve aussi un appui dans les derniers travaux qui confirment l'origine racinaire de l'ABA des feuilles dans le cas d'un stress hydrique (DAVIES et ZHANG, 1991 ; DÜRING, 1992 ; GOWING *et al.*, 1993 ; JOKHAN *et al.*, 1996 ; IACONO et PETERLUNGER, 1997 ; JARVIS et DAVIES, 1997).

Les expérimentations que nous avons faites suggèrent donc que la forte diminution de la teneur en *cis*-ABA des bourgeons, notée dès 13 octobre 1989, est due à une migration de ce régulateur de croissance vers les feuilles, via les entre-nœuds. Cette migration qui dure jusqu'à la période précédant la chute des feuilles, c'est-à-dire fin octobre en 1989, s'accompagne d'une forte augmentation de la teneur en *cis*-ABA des entre-nœuds qui semble provenir à la fois des bourgeons et des racines.

Durant l'époque de la chute des feuilles, les résultats obtenus en 1997 montrent que l'hypothèse d'une migration de l'ABA des bourgeons vers les feuilles ne peut plus expliquer les variations observées et plus particulièrement dans le cas des pieds effeuillés (figure 2). En effet, à partir du 30 octobre, la forte diminution de la teneur en *cis*-ABA des entre-nœuds issus des pieds effeuillés, ainsi que les teneurs plus basses que celles des témoins, ne pourraient alors être expliquées qu'en faisant intervenir l'inactivation d'une source d'ABA. Une telle source ne peut être constituée que par les feuilles. L'arrêt de l'accumulation de l'ABA dans les entre-nœuds issus des pieds effeuillés et ébourgeonnés suppose, quant à lui, que les racines n'exporteraient plus beaucoup d'ABA. La diminution des teneurs en ABA observée à la fois dans les entre-nœuds témoins et ceux issus des pieds effeuillés, ainsi que son absence dans le cas des entre-nœuds issus des pieds effeuillés et ébourgeonnés, laissent penser que les bourgeons doivent, à cette époque, constituer un pôle d'attraction pour l'ABA des feuilles. Une telle hypothèse semble expliquer la chute beaucoup plus intense du *cis*-ABA dans les entre-nœuds issus des pieds effeuillés que dans ceux provenant des pieds effeuillés et ébourgeonnés. Dans ce cas, on peut penser qu'après le 30 octobre 1997, la diminution des teneurs en *cis*-ABA des entre-nœuds témoins serait probablement la résultante d'une dégradation oxydative, qui reste néanmoins, assez réduite vu leurs teneurs en eau assez faibles, d'un apport des feuilles et d'une migration vers les bourgeons. En effet, à cette époque, les feuilles sont sénescentes et produisent donc beaucoup d'ABA (WEILER, 1980) qui serait aussitôt exporté puisque l'ABA libre ne s'y accumule pas (figure 2c).

Ces expérimentations de 1997 permettent donc d'interpréter le ralentissement de la diminution de la teneur en *cis*-ABA des bourgeons et même sa légère accumulation notées à l'époque de la chute des feuilles, au cours des 3 années étudiées, comme étant le résultat d'une migration de l'ABA des feuilles sénescentes vers les bourgeons. Ce retour d'ABA dans les bourgeons pourrait expliquer le net ralentissement et même la diminution de l'aptitude au débourrement signalée à cette époque-là par différents auteurs (POUGET, 1963 ; KOUSSA *et al.*, 1994). Les potentialités de débourrement n'augmenteront de nouveau de façon significative qu'après la réduction des teneurs en *cis*-ABA par estérification sous l'effet du froid lors de la levée de la dormance (KOUSSA *et al.*, 1994), phénomène noté, en 1989, vers le début du mois de décembre.

Finalement, les résultats que nous avons obtenus mettent en évidence l'importance des feuilles aussi bien dans l'accumulation de l'ABA dans les bourgeons que dans la réduction de ses teneurs. Une relation permanente entre les bourgeons et les entre-nœuds est également mise en évidence par leurs échanges d'ABA,

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

ce qui attribue à ces derniers un rôle plus important qu'un simple lieu de passage de ce régulateur de croissance. Les feuilles et les entre-nœuds semblent donc impliqués dans la régulation de la teneur en ABA des bourgeons et par suite dans le contrôle de l'aptitude au débourrement.

Remerciements : Les auteurs remercient vivement le Professeur Jacques BOUARD pour la lecture critique de ce manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALVIM R., HEWETT E.R. et SAUNDERS P.F., 1976. Seasonal variation in the hormone content of willow. I. Changes in abscisic acid content and cytokinin activity in the xylem sap. *Plant Physiol.*, **57**, 474-476.

BARTHE Ph. et BULARD C., 1985. Metabolism of (2-^{14}C)abscisic acid in dormant and after-ripened apple embryos. *J. Plant Physiol.*, **120**, 471-476.

BOUARD J., 1966. Recherches physiologiques sur la Vigne et en particulier sur l'aoûtement des sarments. *Thèse d'État*, Bordeaux, 398 p.

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'Etat*, Bordeaux, 225 p.

BROQUEDIS M., 1989. Can abscisyl-β-D-glucopyranoside be a source of free abscisic acid *in vivo* ? *Vitis*, **25**, 121-135.

BROQUEDIS M. et BOUARD J., 1993. Identification of the isomers of abscisic acid and of abscisyl-β-D-glucopyranoside in latent buds of grapevine and their evolution during the post-dormancy phase. *Vitis*, **32**, 223-228.

DAVIES W.J. et ZHANG J., 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, **42**, 55-76.

DAVISON R.M. et YOUNG H., 1974. Seasonal changes in the level of abscisic acid in xylem sap of peach. *Plant Sc. Lett.*, **2**, 79-82.

DUMBROFF E.B., COHEN D.B. et WEEB D.P., 1979. Seasonal levels of abscisic acid in buds and stems of *Acer saccharum. Physiol. Plant.*, **45**. 211-214.

DÜRING H. et ALLEWELDT G., 1973. Der Jahresgang der Abscisinsäure in vegetativen Organen von Reben. *Vitis*, **12**, 26-32.

DÜRING H. et 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.

DÜRING H. et KISMALI I., 1975. Die Rolle der Abscisinsäure bei der Knospenruhe di-und tetraploider Rebsorten. *Vitis*, **14**, 89-96.

DÜRING H., 1992. Gaz exchange of grapevines leaves as affected by soil factors. *C.R. 4e Symp. Intern. sur la Physiol. de la Vigne*, San Michel All'adige (Italie). Mai 1992.

EMMERSON J.G. et POWELL L.E., 1978. Endogenous abscisic acid in relation to rest and bud burst in tree *Vitis* species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **103**, 677-680.

GOWING D.J.G., JONES H.G. et DAVIES W.J., 1993. Xyleme-transported abscisic acid : the relative importance of its mass and its concentration in the control of stomatal aperature. *Plant, Cell and Environment*, **16**, 453-459.

HERTER F., RAGEAU R., MAUGET J. C. et BONHOMME M., 1992. Influence des conditions de croissance (température et effeuillage) sur la dynamique d'entrée en dormance des bourgeons chez quelques variétés de Pommier. *Séminaires du groupe « Dormances »*, INRA, Angers (France). Mars 1992.

HSU F. C., 1979. Abscisic acid accumulation in developing seeds of *Phaseolus vulgaris* L. *Plant Physiol.*, **63**, 552-557.

IACONO F. et PETERLUNGER E., 1997. Rootstock-scion interaction may affect drought tolerance in *Vitis vinifera* cultivars. Implications in selection programs. *VIIe Symp. Int. sur la Génétique et l'Amélioration de la Vigne*. Montpellier (France), 6-10 juillet.

JARVIES et DAVIES, 1997.Whole-plant ABA flux and the regulation of water loss in *Cedrella odorata. Plant cell and environment*, **20**, n° 4, 521-527.

JOKHAN A.D., ELSE M.A. et JACKSON M.B., 1996. Delivery rates of abscisic acid in xylem sap of *Ricinus communis* L. plants subjected to part-drying of the soil. *J. Exp. Bot.*, **47**, n°303, 1595-1599.

KING R.W., 1979. Ascisic acid synthesis and metabolism in wheat ears. *Aust. J. Plant Physiol.*, **6**, 99-109.

KOUSSA T, BROQUEDIS M et BOUARD J., 1993. Mise en évidence d'une relation entre les teneurs en acide abscissique des feuilles de Vigne et des baies de raisin à l'époque de la véraison. *J. Int. Sci. Vigne vin*, **27**, n°4, 263-276.

KOUSSA T, BROQUEDIS M et BOUARD J., 1994. Importance de l'acide abscissique des bourgeons latents de vigne (*Vitis vinifera* L.var. Merlot) et plus particulièrement dans la phase de levée de dormance. *Vitis*, **33**, 63-67.

LE PAGE-DEGIVRY M. Th. et BULARD C., 1979. Acide abscissique lié et dormance embryonnaire chez *Pyrus malus* L. *Physiol. Plant.*, **46**, 115-120.

LLOYD J. et FIRTH D., 1990. Effect of defoliation on depth of dormancy and subsequent vegetative and repro-

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

ductive development in low-chill peaches. *Acta Hortic.*, **279**, 223-230.

LOVEYS B.R., 1984. Abscisic acid transport and metabolism in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *New Phytol.*, **98**, 575-582.

MIELKE E. A. et DENIS Jr.F.G., 1978. Hormonal control of flower bud dormancy in Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.). III. Effects of leaves, defoliation and temperature on levels of abscisic acid in flower primordia. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **103**, 446-449.

NIGOND J., 1961. Contribution à l'étude de la dormance de la Vigne sous le climat du Languedoc. *Thèse 3e Cycle*, Paris, 72 p.

PHILLIPS I.D.J. et HOFMAN A., 1979. Abscisic acid, abscisic acid-esters and phaseic acid in vegetative terminal buds of *Acer pseudoplatanus* during emergence from winter dormancy. *Planta*, **146**, 591-596.

PIERCE et RASCHKE, 1981. Synthesis and metabolism of abscisic acid in detached leaves of *Phaseolus vulgaris* L. after loss and recovery of turgor. *Planta*, **153**,156-165.

POUGET R., 1963. Recherches physiologiques sur le repos végétatif de la vigne (*Vitis vinifera* L.) : la dormance des bourgeons et le mécanisme de sa disparition. *Thèse d'Etat*, Bordeaux, 247 p.

WEILER E.W., 1980. Radioimmunoassy for the differential and direct analysis of free and conjugated abscisic acid in plant extracts. *Planta*, **148**, 262-272.

WRIGHT S.T.C., 1975. Seasonal changes in the levels of free and bound abscisic acid in blackcurrant (*Ribes nigrum*) buds and beech (*Fagus sylvaticus*) buds. *J. Exp. Bot.*, **26**, 161-174.

Reçu le 2 octobre 1998 ;
accepté pour publication le 16 novembre 1998.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)