

NOUVELLE CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA THÉORIE DE L'ACROTONIE SUR LE RAMEAU DE VIGNE D'UN AN : II- INFLUENCE DES RÉGULATEURS DE CROISSANCE EXOGÈNES SUR LE DÉBOURREMENT DES BOUTURES À UN ŒIL, AU STADE DE POST-DORMANCE DU BOURGEON

NEW CONTRIBUTION TO THE SURVEY OF THE THEORY OF THE ACROTONY ON THE BRANCH OF ONE YEAR GRAPEVINE: II- INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON BUD BURST CARRIED BY ONE EYE CUTTINGS IN POST-DORMANCY STAGE

B. EZZILI¹ et feu M. BEJAOU¹

¹INRST, B.P. 95, 2050 Hammam lif (Tunisie)

Résumé : Des boutures à un œil prélevées pendant la phase de post-dormance du bourgeon ont été immergées pendant 24 heures dans différents régulateurs de croissances à différentes concentrations (GA3 50 mg/l, 25 mg/l, 12,5 mg/l ; ABA 25 mg/l, 12,5 mg/l, 6,25 mg/l ; 6BAP50 mg/l, 25 mg/l, 12,5 mg/l ; Kinétine 50 mg/l, 25 mg/l, 12,5 mg/l ; AIA, AIB, ANA 50 mg/l, 25 mg/l, 12,5 mg/l ; 2-4D 10 mg/l, 5 mg/l, 2,5 mg/l) d'une part et dans des mélanges binaires et ternaires de régulateurs de croissance d'autre part. Les résultats sont analysés et discutés.

Abstract : Investigation of the Tunisian vineyard showed that on long canes of Muscatel of Italy, a certain percent of growing branches presents both the acrotony and basitony phenomena. The discussion of the investigation results allowed us to define a new hypothesis according to which these phenomena are controlled in part by a hormonal balance. In order to test this hypothesis, we are proceeded by studying the influence of growth regulators on bud bursting carried on one eye cuttings in one hand and on long canes to 10 units cultivated in greenhouse and in the laboratory on the other hand as well as on long wood in the vineyard. We report in this work the results relative to one eye cuttings. We applied an immersion of buds carried by one eye cuttings and in phase of post-dormancy, during 24 hours in different growth regulators at different concentrations (GA3 50 mg/l, 25 mg/l, 12.5 mg/l; ABA 25 mg/l, 12.5 mg/l, 6.25 mg/l; 6BAP 50 mg/l, 25 mg/l, 12.5 mg/l; Kinétin 50 mg/l, 25 mg/l, 12.5 mg/l; AIA, AIB, ANA 50 mg/l, 25 mg/l, 12.5 mg/l; 2-4D 10 mg/l, 5 mg/l, 2.5 mg/l). Results of these treatments show that there are generally some inhibitory effects for gibberellins and auxins. In the contrary, cytokinins possess the stimulate effects of bud bursting, applied during the end of the post dormancy phase.

The interesting conclusion concerning the interaction of two growth regulators resides especially in the interaction cytokinin-auxins. According to our results auxins possess some inhibitory effects on the bud bursting, on the contrary, cytokinins possess a stimulate effect. The Interaction cytokinin-auxin seems to attenuate the negative effect of auxins on the bud bursting. We will see subsequently that differed applications of these regulators can give a clear demonstration.

Mots-clés : débourrement-bouture à un œil- GA3, cytokinine, ABA, auxine, *Vitis vinifera* L, régulateurs de croissance

Key words : Budburst-cuttings one eye-GA3, cytokinin, ABA, auxin, *Vitis vinifera* L, growth regulator

INTRODUCTION

La recherche de mode de conduite de la vigne autre que le gobelet nord africain nous a incité à faire une enquête sur l'absence de débourrement sur baguette longue de cépage de table et d'étudier si la dormance

résiduelle équivaut au phénomène d'acrotonie. Les résultats de cette étude (EZZILI et BEJAOU, 2000) montrent clairement que ce phénomène dépend de l'année et qu'il y a une corrélation faiblement négative entre le pourcentage de bourgeons non débourrés et le diamètre de la base de la baguette d'une part et du som-

met d'autre part. La différence des diamètres de la base et de la partie apicale de celle-ci est, par contre, en corrélation faiblement positive avec le pourcentage de bourgeons non débouffés ce qui laisse émettre une conclusion qu'au niveau de la baguette, le pourcentage de bourgeons non débouffés ne dépend pas seulement du diamètre de la baguette, mais du maintien de celui-ci sur l'axe porteur. L'étude bibliographique met en exergue le rôle des températures basses. Nous avons essayé de dissocier le phénomène de l'acrotonie et celui de la dormance résiduelle. Les résultats des essais montrent que le maintien à la température de 4°C des baguettes longues pendant 10 jours enlève partiellement ou totalement la dormance résiduelle, mais le phénomène de l'acrotonie persiste. Nous avons examiné les réponses qualitatives de l'enquête. Il en ressort qu'en Tunisie, sur baguette longue de Muscat d'Italie, un certain pourcentage de rameau d'un an présente à la fois le phénomène de l'acrotonie et de la basitonie (8 pour cent en 1994 sur le Muscat d'Italie). La discussion des résultats de l'enquête nous a emmené à émettre une nouvelle hypothèse de travail concernant le phénomène qu'on essayera de vérifier.

HYPOTHÈSE DE TRAVAIL

Elle est tirée d'une part de nos observations faites dans le vignoble tunisien sur divers cépages de table conduits en pergole et pergola et fertirrigués d'une part (EZZILI et BEJAOU, 2000) et d'autre part des travaux d'ANTCLIFF et MAY (1961), de ceux de BESSIS (1965) sur le phénomène de corrélation de croissance, de ceux de MULLINS *et al.* (1966, 1967, 1968, 1981) sur la régulation du développement de la fleur par le biais des cytokinines chez *Vitis vinifera* L. et de ceux plus récents sur divers ligneux : WANG *et al.* (1986, 1988, 1989a et b, 1990, 1994), FAUST *et al.*, (1991, 1998), ROWLAND *et al.* (1992), RANGAN et LEWAK (1995) et FOURNIOUX (1995).

L'acrotonie est un phénomène qui n'est pas simple : il met en jeu plusieurs facteurs d'origine biologique parmi lesquels il y aurait la balance hormonale, l'état de l'eau dans les cellules des bourgeons, la structure des membranes cellulaires de ces mêmes bourgeons. Pour la balance hormonale, il y aurait des substances qui proviennent des bourgeons apicaux en développement et de leurs feuilles quand elles sont développées et qui seraient inhibitrices des bourgeons sous jacents BESSIS (1965). Cette ou ces substances ont une circulation basipète. D'autres substances à circulation basifuge émanant des racines ou synthétisées *de novo* par le cambium posséderaient probablement l'effet opposé des premiers composés, autrement dit permettraient la levée des inhibitions. Cela pourrait probablement expliquer le développe-

ment important des bourgeons de la base quelquefois obtenu et le gradient d'inhibition observé dans la partie moyenne du sarment.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I - PROTOCOLE D'ÉTUDES SUR L'INFLUENCE DES RÉGULATEURS DE CROISSANCE SUR LE DÉBOUFFEMENT DES BOURGEONS PRÉLEVÉS EN PHASE DE POST DORMANCE

1) Études sur boutures à un œil

Des lots de 100 boutures à un œil de rangs 6 à 10 sur des rameaux d'un an de Grenache noir, Mourvèdre, Pinot noir, Chardonnay et Muscat d'Italie et talonnées à 7 cm ont d'abord été traitées par le froid à une température de 4°C pendant 10 jours pour enlever la dormance résiduelle, puis mises à tremper dans différentes solutions de régulateurs de croissance pendant 24 heures à une température ambiante de 20°C et enfin plantés à 20°C et à l'obscurité dans des terrines de sable arrosées régulièrement à l'eau de ville. Un lot témoin a été trempé uniquement dans de l'eau de ville et planté dans les mêmes conditions. 28 jours après la mise en train de l'expérience, le pourcentage de débouffement a été déterminé pour chaque lot. Les régulateurs de croissance utilisés étaient la Kinétine, la 6 BAP, le GA3, l'ABA et des auxines : (AIB, AIA, 2-4 D et ANA). Des concentrations différentes de ces produits sont testées ainsi que des mélanges binaires et ternaires. Chacun des régulateurs était initialement dissous dans un petit volume de méthanol à 10 pour cent à la température ambiante du laboratoire, puis dilué dans l'eau distillée jusqu'au volume désiré.

- Pour la Kinétine, le 6 BAP, le GA3, l'AIB, l'AIA, l'ANA, une concentration initiale de 50 mg/l a été préparée et deux concentrations de 25 et de 12,5 mg/l ont été testées sur les cépages étudiés.

- Pour l'ABA, les concentrations utilisées étaient de 25, 12,5 et 6,25 mg/l.

- Pour le 2-4D, les concentrations utilisées étaient de 10, 5 et 2,5 mg/l.

- Des mélanges entre 6 BAP et GA3, 6 BAP et ABA, 6 BAP et AIA, 6 BAP et AIB, 6 BAP et ANA 6 BAP et 2-4 D, GA3 et ABA, GA3 et AIB, GA3 et AIA, GA3 et ANA, GA3 et 2-4 D, ABA-AIB, ABA-AIA, ABA-ANA, ABA-2-4 D, 6 BAP-GA3-ABA, 6 BAP-GA3-AIA, 6 BAP-GA3-AIB, 6 BAP-GA3-ANA, 6 BAP-GA3-2-4 D, 6 BAP-ABA-AIA, 6 BAP-ABA-AIB, 6 BAP-ABA-ANA, 6 BAP-ABA-2-4 D, 6 BAP-ABA-AIA, 6 BAP-ABA-AIB, 6 BAP-ABA-ANA, 6 BAP-ABA-2-4 D et GA3-ABA-AIA ont été testés en utilisant leurs concentrations les plus faibles,

volume à volume. Les données se trouvant dans les divers tableaux sont les résultats de trois répétitions.

Le choix des différentes concentrations sur la vigne provient des travaux d'ANTCLIFF et MAY (1961), de ceux de BESSIS (1965) sur le phénomène de corrélation de croissance, de ceux de MULLINS *et al.* (1966, 1967, 1968, 1981) sur la régulation du développement de la fleur par le biais des cytokinines chez *Vitis vinifera* L. et de ceux de FOURNIOUX (1995).

2) Traitements statistiques

Tous les traitements statistiques ont été effectués par S.A.S system : test simple de comparaison des pourcentages. La différence entre les pourcentages est significative à $\alpha = 0,05$. Le résultat est alors noté par**. La différence est significative à $\alpha = 0,01$ ou plus. Le résultat est alors noté par***. La signification peut être, dans un cas, une augmentation, mais aussi, dans d'autres cas, une réduction.

3) Table des abréviations

6 BAP = 6 benzyl amino purine,
GA3 = gibbérelline 3,
ABA = acide abscissique,
AIB = acide indolbutyrique,
AIA = acide indol acétique,
ANA = acide naphthalène acétique,
2-4 D = acide 2,4 diphénoxyacétique.

RÉSULTATS

I - INFLUENCE DES RÉGULATEURS DE CROISSANCE SUR LE DÉBOURREMENT DONT LA DORMANCE RÉSIDUELLE EST ENLEVÉE

1) Effet d'une gibbérelline : le GA3

Les résultats relatifs à ce traitement se trouvent dans le tableau I.

L'effet du GA3 sur le pourcentage de débourrement est négatif quels que soient la concentration et le cépage. Il faut signaler toutefois que l'effet négatif constaté dépend de la concentration. Le pourcentage de débourrement augmente quand la concentration de GA3 diminue. POUGET (1963) a montré que le GA3 exerce un effet antagoniste vis-à-vis du débourrement et de la levée de dormance. Selon cet auteur, l'influence du GA3 est fonction de l'intensité de la dormance et s'exerce d'autant plus fortement que cette intensité de la dormance est plus grande de telle manière que s'il est appliqué pendant la phase profonde ; il est capable d'inhiber irréversiblement la dormance. Pourtant le GA3 est reconnu comme agent de levée de dormance chez beaucoup des végétaux (KHAN, 1994, 1998 ; TOYOMASU *et al.*, 1995 ; GOLDMARK *et al.*, 1992 et LI et FOLEY, 1995).

Nos résultats ne font que confirmer les résultats de RIVES et POUGET (1959) en France, ceux d'ALLEWELDT 1959a, 1959b et 1961 en Allemagne et ceux d'ANTCLIFF et MAY (1961) en Australie.

2) Effet de l'acide abscissique

Les résultats relatifs à ce traitement se trouvent dans le tableau II.

Selon nos résultats, il n'y a pas d'effet significatif concernant les faibles concentrations. Par contre, pour 25 mg/l, il semblerait qu'il y ait un effet légèrement inhibiteur du débourrement et cela dépendrait du cépage. Ce résultat va dans le même sens que celui de JULLIARD (1970) qui n'obtient une inhibition du

TABLEAU I
Pourcentage de débourrement en fonction de la concentration de gibbérelline (1994)

Table I - Percentage bud bursting according to gibberillin concentration (1994)

Cépages	GA3									Témoin		
	50 mg/l			25 mg/l			12,5 mg/l			eau		
Grenache noir	0	0	0	4	6	4	12	10	15	63	65	69
		0***			4,66***			12,33***			65,66	
Mourvèdre	0	0	0	4	6	5	12	12	16	59	64	66
		0***			5***			13,33***			63	
Pinot noir	0	0	0	6	5	4	11	10	17	60	62	65
		0***			5***			12,66***			62,33	
Chardonnay	0	0	0	6	4	5	12	10	15	63	69	60
		0***			5***			12,33***			63	
Muscat d'Italie	0	0	0	5	5	2	13	10	16	61	61	67
		0***			4***			13***			63	

débourrement des bourgeons qu'avec des fortes doses d'ABA.

Toutefois, EL ANTALBY *et al.* (1967) ayant appliqué de l'ABA aux feuilles et aux bourgeons terminaux de *Betula pendula* ont provoqué leur entrée en dormance. Ce dernier résultat a été vérifié par plusieurs auteurs : POWELL (1978) ; BORKOWSKA (1980) ; BORKOWSKA et POWELL (1982). L'ABA est efficace pour retarder le débourrement des bourgeons de pommier (DUTCHER et POWELL, 1972) et lorsqu'il est injecté, il peut empêcher l'entrée en activité des bourgeons chez le cerisier *Prunus cerasus* L. (MIELKE et DENNIS, 1978).

Chez la vigne, DURING et BACHMANN (1975) ont mis en évidence une corrélation fortement positive entre l'intensité de la dormance des bourgeons de vigne et leur teneur en ABA. SAURE (1985), dans une revue générale, argumente que l'ABA ne régule pas l'entrée en activité des bourgeons. Une baisse des niveaux de l'ABA peut jouer un rôle dans l'induction de déhydrine protéine induite durant le stress thermique (JACOBSON et SHAW, 1989 ; MUNDY et CHUAN, 1988) et dans les variations de la perméabilité membranaire (MC ANISSH *et al.*, 1991). Selon KOUSSA (1992), les teneurs en acide abscissique sont maximales pendant la dormance et minimale à l'approche du débourrement. Une relation nette existe entre les différentes phases du cycle végétatif des bourgeons latents et les teneurs en acide abscissique. Une forte corrélation entre ces teneurs et les possibilités de débourrement a pu être établie. Selon le même auteur, les bourgeons jouent un rôle de pôle d'attraction vis-à-vis de l'acide abscissique des feuilles. Ce rôle cesse lorsque l'acide abscissique libre diminue dans les bourgeons. La levée de dormance est liée à une courte période de froid qui provoque une diminution des teneurs en *cis* ABA par estérification. La disponibilité de l'eau

dans les rameaux permet l'hydrolyse de l'acide abscissique sous forme d'ester, la dégradation oxydative de l'acide abscissique et par suite le débourrement.

3) Effet des cytokinines

Les résultats relatifs à ces traitements se trouvent dans les tableaux IIIa et IIIb.

Les résultats trouvés ici montrent un effet positif des cytokinines quels que soient la concentration et le type de régulateur appliqué. Le 6BAP ou la Kinétine se montrent promoteurs du débourrement. Peu d'auteurs ont étudié l'effet direct de ces substances sur le débourrement. La plupart ont corrélié le traitement qui augmente le débourrement et les cytokinines endogènes dans les racines. Toutefois, le contenu en cytokinine endogène augmente dans la sève du xylème juste avant le débourrement (CUTTING *et al.*, 1991 ; TROMP et OVAA, 1990). Cela a été vérifié sur vigne par NDUNG *et al.* (1996). Ces derniers auteurs ont montré qu'une fraction cytokinine ayant un Rf de 0,8 – 1 serait la fraction active probablement inductrice du débourrement chez la vigne.

4) Effet des auxines

Les résultats relatifs à ces traitements se trouvent dans les tableaux IVa, IVb, IVc et IVd.

a) Acide indol acétique

L'effet des différentes auxines est négatif sur le pourcentage de débourrement quels que soient la concentration et le cépage. Il faut signaler toutefois que l'effet négatif constaté dépend de la concentration. Le pourcentage de débourrement augmente quand la concentration du régulateur diminue. Les diverses auxines répondent différemment au niveau de l'intensité de l'inhibition. Le 2,4D semble être le plus inhibiteur sur

TABLEAU II
Pourcentage de débourrement en fonction de la concentration de l'acide abscissique (1994)

Table II - Percentage bud bursting according to abscissic concentration (1994)

Cépages	ABA									Témoin		
	25 mg/l			12,5 mg/l			6,25 mg/l			eau		
Grenache noir	62	58	67	65	67	59	72	67	63	63	65	69
	62,33**			63,66			66,66			65,66		
Mourvèdre	51	63	59	57	70	51	65	64	68	59	64	66
	57,66***			59,33**			65,66			63		
Pinot noir	41	50	58	57	61	60	70	62	59	60	62	65
	49,66***			59,33**			63,66			62,33		
Chardonnay	45	42	50	59	56	61	69	59	64	63	69	60
	45,66***			58,66**			64			63		
Muscat d'Italie	48	46	49	53	49	58	57	63	67	61	61	67
	47,66***			53,33**			62,33			63		

TABLEAU IIIa
Pourcentage de débourrement en fonction de la concentration de Kinétine

Table IIIa - Percentage bud bursting according to kinetin concentration

Cépages	Kinétine									Témoin		
	50 mg/l			25 mg/l			12,5 mg/l			eau		
Grenache noir	80	76	78	80	71	74	75	76	78	63	65	69
	78***			75***			76,33***			65,66		
Mourvèdre	75	71	80	70	82	75	77	71	73	59	64	66
	75,33***			75,66***			73,66***			63		
Pinot noir	73	75	79	69	78	73	75	74	74	60	62	65
	75,66***			73,33***			74,33***			62,33		
Chardonnay	71	70	85	74	79	80	75	80	76	63	69	60
	75***			77,66***			77***			63		
Muscat d'Italie	74	79	81	75	80	72	80	72	79	61	61	67
	78***			75,66***			77***			63		

TABLEAU IIIb
Pourcentage de débourrement en fonction de la concentration de 6 BAP

Table IIIb - Percentage bud bursting according to 6benzyl-aminopurin concentration

Cépages	6 BAP									Témoin		
	50 mg/l			25 mg/l			12,5 mg/l			eau		
Grenache noir	90	94	88	80	81	90	80	82	78	63	65	69
	90,66***			83,66***			80***			65,66		
Mourvèdre	91	92	84	82	80	89	88	81	80	59	64	66
	89***			83,66***			83***			63		
Pinot noir	85	88	94	92	90	79	78	88	85	60	62	65
	89***			87***			83,33***			62,33***		
Chardonnay	82	78	91	88	85	89	88	90	80	63	69	60
	87***			87,33***			86***			63		
Muscat d'Italie	84	81	83	83	81	89	84	91	90	61	61	67
	82,66***			84,33***			88,33***			63		

ce phénomène et engendre même une désorganisation du phelloderme 32 jours après le début du traitement, l'AIB semble exercer un effet plus inhibiteur que l'AIA mais moins que l'ANA et le 2,4D.

b) Acide indol butyrique (tableau IVb)

c) Acide naphthalène acétique

Lorsque les bourgeons sont soumis à l'effet de l'inhibition corrélative, l'enlèvement du bourgeon terminal fait lever la dominance apicale des bourgeons latéraux. En remplaçant le bourgeon terminal par l'AIA, les bourgeons latéraux du pommier (*Malus domestica Borkh*) restent dormants (WANG *et al.*, 1994). L'effet inhibiteur de l'auxine a été trouvé sur Sultanine par ANTCLIFF et MAY (1961) et sur Pinot noir par BESSIS (1965). ANTCLIFF et MAY (1961) ont étudié l'effet de l'immersion des bourgeons pendant 24 heures dans une solution contenant 5 ppm d'AIA et trouvent que le traitement en question augmente le temps moyen de débourrement par rapport au témoin.

Ainsi, l'auxine exogène appliquée selon notre technique retarderait le débourrement des bourgeons qui sont en état de non dormance.

d) 2,4D diphenoxycétique (tableau IVd)

e) Conclusion partielle

L'immersion des bourgeons en fin de la phase de post-dormance pendant 24 heures dans différents régulateurs de croissance à différentes concentrations a entraîné globalement des effets inhibiteurs pour les gibbérellines et les auxines ; les cytokinines possèdent au contraire des effets stimulateurs sur le débourrement. Mais les auxines ne sont pas reconnues comme des inducteurs de la dormance et, de toutes les façons, nous avons enlevé la dormance résiduelle par un traitement au froid. Ces résultats sont à rapprocher de ceux d'ANTCLIFF *et al.* (1961). Ces derniers auteurs ont placé l'extrémité distale des sarments de Sultanine dans une solution d'AIA à 10 ppm et cette fois-ci l'AIA s'est montré sans effet sur le débourrement, ils en ont conclu

TABLEAU IVa
Pourcentage de débourement en fonction de la concentration d'acide Indol acétique

Table IVa - Percentage bud bursting according to indol-acetic acid conc

Cépages	AIA									Témoin		
	50 mg/l			50 mg/l			25 mg/l			12,5 mg/l		
Grenache noir	33	25	35	40	43	40	46	48	53	63	65	69
		31***			41***			49***			65,66	
Mourvèdre	33	23	30	36	40	31	36	44	48	59	64	66
		28,66***			35,66***			42,66***			63	
Pinot noir	30	32	40	38	33	44	41	50	43	60	62	65
		34***			38,33***			44,66***			62,33	
Chardonnay	33	30	29	42	50	47	50	40	44	63	69	60
		30,66***			46,33***			44,66***			63	
Muscat d'Italie	30	23	35	33	51	51	51	45	41	61	61	67
		29,33***			45***			45,66***			63	

TABLEAU IVb
Pourcentage de débourement en fonction de la concentration d'acide indol butyrique

Table IVb - Percentage bud bursting according to indol-butyric acid concentration

Cépages	AIB									Témoin		
	50 mg/l			25 mg/l			12,5 mg/l			eau		
Grenache noir	2	4	9	31	21	24	38	35	31	63	65	69
		5***			25,33***			34,66***			65,66	
Mourvèdre	1	3	5	27	20	20	33	32	29	59	64	66
		2,66***			22,33***			31,33***			63	
Pinot noir	5	2	4	25	19	21	31	39	30	60	62	65
		3,66***			21,66***			33,33***			62,33	
Chardonnay	3	5	7	27	21	20	32	25	28	63	69	60
		5***			22,66***			28,33***			63	
Muscat d'Italie	4	8	7	30	24	18	26	29	30	61	61	67
		6,33***			24***			28,33**			63	

TABLEAU IVc
Pourcentage de débourement en fonction de la concentration d'acide naphtalène acétique

Table IVc - Percentage bud bursting according to naphtalen-acetic-acid concentration

Cépages	ANA									Témoin		
	50 mg/l			25 mg/l			12,5 mg/l			eau		
Grenache noir	0	1	0	20	17	15	25	23	35	63	65	69
		0,33***			17,33***			27,66***			65,66	
Mourvèdre	0	2	0	17	21	19	21	33	24	59	64	66
		0,66***			19***			26***			63	
Pinot noir	1	0	0	21	16	15	14	28	20	60	62	65
		0,33***			17,33***			20,66			62,33	
Chardonnay	0	1	0	17	21	14	25	23	34	63	69	60
		0,33***			17,33***			27,33***			63	
Muscat d'Italie	0	2	0	20	12	15	25	30	17	61	61	67
		0,66***			15,66***			24***			63	

TABLEAU IVd
Pourcentage de débourrement en fonction de la concentration de 2,4 diphenoxycétique

Table IVd - Percentage bud bursting according to 2,4phenoxy-acetic-acid concentration

Cépages	2,4 D									Témoïn		
	10 mg/l			5 mg/l			2,5 mg/l			eau		
Grenache noir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	65	69
	0***			0***			0***			65,66		
Mourvèdre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	64	66
	0***			0***			0***			63		
Pinot noir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	62	65
	0***			0***			0***			62,33		
Chardonnay	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	69	60
	0***			0***			0***			63		
Muscat d'Italie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	61	67
	0***			0***			0***			63		

TABLEAU V

Pourcentages de débourrement. des bourgeons en fonction de l'interaction de deux régulateurs de croissance

Table V - Percentage bud bursting according to interaction between 2 growth regulators

Traitements	Muscat d'Italie			Grenache noir			Mourvèdre			Pinot noir			Chardonnay		
6BAP / GA3	10	9	5	11	12	8	7	10	11	6	9	5	10	11	8
Moyenne	8***			10,33***			9,33**			99,66***			9,66***		
6 BAP/ ABA	50	51	55	57	51	65	67	51	65	61	65	50	50	59	63
Moyenne	51,33***			57,66***			61			60,66			57,33**		
6 BAP / AIA	64	68	70	66	61	62	66	61	72	60	51	70	53	55	58
Moyenne	67,33**			63			66,33**			60,33			55,33***		
6 BAP / AIB	57	40	49	50	42	44	50	40	44	40	32	49	45	40	41
Moyenne	48,66***			45,33***			44,66***			40,33***			42***		
6 BAP/ANA	57	63	58	67	61	60	67	71	60	56	51	60	53	55	44
Moyenne	59,33			62,66			66			55,66***			50,66***		
6 BAP/ 24D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne	0***			0***			0***			0***			0***		
GA3 / ABA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne	0***			0***			0***			0***			0***		
GA3 / AIB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne	0***			0***			0***			0***			0***		
GA3 / AIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne	0***			0***			0***			0***			0***		
GA3 / ANA	1	3	1	2	4	3	2	4	3	2	4	3	1	0	2
Moyenne	1,66***			3***			3***			3***			1***		
GA3 / 2-4 D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne	0***			0***			0***			0***			0***		
ABA / AIB	30	39	38	24	37	45	20	37	40	24	33	38	30	31	36
Moyenne	35,66***			35,33***			32,33***			31,66***			32,33***		
ABA / AIA	32	49	48	37	45	57	39	45	50	32	40	47	30	31	37
Moyenne	43***			46,33***			44,66***			39,66***			32,66***		
ABA / ANA	42	50	41	43	47	45	46	47	40	39	40	41	38	42	46
Moyenne	47,66***			45***			44,33***			40***			42***		
ABA / 2,4D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne	0***			0***			0***			0***			0***		
Eau	61	61	67	63	65	69	59	64	66	60	62	65	63	69	60
Moyenne	63			65,66			63			62,33			63		

TABLEAU VI
Pourcentages de débourrement des bourgeons en fonction de l'interaction de trois régulateurs de croissance

Table VI - Percentage bud bursting according to interaction between 3 growth regulators

Traitements	Muscat d'Italie			Grenache noir			Mourvèdre			Pinot noir			Chardonnay		
6BAP/GA3/ABA	5	8	11	4	10	16	6	16	16	3	9	6	14	6	6
Moyenne	8***			10***			12,66***			6***			8,66***		
6 BAP/GA3/AIA	4	10	9	6	8	10	6	8	6	6	8	4	6	8	6
Moyenne	7,66***			8***			6,66***			6***			6,66***		
6 BAP/GA3/AIB	5	7	10	3	5	7	3	6	7	4	6	7	3	8	7
Moyenne	7,33***			5***			5,33***			5,33***			6***		
6BAP/GA3/ANA	5	6	8	2	4	6	4	4	6	8	4	6	8	1	6
Moyenne	6,33***			4***			4,66***			6***			5***		
6BAP/GA3/2,4D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne	0***			0***			0***			0***			0***		
6 BAP/ABA/AIA	16	13	18	20	11	10	14	15	16	12	11	10	20	10	10
Moyenne	15,66***			13,66***			15***			11***			13,33***		
6 BAP/ABA/AIB	15	11	15	5	16	20	15	16	12	5	16	10	5	10	10
Moyenne	13,66***			13,66***			14,33***			10,33***			8,33***		
6BAP/ABA/AA	18	13	16	12	11	15	2	1	5	3	6	8	2	1	5
Moyenne	15,66***			12,66***			2,66***			5,66***			2,33***		
6BAP/ABA/2,4D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne	0***			0***			0***			0***			0***		
GA3/ABA/AIA	10	6	7	3	5	6	5	4	7	3	5	8	5	4	7
Moyenne	7,66***			4,66***			5,33***			5,33***			5,33***		
GA3/ABA/AIB	3	4	5	5	4	5	4	6	7	4	8	9	5	4	7
Moyenne	4***			4,66***			5,66***			7***			5,33***		
GA3/ABA/ANA	8	7	5	4	6	7	5	5	8	5	8	9	6	5	7
Moyenne	6,66***			5,66***			6***			7,33***			6***		
GA3/ABA/2,4D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne	0***			0***			0***			0***			0***		
Eau (Témoin)	61	61	67	63	65	69	59	64	66	60	62	65	63	69	60
Moyenne	63			65,66			63			62,66			63		

alors que les auxines possèdent des actions très localisées : l'auxine ne concernera pas un bourgeon se trouvant à un niveau, situé au-dessus du point d'application alors que d'autres substances comme l'acide gibbérellique le font bien. Enfin, il est à remarquer qu'il se pourrait que nos concentrations des différents régulateurs utilisés peuvent être supérieures aux concentrations physiologiques. Toutefois, nous ne connaissons pas exactement la part de cette concentration qui a entraîné la réponse. Et tant qu'on ne connaît pas le mode d'action de ces différents régulateurs de croissance vis-à-vis du débourrement, on ne peut que constater ces réponses physiologiques. D'autre part, nous pensons que ces régulateurs ne réagissent pas comme réaction stochiométrique, mais plutôt comme promoteur ou inhibiteur de la croissance.

f) Interaction de deux régulateurs de croissance sur le débourrement des boutures à un œil de la vigne

Les résultats relatifs à ces traitements se trouvent dans le tableau V.

Le 6 BAP n'a pas augmenté le pourcentage de débourrement des bourgeons traités par le GA3 aux concentrations utilisées. L'interaction est donc sans effet sur le phénomène étudié.

Alors qu'appliqués seuls, le 6 BAP augmente le pourcentage de débourrement des différents cépages et l'ABA possède une réponse variable sur le débourrement, on croit ici que l'interaction 6 BAP-ABA n'augmente pas le pourcentage de débourrement.

L'interaction 6 BAP-2-4D agit comme si le traitement avait été fait au 2-4D qui appliqué seul, donne 0 p. cent de bourgeons débourrés.

L'interaction 6 BAP-AIA semble augmenter le pourcentage de débourrement pour certains cépages

testés à la concentration utilisée, pour d'autres, il y a une légère inhibition avec une intensité beaucoup moins importante que pour les autres traitements.

La conclusion intéressante de l'interaction de deux régulateurs de croissance réside surtout dans l'interaction cytokinines-auxines. D'après nos résultats, les auxines possèdent des effets inhibiteurs sur le débournement, les cytokinines au contraire possèdent un effet stimulateur. L'interaction cytokinine-auxine semble atténuer l'effet négatif des auxines sur le débournement. Nous verrons ultérieurement que des applications différencées de ces régulateurs peuvent conduire à une démonstration plus nette.

Les interactions GA3-ABA d'une part et ABA-ANA, ABA-AIA, ABA-AIB, ABA-2,4D semblent avoir un effet négatif sur le pourcentage de débournement.

g) Interaction de trois régulateurs de croissance sur le débournement de la vigne

Les résultats relatifs à ces traitements se trouvent dans le tableau VI.

Pour l'interaction 6 BAP-GA3-AIA, le 6 BAP a augmenté le pourcentage de débournement par rapport au traitement GA3-AIA. Pour l'interaction 6 BAP-GA3-ABA, le 6 BAP a augmenté le pourcentage de débournement par rapport au traitement GA3-ABA.

Bien que nous ayons montré avant que les cytokinines sont presque des antagonistes des auxines vis-à-vis du débournement, l'interaction de trois régulateurs de croissance est beaucoup plus difficile à interpréter que celle d'un mélange binaire. Nos résultats montrent que quel que soit l'effet inhibiteur de deux régulateurs de croissance, les cytokinines semblent jouer le rôle anti-inhibition.

Bien que dans le végétal les mécanismes soient complexes, nous confirmons nos premières observations sur l'interaction de deux régulateurs de croissance exogènes durant cette phase précise du cycle de la vigne, à savoir que l'auxine inhibe le débournement et que les cytokinines lèvent cette inhibition. On peut donc se poser au moins une question : d'où viennent les auxines et les gibbérellines dans une baguette présentant le phénomène d'acrotonie ?

Nous essayerons d'étudier ces questions prochainement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEWELDT G., 1959a. Die wirkung der gibberellinsäure auf einjährige reben bei verschiedener photoperiode. *Vitis*, **2**, 23-33.
- ALLEWELDT G., 1959b. Austriebshemmung ruhender knospen von reben durch Gibberellinsäure. *Naturwiss*, **46**, 434.
- ALLEWELDT G., 1961. Weitere untersuchungen über die sortenspezifische gibberillinreaktion der reben. *Z. Pflanzenzucht*, **45**, 178-193.
- ANTCLIFF A.J. et MAY P., 1961. Dormancy and budburst in Sultana vines. *Vitis*, **3**, n°1, 1-14.
- BESSIS R., 1965. Recherche sur la fertilité et les corrélations de croissance entre bourgeons chez la vigne (*Vitis vinifera* L.). *Thèse Doct. Sci. Nat. Dijon*. 236 pages.
- BORKOWSKA B. et POWELL L.E., 1982. Abscissic acid relationships in dormancy of apple buds. *Scientia Hort.*, **18**, 111-117.
- BORKOWSKA B., 1980. Releasing the single apple buds from dormancy under the influence of low temperature, BA and ABA. *Fruit. Sci. Rep.*, **7**, 4, 147-153.
- CUTTING J.M., STYRDOM D.K., JAKOBS G., BELLSTEDT D.U., VAN DERMERVE K.J. and WEILER W., 1991. Change in xylem constituents in response to rest-breaking agents applied to apple before budbreak. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **116**, 680-683.
- DURING H. et BACHMANN O., 1975. Abscissic acid analysis in *Vitis vinifera* in the period of endogenous bud dormancy by high pressure liquid chromatography. *Physiol. Plant.*, **34**, 201-203.
- DUTCHER R.D. et POWELL L.E., 1972. Culture of apple shoots from buds *in vitro*. *J. Amer. Hort. Sci.*, **97**, 511-514.
- EI ANTALBY H.M.M., WAREING P.F. et HILLMANN J., 1967. Some physiological responses to DL Abscissin (Dormin). *Planta*, **73**, 74-70.
- EZZILI B. et BEJAOU M., 2000. Nouvelle contribution à l'étude de la théorie de l'acrotonie sur le rameau de vigne d'un an : enquête dans le vignoble Tunisien. *J. Int. Sci. Vin* (à paraître).
- FAUST M., EREZ A., ROWLAND L.J., WANG S.Y. et NORMAN H. A., 1998. Bud dormancy in perennial fruit trees: Physiological basis for dormancy induction, Maintenance and release. *Hortscience*, **32**, 4.
- FAUST M., LIU D., MERLE M.M. et STUTTE G.W., 1991. Bound versus free water in dormant apple buds—a theory of endodormancy. *Hortscience*, **26**, 887-890.
- FOURNIOUX J.C., 1995. Facteurs de l'édification de la tige de (*Vitis vinifera* L.) dans différentes conditions de culture. *Thèse d'état*, 555 p. 27 pl. Univ. Bourgogne. France.

- GOLDMARK P.J., CURRY C.F., MORRIS et WALKER-SIMMONS M.K., 1992. Cloning and expression of an embryo-specific mRNA up-regulated in hydrated dormant seeds. *Plant Mol. Biol.*, **19**, 433-441.
- JAKOBSON J.V. et SHAW D.C., 1989. Heat stable proteins and abscisic acid action in barley aleurone cells. *Plant. Physiol.*, **91**, 1520-1526.
- JULLIARD B., 1970. Influence de l'acide abscissique sur la rhizogenèse de boutures et de fragments de tiges de vignes de *Vitis vinifera* L. Physiologie végétale C.R. Acad. Sci. Paris, **270**, 2795-2797.
- KHAN A., 1994. Induction of dormancy in non dormant seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **119**, 408-413.
- KHAN. A., 1998. Quantification of seed dormancy: Physiological and Molecular Considerations *Hortscience*, **32**, 4.
- KOUSSA T., 1992. Recherche sur l'acide abscissique et l'abscisate de β -D Glucopyranose des feuilles et des bourgeons de vigne. Université de Bordeaux II. Thèse n°186, 207 p.
- LI B. et FOLEY M.E., 1995. Cloning and characterization of differentially expressed genes in inhibited dormant and after-ripened *Avena fatua* embryos. *Plant. Mol. Biol.*, **29**, 823-831.
- LIU D., 1992. Physical and biochemical studies of dormancy in apple buds. PHD Thesis. Univ. of Maryland college Park.
- MULLINS M.G., 1966. Test plants for investigations of the physiology of flowering in *Vitis Vinifera* L., *Nature*, **209**, 419-420.
- MULLINS M.G., 1967. Morphogenetic effects of roots and some synthetic cytokinins in *Vitis Vinifera* L. *J. Exp. Bot.*, **18**, 206-214.
- MULLINS M.G., 1968. Regulation of inflorescence growth in cuttings of the grapevine (*Vitis vinifera* L.). *J. Exp. Bot.*, **19**, 532-543.
- MULLINS M.G. et RAJASENKEN K., 1981. Fruiting cuttings revised method for producing test plants of grape vine cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.*, **32**, 35-40.
- MIELKE E.A. et DENNIS 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. Hort. Sci.*, **103**, 446-449.
- NDUNG U., OKAMOTO G. et HIRANO K., 1996. Cytokinins in canes and roots of Kyoho grapevines during bud break induction by water stress. *Abstracts ASEV Japon*. Chapter Annual Meeting Tokyo, Japan 16 November 1996.
- POUGET R., 1963. Recherches physiologiques sur le repos végétatif de la vigne (*Vitis vinifera*) : la dormance des bourgeons et le mécanisme de sa disparition. Thèse. Université de Bordeaux, 247 p.
- POWELL L.E., 1978. Vegetative growth in apple with reference to abscisic. *Acta Hort.*, **80**, 27-37.
- RANGAN R. et LEWAK S., 1995. Interaction of jasmonic acid and abscisic acid in the control of lipases and proteases in germinating apple embryos. *Plant Physiol.*, **93**, 421-426.
- RIVES J. et POUGET R., 1959. Action de la gibbérelline sur la dormance de la vigne *Vitis vinifera* L. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **248**, 3600-3602.
- ROWLAND L.J., LIU D., MILLARD M.M. et LINE M.J., 1992. Magnetic resonance imaging of water in flower buds of blue berry. *Hortscience*, **27**, 339-341.
- SAURE M., 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. *Hort. Rev.*, **7**, 239-300.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. Version 6.12. Box 8000. N.C., 175132, 8000 CARY
- TROMP J. et OVAA J.C., 1990. Seasonal changes in the cytokinin composition of xylem sap apple. *J. plant. Physiol.*, **136**, 606-610.
- TOYOMASU T., YAMAGUSHI T., YAMANE H., MUROFUSHI N. et INOUE Y., 1995. cDNA cloning and characterization of gibberellin-responsive genes in photoblastic lettuce seeds. *J. Plant. Growth Regulator*, **12**, 85-90.
- WANG S.Y., STEFFENS G. et FAUST M., 1986. Breaking bud dormancy in apple with plant bioregulator Thidiazuron. *Phytochemistry*.
- WANG S.Y. et FAUST M., 1988. Changes of fatty acids and sterols in apple buds during bud break induced by a plant bioregulator, thidiazuron. *Plant. Physiol.*, **72**, 115-120.
- WANG S.Y. et FAUST M., 1989a. Nitroguanidines induce bud break and change sterol content in apple. *J. Plant. Growth Regulaor*, **8**, 143-151.
- WANG S.Y. et FAUST M., 1989b. Changes of membrane polar lipids associated with bud break in apple induced by Nitroguanidines *J. Plant. Growth Regulator*, **8**, 153-161.
- WANG S.Y. et FAUST M., 1990. Changes in membrane lipids in apple buds during dormancy and bud break. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **119**, 735-741.
- WANG S.Y., FAUST M. et LINE M.J., 1994. Apical dominance in apple (*Malus domestica* Borkh. : The possible role of indole-3-acetic acid (IAA). *J. Amer. Hort. Sci.*, **119**, 1215-1221.

 Reçu le 25 mai 1999

 accepté pour publication le 27 octobre 2000
