NOUVELLE CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA THÉORIE DE L'ACROTONIE SUR LE RAMEAU DE VIGNE D'UN AN : III- RÔLE DES BOURGEONS ET DES FEUILLES EN DÉVELOPPEMENT, APPLICATION DANS LE VIGNOBLE DES RÉSULTATS OBTENUS AU LABORATOIRE ET EN SERRE

NEW CONTRIBUTION TO THE SURVEY OF THE ACROTONY THEORY ON THE BRANCH OF ONE YEAR GRAPEVINE: III - ROLE OF BUDS AND LEAVES IN DEVELOPMENT, APPLICATION IN THE VINEYARD OF RESULTS OBTAINED IN LABORATORY AND GREENHOUSE

B. EZZILI * et feu M. BEJAOUI*

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

Résumé : Le mécanisme des différents régulateurs de croissance (gibbérellines, cytokinines, auxines) sur le phénomène d'acrotonie est discuté en prenant en considération des résultats des expériences d'ablation des bourgeons et des apports exogènes de ces régulateurs sur des baguettes de Muscat d'Italie, cultivées en serre, au laboratoire et dans le vignoble.

Abstract : The respective influences of the bud and leaves on stimulation of acrotony phenomenon was studied. Defoliation (all leaves at the stage budbursted + 30 days) and various bud ablation were made : buds 9, 10 ; 7, 8, 9, 10 ; 5, 6, 7, 8, 9, 10 ; 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.
Concerning the phenomen of acrotony, the role of apical bud and leaves developped on at 10 and 30 days after budburst were determined.
The effect produced by excision of the apical buds shows that the two subadjacent buds were developped. All decapitation did not increase the percentage of budbreak. In all decapitations,
The subadjacent buds were developped however, buds below were inhibed. The effect produced by excision of leaves in the second stage of development did not promote budbreak.
On 10 bud canes, auxins synthesized in the developing young leaves seem to exercise their inhibiting effect on the budbreak of the subjacent buds.
Cytokinins managed by the means of our operatory mode seem to reach the subjacents buds, modify the expression of the ramification of the canes with regard to the system usual acrotony and limit the inhibition basipetally.
The budburst of the canes at a temperature of 18°C seems to be more important than that at 30°C day/ 20°night. Thus, the acrotony phenomenon decreases. When the apical branches are in second phase of growth, the size of the leaves become large. It seems that the leaves would exercise their inhibitions on the subjacent buds by the slant of the synthesized gibberillins and auxins. Cytokinins have no further role to play during this phase of growth and do not thwart anymore the inhibition. In the vineyard, the ANA treatment is totally inhibiting at 20 and 50 mg/l doses. In contrast, the 6BAP treatment at 20 mg/l shortly before budburst increases the budburst percentage for Muscatel of Italy.
When the last treatment is performed during 25 days followed by a cytokinin treatment we notice budburst. The mechanism of these different growth regulators on the acrotony phenomenon has been discussed .

Mots clés : gibbérellines, cytokinines, auxines, baguette, vignoble, ablation, acrotonie, *Vitis vinifera* L.

Key words : gibberillin, kinin, auxin, canes, vineyard, ablation, acrotony, *Vitis vinifera* L.

Table des abréviations : 6 BAP = 6 Benzyl amino purine, GA3 = Gibbérelline 3, ABA = Acide abcissique, AIB = Acide indolbutyrique, AIA = Acide indol acétique, ANA = Acide naphtalène acétique, 2-4 D = Acide 2,4 diphénoxyacétique.

*Correspondance : Mohamedbechir.Ezzili@inrst.rnrt.tn

J. Int. Sci. Vigne Vin, 2001, **35**, n°1, 1-21
©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

INTRODUCTION

Une enquête préliminaire faite dans le vignoble a montré que certains rameaux en développement portés par le bois d'un an de Muscat d'Italie conduit en pergola et pergolette présentent à la fois le phénomène de l'acrotonie et de la basitonie (EZZILI et BEJAOUI, 2000a). La discussion des résultats de cette enquête nous a emmené à émettre une nouvelle hypothèse selon laquelle ce phénomène est contrôlé en partie par une balance hormonale. Nous avons immergé des bourgeons portés par des boutures à un œil, en phase de post-dormance pendant 24 heures dans différents régulateurs de croissance 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 ; 6BAP 50 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). De même, nous avons associé deux et trois régulateurs de croissance.

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence les faits suivants :

Les auxines et les gibbérellines ont des effets inhibiteurs quelle que soit la concentration ; l'acide abscissique ne possède un effet légèrement inhibiteur qu'à forte concentration ; les cytokinines au contraire possèdent des effets stimulateurs du débourrement lorsqu'elles sont appliquées durant la fin de la phase de post-dormance.

Les effets intéressants de l'interaction de deux régulateurs de croissance exogènes résident surtout dans l'interaction cytokinines-auxines qui semble atténuer l'effet négatif des auxines sur le débourrement (EZZILI et BEJAOUI, 2000b). On peut donc se poser au moins une question : D'où viennent les auxines et les gibbérellines endogènes dans une baguette présentant le phénomène d'acrotonie ?

INFLUENCE DES BOURGEONS APICAUX ET DES FEUILLES DES RAMEAUX SUR LE DÉBOURREMENT DES BOURGEONS SOUS-JACENTS DU MUSCAT D'ITALIE

On peut envisager *a priori* que dans le phénomène d'acrotonie ci-dessus décrit, deux catégories d'inhibition de provenance différente existent. La première émanerait des bourgeons apicaux en développement (BESSIS, 1965) et la deuxième proviendrait des feuilles en développement sur ces rameaux.

I - INFLUENCE DES BOURGEONS APICAUX EN CROISSANCE

1) Influence de l'ablation des bourgeons

Les lots contenant des baguettes à 10 bourgeons ont été constitués et cultivés en serre à 30°C jour / 20°C nuit. Nous avons suivi le débourrement et la disposition des pousses développées 28 jours après leur plantation :

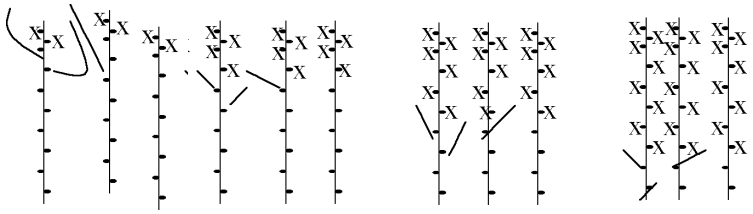
- Lot A : ablation des bourgeons n°9 et n°10,
- Lot B : ablation des bourgeons n°7, 8, 9 et 10,
- Lot C : ablation des bourgeons n°5, 6, 7, 8, 9 et 10,
- Lot D : ablation des bourgeons n°3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10.

Bien que nous ayons fait cette expérience trois fois en 1994, 1995 et 1996 et que les résultats relatifs à ces traitements sont globalement identiques, nous rapportons ici les données relatives à l'année 1994 qui se trouvent dans le tableau I.

L'ablation des bourgeons entraîne la levée d'inhibition pour les bourgeons sous-jacents mais les bourgeons sous-jacents aux bourgeons développés sont tous inhibés. Le pourcentage de débourrement et le type de ramification sont globalement les mêmes quel que soit

TABLEAU I
Influence de l'ablation des bourgeons sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

Table I - Influence of the bud ablation on the percentage and the disposition of the bud-bursted.

	Lot A	Lot B	Lot C	Lot D
Pourcentage de débourrement	14,5 ± 1,2	20,5 ± 2,1	30 ± 3,2	38 ± 3,4
Disposition des bourgeons le long de la baguette				

x : ablation de bourgeon

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

le lot, il n'y a pas eu plus de deux bourgeons qui débourrent et ce sont les deux derniers qui se développent. Toutefois le lot D présente un pourcentage de bourgeons non débourrés légèrement plus important : ce lot subit probablement plus l'effet d'un ou de plusieurs composés inhibiteurs du débourrement se trouvant en teneurs plus importantes dans les réserves du bois de ce lot que dans les autres. Globalement, il y aurait des inhibiteurs qui proviennent du haut de la baguette et qui empêcheraient le débourrement des bourgeons sous-jacents.

Qu'est-ce qui empêche le débourrement des bourgeons sous-jacents aux bourgeons apicaux ?

Pour tenter d'apporter des éléments de réponse, nous avons constitué des lots de 100 baguettes à dix bourgeons chacune sur lesquelles nous avons appliqué de l'ANA et du GA3 comme indiqué ci-dessous et essayer de voir si « le système baguette » répond de la même manière que « le système bouture à un bourgeon » (EZZILI et BEJAOUI, 2000b). Notons que le choix des différentes concentrations provient des travaux d'ANTCLIFF et MAY (1961), de ceux de BESSIS (1965) sur le phénomène de corrélation de croissance, de ceux de FOURNIOUX (1995) sur l'élongation internodale chez la vigne et de ceux d'EZZILI et BEJAOUI (2000b). Les lots constitués sont les suivants :

2) Traitement par l'ANA et le GA3

Lot E : Traitement pendant 24 heures des bourgeons n° 9 et 10 par l'ANA à 5 10^{-4} M ;

Lot F : Traitement pendant 24 heures des bourgeons n°7, 8, 9 et 10 par l'ANA à 5 10^{-4} M ;

Lot G : Traitement pendant 24 heures des bourgeons n°5, 6, 7, 8, 9 et 10 par l'ANA à 5 10^{-4} M ;

Lot H : Traitement pendant 24 heures des bourgeons n°3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 par l'ANA à 5 10^{-4}M ;

Lot I : Traitement pendant 24 heures des bourgeons n°9 et 10 par le GA3 à 10^{-4} M ;

Lot J : Traitement pendant 24 heures des bourgeons n°7, 8, 9 et 10 par le GA3 à 10^{-4} M ;

Lot K : Traitement pendant 24 heures des bourgeons n°5, 6, 7, 8, 9 et 10 par le GA3 à 10^{-4} M ;

Lot L : Traitement pendant 24 heures des bourgeons n 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 par le GA3 à10^{-4} M.

Nous avons suivi le débourrement et la disposition des pousses développées 28 jours après leur plantation dans les mêmes conditions que celles mentionnées précédemment.

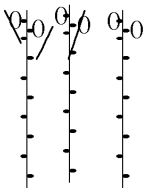
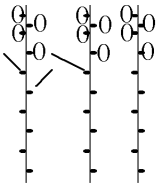
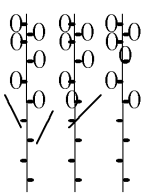
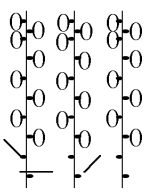
a) Action de l'ANA (tableau II)

Aucun bourgeon traité par l'auxine à 5 10^{-4} M des différents lots n'a débourré. Sur boutures à un œil, nous avions trouvé 0,66 p. cent de bourgeons débourrés après traitement par l'ANA à 50 mg/l (EZZILI et BEJAOUI, 2000b). Si nous considérons que les bourgeons traités par l'ANA 5 10^{-4} M sont complètement inhibés et si nous reconsidérons maintenant les pourcentages de bourgeons sous-jacents débourrés par rapport à l'ensemble des bourgeons non traités, nous obtenons alors des résultats comparables à ceux du traitement « ablation des bourgeons ».

L'efficacité de remplacement de l'ablation des bourgeons par l'auxine à 5 10^{-4} M paraît confirmer que les auxines sont, à cette concentration, des inhibiteurs du débourrement. Mais ce traitement agit strictement sur les bourgeons traités et non pas sur les bourgeons sous-

TABLEAU II
Influence du traitement des bourgeons par l'ANA 5 10^{-4} M sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

Table II - Influence of the bud treatment by the ANA 5 10^{-4} M on the percentage and the disposition of the bud bursted.

	Lot E	Lot F	Lot G	Lot H
Pourcentage / tous les bourgeons	10,4	12,3	10,8	8
Pourcentage de débourrement	13 ± 1,3	20,5 ± 2,2	26,5 ± 3	40 ± 5
Disposition des bourgeons le long de la baguette				

0 : Traitement à l'ANA 5 10^{-4} M

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

jacents. Nous montrons que l'auxine exogène possède une action très localisée, par contre nous retrouvons l'effet de l'inhibition basipète sur les bourgeons sous-jacents par les bourgeons débourrés. Tout porte à croire que le traitement avec les auxines mime le traitement « ablation des bourgeons ». Dans ce cas particulier nous pouvons penser que la substance responsable de la dominance apicale pourrait être d'origine auxinique.

b) Action du GA3

Pour le GA3, les résultats des expériences relatives à trois répétitions 1994, 1995 et 1996 se trouvent dans le tableau III.

Il y a une différence significative entre le pourcentage de débourrement des différents lots soumis aux divers traitements par la gibbérelline. La gibbérelline possède donc un effet beaucoup plus inhibiteur sur le débourrement de bourgeons que les auxines et nous ne faisons que confirmer des résultats que nous avions obtenus sur boutures à un œil (EZZILI et BEJAOUI, 2000b). Une question se pose : D'où viennent les gibbérellines et interviennent- elles dans le phénomène d'acrotonie ?

Pour tenter d'apporter des éléments de réponses à cette question, nous avons étudié l'influence foliaire des rameaux apicaux chez le Muscat d'Italie.

II - INFLUENCE FOLIAIRE DES RAMEAUX APICAUX

1) Rameaux âgés de 30 jours

6 lots contenant chacun 100 baguettes à 10 bourgeons ont été constitués et cultivés en serre à 30°C jour / 20°C nuit. Tous les rameaux apicaux testés ici sont âgés de 30 jours.

a) Influence des feuilles portées par des rameaux âgés de 30 jours

Lot M : Baguette contenant 10 bourgeons dont les deux rameaux apicaux ont 30 jours d'âge (témoin).

Lot N : Sur une baguette portant deux rameaux apicaux, nous avons opéré une ablation de toutes les feuilles des rameaux n°9 et 10.

b) Interaction feuilles portées par des rameaux âgés de 30 jours-traitement 6 BAP

Lot O : Garder les feuilles des bourgeons n°9 et 10 et traitement des baguettes contenant les bourgeons non débourrés par une solution de 6 BAP à 1 mg/l pendant 24 heures.

Lot P : Ablation de toutes les feuilles des bourgeons n°9 et 10 et traitement des baguettes contenant les bourgeons non débourrés par une solution de 6 BAP à 1 mg/l pendant 24 heures.

c) Influence du GA3

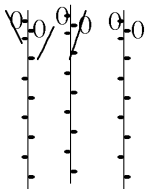
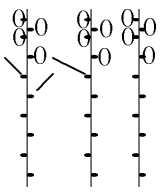
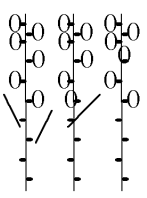
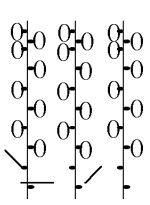
Lot R : Ablation des deux rameaux apicaux n°9 et 10 d'une part, traitement de la place des bourgeons et des dix centimètres au-dessus par le GA3 10^{-4} M pendant 24 heures.

d) Interaction GA3-6BAP

Lot S : Ablation des deux rameaux apicaux n°9 et 10 d'une part, traitement de la place des bourgeons et des dix centimètres au-dessus par le GA3 10^{-4} M pen-

TABLEAU III
Influence du traitement des bourgeons par le GA3 10^{-4} M sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

Table III - Influence of the bud treatment by the GA3 10^{-4} M on the percentage and the disposition of the bud burst.

	Lot I	Lot J	Lot K	Lot L
Pourcentage de débourrement / tous les bourgeons	1,6	2,1	2,4	1,7
Pourcentage de débourrement / bourgeons non traités	2 ± 0,21	3,5 ± 0,31	6 ± 0,51	8,5 ± 0,71
Disposition des bourgeons le long de la baguette				

*: Traitement en GA3 10^{-4} M

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

dant 24 heures puis des 8 bourgeons sous-jacents et de leurs mérithalles par le 6BAP à 1 mg/ l par notre mode opératoire.

Nous avons aussi suivi le débourrement et la disposition des pousses développées 28 jours après leur plantation.

2) Rameaux âgés de 10 jours

a) Influence des feuilles portées par des rameaux âgés de 10 jours

Tous ces traitements sont aussi essayés sur des pousses portant deux rameaux de 10 jours d'âge. Les lots sont nommés alors :

Lot T : baguettes ayant deux rameaux apicaux âgés de 10 jours intacts (témoin).

Lot U : baguettes ayant deux rameaux apicaux âgés de 10 jours effeuillés.

b) Interaction feuilles portées par des rameaux âgés de 10 jours-traitement 6 BAP

Lot V : baguettes ayant deux rameaux apicaux âgés de 10 jours intacts + traitement par 6BAP 1 mg /l pour les 8 bourgeons sous-jacents pendant 24 heures.

Lot W : baguettes ayant deux rameaux apicaux effeuillés + traitement par 6BAP 1 mg/l pour les 8 bourgeons sous-jacents pendant 24 heures.

c) Influence du GA3

Lot X : baguettes ayant subi une ablation des deux rameaux apicaux et traitement au GA3 10^{-4}M pendant 24 heures des dix centimètres apicaux.

d) Interaction GA3-6BAP

Lot Y : baguettes ayant subi une ablation des rameaux apicaux, traitement au GA3 10^{-4} M pendant 24 heures du dix centimètres apicaux et traitement des 8 bourgeons sous-jacents par 6BAP 1 mg/l.

Étant donné que nous avons fait cette expérience deux fois en 1995, 1996 et que les résultats obtenus sont globalement identiques, nous rapportons ici les données relatives à l'année 1995 qui se trouvent dans le tableau IV.

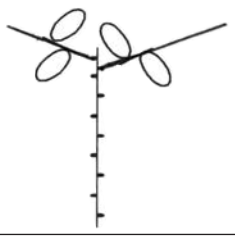
3) Influence foliaire (âge des rameaux apicaux = 30 jours)

Nous constatons que même si nous faisons des ablations des feuilles à ce stade de développement de la pousse, il n'y a pas d'augmentation du pourcentage de débourrement alors que ces boutures possèdent des racines importantes capables de fabriquer des cytokinines. Cela semble confirmer les résultats obtenus sur boutures à un œil concernant l'interaction auxine-cytokinine et l'interaction gibbérelline-cytokinine. Par ailleurs, cela implique peut-être aussi que, passé un stade de développement, l'inhibition est irréversible. Cette irréversibilité proviendrait des substances synthétisées par les pousses en croissance, particulièrement des substances contenues dans le mérithalle et les feuilles durant la première phase de développement. Ce lot nous fait rappeler que dans le vignoble et quand il y a une année à acrotonie, la taille en vert, c'est-à-dire l'effeuillage des quatre premières feuilles et le pincement de l'apex n'augmentent pas le pourcentage de débourrement (EZZILI, 1995).

4) Influence d'une cytokinine, la 6BAP sur le pourcentage et la disposition du débourrement (tableau V)

TABLEAU IV
Influence des feuilles âgées de 30 jours sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

Table IV - Influence of the aged leaves of 30 days on the percentage and the disposition of the budburst.

	Lot M (témoin)	Lot N (ablation des feuilles des rameaux âgés de 30 jours
Pourcentage de débourrement	0	0
		

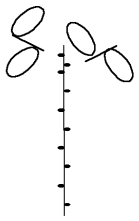
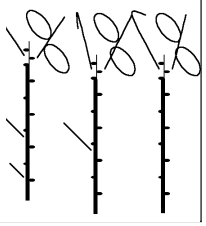
Ablation de feuille

J. Int. Sci. Vigne Vin, 2001, **35**, n°1, 1-21
©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

La cytokinine a augmenté le pourcentage de débourrement toutefois nous ne connaissons pas le mécanisme de son intervention. S'agit-il d'une contre-inhibition des auxines ou des gibbérellines ?

TABLEAU V
Influence de la 6BAP sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

Table V - Influence of the 6BAP on the percentage and the disposition of the budburst.

	Lot M (Témoin)	Lot O (6BAP à 1 mg/l)
Pourcentage de débourrement	0	3,5 ± 0,4
Disposition des bourgeons le long de la baguette		

| traitement 6 BAP

a) Interaction ablation des feuilles - traitement 6BAP (tableau VI)

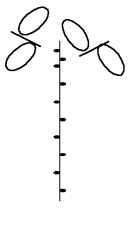
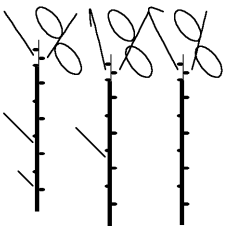
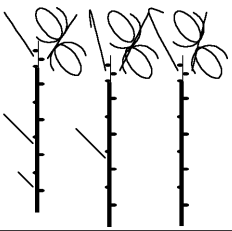
Là aussi, avec ou sans feuilles, la cytokinine n'augmente pas plus le pourcentage de débourrement du Muscat d'Italie à cette étape de la croissance des pousses. Dans le rameau en développement est-ce que les gibbérellines interviennent ?

b) Influence du GA3 sur le pourcentage et la disposition du débourrement (tableau VII)

Quel que soit le lot considéré, nous avons obtenu 0 pour cent de débourrement. La substitution des bourgeons apicaux par le traitement au GA3 à 10^{-4} M nous laisse penser qu'il mime peut-être celui où nous avons gardé les feuilles. Si nous attribuons aux feuilles l'effet des gibbérellines comme substance inhibitrice des bourgeons sous-jacents, nous devrons signaler que la concentration est probablement importante ou alors que l'inhibition a eu lieu bien avant l'âge de trente jours. C'est ce qui nous a poussé à faire cette étude sur des pousses de 10 jours d'âge. Nous avons suivi le débourrement et la disposition des pousses évoluées 28 jours après leur plantation.

TABLEAU VI
Interaction ablation des feuilles - traitement 6 BAP sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

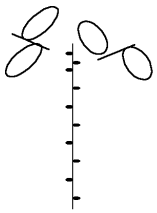
Table VI - Interaction ablation of the leaf - treatment 6 BAP on the percentage and the disposition of the budburst.

	Lot M	Lot O	Lot P
Pourcentage de débourrement	0	3,5 ± 0,4	3 ± 0,4
Disposition des bourgeons le long de la baguette			

| Traitement 6 BAP (Ablation de feuilles

TABLEAU VII
Influence du traitement au GA3 sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

Table VII - Influence of the GA3 treatment on percentage and the disposition of the budburst.

	Lot M	Lot R	Lot S
Pourcentage de débourrement	0	0	0
			

* : traitement GA3 4 10^{-4} M | Traitement 6 BAP

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

5) Influence foliaire (âge des rameaux apicaux = 10 jours) (tableau VIII)

L'ablation des feuilles a légèrement augmenté le pourcentage de débourrement ce qui laisse penser que les feuilles, à ce stade de développement, pourraient avoir un rôle à jouer dans le phénomène d'acrotonie.

a) Influence de la 6BAP sur le pourcentage et la disposition du débourrement (tableau IX)

Le 6BAP a augmenté le pourcentage de débourrement à ce stade plus jeune des pousses que dans la première série d'expériences où l'âge moyen des rameaux était de 30 jours.

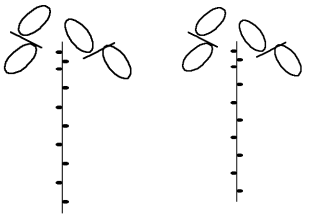
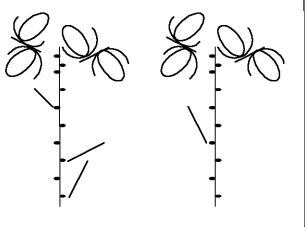
La cytokinine a augmenté le pourcentage de débourrement, toutefois nous ne connaissons pas le mécanisme de son intervention.

b) Interaction feuilles-traitement 6 BAP (tableau X)

Là l'interaction ablation des feuilles-cytokinines augmente plus le pourcentage de débourrement du Muscat d'Italie à cette étape de la croissance des pousses. L'augmentation est plus importante que celle du lot traité seulement par la 6BAP. Tout porte à croire que la différence de pourcentage de débourrement est probablement due à l'influence foliaire. Les feuilles synthétisent des auxines pendant leur début de croissance et plus tard des gibbérellines (FOURNIOUX 1995). À ce stade, et vu ce que nous avons obtenu comme résultat plus haut, c'est-à-dire une inhibition totale des bourgeons par un traitement au GA3 10^{-4} M et aussi par les feuilles portées par les rameaux âgés de 30 jours, la différence de pourcentage de débourrement (lot V et W) pourrait être attribuée à l'effet contre-inhibiteur des cytokinines sur l'auxine synthétisée par les jeunes feuilles en développement. Dans le rameau en croissance est-ce que l'acide gibbérellique intervient pour augmenter l'inhibition à ce stade de développement ?

TABLEAU VIII
Influence des feuilles âgées de 10 jours sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

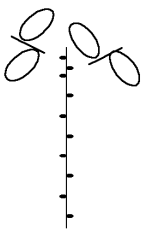
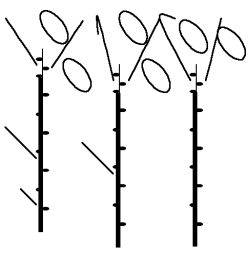
Table VIII - Influence of the aged leaves of 10 days on the percentage and the disposition of the budburst.

	Lot T	Lot U
Pourcentage de débourrement	0	2 ± 0,2
Disposition des bourgeons le long de la baguette		

Ablation de feuille

TABLEAU IX
Influence de la 6BAP sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

Tableau IX - Influence of the 6BAP on the percentage and the disposition of the budburst.

	Lot T	Lot V
Pourcentage de débourrement	0	11 ± 1,2
Disposition des bourgeons le long de la baguette		

Traitement 6 BAP

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

c) Interaction gibbérelline-cytokinines sur le pourcentage et la disposition du débourrement (tableau XI)

Ici, nous pensons que la démonstration est plus nette, le GA3 remplace le rameau inhibiteur.

Par contre le traitement avec la cytokinine a augmenté le pourcentage de débourrement, mais pas avec une intensité égale à celle du lot V, cela proviendrait peut-être de la concentration de gibbérelline exogène beaucoup plus importante par cette voie que par celle où les feuilles issues des pousses âgées de 10 jours les synthétisent. Si ces résultats expliquent l'origine probable de l'inhibition dans les baguettes présentant le phénomène d'acrotonie, une question se pose : y a t-il dans le végétal des mécanismes de régulation ? Pour tenter de contribuer à apporter au moins une partie de la réponse, nous allons utiliser les résultats des conclusions que nous avons obtenues sur des baguettes de 10 bourgeons pour essayer de comprendre plus le phénomène en les appliquant de nouveau en serre, au laboratoire et dans le vignoble.

MÉCANISME DE RÉGULATION DE L'ACROTONIE

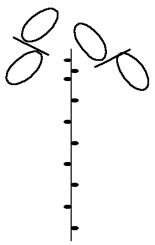
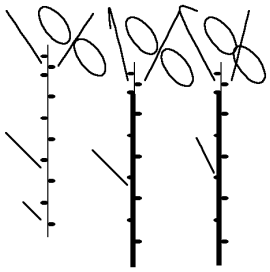
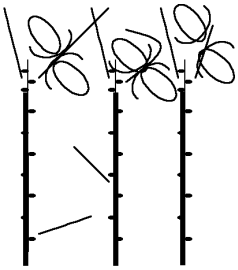
T3 : (témoin). Ce lot contient 100 baguettes cultivées dans la salle de culture. La solution contient uniquement de l'eau distillée. La température est à 30°C jour / 20°C nuit.

T4 : Ce lot contient 100 baguettes pulvérisées une fois par une solution contenant 1 mg/l de 6 BAP puis plantées en serre dans du sable, arrosées par de l'eau distillée. La température de la serre est de 30°C jour / 20°C nuit.

T5 : Ce lot contient 100 baguettes pulvérisées une fois par une solution contenant 50 mg/l de 6 BAP, puis plantées en serre dans du sable et arrosées par de l'eau

TABLEAU X
Interaction feuilles-traitement 6 BAP sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

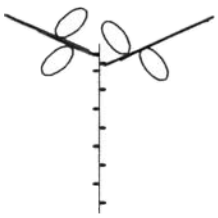
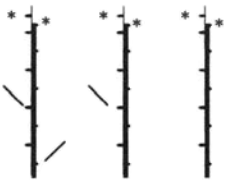
Table X - Interaction leaf-treatment 6 BAP on the percentage and the disposition of the bud burst.

	Lot T	Lot V, rameaux apicaux non effeuillés	Lot W, rameaux apicaux effeuillés
Pourcentage de débourrement	0	11 ± 1,2	13,5 ± 1,4
Disposition des bourgeons le long de la baguette			

Traitement 6 BAP (Ablation des feuilles

TABLEAU XI
Interaction gibbérilline-cytokinines sur le pourcentage et la disposition du débourrement.

Table XI - Interaction gibbérillin-cytokinin on the percentage and the disposition of the bud burst.

	Lot T	Lot X GA3 10^{-4}	Lot Y GA3 10^{-4} + 6BAP
Pourcentage de débourrement	0	0	5 ± 0,6
Disposition des bourgeons le long de la baguette			

* : traitement GA3 10^{-4} M | traitement 6 BAP

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

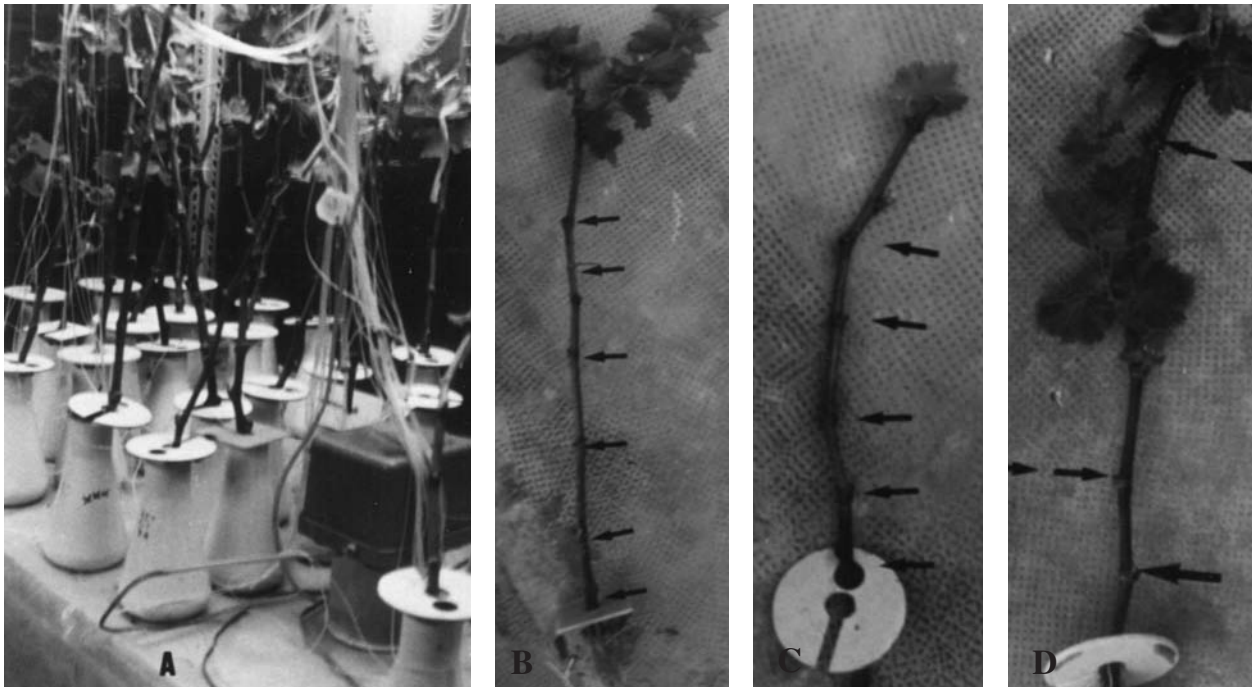


Planche I - Mode opératoire pour l'étude de la régulation du mauvais débourrement sur une baguette longue au laboratoire. Experimental methodology for the study of the budburst on a long stick in laboratory.

A - Mode opératoire permettant d'étudier le débourrement de plusieurs bourgeons sur une baguette longue au laboratoire des métabolites de l'INRST.
Une baguette à 10 bourgeons est maintenue grâce à un fil au plafond lumineux, la partie basale plonge dans la solution et un système de bulleur permet d'oxygéner le milieu variable, selon les conditions.

A - Experimental methodology study the budburst of several buds on a long stick in the INRST of métabolites.
A stick of 10 buds is maintained by a thread to the luminous ceiling, part distal dives in the solution and a bubbling system permits to oxygenate the variable middle, according to conditions.

B - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire.
Noter le type de ramification toujours acrotone obtenue au laboratoire et à 30°C.

B - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory.
Notice the type of ramification still acroton obtained in the laboratory and at 30°C.

C - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Noter le type de développement de bourgeon obtenu au laboratoire et à 30°C.

C - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory. Notice bud development obtained in the laboratory at 30°C.

D - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire.
Noter le type de ramification obtenue au laboratoire en présence de 6BAP et à 30°C.

D - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory.
Notice the type of ramification obtained in the laboratory with presence of 6BAP at 30°C.

distillée. La température de la serre est de 30°C jour / 20°C nuit.

T6 : Ce lot contient 100 baguettes cultivées dans la salle de culture. La solution contient uniquement de l'eau distillée. La température de la serre est de 30°C jour / 20°C nuit. Ces baguettes sont pulvérisées quotidiennement cinq fois de suite avec de l'eau distillée.

T7 : Ce lot contient 100 baguettes cultivées dans la salle de culture. La solution contient uniquement du 6BAP à 1 mg/l. La température est à 30°C jour / 20°C nuit.

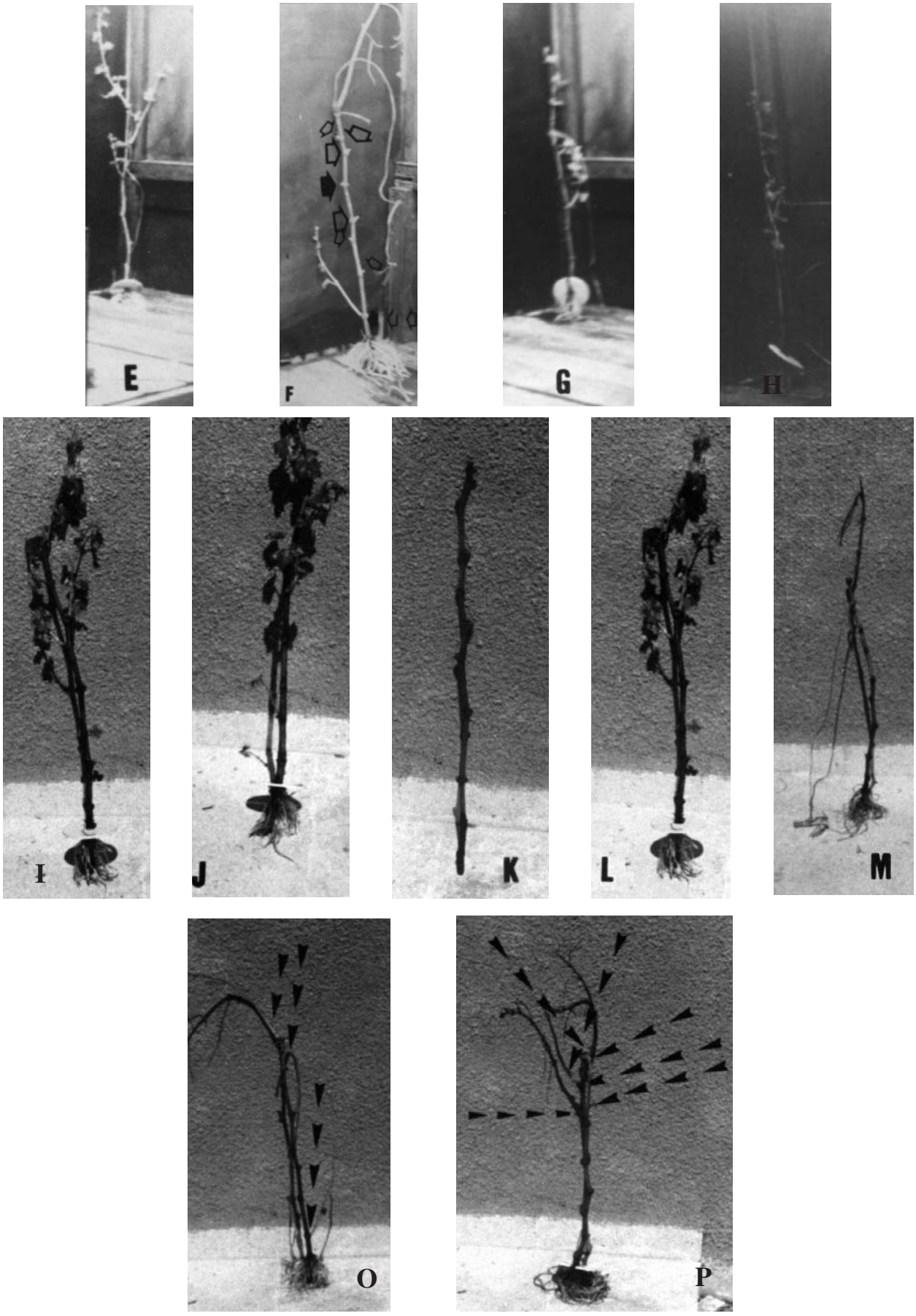
T7 : Ce lot contient 100 baguettes cultivées dans la salle de culture. La solution contient uniquement du 6BAP à 50 mg/l. La température est à 30°C jour / 20°C nuit.

Pour tous ces lots, nous avons suivi quotidiennement le débourrement et la disposition des pousses 28 jours après le début des expériences.

1) Résultats préliminaires

Les résultats de ces expériences se trouvent mentionnées dans les tableaux XII, XIII, XIV d'une part et dans la planche I d'autre part.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)



©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

Planche I (suite) - Mode opératoire pour l'étude de la régulation du mauvais débourrement sur une baguette longue au laboratoire.
Experimental methodology for the study of the budburst on a long stick in laboratory.

E - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Noter le type de ramification à 30°C et en présence de 6BAP.

E - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory. Notice the type of ramification at 30°C and with presence of 6BAP.

F - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Noter le type de ramification toujours acrotone modifiée, obtenue au laboratoire et à 30°C dès que nous apportons du 6BAP dans le milieu :
Le bourgeon n°1 débourre et donne un rameau aussi important que celui du bourgeon de rang apical.

F - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory. Notice the type of ramification still modified acroton, obtained in the laboratory at 30°C as soon as we interduse 6 BAP in the medium. The bud n°1 give branch as long as that of apical rank bud.

G - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Noter le type de ramification toujours acrotone modifiée, obtenue au laboratoire et à 20°C dès que nous changeons la température de la salle de culture :
Les bourgeons n°3 et 4 débourrent et donnent un rameau aussi important que ceux de rang plus apical.

G - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory.
Notice the type of ramification still modified acroton, obtained in the laboratory at 20°C as soon as we change the temperature of the culture room: Buds n°3 and 4 give us a branch as long as those of more apical rank.

H- Idem que G.

H - Idem that G.

I - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Noter le type de ramification toujours acrotone modifiée obtenue au laboratoire et à 20°C dès que nous changeons la température de la salle de culture :
Les bourgeons n°3 et 4 voire 5 et 6 débourrent et donnent des rameaux aussi importants que ceux de rang plus apical.

I - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory. Notice the type of ramification still modified acroton obtained in the laboratory at 20°C as soon as we change the temperature of the culture room:
Buds n°3 and 4 or even 5 and 6 give some branches as long as those of more apical rank.

J - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Noter le type de ramification obtenue au laboratoire dès que nous changeons la température de la salle de culture et que nous additionnons du 6BAP dans le milieu.
Les bourgeons n°3 et 4 voire 5 et 6 débourrent et donnent des rameaux aussi importants que ceux de rang plus apical.

J - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory. Notice the type of ramification obtained in the laboratory as soon as we change the temperature of the culture room and that we add the 6BAP in the medium.
Buds n°3 and 4 or even 5 and 6 gives some as long branches that those of more apical rank.

K - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire.
Noter l'absence de débourrement obtenu sur milieu additionné de GA3 à 20 mg/l.

K - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory.
Notice the absence of budburst obtained on medium added with GA3 at 20 mg/l.

L - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Noter le type de ramification obtenue au laboratoire dès que nous changeons la température de la salle de culture et que nous additionnons du BAP dans le milieu. Les bourgeons n°3 et 4 voire 5 et 6 débourrent et donnent des rameaux aussi importants que ceux de rang plus apical. Noter l'hétérogénéité de développement des futurs rameaux.

L - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory. Notice the type of ramification obtained in the laboratory as soon as we change the temperature of the culture room and that we add the BAP in the medium. Buds n°3 and 4 or even 5 and 6 gives some as long branches than those of more apical rank. Notice the heterogeneity development of future branch.

M - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Noter le type de ramification obtenue au laboratoire à 30°C.

M - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory. Notice the type of ramification obtained in the laboratory at 30°C.

N - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Noter l'absence totale de bourgeons débourrés.

N - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory. Notice the total absence of budburst.

O - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Noter l'acrotonie intense des rameaux apicaux et aussi le développement important du rameau de la base. Le milieu de culture contient du 6BAP et la température est de 30°C le jour, 20°C la nuit.

O - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory. Notice the intense acrotony apical branches and as the development of the branch of the basis very developed. The culture medium contains the 6BAP and the temperature is 30°C day, 20°C night.

P - Baguette de Muscat d'Italie cultivée au laboratoire. Il y a développement de 3 rameaux apicaux.

P - Stick of Muscatel of Italy cultivated in the laboratory. There is development of 3 apical branches.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

TABLEAU XII
Résultats des traitements 6 BAP sur baguette de vigne

Table XII - Results of treatments 6 BAP on stick of grapevine

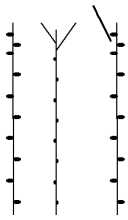
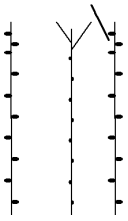
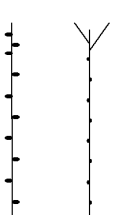
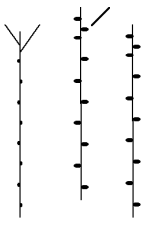
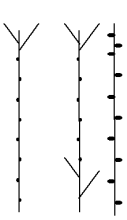
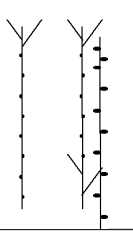
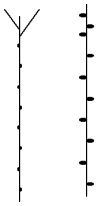
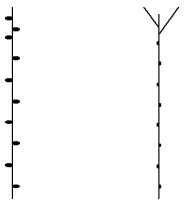
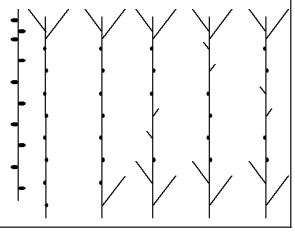
	Lot 3 témoin eau	Lot T4 serre traité 1 mg/l de 6BAP	Lot T5 serre traité 50 mg/l 6BAP	Lot T6 témoin laboratoire eau	Lot T7 traité laboratoire 1 mg/l 6BAP	Lot T8 traité laboratoire 50 mg/l 6BAP
Pourcentage de débourrement	11 ± 1,2	11,4 ± 1,5	11,2 1,4	12 ±1,5	14 ± 1,6	13 ±1,6
Disposition des rameaux le long de la baguette						

TABLEAU XIII
Résultats des traitements 6 BAP sur baguette de vigne

Table XIII - Results of treatments 6 BAP on stick of grapevine

	Lot T9 serre non traité	Lot T10 serre traité eau	Lot T11 serre traité 6BAP 20 mg/l
Pourcentage de débourrement	11 ± 1,3	15 ± 1,7	28 ± 3,2
Disposition des bourgeons le long de la baguette			

Concernant les traitements T3, T4 et T5, quels que soient le traitement et la concentration, il n'y a pas de modification dans le pourcentage de débourrement et dans le rythme du phénomène d'acrotonie. Concernant les traitements T 7 et T8, il semblerait que la cytokinine administrée selon notre mode opératoire agisse, puisqu'il y a première apparition des pousses dans la partie distale de la baguette. Il semblerait ainsi que le traitement à 1 mg/l convienne mieux que celui à 50 mg/l. Ceci conduit à émettre quelques hypothèses :

- Les traitements T3, T4 et T5 ne sont pas efficaces.

- Les traitements T7 et T8 laissent supposer que la kinétine peut circuler de bas en haut en utilisant notre système expérimental puisqu'il y a une augmentation du pourcentage de débourrement et une modification de la ramification.

- La température de la salle de culture et de la serre 30°C jour, 20°C nuit, est favorable à l'induction du phénomène d'acrotonie.

Nous allons discuter point par point ces différentes remarques.

Concernant le premier et le deuxième points, à savoir que le traitement T4 et T5 ne sont pas efficaces, nous avons fait en 1995 deux séries de traitements : Un essai a consisté à maintenir les baguettes de vigne dans la solution de 6 BAP à 20 mg/l pendant 24 heures grâce à l'emploi de tubes PVC longs de 140 cm et bouchés d'un côté, puis à les planter en serre (30°C jour, 20°C nuit) : T11. Un lot témoin est traité avec de l'eau distillée T10 et un autre lot est directement planté en serre T9.

2) Résultats des expériences (tableau XIII)

Le traitement à l'eau améliore le pourcentage de débourrement des bourgeons. L'eau est associée différemment selon l'état des bourgeons. Elle peut être sous forme libre ou liée aux macromolécules. LIU (1992) a montré chez le pommier que l'eau est sous une forme assez libre quand la dormance est terminée. Il est possible que le trempage dans l'eau dilue la ou les substances de croissance réputées inhibitrices des bourgeons sous-jacents, ce qui atténue leur effet, ou bien qu'il provoque la formation de plus d'eau libre dans le bourgeon, ce qui augmente leur pourcentage

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

TABLEAU XIV
Résultats des traitements 6 BAP sur baguette de vigne

Table XIV - Results of treatments 6 BAP on stick of grapevine

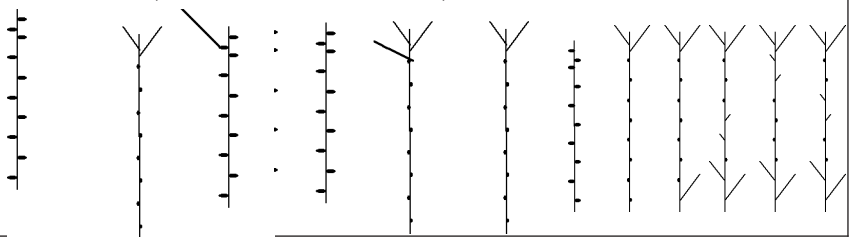
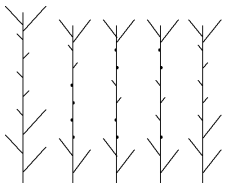
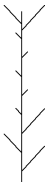
	Lot T12 serre témoin	Lot T13 serre traité eau	Lot T14 serre traité 6BAP 20 mg/l
Pourcentage de débourrement	14 ± 1,6	17 ± 1,8	44 ± 5
Disposition des bourgeons le long de la baguette			

TABLEAU XV
Résultats des traitements 6 BAP sur baguette de vigne dans le vignoble

Table XV - Results of treatments 6 BAP on a stick of grapevine in the vineyard

	Lot non traité	Lot T18 eau tube PVC	Lot T19 6BAP 20 mg/l pulvérisation	Lot T20 6BAP 20 mg/l autour des racines	Lot T21 tube PVC 6BAP 20 mg/l
Pourcentage de débourrement	70 ± 6,4	80 ± 6.0	70 ± 6,4	70 ± 8,0	100
Disposition des bourgeons le long de la baguette	Disposition type T18		Disposition type T18	Disposition type T18	

de débourrement selon l'hypothèse de LIU. Il y a amélioration du pourcentage de débourrement du lot traité par la cytokinine par rapport au lot traité avec de l'eau, le mode opératoire utilisé pour étudier ce phénomène présente donc une certaine efficacité.

Concernant le troisième point, à savoir que les températures 30°C jour et 20°C nuit favorisent l'induction du phénomène d'acrotonie, nous avions utilisé en 1996 le mode opératoire de 1995 à 18°C température constante jour et nuit. Cette condition est obtenue en réglant le chauffage de la serre à cette condition : T14. Nous avons pris un témoin non traité (T12) et un lot traité à l'eau distillée (T13) (tableau XIV).

Là aussi le traitement à l'eau améliore le pourcentage de débourrement. Il y a amélioration du pourcentage de débourrement du lot traité par la cytokinine par rapport au lot traité avec de l'eau.

Il y a amélioration de la régularité de débourrement, mais le phénomène d'acrotonie n'est pas complètement enlevé. Ces résultats montrent que ce phénomène n'est pas simple et qu'il n'est pas gouverné seulement par les régulateurs de croissance. Un essai qui a consisté à incliner les pots d'un angle de 30° afin de diminuer l'influence de la pesanteur a amélioré le système mis en place en 1996 en serre, mais il nécessite une confirmation.

Si le traitement au cytokinine à 20 mg/l diminue l'inhibition basipète des bourgeons des baguettes cultivées en serre, que se passe t-il dans le vignoble ?

3) Baguettes de dix bourgeons au vignoble

Les résultats relatifs à cette expérience se trouvent mentionnés dans les tableaux XV, XVI et XVII d'une part et dans la planche II d'autre part.

a) Résultats des traitements par la 6 BAP

Dans les baguettes traitées, tous les bourgeons ont débourré avec le 6 BAP à la concentration utilisée, alors que celles traitées à l'eau possèdent en moyenne 20 p. cent de bourgeons non débourrés et que celles non traitées présentent en moyenne 28 p. cent de bour-

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

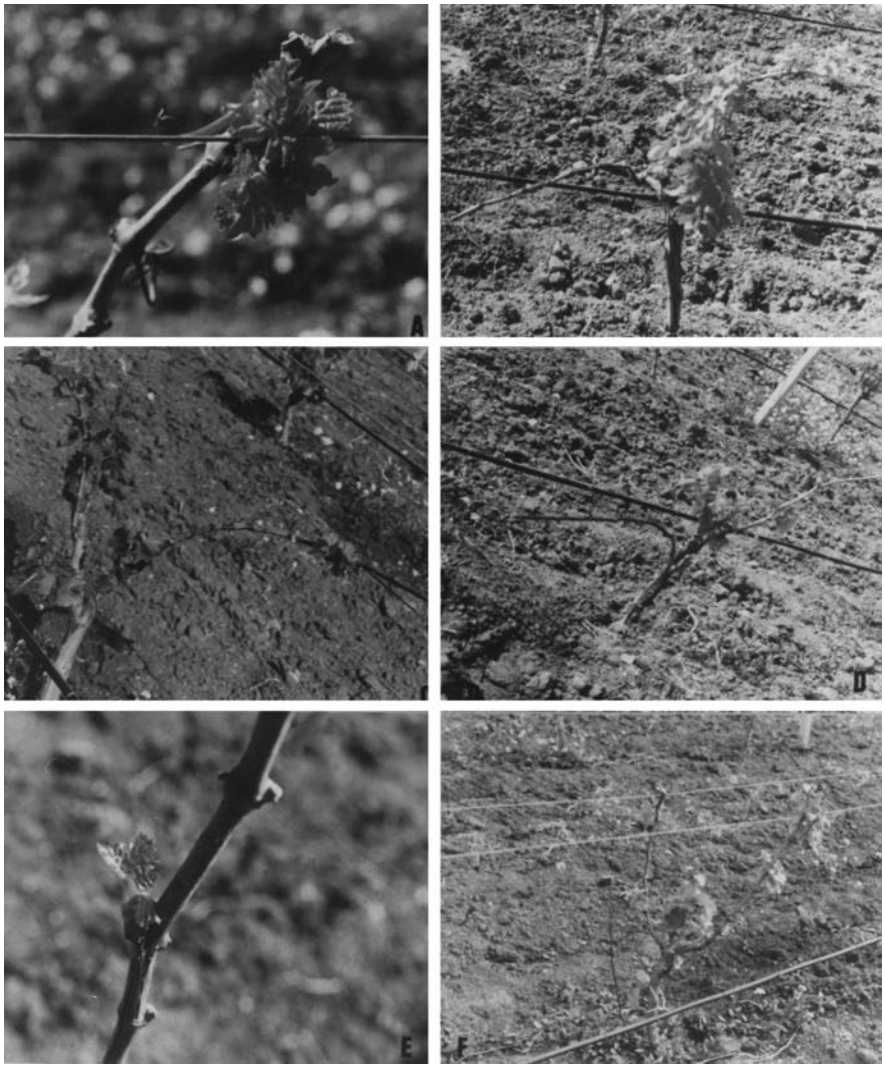


PLANCHE II

A - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Débourrement du bourgeon dans les conditions normales et en absence de tout traitement. Noter ici l'avortement de l'apex, phénomène rare mais qu'on trouve dans le vignoble.

A - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. Budburst in the normal conditions and in absence of all treatment. Notice here the abortion of the apex, a rare phenomenom but it can be found in the vineyard.

B - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Retard au débourrement des bourgeons traités à l'ANA à 20mg/l pendant 24 heures.

B - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. Delay of budburst of buds treated by ANA 20mg/l during 24 hours.

C - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Retard au débourrement des bourgeons traités à l'ANA à 20 mg/l pendant 24 heures au bout de 25 jours. Juste après, quand on fait un traitement au 6BAP à 20mg/l pendant 24 heures, celui-ci commence à lever cette inhibition, mais la pousse développée présente un apex avorté et un mauvais développement des feuilles.

C - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. Delay budburst treated by the ANA 20 mg/l during 24 hours during 25 days. Just after, when one makes a treatment with the 6BAP at 20mg/l during 24 hours, this one begins to raise this inhibition but the shoot developed present an aborted apex and a bad development of leaves.

D - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Absence totale de débourrement des bourgeons traités à l'ANA à 1 mg/l pendant 24 heures au bout de 20 jours.

D - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. Total absence of budburst of buds treated with ANA at 1mg/l during 24 hours for 20 days.

E - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Débourrement du bourgeon dans les conditions normales et en absence de tout traitement. Noter ici l'avortement de l'apex, phénomène rare mais qu'on trouve dans le vignoble.

E - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. Budburst in the normal conditions and in absence of all treatments. Notice here the abortion of the apex, rare phenomenon but can be found in the vineyard.

F- Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Le traitement des souches à l'ANA à 20 mg/l pendant 24 heures suivi du 6BAP à 20 mg/l entraîne d'abord un retard de débourrement dû à l'effet de l'auxine, la reprise du débourrement a lieu après traitement au 6 BAP. Noter ici l'avortement de l'apex, phénomène rare mais qu'on a trouvé dans le vignoble.

F - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. The treatment of vines to the ANA at 20 mg/l during 24 hours followed by the 6BAP at 20 mg/l causes a delay of budburst first due to the effect of the auxin, the resumption of the budburst takes place after treatment with 6 BAP. Notice here the abortion of the apex, rare phenomenon but can be found in the vineyard.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)



PLANCHE II (suite)

G - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Le traitement de la baguette à l'ANA à 20 mg/l pendant 24 heures entraîne d'abord un retard au débourrement de 25 jours alors que la baguette de gauche non traitée présente le phénomène d'acrotonie.

G - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. The treatment of the stick to the ANA at 20 mg/l during 24 hours causes a delay first to the budburst of 25 days whereas the stick of left no treated present the phenomenon of acrotony.

H - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Traitement des souches grâce au tube PVC et dans lequel il y a l'ANA à 20 mg/l. Les bourgeons traités n'ont pas débourré 25 jours après leur traitement. Celui fait après par le 6BAP à 1 mg/l entraîne la reprise du débourrement.

H - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. Treatment of vines by PVC tube and contained ANA 20 mg/l. Treated buds do not have budburst 25 days after their treatment. The one makes after by the 6BAP to 1 mg/l causes the resumption of the budburst.

I - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. État des bourgeons juste après le traitement (H).

I - Muscat of Italy, Khenguet, Sidi Slama. State of buds rightly after the treatment (H).

J - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. État des bourgeons : le traitement des souches à l'ANA à 20 mg/l pendant 24 heures suivi du 6BAP à 1 mg/l pendant 24 heures entraîne d'abord un retard au débourrement, la reprise totale du débourrement a eu lieu après traitement au 6 BAP.

J - Muscat of Italy, Khenguet, Sidi Slama. State of buds: the treatment of vines with ANA 20 mg/l during 24 hours followed of the 6BAP to 1 mg/l during 24 hours causes a delay first to the budburst, the total resumption of the budburst took place after treatment to the 6 BAP.

K- Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi slama. Traitement des souches à l'ANA à 20 mg/l pendant 24 heures d'une baguette sur deux. Dans celle qui est traitée, il n'y a aucun bourgeon débourré, dans l'autre, le débourrement est normal et ne semble pas affecter par le traitement de l'autre baguette. L'ANA posséderait une action très localisée.

K - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi slama. Treatment of vines with ANA at 20 mg/l during 24 hours in a stick on two. In the one that is treated, there is not any budburst, in the other, the budburst is normal and don't seem to affect by the treatment of the other stick. The ANA would possess an action very localized.

L - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi slama. Traitement de la baguette par le 6 BAP à 1 mg/l pendant 24 heures. Tous les bourgeons de la baguette débourrent.

L - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi slama. Treatment of the stick by the 6 BAP to 1 mg/l during 24 hours. All buds of stick burst.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)



PLANCHE II (suite)

M - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Le traitement des souches à l'ANA à 20 mg/l pendant 24 heures a inhibé le débourrement de tous les bourgeons de la baguette. Le traitement au 6 BAP à 1 mg/l a entraîné le débourrement de tous les bourgeons inhibés.

M - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. The treatment of stumps to the ANA to 20 mg/l during 24 hours inhibited the budburst of the stick. The treatment to the 6 BAP to 1 mg/l dragged the budbursted of all buds inhibited.

N - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama . Le traitement au 6BAP à 20 mg/l pendant 24 heures entraîne le débourrement des bourgeons et leur développement qui se fait quelquefois d'une manière plus avancée dans la partie basale qu'apicale.

N - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. The treatment at 6BAP to 20 mg/l during 24 hours drags the budburst and their development that sometimes make himself of a more advanced manner in part distal that apical.

O - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Le traitement avec le 6BAP à 1 mg/l entraîne le débourrement total des bourgeons.

O - Muscatel of Italy, Khenguet, Sidi Slama. The treatment with the 6BAP to 1 mg/l drags the total budburst.

P - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Le traitement avec le 6BAP à 20 mg/l pendant 24 heures entraîne le débourrement total des bourgeons. Le développement des rameaux de la base est plus important que ceux de la partie apicale.

P - Muscat of Italy, Khenguet, Sidi Slama. The treatment with the 6BAP to 20 mg/l during 24 hours drags the budburst. The development of branches of the basis is more important than those of part apicale.

Q - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Idem que P.

Q - Muscat of Italy, Khenguet, Sidi Slama. Idem that P.

R - Muscat d'Italie, Khenguet, Sidi Slama. Idem que P.

R - Muscat of Italy, Khenguet, Sidi Slama. Idem that P.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

TABLEAU XVI
Résultats des traitements ANA sur baguette de vigne dans le vignoble.

Table XVI - Results of the ANA treatments on stick of grapevine in the vineyard.

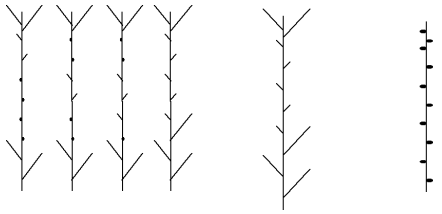
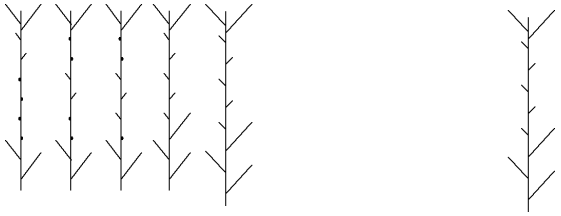
	Traité eau T18	Traité ANA 20 mg T22
Pourcentage de débourrement	80	0
Disposition des bourgeons le long de la baguette		

TABLEAU XVII
Résultats des traitements à l'ANA suivi du 6 BAP sur baguette de vigne dans le vignoble.

Table XVII - Results of treatments to the ANA followed of the 6 BAP on stick of grapevine in the vineyard.

	Lot T18 traité eau	Lot T23 traité ANA 20mg/l suivi de 6BAP 20 mg/l
Pourcentage de débourrement	80	100
Disposition des bourgeons le long de la baguette		

geons non débourrés. Les baguettes traitées par pulvérisation de 6 BAP ou par apport de 6 BAP autour des racines n'ont pas amélioré leur pourcentage de débourrement, ce qui confirme en partie les résultats obtenus sur baguette longue au laboratoire.

b) Résultats des traitements à l'acide naphtalène acétique (tableau XVI)

Les bourgeons traités par l'acide naphtalène acétique n'ont pas débourré 25 jours après le traitement alors qu'à cette date, le traitement à l'eau a donné 80 p. cent de débourrement.

c) Résultats des traitements à l'acide naphtalène acétique suivis de 6BAP (tableau XVII)

Le traitement avec la cytokinine a annulé l'effet négatif de l'acide naphtalène acétique signalé au paragraphe « b » et nous avons obtenu alors un débourrement total des baguettes. Toutefois des symptômes non habituels sont notés, tels qu'une anomalie de développement avec étalement de grandes feuilles nettement plus importante que les témoins non-traités et le non fonctionnement de l'apex. La croissance de l'axe ne s'est pas poursuivie. Au-dessous de l'apex avorté, il y a formation de 6 feuilles qui s'accroissent d'une façon considérable si on les compare à âge égal avec celles des témoins, la croissance est très importante pour la feuille immédiatement inférieure à l'apex notée F-1, pour la F-2 la croissance est toujours moins importante alors que la feuille F-6, traitée, est légèrement plus grande que son homologue du témoin à âge égal. Nous avons montré que l'ANA gène voire empêche la croissance d'un bourgeon latent d'une bouture (EZZILI et BEJAOUI, 2000a). Cette anomalie est probablement une manifestation particulière de cet effet auxinique à la concentration où nous avons travaillé et aussi en liaison avec le fait qu'une cytokinine ait été associée à l'ANA. Pendant une première phase de développement normal de la pousse d'une bouture, l'apex et les feuilles en croissance de cette pousse sont en concurrence vis-à -vis des substances de type cytokinine comme l'ont démontré MULLINS (1966, 1967) et FOURNIOUX (1995).

Dans cette concurrence, les feuilles sont favorisées au détriment de l'apex dont l'activité est bloquée. La 6 BAP profiterait plus à la croissance de la première feuille qui se trouve alors considérablement augmentée. Mais le résultat spectaculaire de la 6 BAP réside dans l'annulation de l'effet auxine sur le débourrement des bourgeons latents principaux.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

DISCUSSION DE L'HYPOTHÈSE DE TRAVAIL

Nous rappellerons tout d'abord trois principes relatifs aux corrélations de croissance chez les rameaux des ligneux puis chez la vigne et nous discuterons après notre hypothèse par rapport à d'autres antérieures.

CHAMPAGNAT étudiant le mode de ramification des ligneux (1954, 1983) par le biais des corrélations sur le rameau d'un an a défini 3 facteurs :

- Les propriétés fixées : ces propriétés sont déterminées au cours du cycle de l'année d'avant. Le devenir du bourgeon dépend alors de sa position sur le sarment. Il s'établit un gradient basitone dans certain cas de ligneux, acrotone dans d'autres.

- Les inhibitions de nature actuelle sont dues à une influence trophique ou hormonale. Les bourgeons situés sur un même rameau sont en concurrence. Un bourgeon donné peut émettre une substance responsable de l'inhibition d'un bourgeon situé plus bas que lui.

- La vigueur conditionne le port de la plante et conduit au développement des bourgeons ce qui annule l'effet des deux autres facteurs sus indiqués.

HUGLIN (1958, 1986) a défini un gradient acrotone chez les cépages alsaciens non taillés. Il a retrouvé ce même phénomène sur les mêmes cépages avec différentes tailles. Seul le palissage oblique diminue l'acrotonie. BESSIS (1965) a montré que la croissance des rameaux augmente avec le rang des bourgeons aussi bien sur des coursons à 2-3 yeux que sur des baguettes à 5, 8 ou 15 yeux. Les rameaux issus des bourgeons apicaux sont toujours favorisés.

BESSIS (1965) a montré par différentes expériences qu'il existe deux orthostiques différents dans les rameaux de vigne et qu'il y a une inhibition basipète par corrélation exercée le long de chaque orthostique, mais cette inhibition est d'autant plus atténuée que la vigueur de la plante est plus forte. Les facteurs qui conditionnent la vigueur s'opposent à la préséance des pousses de l'extrémité. Une jeune pousse exerce cette inhibition corrélative sur les bourgeons sous-jacents lorsqu'elle atteint une longueur de 1-2 cm. Cet auteur a reproduit ce phénomène d'inhibition corrélative sur des sarments isolés de Pinot noir en utilisant l'acide indol acétique et l'acide naphtalène acétique et explique de ce fait l'inhibition basipète par corrélation par le biais de ces régulateurs de croissance. HUGLIN (1986) pense que ce phénomène est en relation étroite avec la température basse durant la période de post-dormance. HUGLIN (1958) par ailleurs avait examiné les bourgeons non débourrés qui selon lui se trouvent à la base du sarment et présentent un nombre de mérithalles préformés inférieur à la moyenne ce qui lui a permis d'émettre une hypothèse selon laquelle les propriétés fixées sont responsables de ce non-débourrement. BESSIS (1965) a montré qu'il s'agit plutôt là d'une intervention hormonale. Dans ce cas particulier et pour le Pinot noir, l'inhibition de corrélation basipète est due à l'intervention d'auxines. Le non-débourrement de ces bourgeons de la base peut être dû à un mauvais raccordement au système conducteur principal selon CHAMPAGNOL (1984).

Les résultats de nos expériences permettent d'expliquer au moins en partie le phénomène d'acrotonie et la présence de temps en temps de rameaux basitones sur Muscat d'Italie. Il semble que le mécanisme physiologique des corrélations mis en jeu ici fait intervenir aux moins deux à trois stimulateurs de croissance : les auxines, les gibbérellines et les cytokinines selon l'état de croissance des rameaux apicaux. Or, il est bien connu, que pendant la première phase de développement du bourgeon, ce dernier émet des substances du type auxine (BESSIS, 1965) qui inhibent les bourgeons sous-jacents. Nous venons de montrer ici que cet effet est momentané et qu'il peut être réversible par l'apport de cytokinines exogènes. Les rameaux basitones se développant alors chez le Muscat d'Italie proviendraient de la levée d'inhibition due à l'arrivée probable des cytokinines fabriquées dans les racines. La température au moment du débourrement possède une influence non négligeable sur le phénomène. La dynamique de débourrement dépend de la température (POUGET 1963 ; EZZILI, 1991 ; RIOU et POUGET, 1992).

Dans nos expériences, à haute température (30°C jour / 20°C nuit), les bourgeons apicaux débourrent d'une manière plus intense qu'à faible température (18°C). Les jeunes pousses exerceraient alors leurs effets inhibiteurs sur les bourgeons sous-jacents de la baguette et le mécanisme décrit par BESSIS (1965) se trouve ici vérifié. L'apport des cytokinines exogènes a modifié le pourcentage du débourrement et le mode de ramification. Selon CUTTING *et al*., (1991), certaines pratiques horticoles visant à provoquer le débourrement (cyanamide d'hydrogène d'une part et le DNOC d'autre part) augmentent le contenu endogène en cytokinine. Des résultats analogues aux nôtres ont été obtenus par WANG *et al.* (1991a, 1991b, 1994). Ces auteurs pensent que durant la phase de post-dormance, les bourgeons sont très sensibles aux cytokinines et leur croissance reprend. À ce moment, le métabolisme des bourgeons est activé, les synthèses enzymatiques et les synthèses d'ARN et d'ADN commencent et le métabolisme énergétique varie de la voie des pentoses à la voie tricarboxylique (WANG *et al*., 1991a et 1991b).

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

Les cytokinines permettent des activités métaboliques qui sont liées à la croissance et qui font intervenir l'ARN, l'ADN et la synthèse des protéines donc l'élévation du métabolisme énergétique et l'affaiblissement des voies importantes de la dormance des tissus (WANG *et al*., 1986, 1991a et 1991b). Le nitrate de potassium est connu comme facteur de compensation partielle du froid selon EREZ *et al.*, (1971). BUBAN *et al*., (1978) ont montré que le potassium et le nitrate séparés peuvent provoquer la production de cytokinines dans les racines.

Pourquoi les baguettes soumises à notre mode opératoire font sortir plus de pousses dans la partie basale que par exemple dans la partie moyenne du sarment ou dans la partie immédiatement sous-jacente aux rameaux acrotones, alors que toute la baguette a reçu un traitement homogène de cytokinines ?

La réponse proviendrait peut-être dans les doses d'auxines probablement différentes selon la position du bourgeon sous-jacent. Elles seraient assez importantes immédiatement au-dessous des bourgeons apicaux et relativement plus faibles à la base du sarment. L'effet contre-inhibiteur des cytokinines s'exprimerait alors en fonction de la position du bourgeon sur la baguette. Des dosages d'auxine endogène à différents niveaux de la baguette présentant le phénomène d'acrotonie confirmeraient probablement notre hypothèse.

À température plus faible, il y aurait un équilibre entre les substances du type cytokinine et celles du type auxine, la migration des cytokinines se ferait mieux à faible température. À température relativement élevée, l'équilibre est plutôt favorisé vers l'auxine et nous allons donc obtenir une année à acrotonie. Par contre, quand le débourrement se fait à une température relativement basse, il y aurait un équilibre entre l'auxine synthétisée par le bourgeon en développement et les cytokinines synthétisées dans les racines ou de novo dans le cambium et le débourrement se fait d'une manière régulière sur la baguette. S'ajoute à cela, l'effet de la dormance résiduelle non levée par l'hiver doux (EZZILI et BEJAOUI, 1999). Au laboratoire, nous avons vu que le traitement par les gibbérellines retarde le débourrement et qu'aucun des régulateurs de croissance utilisés ne permet de renverser cet effet inhibiteur bien connu des gibbérellines. Par contre, les cytokinines renversent l'effet inhibiteur des auxines exogènes que ce soit au laboratoire, en serre et dans le vignoble. Ces résultats sont à rapprocher de ceux d'ANTCLIFF et MAY (1961) qui expliquent la différence entre deux types d'inhibiteurs : l'auxine qui a une action très localisée et les gibbérillines réputées plus inhibitrices. D'après nos résultats dans le vignoble, les cytokinines renversent complètement l'effet des auxines. C'est, à notre connaissance, la première fois qu'un effet contre inhibiteur des cytokinines vis-à-vis de l'auxine a été décrit sur vigne. Cela suggère donc l'idée que l'hétérogénéité du débourrement pourrait être due à la réponse au moins de deux à trois types de régulateurs de croissance : les auxines contrôlent l'inhibition basipète des bourgeons comme démontré par ANTCLIFF *et al.* (1961) et BESSIS (1965), les cytokinines elles contrecarrent cet effet, et selon le rapport auxine/cytokinine, nous allons avoir des réponses différentes dans le pourcentage de débourrement. Mais nous pensons que le contrôle hormonal n'explique pas tout puisque, au laboratoire, nous ne sommes pas arrivés à faire débourrer tous les bourgeons de la baguette. L'acrotonie est donc un phénomène complexe : il peut mettre en jeu plusieurs facteurs d'origine biologique : la balance hormonale que nous avons tenté d'étudier ici. Selon FAUST *et al.* (1998), FAUST *et al.* (1991), LIU (1992), ROWLAND *et al.* (1992), interviennent dans ce phénomène : l'état hydrique des bourgeons, l'évolution de la structure de leurs membranes cellulaires : WANG et FAUST (1988, 1989a et b, 1990), RANJAN et LEWAK (1995), LIU (1992), FAUST *et al.* (1998) et leur potentiel anabolique (CHAMPAGNAT, cité par FAUST *et al.,* 1998).

CONCLUSION

Deux catégories d'organes exercent des influences inhibitrices sur le débourrement des bourgeons sous-jacents aux pousses développées le long d'une baguette contenant 8 bourgeons non exprimés.

Pendant la première phase de croissance, les pousses inhibent les bourgeons sous-jacents. À ce stade, les feuilles sont reconnues comme des sites de production d'auxine (DAVIES, 1988). Le débourrement des bourgeons dépend alors de la disponibilité des cytokinines et probablement des facteurs qui favorisent leur biosynthèse, leur migration et leur augmentation de teneur dans les bourgeons non débourrés. Vraisemblablement, il s'agirait d'une influence à longue distance.

Pendant la deuxième phase de croissance du rameau, les feuilles bien développées des rameaux apicaux joueraient un rôle inhibiteur. Les feuilles, à ce stade, agissent vraisemblablement par l'intermédiaire de l'acide gibbérillique qui exercerait des influences de courte distance, lesquelles consisteraient en des blocages de communication entre le bourgeon et le tissu adjacent de la tige empêchant ainsi la croissance à l'échelle cellulaire.

Un premier argument qui plaide en faveur de cette idée réside dans la possibilité d'une substitution du stimulus foliaire par l'acide gibbérillique. Les feuilles sont les sites de synthèse et d'exportation des gibbé-

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

rellines (LOCKHART, 1957 ; JONES et PHILIPS , 1966 ; LUCKWILL, 1968 ; HOAD *et al.*, 1977 ; FOURNIOUX, 1995). À un stade plus précoce, les feuilles sont le site de production d'auxine (DAVIES 1988 ; FOURNIOUX, 1995). Le débourrement des bourgeons ne dépend alors plus des cytokinines. Ces dernières sont sans action sur les gibbérellines. Les cytokinines interviennent pour contrecarrer les auxines, mais pas les gibbérellines.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANTCLIFF A. J. et P. MAY,. 1961. Dormancy and budburst in Sultana vines.*Vitis*, **3**, 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 p.

BUBAN T., VARGA A., TROMP J., KNIGHT E. et J. BRUISMA, 1978. Effect of Ammonium and nitrate on the level of Zeatin and amino nitogen in xylem sap of apple rootstocks. *Z. Pflanzenphysiology*, **89**, 289-295.

CHAMPAGNAT J., 1954. Les corrélations sur le rameau d'un an des végétaux ligneux. *Phyton.*, 1-102.

CHAMPAGNAT J., 1983. Quelques réflexions sur la dormance des bourgeons des végétaux ligneux. *Physiologie végétale*, **21**, 3, 607-618.

CHAMPAGNOL F.; 1984. *Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Ed. Dehan, Montpellier 351 p.

CUTTING J. M., STYRDOM D.K., JAKOBS G., BELLSTEDT D.U., VAN DER MERVE K.J. et W. WEILER., 1991. Change in xylem constituents in response to rest-breaking agents applied to apple before budbreak. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **116**, 680-683.

DAVIES P. J., 1988. *Plant hormones and their role in plant growth and development*. Davis P. J. ed. Kluwze academic publischers. 681p.

EREZ A., LAVEE S. et R.M. SAMISH, 1971. Improved methods to control rest in the peach and other deciduous fruit species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*., **96**, 519-522.

EZZILI B., 1991. Recherches sur la fertilité de la vigne. *Thèse* Doct. Spécialité. Fac. Science. Tunis, 229 p.

EZZILI B., 1995. *Rapport de laboratoire. Examen du débourrement dans le vignoble tunisien en 1995.* 10 p.

EZZILI B. et M. BEJAOUI, 1999. Étude de la cinétique de la dormance des bourgeons de Grenache noir et de Carignan *Vitis Vinifera* L. cultivés à El Kenguet (Tunisie). *Bull OIV.*, n° 815-816.

EZZILI B. et M. BEJAOUI, 2000a. Nouvelle contribution à l'étude de la théorie de l'acrotonie sur le rameau de vigne d'un an. I - Enquête dans le vignoble tunisien. *J. Int. Sci. Vigne Vin,* **34**, 3,121-129.

EZZILI B., et M. BEJAOUI, 2000b.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-dormances du bourgeon. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **34**, 4, 145-154.

FAUST M., EREZ R.A., ROWLAND L. J.,WANG S.Y. et H.A. NORMAN, 1998. Bud dormancy in perennial fruit trees: Physiological basis for dormancy induction, Maintenance and release. *Hortscience*, **32**, 4, 623-629.

FAUST M., LIU D., MERLE M.M. et G.W. STUTTE, 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.

HOAD G.V. LOVEYS B.R. et K.G.M. SKENE, 1977. The effect of fruit removal on cytokinins and gibberillin–like substances in grape leaves. *Planta*, 136, 25-30.

HUGLIN P., 1958. Recherche sur les bourgeons de la vigne. Initiation florale et développement végétatif. *Thèse* Doc. d'Etat. Sci. Nat. Strasbourg, 174 p.

HUGLIN P., 1986. *Biologie et écologie de la vigne*. Ed., Payot., Lausanne.

JONES R.L. et I.D.J. PHILIPS, 1966. Organs of Gibberellin synthesis in light grown sun flower. *Plants. Plant. Physiol*., **41**, 1381-1386.

LIU D., 1992, Physical and biochemical studies of dormancy in apple buds. *PHD Thesis,*. Univ. of Maryland college Park.

LOCKHART J.A., 1957. Studies on the organ of production *of the natural gibberillin factor in higher plants. Plant. Physiol*., **32**, 2048207.

LUCKWILL C., 1968. The effect of certain growth regulators on growth and apical dominance of yong apple trees. *J. Hort. Sci*., **43**, 91-101.

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 synthétic cytokinins in *Vitis Vinifera* L. *J. Exp. Bot.*, **18**, 206-214.

NDUNG'U., OKAMOTO G. et K. HIRANO, 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.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

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* doc. d'État. ès Sci. Nat Bordeaux, 247 p.

RANJAN R. et S. LEWAK, 1995. Interaction of jasmonic acid and abcissic acid in the control of lipases and proteases in germinating apple embryos. *Physiol Plant.*, **93**, 421-426.

ROWLAND L.J. LIU D., MILLARD M.M. et M.J. LINE., 1992. Magnetic resonance imagining of water in flower buds of blueberry. *Hortscience*, **27**, 339-341.

RIOU C. et R. POUGET 1992. Nouvelles propositions pour évaluer la vitesse de débourrement des bourgeons de la vigne et modélisation de la date de débourrement *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **26**, 2, 63-74.

SAURE M., 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. *Hort. Rev*., **7**, 239-300.

S.A.S. Institute. Version 6. 12.

TROMP J. et J.C. OVAA., 1990. Seasonnal changes in the cytokinin composition of xylem sap apple. *J. plant. Physiol.*, **136**, 606-610.

WANG S.Y. STEFFENS G.L. et M. FAUST, 1986. Breaking bud dormancy in apple With plant bioregulator Thidiazuron. *Phytochemistry*.

WANG S.Y. et M. FAUST, 1988. Changes of fatty acids and sterols in apple buds during bud break induced by a plant bioregulator, thidiazuron. *Physiol. Plant*., **72**, 115-120.

WANG S. Y. et M. FAUST, 1989a. Nitroguanidines induce bud break and change sterol content in apple. *J. Plant. Growth Regulator*, **8**, 143-151.

WANG S. Y. et M. FAUST, 1989b. Changes of membrane polar lipids associated with bud break in apple induced by *Nitroguanidins*. *J. Plant. Growth Regulator*, **8**, 153-161.

WANG S.Y. et M. FAUST, 1990. Changes in membrane lipids in apple buds during dormancy and bud break. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **119**, 735-741.

WANG S.Y., JIAO H. J. et M. FAUST, 1991a. Change in the activities of catalase, peroxydase, and polyphenol oxydase in apple buds during beadbreak induced by thidiazuron. *J. Plant. Growth. Regulator*, **10**, 33-39.

WANG S.Y., JIAO H.J. et M. FAUST, 1991b. Changes in ascorbate, gluthatione, and related enzyme activities during thidiazuron–induced bud break of apple. *Physiol. Plant*., **82**, 231-236.

WANG S. Y. et M. FAUST, 1994. Changes in the antioxidant system associated with bud break in Anna apple (*Malus domestica* Borkh.) buds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*., **119**, 735-741.

Reçu le 15 novembre 2000
accepté pour publication le 15 février 2001

 ©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)