Connaissance Vigne et Vin, 1981, **15**, N° 2 65-79.

ACTION DE LA TEMPERATURE SUR LA DIFFERENCIATION DES INFLORESCENCES ET DES FLEURS DURANT LES PHASES DE PRE-DEBOURREMENT ET DE POST-DEBOURREMENT DES BOURGEONS LATENTS DE LA VIGNE

R. POUGET

Institut National de la Recherche Agronomique
Station de Recherches de Viticulture
Centre de Recherches de Bordeaux
33140 Pont de la Maye (France)

INTRODUCTION

L'initiation florale ou différenciation des organes floraux a fait l'objet de nombreuses recherches en raison des conséquences qu'elle entraîne pour la fertilité des bourgeons et la production de la Vigne. Dans un passé récent, deux articles de synthèse fondamentaux (RIVES, 1972 ; SRINIVASAN et MULLINS, 1981) ont été publiés sur ce sujet. Il ressort de ces analyses que la quasi-unanimité des auteurs admet aujourd'hui que l'induction et l'initiation florales se déroulent dans les bourgeons latents au cours de la phase de croissance du sarment qui les porte, et que l'organogenèse des primordia inflorescentiels, stoppée durant la période de dormance, reprend peu de temps avant le débourrement. Les observations de CAROLUS (1970) et CAROLUS et POUGET (1971), faites au microscope optique sur des coupes de bourgeons, et celles de SRINIVASAN et MULLINS (1976) réalisées au microscope à balayage ont parfaitement démontré que l'initiation des boutons floraux et des fleurs ne se manifeste que quelques jours avant et après le débourrement des bourgeons latents. Ces données récentes confirment celles qui ont été acquises par d'autres auteurs (SARTORIUS, 1926 ; BARNARD et THOMAS, 1933 ; SNYDER, 1933 ; WINKLER et SHEMSETTIN, 1937 ; AGAOGLU, 1971). Par contre, certains auteurs (ALLEWELDT et BALKEMA, 1965 ; ALLEWELDT et ILTER, 1969) ont avancé l'hypothèse que la différenciation des pièces florales (sépales) peut commencer dès la fin du cycle végétatif précédent. Les récentes observations réalisées au microscope à balayage sur des apex de bourgeons latents n'ont jamais confirmé cette hypothèse.

La différenciation des boutons floraux sur les ramifications secondaires ou/et tertiaires des primordia inflorescentiels a donc lieu pendant une très courte période encadrant le débourrement des bourgeons. Le nombre

de fleurs qui se différencient dans ces conditions dépend du niveau de développement et de la complexité des primordia formés au cours du cycle précédent. Le poids de ces organes floraux, déterminé avant le débourrement (MAY, 1961), ou après (MAY et ANTCLIFF, 1973), peut être considéré comme un indice de la fertilité potentielle des bourgeons. Mais le développement des primordia préformés et leur évolution morphologique sont influencés au moment du débourrement par les conditions du milieu et notamment par la température, comme semblent l'indiquer certaines observations ou expérimentations (RAVAZ, 1909, 1912 ; BOUARD, 1966). Ces auteurs ont en effet montré que la date de la taille peut modifier la fertilité et par suite la production : une taille tardive, qui retarde le débourrement, induit généralement un accroissement du rendement. BOUARD (1966) a noté qu'un tel phénomène pouvait s'expliquer par l'augmentation du nombre d'inflorescences induite par un taille tardive. Ces faits, parfaitement établis sur le plan expérimental, restent encore actuellement inexpliqués sur le plan physiologique. Il en est de même des observations rapportées par BRANAS (1974), selon lesquelles la fertilité du bourgeon secondaire est accrue à la suite de la suppression naturelle (gelée) du bourgeon primaire du même œil latent.

Nous retiendrons de ces diverses observations que la différenciation des primordia inflorescentiels et des boutons floraux, au cours de la courte période qui précède et qui suit le débourrement, peut être modifiée dans un sens favorable ou défavorable à la fertilité par les conditions du milieu et notamment par la température à laquelle sont exposés les bourgeons.

Il est évidemment très difficile de mettre en place dans un vignoble un dispositif expérimental destiné à préciser l'effet de la température sur les phénomènes étudiés, à l'exclusion de tous les autres facteurs susceptibles d'interférer. C'est pour cette raison, qu'à la suite d'observations fragmentaires et occasionnelles que nous avions pu faire dans le passé sur la fertilité des bourgeons soumis à différentes températures, nous avons défini un protocole expérimental en vue de déterminer avec précision l'effet d'une température basse et d'une température élevée sur la différenciation des primordia inflorescentiels et des boutons floraux.

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel végétal

Afin de disposer d'un matériel très homogène, nous avons préparé des boutures de 20 cm (boutures à 3 yeux) de deux cépages de *Vitis vinifera* (un clone de *Merlot* et un clone de *Cabernet-Sauvignon*). Ces boutures, placées en mars 1978 dans des pots contenant un milieu inerte (sable et gravier) et alimentées avec une solution nutritive, ont donné des plantes qui se sont développées en plein air durant 2 cycles végétatifs (1978 et 1979). En 1979, l'initiation florale s'est produite dans les bourgeons latents développés sur le sarment unique qui a été conservé. Les

plantes en pots ainsi obtenues ont subi la levée de dormance dans les conditions naturelles de l'hiver 1979-1980.

2. **Protocole expérimental**

A la fin de février 1980, les bourgeons latents étaient dans la phase de pré-débourrement (POUGET, 1972). Vingt plantes en pot de chacune des 2 variétés ont été alors placées (le 26 février) dans deux enceintes maintenues, l'une à la température de 12 °C (température basse), et l'autre à la température de 25 °C (température élevée). Les autres paramètres climatiques des 2 enceintes étaient identiques (lumière : environ 800 watts m^{-2} ; hygrométrie : 70 p. 100 d'humidité relative ; durée d'éclairement journalière : 16 heures).

Au moment de l'installation dans les enceintes climatiques, chaque plante a été taillée à 5 bourgeons. Seuls les sarments issus des deux bourgeons terminaux du long bois laissé à la taille ont été conservés ; les autres ont été éliminés dès le débourrement. Dès l'apparition de l'inflorescence ou de la vrille de rang 3 sur chacun des sarments, l'extrémité a été pincée de manière à ne laisser que 2 feuilles au-dessus de cette inflorescence ou de cette vrille. Le but de cette opération est de réduire les phénomènes de concurrence et de faciliter ainsi le développement des inflorescences.

Aussitôt que ce pincement est réalisé sur les deux sarments d'une plante, cette dernière est sortie de l'enceinte climatique et transportée dans une serre chauffée et équipée d'un système de refroidissement (cooling), dans laquelle la température se maintient entre 18 et 25 °C. Dans de telles conditions la croissance des inflorescences se poursuit rapidement et, dès le début de la floraison, les inflorescences de chaque plante sont récoltées, mesurées et placées individuellement dans des sachets pour être séchées à l'étuve à 60 °C. Après séchage, les fleurs détachées et isolées sont comptées facilement. Leur nombre est ainsi déterminé pour chacune des inflorescences récoltées.

Etant donné que le débourrement des 20 plantes qui constituent un lot ne se produit pas en même temps, la durée de séjour à 12 °C et à 25 °C (1re période : phases de pré-débourrement et de post-débourrement) n'est pas la même pour toutes les plantes de ce lot. Il en est de même pour la durée du séjour en serre avant le début de la floraison (2e période). Le tableau I précise la durée de chacune des deux périodes de traitement pour 50 p. 100 des plantes d'un même lot, ainsi que l'intervalle de temps entre la sortie de la première et de la dernière plante d'un lot pour chaque période.

RESULTATS

Les résultats des comptages d'inflorescences et de fleurs sur chacun des 2 sarments développés par plante sont répartis dans les tableaux II,

TABLEAU I

Durée des 2 périodes de traitement (en jours)

		Merlot		Cabernet-Sauvignon	
		Lot à 25° C pendant la 1e période	Lot à 12° C pendant la 1e période	Lot à 25° C pendant la 1e période	Lot à 12° C pendant la 1e période
Durée de séjour pour 50 % des plantes d'un lot	1ère Période	11	39	15	48
	2ème Période	20	31	18	25
Intervalle de temps entre la sortie de la première et de la dernière plante d'un lot	1ère Période	4	8	7	8
	2ème Période	7	11	10	13

1ère Période : Pré-débourrement et Post-débourrement

2ème Période : Croissance en serre

TABLEAU II

Nombre moyen d'inflorescences

	Merlot				Cabernet-Sauvignon			
	25° C		12° C		25° C		12° C	
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2
$\bar{I}_1$	1	1	1	0,84	1	1	0,90	0,85
$\bar{I}_2$	1	1	0,95	0,68	0,80	0,65	0,60	0,30
$\bar{I}_3$	0,30	0,20	-	-	-	-	-	-
$\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 = \bar{I}_s$	2,3	2,20	1,95	1,52	1,80	1,65	1,50	1,15
$\frac{\bar{I}_{s1} + \bar{I}_{s2}}{2} = \bar{I}_t$	2,25		1,73		1,72		1,32	
$\bar{I}_{t12} / \bar{I}_{t25}$	0,768				0,767			

S_1 , S_2 : Sarment 1, 2 (S_1 : sarment de l'extrémité du long bois de taill

$\bar{I}_1$, $\bar{I}_2$, $\bar{I}_3$: Nombre moyen d'inflorescences de rang 1 , 2 , 3

$\bar{I}_s$: Nombre moyen d'inflorescences par sarment

$\bar{I}_t$: Nombre moyen d'inflorescences par sarment pour une température donnée

III et IV. Le tableau II indique le nombre d'inflorescences par sarment, pour chaque température de traitement et chaque cépage. Le tableau III donne les longueurs d'inflorescences mesurées entre la première ramification et l'extrémité de l'inflorescence. Enfin, sur le tableau IV, nous avons reporté le nombre moyen de fleurs par inflorescence pour chaque sarment, chaque température de traitement, et chaque cépage. Sur le tableau V figurent les résultats de l'analyse de variance réalisée sur les données recueillies, ainsi que le degré de signification.

TABLEAU III
Longueur moyenne des inflorescences (mm)

	Merlot				Cabernet-Sauvignon			
	25° C		12° C		25° C		12° C	
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2
I_1	154,50	146,00	121,58	124,69	89,00	69,75	95,56	85,59
I_2	79,25	84	88,61	70,31	57,19	45,38	82,92	74,17
I_3	14	16	-	-	-	-	-	-
$\bar{I}_1$	150,25		123,13		79,37		90,57	
$\bar{I}_2$	81,62		79,46		51,28		78,54	
$\bar{I}_{1\ (12°)} / \bar{I}_{1\ (25°)}$	0,819				1,141			
$\bar{I}_{2\ (12°)} / \bar{I}_{2\ (25°)}$	0,973				1,531			

S_1 , S_2 : Sarment 1 , 2

I_1 , I_2 , I_3 : Inflorescence de rang 1 , 2 , 3

$\bar{I}_1$, $\bar{I}_2$: Longueur moyenne des inflorescences de rang 1 , 2

1. Nombre d'inflorescences

L'examen du tableau II permet de faire les remarques suivantes :

— Le nombre moyen d'inflorescences est toujours plus élevé pour le sarment 1 (situé à l'extrémité du long bois) que pour le sarment 2. L'écart est plus important pour la température basse (12 °C) que pour la température élevée (25 °C).

— Le nombre moyen d'inflorescences par sarment est diminué par le traitement à 12 °C. La diminution est de 23,1 p. 100 par rapport au traitement à 25 °C, à la fois pour le *Merlot* et le *Cabernet-Sauvignon.* Pour la variété *Merlot,* on note la présence d'inflorescences de rang 3 seulement dans le cas du traitement à 25 °C.

— La variété *Merlot* présente toujours un nombre moyen d'inflorescences plus élevé que la variété *Cabernet-Sauvignon*, quel que soit le traitement subi.

TABLEAU IV
Nombre moyen de fleurs

	Merlot				Cabernet-Sauvignon			
	25° C		12° C		25° C		12° C	
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2
$\bar{F}_{I_1}$	511	462	589	625	307	236	593	484
$\bar{F}_{I_2}$	274	265	458	373	181	145	485	433
$\bar{F}_{I_3}$	30	39	-	-	-	-	-	-
$\bar{F}_{I_1} + \bar{F}_{I_2} + \bar{F}_{I_3} = \bar{F}_s$	815	766	1047	998	488	381	1078	917
$\frac{\bar{F}_{s1} + \bar{F}_{s2}}{2} = \bar{F}_t$	790		1022		434		997	
$\bar{F}_{t12} / \bar{F}_{t25}$	1,293				2,298			

S_1 , S_2 : Sarment 1 , 2

$\bar{F}_{I_1}$, $\bar{F}_{I_2}$, $\bar{F}_{I_3}$: Nombre moyen de fleurs par inflorescence de rang 1 , 2 ,

$\bar{F}_s$: Nombre moyen de fleurs par sarment

$\bar{F}_t$: Nombre moyen de fleurs par sarment pour une température donnée

2. Longueur des inflorescences

Les données figurant sur le tableau III appellent quelques remarques :

— Les inflorescences de rang 1 sont, dans tous les cas, plus longues que celles de rang 2. Les traitements subis ne modifient donc pas l'ordre habituellement constaté.

Le séjour à 12 °C a pour effet de diminuer la longueur de l'inflorescence de rang 1 pour le *Merlot* (— 18,1 p. 100 par rapport à la longueur à 25 °C). D'après les indications du tableau V, cette diminution est significative (P = 0,05). Par contre, celle qui est observée pour l'inflorescence de rang 2 (— 2,7 p. 100) n'est pas significative.

— Inversement, la longueur des inflorescences de *Cabernet-Sauvignon* est plus élevée à 12 °C qu'à 25 °C (+ 14,1 p. 100 pour l'inflorescence de rang 1 ; + 53,1 p. 100 pour l'inflorescence de rang 2). Ces écarts sont très significatifs (P = 0,001).

Les différences de comportement entre cépages seront discutées plus loin.

3. **Nombre de fleurs**

Le nombre moyen de fleurs par inflorescence et par sarment subit des modifications importantes comme le montre le tableau IV. Les remarques suivantes sont à retenir :

— Quelle que soit la température, l'inflorescence de rang 1 reste toujours plus riche en fleurs que l'inflorescence de rang 2.

— Le nombre moyen de fleurs est, dans tous les cas, plus élevé dans les sarments 1 que dans les sarments 2. Les différences observées sont significatives (tableau V).

TABLEAU V

Analyse de variance — Valeurs du test F

	Merlot		Cabernet-Sauvignon	
	Longueur des inflorescences	Nombre de fleurs par inflorescence	Longueur des inflorescences	Nombre de fleurs par inflorescence
Origine de la variation				
Traitements	12,99* * *	11,70* * *	5,59* * *	19,67* * *
- Température	4,33*	24,49* * *	12,35* * *	98,69* * *
- Sarments	< 1	< 1	5,17*	5,65*
- Inflorescences	76,57* * *	53,02* * *	13,44* * *	11,03* * *
Température × Sarments	< 1	< 1	< 1	9,98* *
Température × Inflorescences	5,17*	< 1	2,15	< 1
Sarments × Inflorescences	< 1	< 1	< 1	< 1
Température × Sarments × Inflorescences	≃ 1	2,01	< 1	< 1

* : Significatif au seuil P = 0,05

* * : Significatif au seuil P = 0,01

* * *: Significatif au seuil P = 0,001

— Le séjour des plantes à température basse (12 °C) induit un accroissement important du nombre de fleurs par sarment par rapport au séjour à température élevée (25 °C). Le pourcentage d'augmentation est de 29,3 pour le *Merlot* et de 129,8 pour le *Cabernet-Sauvignon.* Ces différences sont très hautement significatives (tableau V).

4. **Relation entre le nombre de fleurs et la longueur de l'inflorescence**

Il a été établi par de nombreux auteurs qu'il existe, pour un cépage donné, une relation linéaire entre le nombre de fleurs et la longueur de l'inflorescence déterminée au moment de la floraison. Nous avons calculé

ces relations pour les inflorescences de même rang portées par un sarment déterminé. Les valeurs des coefficients de régression linéaire sont reportées sur le tableau VI, ainsi que le degré de signification statistique. Nous avons également calculé ces régressions linéaires pour l'ensemble des sarments et des inflorescences de chaque variété, d'une part pour la température de 25 °C et d'autre part pour celle de 12 °C (fig. 1 et 2).

TABLEAU VI

Comparaison des coefficients de régression linéaire du nombre de fleurs sur la longueur de l'inflorescence

	Merlot		Cabernet-Sauvignon	
Régressions	25° C	12° C	25° C	12° C
Sarment 1 - Inflorescence 1 ($S_1 - I_1$)	3,514 ***	4,939 ***	3,125 ***	7,162 ***
Sarment 1 - Inflorescence 2 ($S_1 - I_2$)	3,453 ***	6,092 ***	3,427 ***	5,689 ***
Sarment 2 - Inflorescence 1 ($S_2 - I_1$)	3,094 ***	5,327 ***	3,219 ***	8,069 ***
Sarment 2 - Inflorescence 2 ($S_2 - I_2$)	3,327 ***	5,181 ***	3,404 ***	7,336 **
Ensemble des sarments et des inflorescences pour une même température	3,318 ***	5,312 ***	3,397 ***	6,982 ***
Comparaison des coefficients de régression 25° C - 12° C	F=52,38 *** Différents au seuil P = 0,001		F=71,34 *** Différents au seuil P = 0,001	

** : Significatif au seuil P = 0,01

*** : Significatif au seuil P = 0,001

Le tableau VI montre que tous les coefficients de régression linéaire sont très hautement significatifs. Par ailleurs, l'ensemble des inflorescences d'une même variété, pour une même température de traitement (12 °C et 25 °C), peut être considéré comme une population homogène, le coefficient de régression étant dans chaque cas très hautement significatif.

Les coefficients de régression d'une même variété sont très différents selon la température. Ils sont toujours plus élevés pour la température de 12 °C que pour celle de 25 °C, ce qui traduit l'accroissement du nombre de fleurs par unité de longueur d'inflorescence que nous avons noté plus haut. Il est intéressant de comparer ces 2 coefficients pour chacun des 2 cépages. Il apparaît (tableau VI) qu'ils sont très significativement différents, ce qui confirme les observations faites sur le nombre de fleurs dans le paragraphe précédent.

5. Nombre de fleurs calculé

Nous venons de noter que l'effet de la température basse (12 °C) s'exerce, d'une part sur le nombre moyen et la longueur moyenne des

inflorescences, et d'autre part sur le nombre moyen de fleurs par inflorescence. Ces deux actions jouant à la fois dans un sens défavorable à la fertilité (diminution du nombre d'inflorescences par sarment) et favorable (augmentation du nombre moyen de fleurs par inflorescence), il importe de déterminer finalement l'amplitude de la résultante de ces deux effets contraires sur la fertilité réelle des plantes.

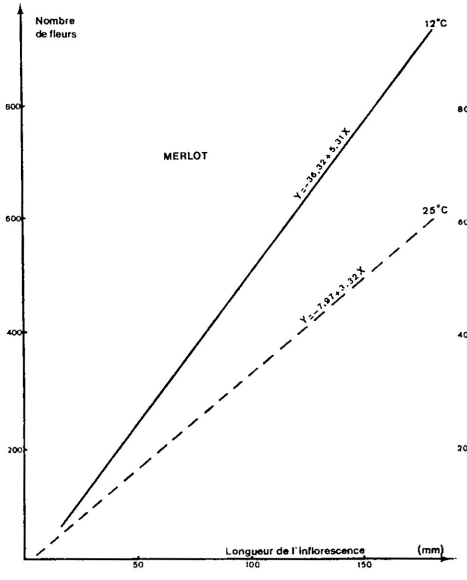


Fig. 1. — Droites de régression du nombre de fleurs sur la longueur de l'inflorescence. Cépage MERLOT. Coefficients significatifs au seuil P = 0,001.

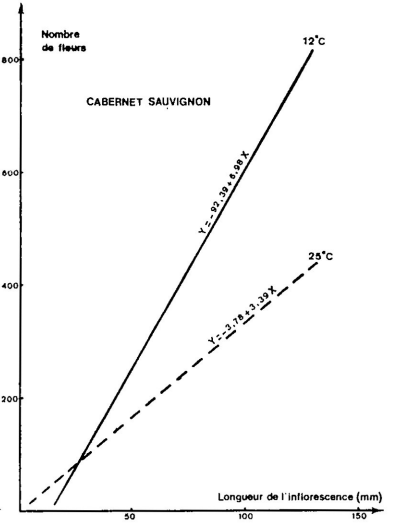


Fig. 2. — Droites de régression du nombre de fleurs sur la longueur de l'inflorescence. Cépage CABERNET-SAUVIGNON. Coefficients significatifs au seuil P = 0,001.

Pour cela, nous avons calculé le nombre moyen de fleurs par sarment en tenant compte des valeurs moyennes établies dans le tableau II pour le nombre d'inflorescences et dans le tableau IV pour le nombre de fleurs. Les valeurs théoriques ainsi calculées (tableau VII) permettent, pour chaque variété, de quantifier l'effet de la température sur la fertilité réelle. Pour le *Merlot,* le nombre moyen de fleurs par sarment est augmenté de 17,9 p. 100, lorsque la température passe de 25 °C à 12 °C. Pour le *Cabernet-Sauvignon* cette augmentation, nettement plus forte, est de 74,8 p. 100. Ces pourcentages sont plus faibles que ceux qui paraissent au tableau IV, car ils ont été corrigés pour tenir compte de la réduction du nombre d'inflorescences sous l'effet de la température basse.

TABLEAU VII

Nombre moyen de fleurs calculé

	Merlot				Cabernet-Sauvignon			
	25° C		12° C		25° C		12° C	
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2
Inflorescence 1 - $\bar{F}_{I_1}(C)$	511	462	589	525	307	236	533	411
Inflorescence 2 - $\bar{F}_{I_2}(C)$	274	265	435	253	144	94	291	130
Inflorescence 3 - $\bar{F}_{I_3}(C)$	9	8	-	-	-	-	-	-
$\bar{F}_{I_1}(C)+\bar{F}_{I_2}(C)+\bar{F}_{I_3}(C) = \bar{F}_s(C)$	794	735	1024	778	451	330	824	541
$\frac{\bar{F}_{s1}(C) + \bar{F}_{s2}(C)}{2} = \bar{F}_t(C)$	764		901		390		682	
$\bar{F}_{t12}(C) / \bar{F}_{t25}(C)$	1,179				1,748			

$\bar{F}_{I_1}(C) = \bar{I}_1 \times \bar{F}_{I_1}$: Nombre moyen d'inflorescences de rang 1 (tableau 2) × Nombre moyen de fleurs par inflorescence de rang 1 (tableau 4).

$\bar{F}_s(C)$: Nombre moyen de fleurs calculé par sarment

$\bar{F}_t(C)$: Nombre moyen de fleurs calculé par sarment pour une température donné

DISCUSSION

Les résultats de l'expérimentation que nous venons de rapporter montrent que la température à laquelle sont exposés les bourgeons latents, pendant une période qui commence quelques jours avant le débourrement et qui se termine à l'apparition de la 3e inflorescence ou vrille, joue un rôle très important sur le nombre d'inflorescences et de fleurs. Par rapport à la température élevée (25 °C), la température basse (12 °C) a pour effet de réduire légèrement le nombre d'inflorescences mais d'augmenter très fortement le nombre de fleurs. Par ailleurs, elle entraîne une diminution de la longueur de l'inflorescence chez le *Merlot* et une augmentation chez le *Cabernet-Sauvignon.*

Bien que parfois pressenti avec quelque incertitude, cet effet favorable des températures basses sur la différenciation des fleurs dans les primordia inflorescentiels n'a jamais été mis en évidence à notre connaissance. L'effet inverse joué par la température élevée permet d'envisager une hypothèse pour expliquer ce phénomène physiologique. Lorsque le débourrement du bourgeon latent s'effectue à haute température, la croissance des organes végétatifs du nouveau sarment (tige et feuilles) est très rapide, comme le traduit la vitesse de débourrement élevée (POUGET, 1972). Dans ces conditions, il semble que, au niveau des primordia inflo-

rescentiels, la croissance des organes préformés (ramifications primaires, secondaires, tertiaires) soit également accélérée et se réalise en concurrence avec la différenciation des organes floraux qui commence à ce moment-là. Une diminution de la température pendant cette période, en entraînant une réduction de la vitesse de croissance de tous les organes végétatifs et inflorescentiels, a peut-être pour effet d'atténuer cette concurrence et par suite de favoriser la différenciation des pièces florales. Le phénomène de compétition évoqué à ce stade de développement est probablement analogue à celui qui intervient après le débourrement, au niveau des jeunes feuilles et des inflorescences, phénomène qui met en jeu les cytokinines synthétisées par les racines (MULLINS, 1966).

La réduction du nombre d'inflorescences observée sur les deux variétés, à la suite d'une exposition à une température basse (12 °C), peut également trouver une explication si l'on admet que la compétition joue, dans ces conditions, non pas seulement entre les organes végétatifs et les organes floraux mais aussi, au sein de ces derniers, entre la différenciation des fleurs, qui est alors favorisée, et la croissance des inflorescences de rang élevé (2 et 3) qui se trouve ainsi freinée. Dans le cas d'une température élevée (25 °C), la compétition joue en faveur de la croissance des primordia inflorescentiels, au détriment de la différenciation des fleurs. On observe alors une augmentation significative du nombre d'inflorescences.

L'allongement des inflorescences, noté chez le *Cabernet-Sauvignon* à 12 °C, notamment pour l'inflorescence de rang 2, est au contraire remplacé par une réduction de la longueur chez le *Merlot.* Cette différence de comportement entre les deux variétés trouve peut-être une explication dans leur rythme végétatif. En effet, la précocité de débourrement du *Merlot* est plus grande que celle du *Cabernet-Sauvignon,* et par suite, ce dernier, débourrant plus tard, séjourne beaucoup plus longtemps à 12 °C (tableau I). Durant ce séjour plus long à température basse, la croissance des ramifications du primordium inflorescentiel et la différenciation des fleurs ont pu se dérouler simultanément, ce qui permet d'expliquer, à la fois l'allongement des inflorescences et l'accroissement du nombre de fleurs, beaucoup plus importants pour le *Cabernet-Sauvignon* que pour le *Merlot.* Pour cette dernière variété, qui a séjourné moins de temps à 12 °C, la croissance des ramifications des primordia inflorescentiels a été arrêtée plus tôt, entraînant ainsi une réduction de la longueur des inflorescences par rapport à celle observée à la température de 25 °C.

La résultante des effets antagonistes exercés par la température basse se traduit par un accroissement notable de la fertilité réelle des inflorescences. Cette action favorable varie avec les cépages, probablement en fonction de leur précocité de débourrement : mais cette affirmation demande à être vérifiée.

Dans le milieu naturel, les conditions thermiques de la période qui précède et qui suit immédiatement le débourrement des bourgeons latents interviennent à coup sûr pour modifier la différenciation des pièces florales. Dans l'estimation de la fertilité réelle des bourgeons, il est évidemment impossible, compte tenu de la difficulté de mettre en place un dispositif expérimental pour l'étudier, de distinguer la part qui revient à l'initiation florale du cycle végétatif précédent et aux conditions de température avant et après le débourrement. Cette fertilité est appréciée d'une manière globale par les viticulteurs qui prennent en compte à la fois le nombre, la longueur, la grosseur des inflorescences et qui l'expriment par le terme de « sortie ». Suivant les années, la « sortie » peut être faible, moyenne ou bonne.

Lorsque le débourrement se produit tôt, à la suite d'une période de températures assez élevées, on devrait constater, conformément aux résultats expérimentaux que nous avons obtenus, une fertilité beaucoup plus faible que lorsque le débourrement a lieu tardivement après une longue période de températures basses. Pour les raisons que nous avons développées plus haut il est difficile, dans les conditions naturelles, de faire ce genre d'observation d'une manière précise. Toutefois, on peut admettre que la taille tardive qui conduit, selon plusieurs auteurs, à une augmentation du nombre d'inflorescences, a pour effet de forcer les bourgeons latents à débourrer très tard, à une époque où les températures moyennes sont généralement plus élevées qu'au moment du débourrement normal. Ces températures assez hautes tendent à induire un développement rapide des primordia inflorescentiels, et par suite à accroître leur nombre, comme nous l'avons constaté à la température de 25 °C. Ainsi pourrait s'expliquer l'effet de la taille tardive sur l'augmentation du nombre des inflorescences. Avant d'émettre d'autres hypothèses, il serait nécessaire de vérifier d'une manière plus précise comment le retard de la taille modifie les autres paramètres de la fertilité (longueur des inflorescences et nombre de fleurs).

CONCLUSION

L'action sur la différenciation des organes floraux mise en évidence dans nos conditions expérimentales de températures basses (12 °C) et hautes (25 °C), avant et après le débourrement des bourgeons, s'exerce aussi probablement dans le milieu extérieur avec une intensité difficile à apprécier. L'accroissement de la fertilité réelle, constaté après un séjour à température basse, est un phénomène intéressant, non seulement sur le plan physiologique, mais aussi sur le plan pratique, pour le viticulteur qui voit ainsi augmenter les potentialités de rendement. Toutefois, ces potentialités sont également fonction du développement ultérieur des inflorescences qui doit se poursuivre jusqu'à la floraison, dans des conditions aussi favorables que possible à la croissance. Des températures basses, survenant pendant cette phase de développement des fleurs

peuvent dans certains cas être à l'origine d'une réduction de la fertilité due à des « pertes » avant la floraison (chute de fleurs, de bourgeons floraux ou d'inflorescences). Ces « pertes » sont parfois désignées globalement sous le terme de « filage » (RIVES et HEVIN, 1966 a et b). Il est à remarquer qu'elles peuvent aussi être dues à d'autres causes (excès de vigueur de la plante, ou excès d'azote, etc...).

Si les résultats expérimentaux que nous venons de rapporter ne sont pas directement applicables dans les conditions des vignobles, il est toutefois possible d'envisager qu'ils peuvent présenter un intérêt dans les cas où les conditions de culture sont contrôlées (serres en particulier). Par ailleurs, ces résultats et l'interprétation physiologique que nous leur donnons devraient contribuer à mieux comprendre et par suite peut-être à mieux maîtriser les facteurs qui conditionnent la fertilité dans la période qui précède et qui suit le débourrement des bourgeons latents.

Manuscrit reçu le 2 Juin 1981

RÉSUMÉ

La température joue un rôle très important dans la différenciation et le développement des organes floraux durant les phases de pré-débourrement et de post-débourrement des bourgeons latents. Pour les variétés MERLOT et CABERNET-SAUVIGNON, le nombre moyen d'inflorescences par sarment est plus élevé à 25° C qu'à 12° C ; par contre, le nombre moyen de fleurs par inflorescence est diminué. Il en résulte que, par rapport à la tempérarture de 25° C, le nombre moyen de fleurs par sarment est augmenté de 17,9 p. 100 pour le MERLOT et de 74,8 p. 100 pour le CABERNET-SAUVIGNON à la température de 12° C.

SUMMARY

Temperature exerts an important effect on the differentiation and development of flower organs during pre-bursting and post-bursting phases of latent buds. For MERLOT and CABERNET-SAUVIGNON varieties, the inflorescence mean number per shoot is higher at 25° C than at 12° C ; on the other hand, the flower mean number per inflorescence is lower. It follows that, in comparison with the temperature of 25° C, the flower mean number per shoot at 12° C is increased by 17,9 p. 100 for MERLOT and by 74,8 p. 100 for CABERNET-SAUVIGNON.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Temperatur ist sehr wichtig in der Unterschiedung und der Entwicklung der Blumenorganen während die Vor-und Nachauswachsung der verstecktan Knospen. Für den Merlot und den Cabernet-Sauvignon ist die Blutenstandzahl per weinranke grösser mit 25° als mit 12° Grad ; der Blumenzahl per Blütenstand ist aber vermindert. So ist der Blumenzahl per Weinranke 17,9 p. 100 für den Merlot und 74,8 p. 100 für den Cabernet-Sauvignon grösser mit 12° als mit 25° Grad.

RESUMEN

La température desempeña un papel muy importante en la diferenciacion y en el desarrollo de los organos florales durante la fase de prebrotación y de post brotación de las yemas en estado latente. Para las variedades Merlot y Cabernet-Sauvignon el numero promedio de inflorescencia por sarmiento es mayor a 25° C que a 12° C. Por el contrario, el promedio de flores por inflorescencia disminulle El resultado en relacion a la temperatura de 25° C, es que hay un aumento de 17,9 p. 100 en el numero promedio de flores por sarmiento para la variedad Merlot y de 74,8 p. 100 para la variedad Cabernet-Sauvignon a 12° C.

RIASSUNTO

La temperatura ha una parte molto importante nella differenziazione e lo sviluppamento degli organi florali durante le fasi del pregermogliare e del postgermogliare dei germogli latenti. Per le varietà Merlot e Cabernet Sauvignon, il numero medio di grappoli è piu grande a 25° C che a 12° C ; Invece, il numero medio di fiori per grappoli è diminuito. Ne consegue che rispetto alla temperatura di 25° C, il numero medio di fiori per tralcio è aumentato di 17,9 p. 100 per il Merlot e di 74,8 p. 100 per il Cabernet Sauvignon alla temperatura di 12° C.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGAOGLU Y.S., 1971. A study of the differentiation and the development of floral parts in grapes *(Vitis vinifera L.). Vitis,* 10, 20-26.

ALLEWELDT G. et BALKEMA G.H., 1965. Über die Anlage von Infloreszenz- und Blüten-primordien in den Winter-Knospen der Rebe. *Z. Acker Pflanzenbau B.,* 123, 59-74.

ALLEWELDT G. et ILTER E., 1969. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Blütenbildung und Triebwaschtum bei Reben. *Vitis,* 8, 286-313.

BARNARD C. et THOMAS J.E., 1933. Fruit bud studies. II. The Sultana : differentiation and development of the fruit buds. *J. Counc. Sci. Ind. Res. Australia,* 6, 285-294.

BOUARD J., 1966. Recherches physiologiques sur la Vigne et en particulier sur l'aoûtement des sarments. *Thèse Doct. Sc. Nat.,* Bordeaux.

BRANAS J., 1974. Viticulture. 990 p. Imprimerie Dehan, Montpellier.

CAROLUS M., 1970. Recherches sur l'organogenèse et l'évolution morphologique du bourgeon latent de la Vigne *(Vitis vinifera L.* var. *Merlot). Thèse 3e Cycle,* Bordeaux.

CAROLUS M. et POUGET R., 1971. Evolution morphologique et croissance

de bourgeons latents de Vigne *(Vitis vinifera L.)* après un traitement artificiel de levée de dormance. *C.R. Acad. Sci.,* 273, 75-78.

MAY P., 1961. The value of an estimate of fruiting potential in the *Sultana. Vitis,* 3, 15-26.

MAY P. et ANTCLIFF A.J., 1973. The fruitfulness of grape buds. I — Measugrapevine. A review. *Am. J. Enol. Vitic.,* 32, 47-63.

MULLINS M.G., 1966. Test- plants for investigations of the physiology of fruiting of *Vitis vinifera L. Nature,* 209, 419-420.

POUGET R., 1972. Considérations générales sur le rythme végétatif et la dormance des bourgeons de la Vigne. *Vitis,* 11, 198-217. *Amélior. Plantes,* 23, 1-12.

RAVAZ L., 1909. Influence des opérations culturales sur la végétation et la production de la *Vigne.* Ed. Coulet, Montpellier.

RAVAZ L.,, 1912. Taille hâtive ou taille tardive ? *Prog. Agric. Vitic.,* 386-389, 422-424, 453-454.

RIVES M., 1972. L'initiation florale chez la *Vigne. Connaissance Vigne Vin,* **6**, N° 2, 127-146.

RIVES M. et HEVIN M., 1966 a. Le « filage » des grappes chez la Vigne. *C.R. Acad. Agric.,* 52, 478-482.

RIVES M. et HEVIN M., 1966 b. « Filage », charge et vigueur chez la Vigne. *C.R. Acad. Agric.,* 52, 1062-1066.

SARTORIUS O., 1926. Zur Entwicklung und Physiologie der Rebblüte. *in* SRINIVASAN et MULLINS, 1981.

SNYDER J.C., 1933. Flower bud formation in the Concord grape. *Bot. Gaz.,* 94, 771-779.

SRINIVASAN C. et MULLINS M.G., 1981. Physiology of flowering in the ring bud fruitfulness on forced single-node cuttings. *Ann.*

WINKLER A.J. et SHEMSETTIN E.M., 1937. Fruit-bud and flower formation in the sultana grape. *Hilgardia,* 10, 589-600.