Connaissance Vigne Vin, 1988, **22,** N° 2, 105-123.

LE DÉBOURREMENT DES BOURGEONS DE LA VIGNE : MÉTHODE DE PRÉVISION ET PRINCIPES D'ÉTABLISSEMENT D'UNE ÉCHELLE DE PRÉCOCITÉ DE DÉBOURREMENT

R. POUGET

Station de Recherches de Viticulture, INRA
Centre de Recherches de Bordeaux
33140 Pont de la Maye (France)

Le débourrement des bourgeons latents constitue un stade phénologique important du cycle végétatif annuel de la Vigne. Les températures du milieu auxquelles sont exposés les bourgeons durant les semaines précédentes conditionnent la précocité du débourrement qui varie pour un même cépage, en fonction de l'année, du lieu et de facteurs intrinsèques liés à la plante. L'ouverture des écailles et l'apparition de la bourre constituent la première manifestation extérieure de la croissance des bourgeons et du cycle végétatif annuel. En fait, ce stade phénologique de débourrement est précédé d'une phase de croissance interne de l'apex du bourgeon soumise à l'action de la température (CAROLUS et POUGET, 1971). Cette croissance non apparente extérieurement est elle-même la résultante d'une évolution physiologique suivie par le bourgeon dans le milieu extérieur durant la période hivernale : levée de dormance et adaptation au débourrement aux basses températures (POUGET, 1972).

L'action de la température sur l'état physiologique des bourgeons est différente selon les cépages. Elles est plus importante pour ceux qui débourrent tôt que pour ceux qui débourrent tard. Il s'ensuit que l'évolution physiologique durant la période qui précède le débourrement n'est pas la même pour tous les cépages dans un milieu déterminé.

Durant la période précédant le débourrement, l'évolution de l'état physiologique des bourgeons en fonction des températures dans un milieu donné peut être évaluée avec précision pour un certain nombre de cépages pour lesquels la loi d'action de la température sur le débourrement a pu être déterminée expérimentalement (POUGET, 1967a, 1967b, 1969). La connaissance de cette évolution physiologique des bourgeons permet de prévoir la période approximative du débourrement quelques semaines avant qu'il ne se produise.

La méthodologie de l'étude de l'évolution de l'état physiologique des bourgeons latents et de la précocité de débourrement des cépages que nous avons élaborée a été développée et mise en application pour :

— la prévision de l'époque du débourrement de certains cépages dans un milieu donné

— l'établissement d'une échelle de précocité de débourrement pour les principaux cépages français.

La prévision du débourrement présente, en plus de son intérêt sur le plan théorique, un certain nombre d'avantages d'ordre pratique : organisation et rationalisation de la taille, détermination des dates de traitement phytosanitaires (notamment contre l'Esca) et de traitements pour homogénéiser et augmenter le pourcentage de débourrement (cynamide hydrogène).

L'établissement d'une échelle de précocité de débourrement des cépages ne semble pas, au premier abord, présenter des obstacles majeurs. En fait, le nombre réduit de travaux consacrés à la détermination d'une échelle précise pour les principaux cépages cultivés peut s'expliquer par la très grande variabilité du débourrement en fonction des conditions climatiques annuelles et des individus (BONNET et VIDAL, 1900; TRUEL, 1963; HUGLIN, 1986). Cette forte fluctuation rend difficile l'interprétation des résultats et l'appréciation de faibles écarts de précocité de débourrement entre les cépages. Pour établir une échelle de précocité précise, susceptible de distinguer des variétés présentant des différences minimes, il est indispensable de mettre en œuvre une méthodologie rigoureuse et de réaliser les observations du débourrement pendant un très longue période dans le même milieu.

Afin de mieux comprendre les principes de la méthode utilisée pour évaluer l'évolution physiologique des bourgeons, prévoir l'époque du débourrement dans un milieu déterminé et établir une échelle de précocité de débourrement, il est indispensable de rappeler les bases physiologiques sur lesquelles repose la méthodologie mise en œuvre.

CYCLE VÉGÉTATIF ANNUEL DES BOURGEONS

Les bourgeons latents, qui se forment sur les sarments durant la période de croissance active (mai-juin), atteignent rapidement un niveau d'organogenèse suffisant pour leur permettre de débourrer si l'inhibition corrélative qu'ils subissent est supprimée (décapitation du sarment) ou s'ils sont placés dans des conditions artificielles favorables (enceinte climatique à 20-25° C). Ils entrent alors dans une période dénommée PHASE DE PRÉ-DORMANCE (POUGET, 1963, 1972; NIGOND, 1967). Progressivement, à une époque qui se situe autour de la véraison des baies, les bourgeons perdent rapidement leur aptitude au débourrement : c'est la PHASE d'ENTRÉE EN DORMANCE, phase très courte qui ne dure pas plus de deux semaines. Jusqu'au mois de novembre, les bourgeons restent dans la PHASE DE DORMANCE, durant laquelle ils conservent leur inaptitude au débourrement. Après une période d'une durée au moins égale à 7 jours consécutifs de températures basses (température moyenne journalière inférieure à 10° C pour le Merlot, à Bordeaux), les bourgeons acquièrent la possibilité de débourrer : c'est la PHASE DE LEVÉE DE DORMANCE. Mais les températures subies durant la période hivernale ne sont pas suffisamment élevées pour obtenir le débourrement dès cette époque. Durant la phase suivante (PHASE DE POST-DORMANCE), les bourgeons subissent, sous l'effet des conditions thermiques extérieures, une adaptation progressive au débourrement à des tempéra-

tures de plus en plus basses (POUGET, 1972). Lorsque l'évolution de leur état physiologique durant cette période sera suffisante, les processus de croissance commenceront dans l'apex du bourgeon et se poursuivront jusqu'au moment du débourrement, observé quand la température aura atteint un seuil variable suivant la précocité des cépages.

La durée des différentes phases du cycle végétatif des bourgeons dépend de la précocité de débourrement des cépages (figure 1). L'entrée en dormance est observée plus tard, la période de dormance est plus courte et la levée de dormance est réalisée plus tôt chez les variétés à débourrement précoce que chez celles qui débourrent tard.

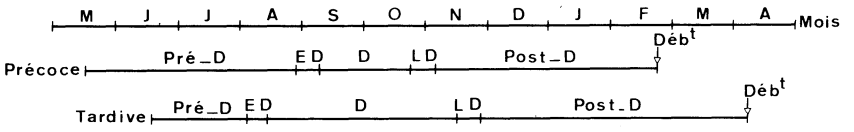


Fig. 1. — Durée relative des différentes phases du cycle végétatif annuel des bourgeons latents pour une variété précoce et une variété tardive.

Pré-D : phase de pré-dormance; ED : phase d'entrée en dormance; D : phase de dormance; LD : phase de levée de dormance; Post-D : phase de post-dormance.

LOI D'ACTION DE LA TEMPÉRATURE SUR LE DÉBOURREMENT DES BOURGEONS

Nous avons montré (POUGET, 1967a, 1969) que la vitesse de débourrement des bourgeons, prélevés pendant la phase de post-dormance, varie en fonction de la température suivant une loi de nature logarithmique, dans l'intervalle 5-25° C. Cette loi, établie dans des conditions expérimentales précises (enceintes climatiques à 5, 10, 15, 20, 25° C), est de la forme :

$$V = K.t^c$$

$$\text{V, vitesse de débourrement} = \frac{1000}{DD50}$$

(DD50 : Durée de débourrement de 50 % des bourgeons en jours)

K, coefficient variétal

c, coefficient variétal

t, température de débourrement

La figure 2 représente les courbes théoriques calculées à partir des données expérimentales pour 5 variétés de précocité de débourrement différente. Chaque variété peut être définie par des coefficients spécifiques K et c. Nous avons montré (POUGET, 1969) l'existence d'une relation linéaire entre K et c, ce qui conduit à considérer qu'une variété peut être caractérisée par le seul coefficient c, dénommé *coefficient variétal de précocité de débourrement.* Il est d'autant plus élevé que la variété est à débourrement plus tardif (tableau I).

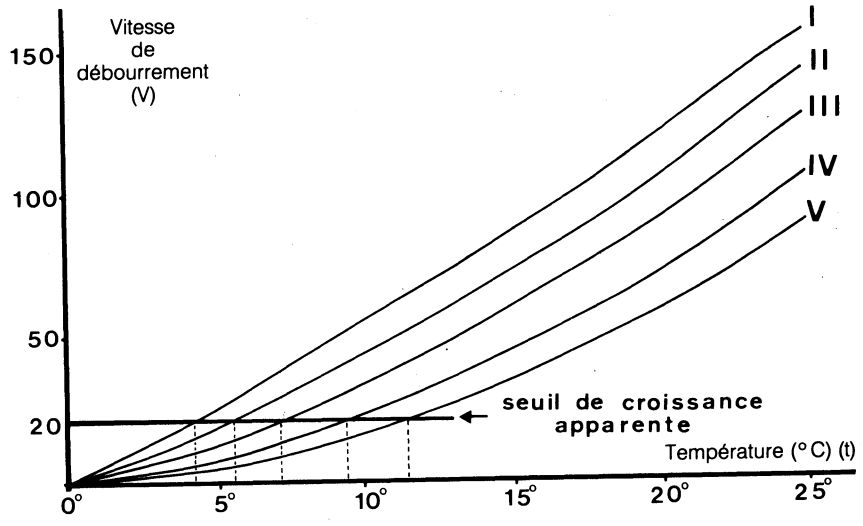


Fig. 2. — Vitesse de débourrement (V) des bourgeons en fonction de la température (t) : $V = K.t^{C}$.; I : clone de *Vitis thumbergii*; II : Perle de Csaba; III : Traminer; IV : Merlot; V : Ugni Blanc
Détermination du seuil de croissance apparente (V = 20) ou température de débourrement.

TABLEAU I

Coefficients variétaux de précocité de débourrement (c) déterminés expérimentalement

Vitis thumbergii	(cl 2492)	1,150
Vitis vinifera :	Perle de Csaba	1,285
	Traminer	1,442
	Merlot	1,702
	Ugni blanc	1,865
	Cabernet-Sauvignon	2,000

DÉTERMINATION DU SEUIL DE CROISSANCE APPARENTE TEMPÉRATURE DE DÉBOURREMENT

Il est bien connu que le débourrement ne peut être observé dans le milieu naturel que si la température atteint un seuil d'autant plus élevé que la variété a un débourrement plus tardif (BRANAS, 1974; CHAMPAGNOL, 1984; HUGLIN, 1986). Nous avons essayé de déterminer ce seuil, dénommé seuil de croissance apparente, pour les variétés dont nous avons étudié la vitesse de débourrement en fonction de la température (POUGET, 1968). Il est défini par convention comme la température au-dessous de laquelle la vitesse de débourrement est si ralentie qu'elle cesse d'être apparente. Elle correspond, pour les variétés étudiées, à une vitesse de débourrement

de 20, soit à une durée de débourrement de 50 jours (figure 2). Les valeurs des seuils ainsi déterminés sont données par le tableau II.

TABLEAU II

Seuils de croissance apparente (température de débourrement, t)

Vitis thumbergii (cl 2492)	4 ° 3
Perle de Csaba	5 ° 6
Traminer	7 ° 0
Merlot	9 ° 4
Ugni blanc	11 ° 0
Cabernet-Sauvignon	12 ° 2

Ces seuils, ou températures de débourrement, se sont révélés très proches de la réalité puisque, dans les conditions naturelles, le débourrement des bourgeons des 5 variétés étudiées n'est observé que lorsque ce seuil de température est atteint pendant une durée de 3 à 8 jours consécutifs. Sil la température reste légèrement inférieure à cette limite, le débourrement aura lieu malgré tout, mais au bout d'un temps plus long. Nous discuterons plus loin l'importance de ce seuil de croissance apparente dont dépend, pour une grande part, la date de débourrement d'une variété dans le milieu naturel.

MÉTHODE DE PRÉVISION DE DÉBOURREMENT

Pendant la phase de post-dormance, qui précède le débourrement, les bourgeons dont la dormance a déjà été levée, subissent l'action des températures qui induisent une évolution de leur état physiologique orientée vers le débourrement. La température influe sur la vitesse des réactions métaboliques et son action est cumulative. Ainsi, les bourgeons progressent de manière irréversible vers les stades de croissance méristématique qui précèdent le débourrement. Cette évolution est difficile à apprécier dans la mesure où les critères utilisables sont mal connus.

Nous avons proposé (POUGET, 1967a, 1967b) une méthode d'évolution de l'état physiologique des bourgeons pendant cette phase de post-dormance. Elle a pour base la loi d'action de la température sur la vitesse de débourrement ($V = K.t^c$) que nous avons exposée plus haut : une température journalière donnée (t) exerce sur chaque variété une action spécifique (a_j) égale à la valeur de la vitesse de débourrement : $a_j = V_t = K.t^c$. Pour un jour déterminé, il convient de considérer, non pas l'action de la température moyenne journalière enregistrée, mais l'action de la température maximale (a_M) et l'action de la température minimale (a_m). L'action journalière (a_j) s'exprime de la manière suivante :

$$a_j = \frac{a_M + a_m}{2}$$

TABLEAU III

Exemple d'action journalière de la température (a_j)

Température maximale (M) : 15 ° ; Température minimale (m) : 5 °

	a_M	a_m	$a_j = \frac{a_M + a_m}{2}$
Perle de Csaba	74	18	46
Traminer	60	12	36
Merlot	45	7	26
Ugni blanc	35	4	19,5

TABLEAU IV

Actions journalières de la température (a_j) calculées d'après la relation $V = K.t^c$ pour 4 variétés de référence

Température	Perle de Csaba	Traminer	Merlot	Ugni blanc
0	0	0	0	0
1	2	1	0,5	0,2
2	6	3	1	0,8
3	9	6	3	2
4	14	9	5	3
5	18	12	7	4
6	23	16	9	6
7	28	19	12	8
8	33	24	15	11
9	38	28	19	14
10	44	33	23	17
11	49	38	26	20
12	55	44	31	23
13	61	48	35	27
14	67	54	40	31
15	74	60	45	35
16	80	66	50	39
17	86	72	55	44
18	93	78	61	50
19	100	84	67	55
20	106	90	73	60
21	114	97	79	65
22	121	103	85	71
23	128	110	92	77
24	134	117	99	83
25	142	125	106	90

Cette action journalière est évidemment différente selon les variétés : elle est plus élevée pour les précoces que pour les tardives (tableau III). Le tableau IV donne les valeurs des actions journalières des températures calculées à partir des courbes théoriques ($V = K.t^c$) établies pour les variétés de référence. Seules les températures positives sont considérées comme aptes à exercer une action efficace sur le métabolisme des bourgeons.

Il convient de souligner la différence qui existe entre cette méthode d'expression de l'action des températures, qui tient compte de la réaction spécifique des variétés, et la méthode classique des sommes de températures qui applique la même température indistinctement à toutes les variétés, quelle que soit leur réaction spécifique.

I — SOMMATION DES ACTIONS JOURNALIÈRES DE LA TEMPÉRATURE

Les actions journalières exercées par la température sont cumulatives par convention. Elles sont donc sommées chaque année, à partir d'une date origine, que nous avons fixée au 1er janvier pour la région de Bordeaux (POUGET, 1967). Cette date, située dans la phase de post-dormance, est suffisamment éloignée du débourrement pour que les bourgeons des variétés soient considérés comme étant alors dans un état physiologique très peu différent, quelle que soit leur précocité de débourrement.

La sommation des actions des températures journalières, effectuée pour chaque variété, s'exprime de la manière suivante :

$$s = a_{j_1} + a_{j_2} + a_{j_3} \ldots\ldots + a_{j_n}$$

Nous avons observé que le débourrement de chacune des variétés de références (Perle de Csaba, Traminer, Merlot, Ugni Blanc) se produit au vignoble quand la somme s atteint une valeur proche d'une constante S caractéristique de la variété (POUGET, 1967a, 1967b)

TABLEAU V

Valeurs de la somme S (17 années d'observations)
Moyenne et écart-type de la moyenne (seuil 1 p. 100)

Perle de Csaba	Traminer	Merlot	Ugni blanc
1 788 ± 38	1 585 ± 41	1 255 ± 12	1 089 ± 15

Les résultats enregistrés pendant 17 années (1961 à 1987) ont confirmé et amélioré la précision des premières données acquises de 1961 à 1965. Les valeurs des moyennes de S et de l'écart-type de ces moyennes tableau V) montrent qu'elles sont très voisines des premières estimations.

Le débourrement des bourgeons d'une variété étant observé quand la somme s des actions des températures journalières atteint une valeur proche d'une constante S,

il est possible de déterminer chaque jour à quel pourcentage de cette constante S correspond la somme s calculée. On peut ainsi suivre graphiquement l'évolution de l'état physiologique des bourgeons de variétés de précocité de débourrement différente, depuis la date origine des sommations jusqu'au débourrement (figure 3). L'examen de ces courbes d'évolution du pourcentage de S montre qu'il est possible, chaque année, d'évaluer l'époque approximative à laquelle se produira le débourrement. En effet, quand la somme s atteint environ 80 p. 100 de S, on peut estimer que le débourrement se produira dans un délai qui peut varier, en fonction des températures à venir et de la variété, de 10 à 20 jours. Cette méthode, dans la mesure où elle permet de quantifier l'évolution de l'état physiologique des bourgeons et d'évaluer leur progression vers le débourrement, peut donc être utilisée pour prévoir l'époque approximative à laquelle il se produira dans le vignoble. Il s'agit en quelque sorte d'une «modélisation du débourrement» basée sur le principe que la température exerce sur les bourgeons une action différente qui est fonction de la précocité de débourrement de chaque variété.

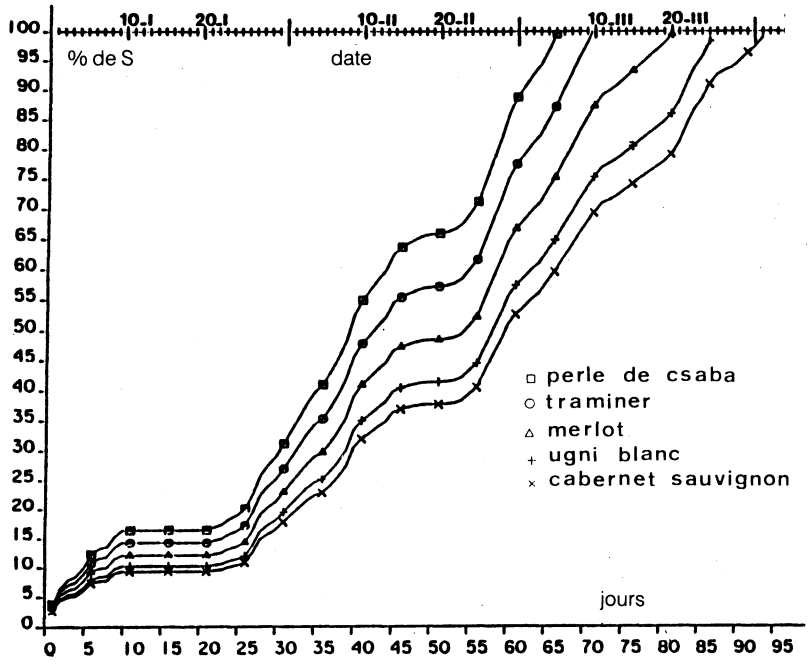


Fig. 3. — Variation du pourcentage de la somme S des actions journalières de la température au cours de l'année 1987, pour 5 variétés de référence (Perle de Csaba, Traminer, Merlot, Ugni Blanc, Cabernet Sauvignon).

II — MÉTHODOLOGIE D'OBSERVATION DU DÉBOURREMENT

La précision de la méthode de prévision du débourrement qui vient d'être décrite repose en grande partie sur la rigueur apportée à l'observation du débourrement dans les conditions naturelles. Le stade retenu pour la notation est le stade B de BAGGIOLINI, qui correspond à l'ouverture des écailles des bourgeons et à l'apparition d'une

masse globuleuse recouverte de bourre (figure 4). L'observation doit porter sur un nombre de plantes au moins égal à 5 par variété. La date retenue pour caractériser le débourrement d'une variété est celle à laquelle les premiers bourgeons atteignent le stade B, soit environ 10 à 20 p. 100 du total des bourgeons laissés à la taille. Ce sont en général ceux qui sont situés près de l'extrémité des longs bois ou des coursons.

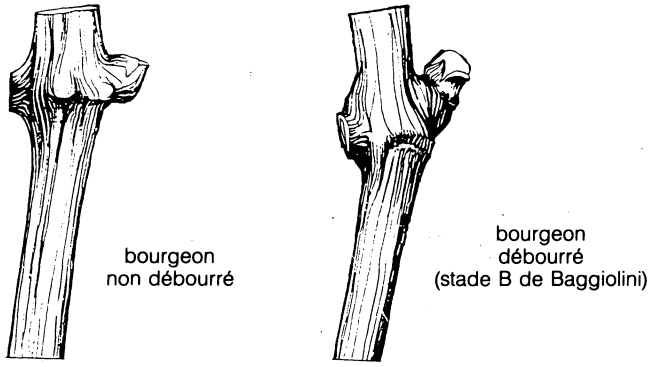


Fig. 4. — Stade de débourrement des bourgeons.

De manière à obtenir des observations homogènes et comparables d'une variété à l'autre et d'une année à l'autre, un certain nombre de conditions doivent impérativement être respectées :

— les souches doivent avoir un âge supérieur à 5 ans, être greffées sur le même porte-greffe et appartenir à un seul clone par cépage

— la vigueur des souches doit être moyenne, de même que celle des sarments laissés à la taille (le débourrement est d'autant plus précoce que la vigueur est plus faible et que le diamètre du sarment est plus petit). Il faut donc choisir des sarments de diamètre moyen

— la taille doit être effectuée suffisamment tôt (début de janvier) pour qu'elle n'influence pas la précocité du débourrement (une taille tardive, réalisée après l'apparition des pleurs, retarde le débourrement et perturbe donc les observations)

— les notations du débourrement doivent être faites tous les 2 jours

Le débourrement de l'ensemble des bourgeons des 5 souches observées par variété se déroule dans un laps de temps variable qui dépend de la température moyenne journalière. Il peut donc durer de 3 à 10 jours en fonction des années. La date de débourrement retenue pour une variété correspond à la moyenne des 5 souches.

Pour une variété déterminée, le débourrement des premiers bourgeons n'est observé que si la température moyenne journalière est supérieure au seuil de crois-

sance apparente spécifique de cette variété (tableau II) pendant une période au moins égale à 4 ou 5 jours consécutifs. Si cette condition n'est pas remplie, le débourrement est retardé, bien que la somme S soit atteinte. Il n'a lieu que lorsque la température moyenne journalière est à nouveau égale ou supérieure au seuil de croissance apparente de la variété pendant une durée suffisante. Si la température n'atteint pas ce seuil, le débourrement peut néanmoins être observé mais seulement au bout d'un temps beaucoup plus long. Ce retard du débourrement se produit pratiquement chaque année pour une ou plusieurs variétés en fonction des périodes de refroidissement fréquentes à cette période. Il constitue une des principales causes de la fluctuation annuelle de la somme S déterminée pour chaque variété.

Lorsque l'élévation de la température est rapide et durable, on peut observer un débourrement groupé des variétés qui ont atteint la valeur de leur somme S spécifique. Dans ce cas-là, les écarts de débourrement sont réduits et les différences de précocité entre les variétés peu marquées ou nulles. C'est ce qui est généralement observé après une longue période de températures basses suivie d'un réchauffement très sensible (année à débourrement tardif) et dans les régions septentrionales.

III — PRÉCISION ET UTILISATION DE LA MÉTHODE DE PRÉVISION DU DÉBOURREMENT

La précision de la méthode de prévision du débourrement qui est proposée peut être considérée comme satisfaisante si l'on tient compte de la notion de température seuil qui conditionne le débourrement des bourgeons de chaque variété.

L'erreur commise sur la détermination de la date de débourrement dans les conditions naturelles est de l'ordre de 1 à 3 jours pour une variété déterminée. Sur la période étudiée (18 années d'observations), l'amplitude des écarts des sommes S ne dépasse pas une valeur correspondant à environ 5 jours.

Pour apprécier la fiabilité de la méthode, nous avons déterminé les dates théoriques de débourrement des 4 variétés de références en calculant l'évolution moyenne de la somme S de chacune d'elles à partir des moyennes journalières des températures maximales et minimales observées durant 30 années (1959 à 1988). La figure 5 représente cette évolution qui indique le jour théorique du débourrement correspondant à la valeur de S la plus proche de 100. En comparant les dates théoriques ainsi obtenues pour les 4 variétés aux dates moyennes observées durant 25 années (1961 à 1987), on constate que les écarts, qui varient de 0 à 5 jours, sont faibles (tableau VI). Il y a donc une bonne concordance entre le débourrement théorique et le débourrement observé dans les conditions naturelles. La date de débourrement moyen de chaque cépage constitue, pour un milieu donné, une référence qui permet d'apprécier chaque année l'avance ou le retard du débourrement observé en fonction des températures enregistrées.

La méthode d'évaluation de l'état physiologique des bourgeons et de prévision du débourrement peut donc être considérée comme suffisamment fiable pour être utilisée dans la pratique en vue de prévoir l'époque approximative de débourrement deux

à trois semaines à l'avance. Pour cela, il est nécessaire d'étalonner la méthode dans un milieu donné en calculant, à partir des données du tableau IV, l'évolution de la somme des actions des températures journalières s et en observant le débourrement des variétés témoins dans un vignoble de référence.

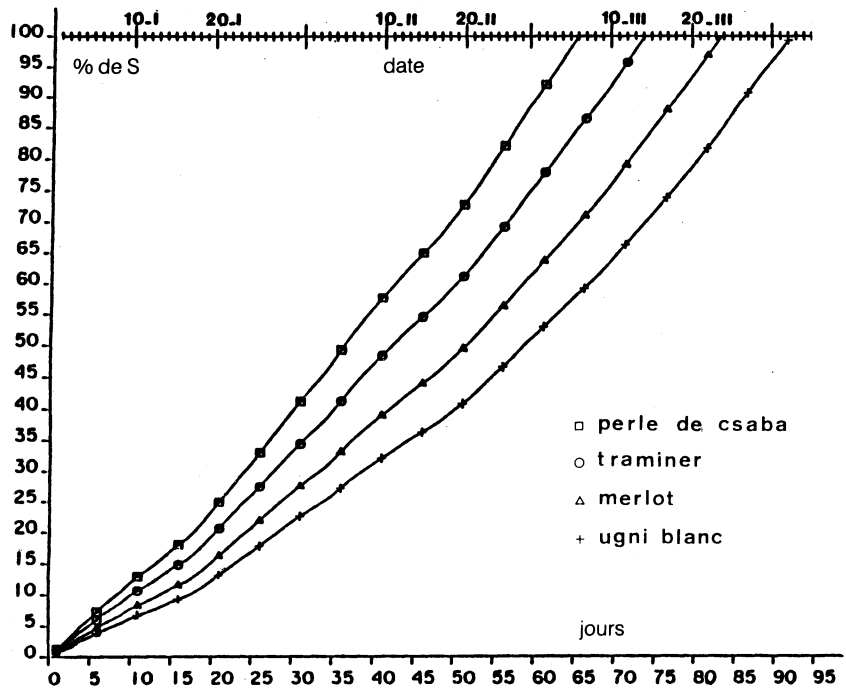


Fig. 5. — Variation du pourcentage de la somme S des actions journalières de la température (moyennes journalières des températures minimales et maximales observées pendant 30 années : 1959 à 1988 pour 4 variétés de référence.

TABLEAU VI

Comparaison entre le débourrement observé et le débourrement théorique pour quatre variétés

Variété	Débourrement observé (25 années : 1961 à 1987) Date moyenne	Débourrement théorique (30 années : 1959 à 1988) Date moyenne
Perle de Csaba	5 mars	6 mars
Traminer	14 mars	14 mars
Merlot	21 mars	23 mars
Ugni blanc	27 mars	1er avril

TABLEAU VII

Jour moyen de débourrement (18 années d'observations : 1970 - 1988)
Paramètres variétaux de précocité de débourrement

Cépages	Jour moyen (1) de débourrement (D) Intervalle de confiance à 1 p. 100	Valeurs de S calculées	Valeurs de c calculées	Valeurs de K calculées	Température de débourrement
* Perle de Csaba	63,50 ± 8,64	1 788	1,285	2,270	5°6
Chardonnay	66,89 ± 7,71	1 703	1,345	1,795	6°1
* Traminer	72,12 ± 6,33	1 585	1,442	1,214	7°0
Chasselas	74,39 ± 6,61	1 475	1,542	0,821	8°0
Gamay	75,72 ± 6,08	1 434	1,578	0,711	8°3
Muscat de Hambourg	76,28 ± 6,40	1 417	1,593	0,670	8°4
Pinot noir	77,44 ± 5,71	1 382	1,623	0,595	8°7
Syrah	78,78 ± 5,74	1 342	1,658	0,518	9°0
Cot	79,28 ± 6,19	1 326	1,672	0,490	9°2
Chenin	79,72 ± 5,40	1 312	1,684	0,467	9°3
Meunier	79,72 ± 5,94	1 312	1,684	0,467	9°3
Riesling	79,83 ± 5,46	1 309	1,687	0,461	9°3
* Merlot	81,22 ± 5,76	1 255	1,702	0,444	9°4
Sémillon	81,33 ± 5,98	1 263	1,727	0,394	9°7
Cabernet franc	82,00 ± 5,68	1 243	1,744	0,368	9°8
Grenache	82,67 ± 6,56	1 223	1,761	0,344	10°0
Sauvignon	83,33 ± 5,94	1 203	1,779	0,320	10°2
Carignan	85,22 ± 6,37	1 145	1,829	0,262	10°6
* Ugni blanc	85,94 ± 5,91	1 089	1,865	0,223	11°0
* Cabernet Sauvignon	91,22 ± 6,78	985	2,000	0,133	12°2
Mourvèdre	93,06 ± 6,78	907	2,036	0,116	12°5
Sélect	97,89 ± 5,80	760	2,164	0,069	13°7

* Variété de référence - (1) à partir du 1er Janvier.

Nous n'avons pas expérimenté la méthode dans un milieu autre que celui de Bordeaux. Toutefois, les sommes S déterminées pour les 4 variétés de référence (Perle de Csaba, Traminer, Merlot, Ugni Blanc) peuvent être considérées comme ayant une valeur générale qui traduit la précocité relative des variétés les unes par rapport aux autres. La valeur absolue de ces sommes S peut cependant être légèrement différente selon les milieux.

Le choix de la date origine pour la sommation des actions journalières peut faire l'objet d'une discussion. Le 1er janvier paraît une date moyenne correspondant à un stade physiologique assez homogène pour l'ensemble des variétés. Il peut être retenu, dans une première approximation, pour des régions ayant des conditions de température voisines du Sud-Ouest de la France. Pour les régions plus méridionales, il serait bon de choisir une date origine plus précoce de 10 jours et pour des régions plus septentrionales une date plus tardive de 10 jours. Seule l'expérimentation pendant quelques années peut permettre de déterminer la date origine optimale pour la région considérée.

ÉTABLISSEMENT D'UNE ÉCHELLE DE PRÉCOCITÉ DE DÉBOURREMENT

Dans un milieu donné, il est possible de comparer la précocité relative de débourrement d'une collection de variétés cultivées dans les mêmes conditions. Il faut, pour cela, utiliser la méthodologie d'observation du débourrement que nous avons développée plus haut.

Chaque variété peut se caractériser par un *coefficient de précocité de débourrement* qui traduit sa réaction spécifique à la température. Lorsque ces coefficients sont très voisins les uns des autres, les variétés présentent des dates de débourrement très proches, de telle manière qu'il faut réaliser des observations très précises et répétées pendant plusieurs années pour pouvoir les distinguer. Les échelles de précocité de débourrement données par certains auteurs varient parfois avec les années et présentent des inversions anormales et inexpliquées. Elles résultent probablement d'observations insuffisantes ou mal réalisées, car les variétés, réagissant à la température suivant une loi dont les coefficients sont constants (figure 2), doivent se situer toujours dans le même ordre dans une échelle de précocité de débourrement, quels que soient le lieu et l'année.

Un telle échelle de précocité de débourrement peut servir à déterminer, à partir des cépages de référence (Perle de Csaba, Traminer, Merlot, Ugni Blanc), la somme S et le *coefficient variétal de précocité de débourrement* (c) des variétés observées.

I — ÉCHELLE DE PRÉCOCITÉ DE DÉBOURREMENT

Les observations du débourrement ont été réalisées pendant 18 ans (1970 à 1988) dans la collection ampélographique de la Station de Recherche de Viticulture INRA (Domaine de la Grande Ferrade, 33140 Pont de la Maye), plantée en 1970 sur le porte-greffe 420A et taillée en Guyot. Les notations du débourrement ont porté sur 22 cépages dont les 4 utilisés comme référence. La méthodologie définie plus haut a été appliquée pour l'observation du débourrement.

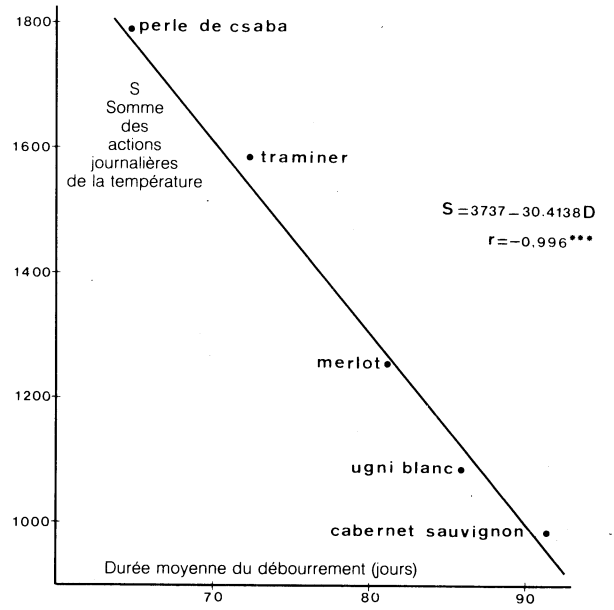


Fig. 6. — Relation entre la somme S des actions journalières de la température et la durée moyenne de débourrement D exprimée en jours moyens à partir du 1er janvier. 18 années d'observations (1970-1988) pour 5 variétés de référence.

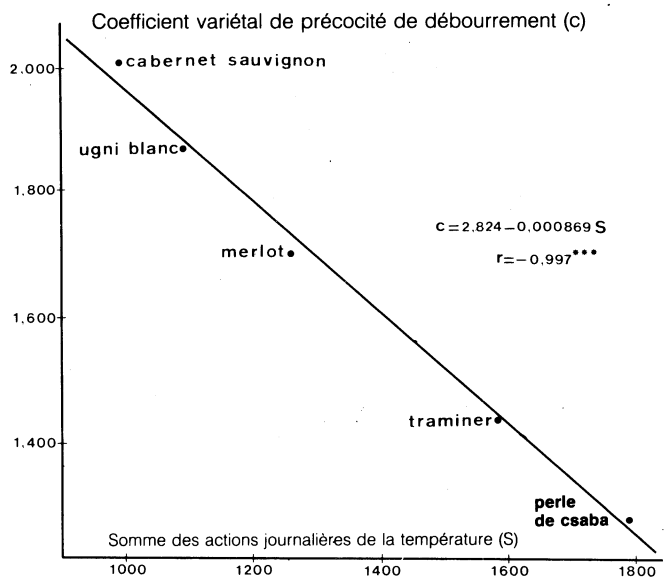


Fig. 7. — Relation entre le coefficient variétal de précocité de débourrement (c) et la somme S des actions journalières de la température pour 5 variétés de référence.

Le tableau VII, qui donne le jour moyen de débourrement ou durée moyenne de débourrement (D, exprimée en jours à partir du 1er janvier) observé pendant 18 années et l'intervalle de confiance (seuil 1 p. 100) pour les 22 cépages étudiés, fait apparaître des différences très notables. L'échelle est établie dans un ordre de précocité de débourrement décroissante. Les écarts sont parfois très faibles entre certains cépages. Dans ce cas, le classement n'a qu'une valeur relative, étant donné que les observations n'ont été faites que sur un seul clone par cépage, alors que les différences de précocité de débourrement entre les clones d'un même cépage sont peut-être supérieures à celles qui sont observées entre deux variétés dont la précocité de débourrement est très voisine.

Les écarts en jours des durées moyennes de débourrement n'ont pas une valeur absolue mais relative. Établis dans le milieu de Bordeaux, ils sont différents sous d'autres climats. Seul reste constant l'ordre de classement des cépages, avec toutefois la réserve qui vient dêtre formulée au sujet des cépages dont la précocité est très voisine.

II — DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES NÉCESSAIRES A L'ÉVALUATION DE L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE DES BOURGEONS

Afin d'évaluer l'état physiologique des bourgeons d'un cépage donné il est nécessaire de connaître le coefficient variétal de précocité de débourrement (c) et le coefficient K pour calculer les actions journalières de la température (a_j) correspondantes : $a_j = V_t = K.t.^c$. Plusieurs étapes sont nécessaires pour déterminer les coefficients c et K à partir de l'échelle de précocité de débourrement.

1°) *Détermination de la somme S*

La figure 6 montre l'existence d'une relation linéaire significative entre la somme S et la durée moyenne de débourrement (D) des 5 variétés de référence (Perle de Csaba, Traminer, Merlot, Ugni Blanc, Cabernet Sauvignon).

$$S = 3737 - 30{,}4138\ D$$

En utilisant cette relation il est possible de calculer, à partir de leur durée moyenne de débourrement (D), la somme S de chacun des 18 cépages étudiés (tableau VII).

2°) *Détermination du coefficient variétal de précocité de débourrement (c)*

Il existe une relation linéaire très significative entre le coefficient c et la somme S des 5 variétés de référence (figure 7) :

$$c = 2{,}824 - 0{,}000869\ S$$

cette relation permet de calculer les valeurs du coefficient c pour les 18 cépages (tableau VII).

3°) *Détermination du coefficient K et de la relation* $V = K.t^c$

Nous avons déterminé (POUGET, 1969) que les deux coefficients K et c, caractéristiques de chaque variété, sont reliés par la relation linéaire :

$$\log K = 2{,}57403 - 1{,}72494\ c$$

Le tableau VII donne les valeurs de K calculées à partir de cette relation pour les 18 cépages. Connaissant ainsi les paramètres K et c pour chaque cépage, il est possible de calculer les valeurs des actions journalières : $a_j = V_t = K.t^c$ pour chaque température, de 0 à 25° C, comme il a été fait sur le tableau IV pour les 4 variétés de référence.

Avec ces paramètres variétaux, on peut suivre l'évolution de l'état physiologique des différents cépages au cours de la période qui précède le débourrement et prévoir approximativement l'époque à laquelle il aura lieu dans un milieu déterminé.

4°) *Détermination du seuil de croissance apparente ou température de débourrement*

Le seuil de croissance apparente, ou température minimale exigée par une variété pendant une certaine durée pour que le débourrement ait lieu sans retard, peut être déterminé pour les 18 cépages étudiés. En effet, il existe une relation linéaire significative (figure 8) entre le *seuil de croissance apparente* ou température de débourrement (t_d) et le *coefficient variétal de précocité de débourrement* c des variétés de référence (*Vitis thumbergii* cl 2492, Perle de Csaba, Traminer, Merlot, Ugni Blanc, Cabernet Sauvignon) :

$$t_d = -6{,}40 + 9{,}31\ c$$

Cette relation permet de calculer, à partir des coefficients c des 18 cépages, les températures de débourrement correspondantes (tableau VII). Ces valeurs sont utiles à connaître pour améliorer la précision des prévisions du débourrement dans un milieu déterminé.

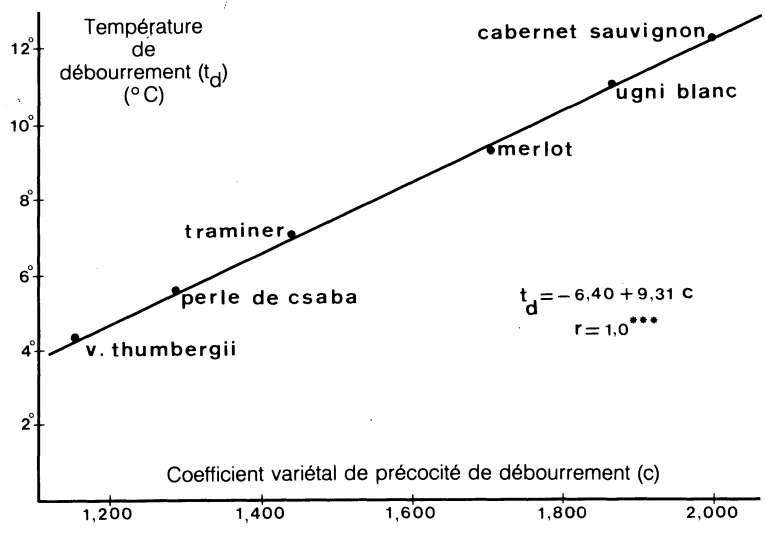


Fig. 8. — Relation entre la température de débourrement (t_d) et le coefficient variétal de précocité de débourrement (c) pour 6 variétés de référence.

CONCLUSION

La méthode proposée pour évaluer l'état physiologique des bourgeons durant la phase de post-dormance et pour prévoir l'époque approximative du débourrement d'une variété est suffisamment précise et fiable pour être mise en application. Elle est susceptible de rendre de grands services pour améliorer le choix des dates des traitements phytosanitaires à effectuer avant le débourrement des bourgeons, notamment ceux qui sont réalisés pour combattre les maladies de la souche (Esca). Il est également possible d'utiliser la courbe d'évolution du pourcentage de la somme S pour fixer avec précision l'époque optimale du traitement à la cyanamide hydrogène destiné à avancer la date du débourrement et à augmenter le pourcentage des bourgeons débourrés sur les bois de taille. On peut ainsi remplacer les critères arbitraires du choix de la date de traitement retenus jusqu'à présent (60, 45, 30 jours avant le débourrement supposé) par une valeur précise du pourcentage de la somme S sur la courbe d'évolution de l'état physiologique des bourgeons (par exemple 50 p. 100, 60 p. 100, 70 p. 100). Une étude préalable est nécessaire pour fixer les pourcentages en fonction des cépages et des objectifs à atteindre.

La connaissance des différents paramètres variétaux (somme S, coefficient variétal de précocité de débourrement c, coefficient K et seuil de croissance apparente) est indispensable pour caractériser la précocité de débourrement d'une variété et la situer avec précision par rapport aux autres (échelle de précocité de débourrement). La méthodologie utilisée pour la détermination de ces paramètres peut être mise en œuvre, dans n'importe quel milieu, à la condition de faire appel à un nombre suffisant de variétés de référence cultivées dans les mêmes conditions que les cépages à étudier. Elle peut être un instrument très utile dans les collections ampélographiques regroupant un grand nombre de variétés d'origine différente.

Manuscrit reçu le 22 avril 1988; accepté pour publication le 29 mai 1988.

RÉSUMÉ

La vitesse de débourrement des bourgeons de la Vigne (V) varie en fonction de la température (t) suivant une loi de nature logarithmique entre 5 et 25° C ($V = K.t.^{c}$). Les coefficients K et c sont reliés entre eux par une relation linéaire, ce qui permet de caractériser chaque variété par un seul coefficient variétal de précocité de débourrement (c). Dans les conditions naturelles, les températures journalières exercent sur chaque variété une action spécifique cumulative ($a_j = V_t = K.t^{c}$) qui fait progresser l'état physiologique de bourgeons dormants d'une manière différentielle durant la période qui précède le débourrement. En faisant la somme (S) des actions journalières (a_j) il est possible de proposer une méthode de prévision de l'époque approximative du débourrement de la Vigne dans les conditions naturelles. Elle est basée sur une évaluation précise de l'état physiologique des bourgeons latents de variétés de référence en fonction de la température, durant la phase de pré-débourrement. Le développement de cette méthode a permis d'établir une échelle de précocité de débourrement pour 22 cépages et de déterminer les paramètres variétaux qui caractérisent chacun d'entre eux (somme S des actions des températures journalières, coefficient variétal de précocité de débourrement c, seuil de croissance apparente ou température de débourrement c, seuil de croissance apparente ou température de débourrement). Grâce à cette méthodologie, il est possible de déterminer ces paramètres pour de nombreux cépages et d'établir une échelle précise de précocité de débourrement.

SUMMARY

The variation of the rate of grapevine budburst (V) in relation to temperature (t) is a logarithme form ($V = K.t^c$) between 5 and 25° C. The coefficients K and c are connected by a linear relation, so this makes possible to express each variety by a single coefficient or varietal coefficient of budburst earliness (c). Under natural conditions, the daily temperatures exert on each variety a specific and cumulative action ($a_j = V_t = K.t^c$) wich makes the physiological status of dormant buds to progress in a differential way during the period of pre-bursting. Thanks to the sum (S) of the daily actions (a_j), it is possible to propose a method of forecasting the time of grapevine budburst under natural conditions. It is founded on a precise estimate of the physiological status of dormant buds as a function of temperature for reference varieties, during the period of pre-bursting. So it is possible with this method to set up a budburst scale for 22 varieties and to calculate the varietal parameters which characterize every one (sum S of the daily temperature actions, varietal coefficient of budburst earliness c, threshold of apparent growth or budburst temperature). Thanks to this methodology, it is possible to determine these parameters for any variety and to set up a precise scale of budburst.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BONNET, VIDAL, 1900. Observations faites en 1899 sur le débourrement et la maturité des cépages cultivés dans les Collections de l'École. *Ann. Ec. Nat. Agr. Montpellier,* t. XI, 334-359.

BRANAS J., 1974. Viticulture, 990 p., *Imp. Déhan, Montpellier.*

CAROLUS M., POUGET R., 1971. Évolution morphologique et croissance de bourgeons latents de Vigne (*V. vinifera* L.) après un traitement artificiel de levée de dormance. *C.R. Acad. Sci. Paris,* 273, 75-78.

CHAMPAGNOL F., 1984. Éléments de Physiologie de la Vigne et de Viticulture Générale, 351 p., *Imp. Déhan, Montpellier.*

GALET P., 1956-1964. Cépages et vignobles de France, tomes 1, 2, 3 et 4, *Imp. Déhan, Montpellier.*

HUGLIN P., 1986. Biologie et Écologie de la Vigne, 372 p., *Payot Éd., Lausanne.*

NIGOND J., 1967. Recherches sur la dormance des bourgeons de la Vigne. *Thèse Docteur ès-Sciences, Paris et Ann. Physiol. vég.,* 9, 107-152, 197-232, 273-338.

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 Docteur ès-Sciences, Bordeaux et Ann. Amélior. Plantes,* 13 (Hors Série 1), 1-247.

POUGET R., 1967a. Relations entre la dormance et le rythme végétatif chez la Vigne. *Bull. Soc. Bot. Fr.,* 114, 101-109.

POUGET R., 1967b. Méthode d'appréciation de l'évolution physiologique des bourgeons pendant la phase de pré-débourrement : application à l'étude comparée du débourrement de la Vigne. *Vitis,* **6,** 294-302.

POUGET R., 1968. Nouvelle conception du seuil de croissance chez la Vigne. *Vitis,* **3,** 201,-205.

POUGET R., 1969. Étude méthodologique de la précocité relative de débourrement chez la Vigne. *Ann. Amélior. Plantes,* **19,** N° 1, 81-90.

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

TRUEL P., 1963. Étude des variétés en collection. *Bull. OIV,* **36,** N° 386, 431-436.