ESTIMATION DE LA DATE DE DÉBOURREMENT DE LA VIGNE DANS LA «SERRA GAÚCHA» – BRÉSIL*

PREDICTING THE DATE OF BUDBREAK OF GRAPEVINE GROWN IN THE «SERRA GAÚCHA» REGION*

F. MANDELLI[1], M. Antonio BERLATO[2],
J. TONIETTO[1] et H. BERGAMASCHI[2]

1 : EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho. C. Postal 130,
95700-000 Bento Gonçalves, Brésil
2 :UFRGS- Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia,
C. Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, Brésil

Résumé : L'objectif de la recherche a été de valider le modèle d'estimation du débourrement de la vigne développé par POUGET en France, dans les conditions de la «Serra Gaúcha» (Brésil). Le modèle se base sur les effets de la température sur la vitesse de débourrement. Les mêmes cépages de référence que ceux des travaux de POUGET ont été utilisés pour cette étude. Le 1er juin a été la date retenue pour la mesure de la somme des températures. Les résultats ont montré que la méthodologie peut être appliquée pour les conditions locales.

Abstract : Predicting the date of budbreak allows a more organized and rational pruning, defining the time for winter phythosanitary treatments and, if necessary, the application of products to improve homogeneous sprouting and to increase the percentage of budbreak. The objective of the work was to validate the predicting date of grapevine budbreak model developed by Pouget, in France, for the conditions of Bento Gonçalves, state of Rio Grande do Sul, Brazil. To achieve this purpose, daily meteorological data of air minimum and maximum temperatures (°C), from 1984 to 1999, were taken from the agroclimatological station located near the experiment. The phenological data of 20 grapevine cultivars were obtained from the Embrapa Grape and Wine Germoplasm Active Bank. The phenological evaluations for each cultivar were performed on six grapevines conducted in a high vertical trellis and pruned in a bounded double Guyot. For each year, winter pruning and cultural practices were done in the same date for all cultivars. This methodology is based on the effects of temperature on the sprouting velocity, on the relationships between the sum of temperatures and the number of days up to sprouting, and between the precocity coefficient of sprouting and the sum of temperature. To obtain these relationships, the same cultivars used by Pouget were taken into account, being the June 1st the date considered for the beginning of the sum of temperature. Results show that the methodology of Pouget may be applied either for the "Serra Gaúcha" conditions, with the possibility to predict the date of sprouting with two or three weeks earlier, depending on the cultivar and on the year, which permit the grower a better winter pruning planning.

Mots clés : vigne, débourrement, modélisation

Key words : grapevine, budbreak, modelling.

INTRODUCTION

Des prévisions des principales phases phénologiques sont très importantes dans la viticulture moderne, compte tenu du fait qu'elles visent l'optimisation des traitements culturaux. Par exemple, la prévision de la date de débourrement rend possible l'organisation et la rationalisation de la taille, la détermination de la date des traitements phytosanitaires d'hiver et des traitements pour homogénéiser et augmenter le pourcentage de débourrement des bourgeons de la vigne en particulier dans les régions de climat subtropical et tropical.

Les étapes d'évolution des bourgeons, dès leur formation jusqu'au début du débourrement dans le cycle suivant, marquent leur état physiologique en fonction des conditions de l'environnement.

POUGET (1966, 1969, 1972) a évalué les potentiels de croissance des bourgeons selon la variation du temps qu'ils prennent pour initier le débourrement, en fonction de la température, en caractérisant et en subdivisant le cycle annuel des bourgeons en cinq phases successives, nommées pré-dormance, entrée en dormance, dormance, levée de dormance et post-dormance.

*Corresponding author: mandelli@cnpuv.embrapa.br

J. Int. Sci. Vigne Vin, 2003, **37**, n°4, 229-235

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

Plusieurs autres modèles climatiques ont été développées pour estimer les dates phénologiques de la vigne, comme ceux de CALÓ (1972), DUE *et al.* (1993), MUÑOZ *et al.* (1997) et OLIVEIRA (1998).

POUGET (1988) a établi une échelle de précocité de débourrement de 22 cépages de *Vitis vinifera* dans le vignoble bordelais, en partant de la détermination, pour chaque cépage, des paramètres suivants : somme des températures journalières, coefficient variétal de précocité de débourrement et seuil de croissance apparente. Ces paramètres avaient été établis par lui même (POUGET, 1969) dans des enceintes climatiques à 5, 10, 15, 20 et 25 °C.

En employant les coefficients déterminés par POUGET (1988), SWANEPOEL *et al.* (1990), ont estimé la date de débourrement pour les principaux cépages du vignoble de Stellenbosch en Afrique du Sud. Ces estimations ont été semblables à celles de Bordeaux, malgré les températures plus élevées de l'hiver à Stellenbosch.

Compte tenu du fait qu'il n'existe pas un modèle d'estimation de la date de débourrement de la vigne dans la région de la «Serra Gaúcha», cette recherche a été menée dans l'objectif de vérifier l'applicabilité aux conditions locales du modèle d'estimation développé en France par POUGET (1988).

MÉTHODOLOGIE

L'étude a été réalisée au Centre National de Recherche de la Vigne et du Vin de l'Embrapa, situé à Bento Gonçalves, dans le cœur de la région vitivinicole la plus importante de l'état du Rio Grande du Sud (et du Brésil), la «Serra Gaúcha». Le climat local est tempéré, de type Cfb, selon le classement climatique de Köppen (MORENO, 1961).

Nous avons utilisé les températures journalières maximales et minimales de l'air (°C) de la station agroclimatologique située à coté des parcelles de vigne suivies. Les données phénologiques de 20 cépages de vigne, dont 16 *Vitis vinifera* et 4 *Vitis labrusca*, ont été obtenues auprès des collections du programme d'amélioration génétique de la vigne du Centre de Recherche. Les évaluations phénologiques ont été réalisées pour tous les cépages, sur 6 plantes âgées de plus de trois ans, greffées sur le porte-greffe 101-14 Mgt (*V. riparia* x *V. rupestris*). Le mode de conduite était l'espalier haut, la taille était le Guyot double, avec archets de 12 à 16 yeux et coursons de deux yeux. Chaque année, la taille d'hiver et les autres pratiques culturales ont été réalisées aux mêmes dates pour tous les cépages. La date initiale de débourrement a été notée lorsque 50 % des bourgeons ont atteint le 3e stade phénologique selon la description proposée par BAILLOD et BAGGIOLINI (1993), appelé pointe verte.

La méthode testée pour l'estimation du débourrement a été celle de POUGET (1969, 1988), basée sur la loi logarithmique de l'action de la température sur la vitesse de débourrement, donnée par :

$$V = K\, t^c \qquad (1)$$

où 'V' correspond à la vitesse de débourrement, 'K' est le coefficient variétal, 'c' est le coefficient de précocité de débourrement et 't' représente la température de débourrement.

Les actions journalières de la température sont cumulatives, à partir d'une date de la période de post-dormance des bourgeons, et sont calculées par l'expression :

$$sj = (K\, Tmax^c + K\, Tmin^c)/2 \qquad (2)$$

où sj est l'effet de la température pour le jour j ; Tmax est la température maximale de l'air du jour j et Tmin est la température minimale de l'air du jour j.

La somme des effets journaliers de la température (S) a été déterminée par :

$$S = \Sigma\, sj \qquad (3)$$

La détermination de la date de début de la somme des températures a été définie par POUGET (1969), en fonction de la relation linéaire entre la somme des températures (S) et le nombre de jours jusqu'au débourrement (D), selon l'expression

$$S = a - bD \qquad (4)$$

où a et b sont constantes et D est le nombre de jours de la date de base jusqu'au débourrement.

Pour la détermination de la date du début de la sommation des températures (S) nous avons testé, de façon arbitraire, les dates suivantes : le 1er, 11, 16 et 21 juin et le 1er juillet, toutes dans la période de post-dormance des bourgeons. L'objectif a été de sélectionner la date qui présentait un coefficient de corrélation (r) supérieur entre le nombre de jours du début du débourrement et la somme des températures (S).

D'après l'auteur, la détermination du coefficient variétal de précocité de débourrement (c) résulte de la relation existante entre ce coefficient et la somme des températures (S), donnée par l'expression :

$$c = a - bS \qquad (5)$$

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

Pour la détermination du coefficient variétal (K), nous avons utilisé l'équation suivante (POUGET, 1969) :

$$\log K = 2{,}57403 - 1{,}72494\ c \qquad (6)$$

Pour la détermination de la température de débourrement (Td), nous avons également utilisé la méthodologie de POUGET (1969, 1988) qui a trouvé une relation linéaire entre la température de débourrement et le coefficient de précocité de débourrement (c), donnée par l'équation :

$$Td = -6{,}40 + 9{,}31\ c \qquad (7)$$

Les cépages Perle de Csaba, Gewürztraminer, Merlot, Trebbiano (Ugni Blanc) et Cabernet Sauvignon ont été utilisés pour cette étude, ainsi que les coefficients c , K et Td (POUGET, 1969). La période d'études a été de 1983/1984 à 1993/1994 pour tous les cépages, à l'exception du cépage Perle de Csaba dont la période 1983/1984 à 1989/1990 a été écartée, car la date de taille a été effectuée postérieurement à la date de début du débourrement. Selon POUGET (1988), la taille doit être effectuée suffisamment tôt pour ne pas influencer la précocité de débourrement.

Une fois définie la date de début de la somme des températures, nous avons calculé les équations pour les 5 cépages de référence et, à partir de ceux-ci, pour les 15 autres cépages.

Le test de validation de la prévision de la date de débourrement a été effectué à l'aide des cépages Gewürztraminer, Niágara Branca, Concord et Isabel Sport. Nous avons utilisé la somme des températures (S) dans la période 1984/1997 et nous avons calculé l'action journalière de la température (s) dans les années indépendantes 1998 et 1999, pour ces 4 cépages. L'estimation de la date de débourrement a été considérée lorsque (s) a atteint 80 p. 100 de S, à travers la relation [(s/S).100].

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I - DÉTERMINATION DE LA DATE DE DÉBUT DE LA SOMME DES TEMPÉRATURES

Les corrélations entre le nombre de jours nécessaires pour le début du débourrement et la somme des températures journalières (S) ont été 0,91, 0,89, 0,87, 0,86 et 0,83, respectivement pour le 1er, 11, 16 et 21 juin et le 1er juillet. Le 1er juin a été retenu comme étant la date de début pour le calcul de la somme thermique journalière, une fois qu'elle a présenté une corrélation plus élevée.

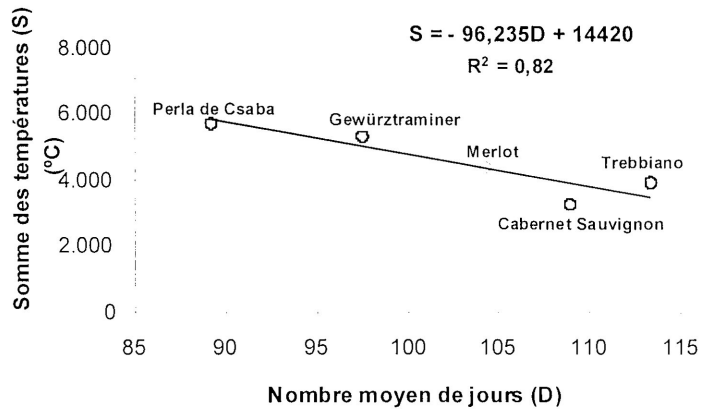


Fig. 1 - Relation entre la somme des températures (S) et le nombre moyen de jours jusqu'au débourrement (D), à partir du 1er juin, dans la période de 1984/1994, pour 5 cépages de référence, à Bento Gonçalves, Brésil.

Relationship between the sum of the temperatures (S) and the average number of days up to sprouting (D), from June 1st during the period 1984 to 1994, for the five reference cultivars. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brazil.

La date de 1er janvier (correspondante au 1er juillet dans l'hémisphère sud) a été utilisée par POUGET (1988) comme date d'origine pour calculer la somme thermique journalière. Cependant, il souligne que, pour les régions plus méridionales que le Sud-Ouest de la France, il serait bon de tester une date d'origine plus précoce, ce qui a été confirmé pour la «Serra Gaúcha».

II - DÉTERMINATION DE LA SOMME DES TEMPÉRATURES

La figure 1 montre l'existence d'une relation linéaire significative ($P < 0{,}05$) entre la somme des températures (S) et la durée moyenne en jours jusqu'à la date du débourrement (D), pour les 5 cépages de référence.

L'utilisation de l'équation résultante de cette relation a permis de calculer, à partir de la durée moyenne du débourrement (D) pour chaque cépage, la somme (S) pour tous les autres cépages (tableau I).

III - DÉTERMINATION DU COEFFICIENT DE PRÉCOCITÉ DE DÉBOURREMENT

La figure 2 montre l'existence d'une relation linéaire très significative ($P < 0{,}01$) entre le coefficient de précocité de débourrement (c), obtenu par POUGET (1988) et la somme de la température (S) des 5 cépages de référence.

J. Int. Sci. Vigne Vin, 2003, **37**, n°4, 229-235
©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

Table I - Paramètres pour l'estimation de la date de débourrement de 20 cépages de vigne dans la période 1984/94, à Bento Gonçalves, Brésil.

Parameters to estimate the date of sprouting of 20 grapevine cultivars, from 1984 to 1994. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brazil.

CÉPAGES	D	DP	S	c	K	Td
Perle de Csaba*	89,3	0,5	5.736	1,285	2,270	5,6
Chardonnay	90,2	5,0	5.740	1,249	2,626	5,2
Niágara Branca	95,4	6,8	5.239	1,399	1,447	6,6
Pinot Noir	97,1	4,7	5.076	1,448	1,191	7,1
Gewürztraminer *	97,5	4,6	5.360	1,442	1,214	7,0
Chasselas Blanc	97,7	6,3	5.018	1,466	1,111	7,2
Yves	98,2	6,7	4.970	1,480	1,050	7,4
Chenin Blanc	98,4	4,6	4.950	1,486	1,026	7,4
Grenache	98,7	6,5	4.922	1,495	0,991	7,5
Riesling Italique	100,2	5,2	4.777	1,538	0,834	7,9
Carignane	100,3	5,7	4.768	1,541	0,825	7,9
Concord	101,3	5,8	4.671	1,570	0,736	8,2
Merlot *	104,4	5,0	4.382	1,702	0,444	9,4
Cabernet Franc	104,6	4,9	4.354	1,665	0,504	9,1
Petite Syrah	104,7	5,0	4.344	1,668	0,498	9,1
Isabel Sport	105,9	5,9	4.229	1,702	0,434	9,4
Sauvignon Blanc	107,3	4,2	4.094	1,743	0,370	9,8
Cab. Sauvignon *	109,0	6,2	3.266	2,000	0,133	12,2
Trebbiano *	113,4	6,6	3.934	1,865	0,223	11,0
Muscat Blanc	122,2	6,7	2.660	2,173	0,067	13,8

*Cépages de référence, c, K et Td selon POUGET (1988).

D = Durée moyenne en jours pour le débourrement (calculée à partir du 1er juin) ; DP = Écart type de D ; S = Somme des températures ; c = Coefficient de précocité de débourrement du cépage ; K = Coefficient variétal ; Td = Température de débourrement.

*Reference cultivars, c, K and Td obtained by Pouget (1988)

D= Average days number to sprouting (calculated from June 1st); DP= Standard deviation; S= Sum of temperatures; c= Precocity coefficient of the cultivar sprouting; K= Cultivar coefficient; Td= Base temperature of sprouting.

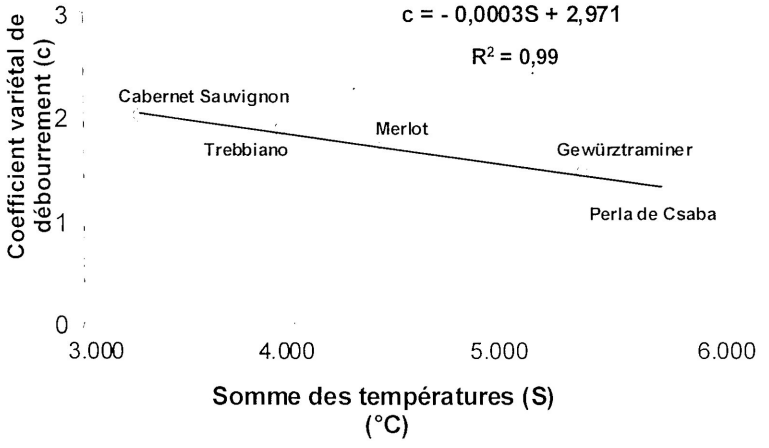


Fig. 2 - Relation entre le coefficient de précocité de débourrement (c) et la somme des températures (S) pour 5 cépages de référence dans la période 1984/1994, à Bento Gonçalves, Brésil.

Relationship between the precocity coefficient of sprouting (c) and the sum of temperatures (S) for the five reference cultivars, from 1984 to 1994. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brazil.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

L'équation résultante de cette relation a permis de calculer les valeurs du coefficient de précocité de débourrement (c) pour tous les autres cépages (tableau I).

Le coefficient de précocité de débourrement (c) a été utilisé par POUGET (1988) pour l'établissement d'une échelle de précocité de débourrement, compte tenu du fait que les cépages réagissent à la température de manière logarithmique où les coefficients sont constants et doivent se situer dans le même ordre dans une échelle de précocité, indépendamment du lieu et de l'année.

Lorsque les coefficients de précocité de débourrement sont voisins les uns des autres, les dates de débourrement seront similaires. Les petites différences dans les dates de débourrement ne seront confirmées qu'avec la réalisation d'observations précises et répétées pendant plusieurs années.

La figure 3 présente la relation entre le nombre de jours observés et estimés pour le débourrement des 20 cépages de vigne. On observe que la distribution des points de la droite 1:1 est relativement uniforme, indépendamment du nombre de jours pour initier le débourrement.

Les résultats confirment que le coefficient de précocité de débourrement peut également être utilisé dans la Région de la «Serra Gaúcha», pour l'établissement d'une échelle de précocité de débourrement.

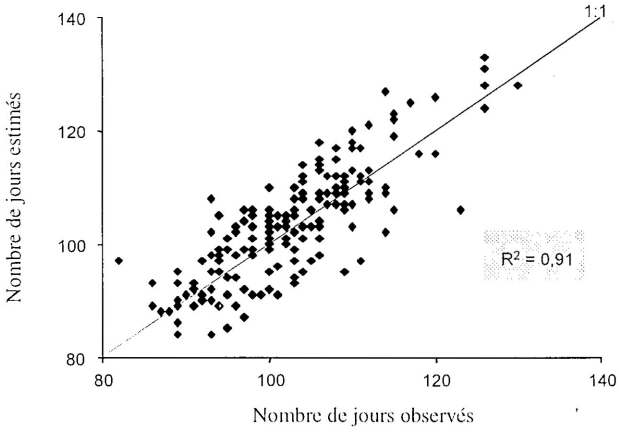


Fig. 3 - Relation entre le nombre de jours observés et estimés pour la date de début du débourrement de 20 cépages de vigne dans la période de 1984/1994, à Bento Gonçalves, Brésil.

Relationship between the number of observed and estimate days for the date of the beggining of sprouting of 20 grapevine cultivars, from 1984 to 1994. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brazil.

IV - DÉTERMINATION DU COEFFICIENT VARIÉTAL

L'équation (6) proposée par POUGET (1969) a été utilisée pour déterminer le coefficient variétal (K). Elle a permis de calculer les valeurs du coefficient de tous les autres cépages (tableau I).

V - DÉTERMINATION DE LA TEMPÉRATURE DE DÉBOURREMENT

POUGET (1969) a constaté l'existence d'une relation linéaire significative entre la température de débourrement (Td) et le coefficient de précocité de débourrement (c) pour les cépages de référence, exprimée par l'équation (7). À partir de cette équation, Td a été calculée pour les autres cépages, conforme présenté sur le tableau I.

VI - NOMBRE DE JOURS ET SOMME DES TEMPÉRATURES (S) DANS DIFFÉRENTES RÉGIONS

Le tableau II présente le nombre de jours et la somme des températures (S) obtenues à Bento Gonçalves, Bordeaux (POUGET, 1988) et Stellenbosch (SWANEPOEL *et al.*, 1990). Pour permettre la comparaison de ces différentes régions, nous avons considéré la même date de début de la somme des températures : 1er janvier pour Bordeaux (HN) et 1er juillet pour Stellenbosch et Bento Gonçalves (HS). Les résultats montrent que Bento Gonçalves présente un nombre de jours inférieur entre la date de début de la somme des températures et la date de débourrement (D), à l'exception du cépage Trebbiano. Stellenbosch a présenté des valeurs intermédiaires et, Bordeaux, les valeurs les plus élevées.

Si on analyse la somme des températures (S), les valeurs sont inférieures pour Bordeaux, ce qui confirme la plus grande durée de cette période. D'autre part, on vérifie une inversion entre Bento Gonçalves et Stellenbosch, pour la majorité des cépages. En considérant que la somme des températures (S) est fonction du nombre de jours et des températures maximales et minimales journalières, on peut conclure que, pendant la post-dormance des bourgeons de la vigne, les températures sont plus élevées (hiver moins intense) à Stellenbosch qu'à Bento Gonçalves, et plus froid à Bordeaux.

VII - PRÉVISION DE LA DATE DE DÉBOURREMENT

POUGET (1988) a montré que, dans une année donnée, le débourrement se produit lorsque l'effet de la température journalière (s) atteint une valeur proche à la somme des températures (S), qui est relativement constante pour chaque cépage. Dans notre cas, à l'aide des valeurs du coefficient de précocité de débourrement (c) et du coefficient variétal (K) présentées sur le

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

Tableau II - Comparaison entre le nombre de jours de la date base jusqu'au débourrement (D) et la somme des températures (S) pour les vignes cultivées à Bento Gonçalves, Stellenbosch et Bordeaux.

Comparison between the number of days of the base date up to sprouting (D) and the sum of temperatures (S) for grapevines grown in Bento Gonçalves, Stellenbosch and Bordeaux.

	D			S		
CÉPAGES	Bento Gonçalves [1] (Brésil)	Stellenbosch [1] (Afrique du Sud)	Bordeaux [2] (France)	Bento Gonçalves [1] (Brésil)	Stellenbosch [1] (Afrique du Sud)	Bordeaux [2] (France)
Chardonnay	60,2	*	66,9	3.813	*	1.703
Gewürztraminer	67,5	71,8	72,1	3.738	3.872	1.585
Chasselas Blanc	67,7	74,3	74,4	3.445	3.539	1.475
Pinot Noir	67,1	*	77,4	3.475	*	1.382
Syrah	74,7	75,2	78,8	3.102	3.193	1.342
Chenin Blanc	68,4	72,9	79,7	3.411	3.653	1.312
Merlot	74,0	*	81,2	3.156	*	1.255
Cabernet Franc	74,6	*	82	3.107	*	1.243
Grenache	68,7	73,4	82,7	3.397	3.597	1.223
Sauvignon Blanc	77,3	80,1	83,3	2.976	2.870	1.203
Carignane	70,3	73,8	85,2	3.318	3.552	1.145
Cab. Sauvignon	79,0	80,6	91,2	2.408	2.789	985
Trebbiano	83,4	81,8	85,9	2.964	2.689	1.089

1 Nombre de jours du 1er juillet jusqu'à la date de débourrement ;

2 Nombre de jours du 1er janvier jusqu'à la date de débourrement ; * Donnée non disponible.

1 Number of days from july 1st up to budbreak ; 2 Number of days from january 1st up to budbreak ; * Data not available

tableau I, il a été calculé, pour chaque jour, les valeurs de (s). Ceci nous a permis d'exprimer la somme des effets de la température journalière, pour l'année considérée, comme un pourcentage de la somme moyenne des effets de la température (S). La figure 4 montre les valeurs de [(s/S).100], pour les années indépendantes 1998 et 1999, des cépages Gewürztraminer, Niágara Branca, Concord et Isabel Sport.

D'après POUGET (1988), lorsque la somme (s) atteint environ 80 p. 100 de (S), on peut estimer que le débourrement se produira dans un délai de 10 à 20 jours. La variation est fonction de la température à venir et du cépage considéré.

La figure 4 montre que le nombre de jours nécessaires pour atteindre 80 p. 100 de S jusqu'au débourrement a varié de 16 à 19 jours pour l'année 1998 et de 12 à 14 jours pour l'année 1999. Ces valeurs sont dans les limites proposées par POUGET (1988). De forme similaire, SWANEPOEL *et al.* (1990), en utilisant la méthodologie de POUGET (1988) pour les conditions de Stellenbosch, ont observé que le débourrement de la vigne se produisait entre 2 à 3 semaines après avoir atteint 80 p. 100 de la somme des températures.

Il convient de souligner que d'autres facteurs, comme le porte-greffe, la vigueur des plantes de vigne, le système de conduite, l'époque de la taille d'hiver, le nombre de bourgeons laissés par plante et les travaux du sol ont également influence sur l'époque de débourrement d'un cépage. Néanmoins, cette méthodologie s'est montrée valable pour prévoir la date de débourrement dans la «Serra Gaúcha» de 12 à 19 jours à l'avance, en fonction du cépage et de l'année. Ceci est un temps suffisant pour que le viticulteur puisse organiser et rationaliser la taille, déterminer la date la plus adéquate pour les traitements phytosanitaires d'hiver et, s'il le faut, des traitements d'induction de la levée de dormance des bourgeons.

CONCLUSION

Le modèle proposé par Pouget peut être appliqué pour prévoir la date de débourrement de la vigne dans la Région de la «Serra Gaúcha».

Dans les conditions locales, les meilleurs résultats sont obtenus en utilisant le 1er juin comme date de base pour le début de la sommation thermique journalière.

La date de débourrement de la vigne dans la «Serra Gaúcha» peut être prévue avec 2 à 3 semaines d'avance, ce qu'est important pour une meilleure définition de la date de taille d'hiver de la vigne, surtout dans des zones avec plus de risque de gelées tardives.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

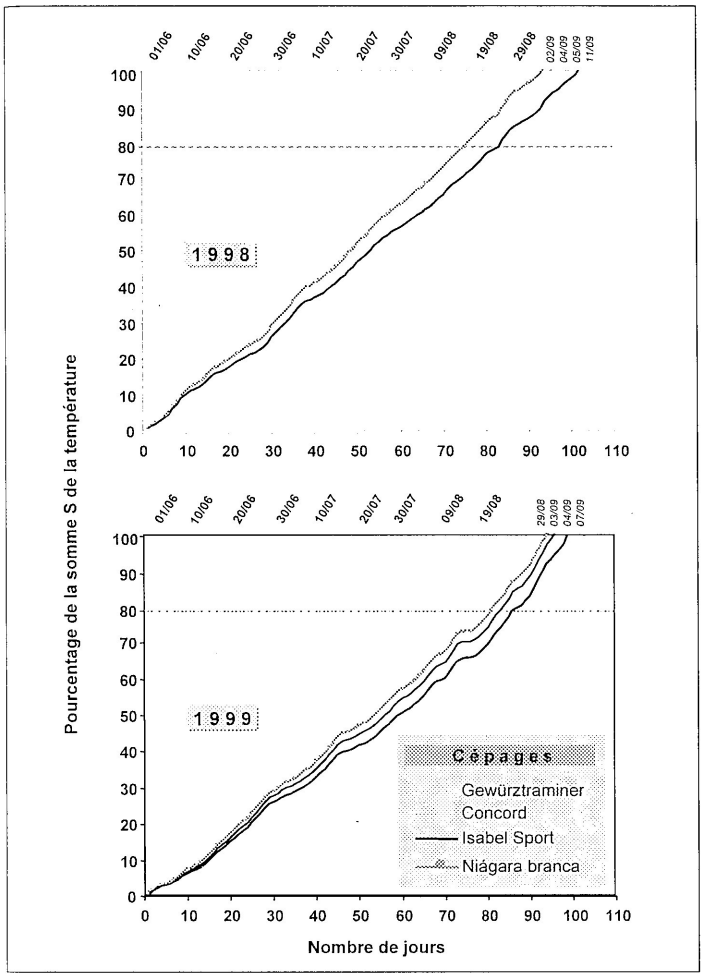


Fig. 4 - Pourcentage de la somme [(s/S).100] et nombre de jours pour le débourrement de 4 cépages de vigne dans les années de 1998 et 1999, à Bento Gonçalves, Brésil.

Percentage of the sum of temperatures [(s/S)*100] and the number of days to sprouting of four grapevine cultivars related to 1998 and 1999. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brazil.

Remerciements : Nous tenons à remercier l'Ingénieur Agronome Umberto Almeida CAMARGO, responsable par le Programme d'Amélioration de la Vigne de l'Embrapa, pour les données phénologiques. Nos remerciements s'adressent aussi à l'académicien du Cours d'Agronomie, M. Kleiton D. SAGGIN pour avoir aidé à la formation de la base de données et à l'élaboration des graphiques. Au CNPq et à la FAPERGS pour l'appui financier.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAILLOD M. et BAGGIOLINI M., 1993. Les stades répères de la vigne. *Rev. suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **28**, 7-9.

CALÓ A., 1972. Influenza di alcune condizioni ambientali sull'epoca di fioritura nella *Vitis vinifera* L. *Riv. Vitic. Enol.*, **25**, 149-161.

DUE G., MORRIS M., PATTISON S. et COOMBE B.G., 1993. Modelling grapevine phenology agains weather: considerations based on a large data set. *Agric. For. Meteorol.*, **65**, 91-106.

MORENO J. A., 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Ed. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.

MUÑOZ G., ORTIZ J. M. et CABELLO F., 1997. Phénologie des variétés de vigne et des clones cultivés dans la «Comunidad de Madrid» (Espagne). Incidence des facteurs climatiques. *Bull. O.I.V.*, 797/798, 537-553.

OLIVEIRA M., 1998. Calculation of budbreak and flowering base temperatures for *Vitis vinifera* cv. Touriga Francesa in the Douro region of Portugal. *Am. J. Enol. Vitic.*, **49**, 74-78.

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

POUGET R., 1966. Étude du rythme végétatif: caractéres physiologiques liés a la précocité de débourrement chez la vigne. *Ann. Amelior. Plant.*, **16**, 81-100.

POUGET R., 1969. Étude méthodologique de la précocité relative de débourrement chez la vigne. *Ann. Amelior. Plant.*, **19**, 81-90.

POUGET R., 1988. Le débourrement des bourgeons de la vigne: méthode de prévision et principes d'établissement d'une échelle de précocité de débourrement. *Connaissance Vigne Vin*, **22**,105-123.

SWANEPOEL J. J.,VILLIERS F. S. de et POUGET R., 1990. Predicting the date of bud burst in grapevines. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **11**, 46-49.

*Partie de la thèse de doctorat soutenue par le 1er auteur à l'Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

Manuscrit reçu le 11 juillet 2003 ; accepté pour publication le 9 décembre 2003

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)