

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

par

R. POUGET

Introduction

Dans un milieu donné, le débourrement des bourgeons latents de la Vigne se produit chaque année à une époque variable qui dépend essentiellement des conditions thermiques de la fin de l'hiver et du début du printemps. Durant toute la période qui précède le débourrement (Phase de pré-débourrement), les bourgeons, qui ont déjà subi l'action des températures basses de novembre et décembre, inductrices de la levée de dormance (POUGET 1963), sont le siège d'une évolution physiologique progressive jusqu'au moment de l'éclatement des écailles (débourrement). Une telle évolution est influencée par la température, qui conditionne à la fois sa vitesse et son intensité. Nous avons montré (POUGET 1966) que les cépages subissent cette évolution physiologique à un rythme d'autant plus rapide que leur débourrement est plus précoce. Mais, si nous avons acquis cette certitude, nous ignorons encore comment s'effectuent dans le bourgeon les transformations physiologiques durant la période de deux à trois mois qui précède le débourrement (Phase de pré-débourrement). Sans parler du déterminisme et de la nature exacte des phénomènes biochimiques qui se manifestent, il nous est impossible de connaître *a priori* le stade exact d'évolution atteint par les bourgeons d'un cépage donné à un instant précis de cette période.

Certes, il est possible de déterminer ce stade *a posteriori* en prélevant les bourgeons et en les plaçant à une température constante jusqu'au débourrement. La vitesse de débourrement nous renseigne alors sur le stade initial des bourgeons au moment du prélèvement. Mais cette méthode indirecte, si elle présente un intérêt théorique certain, n'est pas d'une très grande utilité pour une étude comparée de la dynamique de l'évolution physiologique des bourgeons. C'est en effet la connaissance de cette dynamique qu'il faut rechercher car elle permet de situer à chaque instant le stade d'évolution des cépages les uns par rapport aux autres et par suite de prévoir, dans une certaine mesure, l'époque approximative du débourrement dans le milieu naturel.

Nous allons nous attacher à décrire une méthode qui permet de réaliser cet objectif. Pour cela, nous envisagerons tout d'abord l'action de la température sur le débourrement en cherchant à établir une loi générale d'action. Ensuite, nous utiliserons cette loi pour exprimer l'évolution physiologique des bourgeons pendant la phase de pré-débourrement et faire une étude comparée du débourrement de divers cépages.

I. Recherche d'une loi d'action de la température sur le débourrement

Pour déterminer avec précision l'influence de la température sur l'évolution physiologique des bourgeons, il importe avant tout d'établir, pour chaque cépage, la loi d'action de la température sur le débourrement. Les bourgeons, exposés à différentes températures, doivent pour cela se trouver dans le même état physiologique au départ. Comme les cépages subissent, dans les conditions naturelles, une évolution qui dépend de leur rythme végétatif propre, c'est-à-dire de leur précocité de débourrement, ils ne se trouvent jamais au même moment à un stade d'évolution identique. Nous avons admis (POUGET 1966, 1967) qu'à la suite d'un traitement artificiel de levée de dormance (immersion dans l'eau à 30° C pendant 48 heures).

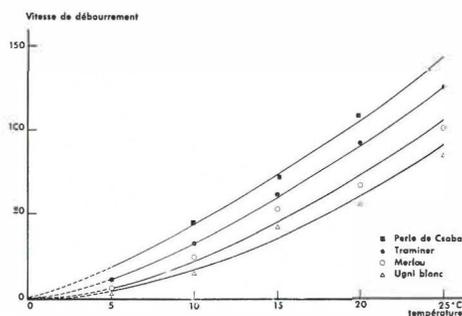


Fig. 1: Variation de la vitesse de débourrement en fonction de la température pour 4 cépages (Perle de Csaba, Traminer, Merlau, Ugni blanc).

appliqué pendant la phase de post-dormance, les bourgeons des différents cépages se trouvent à un stade physiologique suffisamment voisin pour que les vitesses de débourrement à diverses températures puissent être mesurées et comparées.

La méthode expérimentale suivie a été décrite par ailleurs (POUGET 1966). Nous indiquerons seulement les résultats obtenus et les interprétations données.

La vitesse de débourrement qui est définie par la relation:

$$V = \frac{1000}{DD\ 50}$$

où DD 50 représente la durée de débourrement en jours de 50% des bourgeons, varie en fonction de la température suivant une loi de forme logarithmique:

$$V = K \times t^c$$

K et c étant des constantes caractéristiques de chaque cépage et t représentant la température. Les courbes théoriques ont été calculées, après transformation logarithmique, à partir des données expérimentales. La figure 1 représente les variations de la vitesse de débourrement en fonction de la température pour 4 cépages de précocité de débourrement différente (Perle de Csaba, Traminer, Merlau, Ugni blanc). Sur le tableau 1 nous avons reporté les équations des courbes logarithmiques calculées pour les 4 cépages.

Il est à noter que la vitesse de débourrement n'est une fonction logarithmique de la température que dans l'intervalle compris entre 5° et 25° C. Au-dessous de 5° C, le débourrement ne se produit pas et au-dessus de 25° C (à 30° C) la vitesse subit un ralentissement d'autant plus accentué que le cépage est plus précoce.

Tableau 1

Courbes théoriques de variation de la vitesse de débourrement en fonction de la température

	Perle de Csaba	Traminer	Merlau	Ugni blanc
Equation de la courbe logarithmique	$V = 2,270 \times t^{1,285}$	$V = 1,214 \times t^{1,442}$	$V = 0,444 \times t^{1,702}$	$V = 0,223 \times t^{1,865}$

Il nous a été possible, en outre, de montrer que le Q_{10} , qui traduit les accroissements de la vitesse correspondant à des écarts de température de 10° C, varie, d'une part en fonction de la température suivant une loi de forme logarithmique, et d'autre part en fonction de la précocité de débourrement du cépage (POUGET 1967).

II. Détermination de l'évolution physiologique des bourgeons pendant la phase de pré-débourrement

Pendant la phase de pré-débourrement, les bourgeons sont le siège de réactions métaboliques qui conduisent aux mitoses et à la croissance interne de l'apex sans manifestation extérieure visible. La température influe sur la vitesse de ces réactions et son action est cumulative. Ainsi les bourgeons progressent d'une manière irréversible vers le stade du débourrement qu'ils atteignent lorsqu'ils ont été exposés pendant une durée suffisante à telle ou telle température. C'est cette progression continue, dont l'appréciation est très difficile à faire, qui constitue l'évolution physiologique du bourgeon.

Nous venons de voir que l'action de la température sur cette évolution conduisant au débourrement s'exerce selon une loi de nature logarithmique. S'il en est ainsi, nous pouvons utiliser cette propriété pour définir et préciser l'évolution des bourgeons dans les conditions du milieu naturel. Pendant la phase de pré-débourrement, nous admettons que toute température positive exerce chaque jour sur le bourgeon une action égale à la valeur de la vitesse de débourrement déterminée sur la courbe théorique de variation (fig. 1) pour la température et le cépage considérés. Les actions journalières ainsi calculées sont cumulatives et leur sommation peut être effectuée jusqu'au débourrement dans les conditions naturelles. Tel est le principe de l'expression chiffrée de l'évolution physiologique des bourgeons dont nous allons décrire maintenant la méthode pratique de calcul.

A. Méthode pratique d'appréciation de l'évolution physiologique des bourgeons

a) Détermination de l'action journalière de la température

La détermination de l'action journalière de la température sur les bourgeons de chaque cépage se fait, non à partir de la température moyenne, mais à partir des températures maximale et minimale enregistrées à 2 mètres sous abri. En effet, l'action de la température moyenne journalière, déterminée sur la courbe théorique d'action de la température sur la vitesse de débourrement, n'est pas égale à la moyenne des actions des températures maximale et minimale. Il n'en serait ainsi que dans le cas où la variation de la vitesse de débourrement en fonction de la température serait linéaire. Il faut donc considérer, comme BIDABE (1963), que l'action journalière est définie ainsi:

$$\text{Action journalière} = \frac{\text{Action de la température maximale} + \text{Action de la température minimale}}{2}$$

Tableau 2
Coefficients individuels d'action de la température sur le débourrement des
bourgeons latents

Température (D°C)	Perle de Csaba	Traminer	Merlau	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

Au lieu de relever directement l'action de chaque température sur la courbe théorique de la fig. 1, nous utilisons les coefficients données par le tableau 2 pour chaque cépage et pour chaque degré de température.

Les températures maximale et minimale journalières sont arrondies au chiffre supérieur ou inférieur suivant que la première décimale est supérieure ou égale, ou inférieure à 5. L'erreur ainsi commise est négligeable et l'approximation peut donc être considérée comme satisfaisante.

b) Choix de la date d'origine

Pour faire les sommations des actions journalières de la température il est indispensable de choisir une date d'origine. En principe l'évolution physiologique, dont nous nous proposons d'étudier la dynamique, porte sur la phase de pré-débourrement des bourgeons. Le début de cette phase est très difficile à déterminer et il ne peut être connu avec une certaine précision qu'*a posteriori* (POUGET 1963). Nous avons admis, en nous basant sur plusieurs années d'observations et de recherches, que cette phase débutait environ vers le 1er janvier sous le climat de Bordeaux. Il existe

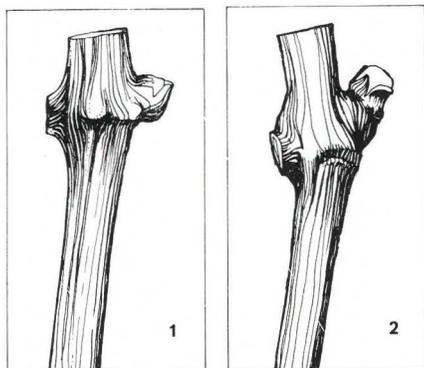


Fig. 2: Stade de débourrement des bourgeons latents; 1: bourgeon non débourré; 2: bourgeon au stade de débourrement.

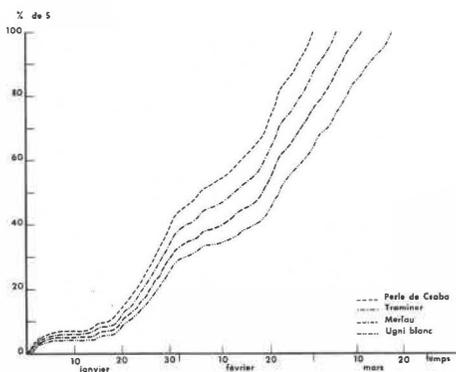


Fig. 3: Variation du pourcentage de la somme des actions journalières de la température (S) pour 4 cépages (Perle de Csaba, Traminer, Merlau, Ugni blanc) au cours de l'année 1967. Pour chaque cépage l'extrémité de la courbe correspond à la date du débourrement observé.

certes un écart de quelques jours entre les dates du début de la phase de pré-débourrement pour des cépages de précocité différente. Cet écart, qui varie d'une année l'autre, est pratiquement impossible à apprécier. Aussi avons-nous choisi le 1er janvier comme date d'origine quel que soit le cépage considéré. Nous savons qu'il s'agit là d'une approximation et par suite d'une source d'erreur, mais nous verrons plus loin que les résultats ne sont pas trop perturbés par cette indétermination. Pour expliquer cela, on peut supposer que les différences existant le 1er janvier dans le degré d'évolution des bourgeons de plusieurs cépages se trouvent atténuées, au moment du débourrement, après la sommation de l'action de la température durant plus de deux mois. Les résultats obtenus montrent que tout se passe comme si cette hypothèse était exacte.

c) Sommation des actions journalières

Les actions journalières, déterminées pour chaque cépage ainsi qu'il vient d'être précisé, sont additionnées jusqu'au jour du débourrement des bourgeons dans les conditions naturelles. On obtient, pour chaque cépage, la somme des actions journalières de la température (S). Comme la date d'origine, la date du débourrement doit être bien définie. Le stade que nous avons retenu est celui que nous avons décrit avec précision par ailleurs (POUGET 1963). Il correspond à l'éclatement du bourgeon et à l'apparition d'une pointe globuleuse recouverte d'une villosité de couleur fauve ou blanchâtre qu'on appelle la «bourre»; d'où l'expression débourrement (fig. 2). Ce stade est voisin du stade B de BAGGIOLINI (1952). Il est très important de noter le débourrement à ce stade précis car il s'agit là de la première manifestation extérieure de la croissance du bourgeon. Nous avons remarqué qu'à partir de ce stade les bourgeons deviennent très sensibles à l'abaissement de la température et qu'ils peuvent de ce fait rester stationnaires pendant plusieurs jours si la température extérieure est trop basse. Un tel phénomène n'est pas rare au printemps dans le vignoble.

Un autre point important et délicat à préciser est la détermination de la date de débourrement d'un cépage dans un milieu donné. Généralement, les auteurs admet-

tent que le débourrement est atteint lorsque 50% des bourgeons d'un cep ou d'une parcelle ont débourré. Nous avons admis, pour le cas qui nous intéresse ici, qu'il était préférable de considérer les premiers bourgeons débourrés pour chaque cépage (environ 10%) et de fixer la date de débourrement à ce moment précis. Certes il existe, comme l'expérience l'a montré, une incertitude de l'ordre de 2 à 3 jours, dans l'appréciation de la date exacte du débourrement d'un cépage.

Cette marge d'imprécision peut difficilement être réduite si l'on remarque que le débourrement d'un même cépage est influencé, dans un milieu déterminé, par de très nombreux facteurs (date de taille, âge et vigueur de la plante, porte-greffe, position du bourgeon sur le sarment, etc.) qu'il n'est pas dans notre intention d'étudier ici. La comparaison entre cépages doit, pour être juste, être établie en tenant compte de tous ces facteurs. Le plus important d'entre eux paraît être la date de taille. Il est absolument indispensable, si l'on veut comparer la précocité de débourrement de plusieurs cépages, de choisir une date de taille antérieure à l'apparition des pleurs de manière à ne pas influencer sur l'époque du débourrement.

Nous avons ainsi procédé pour quatre cépages (Perle de Csaba, Traminer, Merlau, Ugni blanc) pendant 6 années. Les sommes des actions journalières de la température sont pratiquement constantes pour un même cépage (POUGET 1967). Au cours des 5 premières années nous avons choisi, comme date de fin de sommation, la date de débourrement de 50% des bourgeons. Des analyses plus précises et des observations effectuées au cours de la sixième année nous ont conduit à choisir, comme date de fin de sommation, la date d'apparition des premiers bourgeons débourrés d'un même cépage (environ 10%). Le tableau 3 indique les valeurs des sommes des actions journalières de la température (S) obtenues pour 4 cépages. Ces valeurs de S représentent les moyennes de 6 années d'observations (4 seulement pour Perle de Csaba).

Il apparaît en premier lieu sur ce tableau que les sommes sont plus élevées pour les cépages à débourrement précoce que pour les cépages à débourrement tardif. Il est remarquable en outre de constater que la somme S est constante d'une année à l'autre pour un même cépage, ce qui semble indiquer que la méthode est fidèle et constitue une appréciation satisfaisante de l'évolution physiologique des bourgeons pendant la phase de pré-débourrement. L'imprécision, qui résulte du choix de la date d'origine et de la détermination de la date de débourrement, ne paraît pas modifier de manière sensible la valeur moyenne de la somme S. On peut, d'après les interprétations statistiques (POUGET 1967) et d'après les observations au vignoble, estimer que l'erreur commise sur l'appréciation de S est de l'ordre de 2 à 4 jours. Il est impossible de préciser davantage cette erreur puisqu'il faut, pour ce faire, tenir compte de facteurs multiples dont il est difficile de mesurer la portée. De toute façon, la précision obtenue paraît satisfaisante pour le but poursuivi.

d) Estimation de l'évolution physiologique de plusieurs cépages

Connaissant la valeur moyenne S de la somme des actions journalières de la température pour chaque cépage, il est dès lors possible d'exprimer l'évolution suivie

T a b l e a u 3
Valeur des sommes des actions journalières de la température (S)
(moyenne de 6 années)

Perle de Csaba	Traminer	Merlau	Ugni blanc
1770	1560	1250	1070

par les bourgeons dans le milieu naturel. Chaque jour la valeur atteinte par la somme des actions est traduite en pourcentage de la somme moyenne S du cépage considéré (tableau 3). On obtient une représentation de l'évolution physiologique des bourgeons de ce cépage. La comparaison des courbes de variation de ce pourcentage en fonction du temps permet de faire ressortir avec précision les écarts qui existent à chaque instant entre des cépages de précocité de débourrement différente (fig. 3). Il devient donc possible, durant la phase de pré-débourrement, de suivre au jour le jour l'évolution des bourgeons vers le débourrement et d'apprécier la progression relative de différents cépages. Cette méthode peut même conduire à faire des prévisions de la date de débourrement, surtout vers la fin de la phase de pré-débourrement, quand les bourgeons ont atteint environ 75% de la somme S . Cette possibilité offre des avantages certains car, jusqu'à présent, on ne disposait d'aucun moyen pour connaître le degré exact d'évolution des bourgeons peu de temps avant le débourrement et pour prévoir, même approximativement, la date de l'entrée en végétation. La comparaison des courbes d'évolution pendant plusieurs années dans un milieu déterminé fournit de précieuses indications qui permettent de prévoir, 2 à 3 semaines auparavant, la période du débourrement à quelques jours près.

B. Discussion

La méthode que nous venons d'exposer diffère fondamentalement des méthodes classiques basées sur les sommes de température. Ces dernières en effet attribuent la même action de la température à toutes les variétés, quel que soit leur rythme végétatif. Elle diffère également de la méthode de BIDABE (1963, 1966) qui s'appuie sur la loi exponentielle d'action des températures. Cet auteur réussit, grâce à l'utilisation de Q_{10} appropriés, à prévoir avec précision la date de floraison du Pommier. La méthode proposée par BALDWIN (1966) est basée sur un principe différent. Elle fait appel à une régression multiple de sommes de température maximales et minimales et ne s'applique qu'à la Sultanine. BRANAS *et al.* (1946) proposent pour chaque cépage une température moyenne de débourrement ou t_0 , qui varie selon les années et selon les milieux. Une telle donnée, dont la variabilité est si forte, peut difficilement être utilisée pour caractériser un cépage et, à plus forte raison, pour prévoir son débourrement.

La méthode qui vient d'être décrite s'écarte fondamentalement des méthodes précédentes. Elle est basée sur le fait que la température exerce une action différente sur chaque cépage. Cette action, qui est d'autant plus importante que le cépage est plus précoce, a été mesurée expérimentalement en plaçant des bourgeons, prélevés pendant la phase de post-dormance, à des températures de débourrement différentes. Les coefficients d'action attribués à chaque température varient donc avec la température et avec le cépage. On peut admettre que ces coefficients sont caractéristiques du rythme végétatif de chaque cépage quel que soit le milieu de culture.

Nous pensons donc que les coefficients et la somme moyenne S des actions journalières de la température, proposés pour les 4 cépages étudiés (Perle de Csaba, Traminer, Merlau, et Ugni blanc), donnent une estimation satisfaisante de la réalité puisque, dans le climat de Bordeaux, ils ont été mis à l'épreuve avec succès pendant 6 années. Certes, nous ne prétendons pas que ces constantes sont intangibles. Elles sont certainement perfectibles mais leur précision est suffisante pour le but que nous leur avons assigné.

Il serait du plus haut intérêt de tester cette méthode dans des milieux différents de celui de Bordeaux. Il se pourrait que la date d'origine ne soit pas partout la même. Il est même fort probable qu'elle doit varier d'un milieu à l'autre. On peut penser, *a priori*, qu'il faut l'avancer dans un climat plus chaud et la retarder dans un climat plus froid. L'observation et l'expérimentation sur place doivent permettre de vérifier cette opinion.

On peut se demander enfin quel est l'intérêt d'une telle méthode. Il est double à notre avis. Pour le chercheur d'abord, elle est un instrument utile pour l'étude du rythme végétatif des cépages et de la croissance. Elle constitue un point de départ pour approfondir la connaissance du mécanisme physiologique de la dormance. Pour le praticien enfin, cette méthode est utile dans la mesure où elle rend possible la prévision à courte échéance de la date du débourrement. Cette connaissance peut conditionner le déroulement de travaux tels que la taille et les traitements antiparasitaires (lutte contre l'esca, l'excoriose ou le black-rot). Cet aspect mérite d'être souligné.

III. Conclusion

La méthode d'appréciation de l'évolution des bourgeons avant le débourrement ne constitue qu'un essai pour représenter d'une manière tangible des phénomènes physiologiques complexes dont la nature exacte nous échappe encore. Basée sur la réaction individuelle à la température de chaque cépage, elle constitue un moyen suffisamment précis pour suivre dans le temps l'évolution physiologique des bourgeons et pour prévoir à court terme la date du débourrement dans les conditions naturelles.

Il est à souhaiter que cette méthode soit testée dans d'autres milieux de culture en respectant scrupuleusement les conditions qui ont été précisées plus haut. Son application risque toutefois d'être limitée car elle suppose la détermination préalable des coefficients d'action de la température pour chaque cépage. Nous nous efforcerons d'obtenir expérimentalement ces coefficients pour de nouveaux cépages.

Résumé

L'étude du débourrement de bourgeons latents ayant subi un traitement préalable de levée de dormance (immersion dans l'eau à 30° C pendant 48 heures) a permis de montrer que la vitesse de débourrement varie en fonction de la température suivant une loi de nature logarithmique entre 5 et 25° C. Chaque cépage est caractérisé par des constantes expérimentales qui traduisent sa réaction à la température et par suite sa précocité de débourrement.

Dans les conditions naturelles, chaque température exerce sur les bourgeons une action d'autant plus forte que le cépage est plus précoce. La somme des actions journalières de la température, calculée depuis une date d'origine jusqu'au débourrement, s'est révélée constante chaque année, dans un milieu et pour un cépage donné. Les études ont porté sur quatre cépages (Perle de Csaba, Traminer, Merlau, Ugni blanc) pendant 6 années.

L'évolution physiologique comparée des bourgeons au cours de la phase de pré-débourrement peut être appréciée grâce à cette méthode. Il est ainsi possible de prévoir, dans une certaine mesure, la date approximative du débourrement en se basant sur l'évolution de la somme des actions journalières de la température pour chaque cépage.

Bibliographie

- BAGGIOLINI, M., 1952: Les stades repères dans le développement annuel de la Vigne et leur utilisation pratique. *Rev. rom. Agric. Vitic.* 7, 4—6.
- BALDWIN, J. G., 1966: Dormancy and time of bud burst in the Sultana vine. *Austral. J. Agric. Res.* 17, 55—68.
- BIDABE, B., 1963: Contrôle de l'époque de floraison du Pommier par une nouvelle conception de l'action des températures. *C. R. Acad. Agric. France* 49, 934—945.
- — , 1966: L'action des températures sur l'évolution des bourgeons de l'entrée en dormance à la floraison. 96ème Congr. de la Soc. Pomologique de France. 51—66.
- BRANAS, J., BERNON, G., LEVADOUX, L., 1946: *Eléments de Viticulture générale*. 400 p. Ec. Nat. Agr. Montpellier.
- HUGLIN, P., 1958: Recherches sur les bourgeons de la Vigne: initiation florale et développement végétatif. Thèse, Strasbourg.
- POUGET, R., 1963: Recherches physiologiques sur le repos végétatif de la Vigne (*Vitis vinifera* L.): la dormance des bourgeons et le mécanisme de sa disparition. Thèse Doc. Sc. Nat. Bordeaux. et *Ann. Amélior. Plantes* 13 (hors série 1), 1—247.
- — , 1966: Etude du rythme végétatif: caractères physiologiques liés à la précocité de débourrement chez la Vigne. *Ann. Amélior. Plantes.* 16, 81—100.
- — , 1967: Relations entre la dormance et le rythme végétatif chez la Vigne. *Bull. Soc. Bot. France* (à paraître en 1967).
- SAYAG, G. J., 1965: *Mathématiques appliquées aux Sciences physiques et naturelles*. Tome I. 510 p., 1ère éd. Ed. Doin, Paris.

Eingegangen am 26. Mai 1967

Dr. R. POUGET
Stat. Recherches Viticulture
I. N. R. A.
Pont-de-la-Maye (Gironde)
France