Connaissance Vigne Vin, 1976, **10,** N° 3, 227-247.

# LE DESSECHEMENT DE LA RAFLE DANS LE VIGNOBLE BORDELAIS

J. DELAS *, P. DUMARTIN **, C. MOLOT *, J.-C. BONIFACE **

* Institut National de la Recherche Agronomique
Station d'Agronomie - Centre de Recherches de Bordeaux,
33140 Pont de la Maye (France)

** Institut Technique de la Vigne et du Vin
C.E.T.E.X. de Viticulture I.T.V. de Bordeaux
33800 Bordeaux (France)

Le dessèchement de la rafle, appelé aussi flétrissement pédonculaire ou bien **Stiellähme** par les auteurs de langue allemande, est un trouble physiologique de la Vigne, probablement très ancien mais dont les dégâts importants ne furent signalés en Suisse, en Allemagne et dans l'Est de la France qu'aux environs des années 1950-1960. Ce n'est que plus récemment encore que les vignobles méridionaux furent également atteints.

De nombreux travaux ont été consacrés au dessèchement de la rafle : conditions d'apparition, causes, méthodes de lutte. Nous nous proposons dans cet article de rappeler brièvement, sans faire d'étude bibliographique exhaustive, les principales données acquises qui concernent essentiellement des vignobles septentrionaux, puis de faire le point des résultats obtenus dans le Bordelais.

## I. RAPPELS CONCERNANT LE DESSECHEMENT DE LA RAFLE

Les données exposées dans ce chapitre proviennent de mises au point récentes effectuées par ALLEWELDT et HIFNY (1972), BRECHBUHLER (1973), GÄRTEL (1974), HIFNY et ALLEWELDT (1972), STELLWAAG-KITTLER (1975).

### 1° Les symptômes

Le dessèchement de la rafle se manifeste à un stade physiologique bien déterminé : la véraison et, plus précisément, entre la mi-véraison et la fin véraison, quand dans les baies le degré alcoolique en puissance est de l'ordre de 5 à 6°. Des nécroses déprimées, plus ou moins étendues,

apparaissent sur le pédoncule, l'axe principal de la grappe ou ses ramifications. Ces nécroses ont une couleur foncée et sont en général séparées des tissus sains par une démarcation très nette. Privées d'alimentation, les grappes ou parties de grappes isolées du cep par les nécroses flétrissent et se dessèchent sans parvenir à maturité ; très souvent même, elles tombent sur le sol. Il arrive, surtout dans le cas de grappes très compactes, que les atteintes du pédoncule passent inaperçues et que le flétrissement des baies ou la chute des raisins signale l'atteinte.

Sur le plan histologique, il semble que les nécroses apparaissent dans les cellules externes de la rafle, au niveau des cellules sous-stomatiques. L'aspect déprimé de ces nécroses est dû à la plasmolyse et à l'affaissement progressif des cellules atteintes. Tant que les atteintes se limitent à l'épiderme et aux cellules voisines, la croissance des baies n'est guère modifiée mais, si les nécroses atteignent l'écorce et les vaisseaux conducteurs, le dessèchement des grappes ou portions de grappes commence à se produire.

Il est bien évident que ce trouble a de graves conséquences sur l'importance de la récolte et sur sa qualité : beaucoup de grains flétris tombent au sol et, en raison de l'arrêt de la maturation, les autres ne donnent qu'un jus acide, peu sucré et peu coloré.

Le dessèchement de la rafle, trouble d'origine physiologique, est parfois confondu avec la pourriture pédonculaire, maladie provoquée par un champignon parasite, **Botrytis cinerea.** Les différences entre les deux phénomènes sont cependant importantes. Les nécroses des rafles et des pédoncules que peut provoquer la pourriture sont en général plus claires et ont des limites moins nettes que celles dues au dessèchement ; les fructifications du champignon (les conidies) sont souvent visibles ; la pourriture peut survenir à n'importe quel stade d'évolution de la grappe — pourvu que des conditions précises d'humectation soient remplies — et elle apparaît fréquemment avant la véraison, alors que le dessèchement ne se manifeste qu'après la véraison. Il arrive cependant que les deux phénomènes se superposent, **Botrytis cinerea** pouvant envahir en fin de saison des rafles déjà atteintes par le dessèchement.

### 2° Les conditions d'apparition

Grâce à de nombreuses observations concordantes, les facteurs favorables à l'apparition du dessèchement de la rafle sont assez bien connus.

Le dessèchement semble se manifester avec le plus d'intensité chez les vignes vigoureuses et portant une forte charge. Cette vigueur peut être la conséquence de l'âge de la vigne (les vignes jeunes sont plus sensibles), de l'emploi de porte-greffes vigoureux tels que le **SO4** ou le **5 BB**, ou de l'adoption de techniques culturales accroissant la vigueur : vignes hautes et larges, fumures abondantes, emploi de produits de traitement peu phytotoxiques, diminution des opérations de taille en vert, etc. Il n'est donc pas étonnant que le dessèchement de la rafle se manifeste plus fréquemment depuis les récentes modifications des modes de conduite traditionnels de la Vigne.

Le dessèchement est observé dans des types de sols très différents ; cependant, l'alimentation de la Vigne en magnésium semble jouer un rôle important dans la sensibilité à cet accident : c'est ainsi que les vignes qui présentent des symptômes foliaires de carence magnésienne ou qui reçoivent des fumures potassiques excessives — induisant par antagonisme une carence en magnésium — ou bien qui sont greffées sur des porte-greffes (tels que **44-53**) très sensibles à l'insuffisance magnésienne, sont particulièrement sujettes au dessèchement de la rafle. Nous verrons plus loin que ce rôle du magnésium est confirmé par des considérations analytiques et par le fait que l'apport de magnésium aux grappes est un traitement efficace de ce trouble.

La nature du cépage intervient nettement dans la sensibilité au flétrissement : c'est ainsi qu'en Alsace le **Gewurztraminer** se révèle particulièrement vulnérable.

Les conditions climatiques semblent jouer un rôle important : certaines années sont très favorables au dessèchement de la rafle, sans que l'on sache exactement à quel élément du climat il faut attribuer cette observation ; on a simplement remarqué que les pluies abondantes avant la véraison suivies de sécheresse favorisent le dessèchement.

Parmi les derniers éléments pouvant intervenir, il faut citer la coulure des grappes qui favoriserait le dessèchement, ainsi qu'un effeuillage tardif.

### 3° **Les causes**

L'hypothèse d'une attaque parasitaire étant maintenant abandonnée, le dessèchement de la rafle est considéré par tous les auteurs comme un trouble physiologique de la Vigne mais l'accord est loin d'être réalisé

quant à l'origine de ce trouble et de nombreuses théories s'affrontent. Nous passerons brièvement en revue trois des thèses les plus fréquemment avancées.

La première est celle d'un manque de calcium et de magnésium dans les tissus de la rafle (STELLWAAG-KITTLER et HAUB, 1964). De nombreuses analyses ont en effet mis en évidence que les teneurs en calcium et en magnésium des rafles atteintes étaient inférieures à la normale et qu'en conséquence les rapports K/Ca, K/Mg ou K/Ca + Mg étaient plus élevés dans les rafles des grappes flétries que dans celles des grappes saines. FEUCHT, FORCHE et PORSTENDÖRFER (1975) ont récemment confirmé, par l'analyse aux rayons X, le déséquilibre considérable entre calcium et potassium dans les tissus des rafles atteintes. Cette hypothèse est renforcée par les observations sur le rôle aggravant de la carence magnésienne ou de l'excès de fumure potassique et, surtout, par l'efficacité des apports de sels de calcium et de magnésium sur grappes comme traitement du dessèchement. Mais on ne connaît pas l'origine de cette carence localisée en calcium et en magnésium, ni les mécanismes qui conduiraient, à partir de ce déficit, à l'apparition des nécroses (certains acides organiques se combinant au calcium contribueraient à l'immobiliser au moment de la véraison).

Une autre théorie attribue l'apparition du dessèchement de la rafle à un déséquilibre hormonal (GÄRTEL, 1974). Alors que la concentration en auxines est habituellement plus élevée dans les grappes que dans les rameaux, il peut arriver — croissance exubérante des rameaux, synthèse insuffisante d'auxines dans les raisins — que ce gradient de concentration s'inverse : il en résulte l'apparition de zones de séparation dans les tissus de la grappe ; les acides pectiques des lamelles centrales liant entre elles les cellules se décomposent, ce qui entraîne l'histolyse des cellules et l'apparition des nécroses. Les chaînes d'acides pectiques des lamelles sont liées entre elles par du calcium et du magnésium. Pour les partisans de cette théorie hormonale, l'efficacité des apports de calcium et de magnésium sur grappes s'expliquerait par le rôle de ces cations : tant que la destruction des chaînes pectiques ne serait pas trop avancée, les traitements à base de calcium et de magnésium pourraient enrayer le phénomène.

La troisième théorie concerne l'existence d'un déficit en eau de la rafle (STELLWAAG-KITTLER et ZILLIKEN, 1972). Chez la Vigne jeune, la pression osmotique des tiges est supérieure à celle des baies mais, au cours de la maturation, le phénomène s'inverse et la pression osmotique

du grain devient plus élevée. Il résulte de cette inversion — dont la date, variable selon les cépages, correspond à l'époque d'apparition des premiers symptômes — des difficultés de transfert de l'eau des baies vers les rafles. Plus la différence de pression — variable elle aussi selon les cépages — sera grande, plus ces difficultés de transfert seront importantes. Une perturbation de l'alimentation en eau de la rafle, à ce stade critique, ne pourra être compensée par un dessèchement du grain et se traduira — si les autres causes favorisant ce trouble sont réunies — par l'apparition des symptômes. A l'appui de cette théorie, on cite l'efficacité des traitements à base de sels de magnésium attribuée à leur hygroscopicité et celle, parfois constatée, des traitements inhibant la transpiration.

Nous ne disposons donc pas encore d'une théorie cohérente et satisfaisante du déterminisme physiologique du dessèchement de la rafle. Il faut cependant remarquer que la plupart des hypothèses avancées jusqu'ici mettent en cause, d'une façon ou d'une autre, le rôle du calcium et du magnésium.

### 4° **Les traitements**

L'efficacité des pulvérisations sur grappes, à la véraison, de sels de calcium et de magnésium comme traitement du dessèchement de la rafle a été démontrée il y a une dizaine d'années. Les premiers essais associaient les chlorures de calcium et de magnésium, dont la concentration ne devait pas dépasser 0,5 p. 100 en raison des risques de phytotoxicité. Par la suite, l'apport de magnésium seul s'est révélé aussi efficace que le mélange des deux cations et le sulfate de magnésium, moins phytotoxique, a été préféré au chlorure. Les conditions d'emploi du sulfate de magnésium sont très importantes : les grappes doivent être abondamment mouillées et il faut apporter à chaque traitement 60 à 75 kilogrammes par hectare de sulfate de magnésium (ce qui correspond, pour une concentration en sulfate de magnésium de 5 p. 100, à la pulvérisation de 1 200 à 1 500 litres d'eau par hectare). Deux traitements doivent être effectués : le premier en tout début de véraison, le second dix jours après le premier (BRECHBUHLER, 1973). Malgré ces précautions, l'efficacité des pulvérisations sur grappes reste variable et n'est jamais totale.

Les apports au sol de sels de magnésium, dont l'intérêt est encore contesté, sont peu utilisés.

Mais les traitements directs ne sont pas la seule méthode de lutte : il faut également prévenir les risques de dessèchement de la rafle en

modifiant les techniques culturales de la vigne qui accroissent sa sensibilité au flétrissement : choix de porte-greffes peu sensibles, diminution de la vigueur excessive, rationalisation des fumures, etc.

## II. RESULTATS OBTENUS DANS LE VIGNOBLE BORDELAIS

Le dessèchement de la rafle est apparu assez récemment dans le vignoble bordelais où il semble provoquer, certaines années, des dégâts sérieux.

Pour évaluer l'importance exacte de cet accident, une enquête fut entreprise auprès des viticulteurs bordelais en 1971, à l'initiative de l'Institut National de la Recherche Agronomique (Stations d'Agronomie, de Pathologie végétale, de Recherches de Viticulture, du Centre de Recherches de Bordeaux), de l'Institut Technique du Vin et de la Chambre d'Agriculture de la Gironde. Cette enquête se proposait également de fixer, pour une année donnée, l'importance relative du dessèchement de la rafle et de la pourriture pédonculaire provoquée par **Botrytis cinerea.** Les résultats de cette enquête furent complétés par de nombreuses observations dans le vignoble, effectuées la même année.

En 1971, les atteintes de pourriture pédonculaire **(Botrytis)** furent rares mais les manifestations du dessèchement de la rafle très fréquentes. Ce trouble a été observé dans des situations très diverses, tant sur le plan géographique que sur celui des sols, et les facteurs favorables à l'apparition de cet accident se sont révélés être les mêmes que ceux déjà reconnus (voir chapitre précédent). Quelques particularités du vignoble bordelais doivent cependant être soulignées :

— Le **Cabernet-Sauvignon** est nettement plus vulnérable que les autres cépages rouges, et le **SO4** plus que les autres porte-greffes. Il en résulte que l'association **Cabernet-Sauvignon / SO4,** adoptée depuis quelques années dans beaucoup de vignobles girondins, est particulièrement sensible au dessèchement de la rafle.

— La sensibilité au dessèchement paraît liée à une certaine structure des tissus de la rafle au moment de la véraison. On peut observer en effet que les parcelles de **Cabernet-Sauvignon** les plus sensibles au dessèchement sont celles dont les rafles restent herbacées après la véraison alors que, habituellement, les tisssus de la rafle de ce cépage durcissent et se lignifient à l'approche de la maturité.

— Cet accident paraît plus fréquent dans les conditions où la carence magnésienne peut s'extérioriser le plus facilement dans le Bordelais, c'est-à-dire en sols sableux pauvres en magnésium et recevant des fumures potassiques excessives (DELAS, 1968 ; DELAS et MOLOT, 1968). Cependant le dessèchement n'est pas toujours accompagné de symptômes foliaires de carence en magnésium.

### 1° Influence du porte-greffe et de l'alimentation en magnésium sur le dessèchement de la rafle.

Nous avons utilisé pour cette étude un essai de comportement de porte-greffes établi en 1969 par l'Institut Technique du Vin, à Podensac (Gironde), en sol sableux de graves (DUMARTIN et BONIFACE, 1975). Les caractéristiques analytiques du sol de l'essai sont indiquées dans le tableau I.

Il s'agit d'un sol sableux, graveleux, de réaction neutre, très pauvre en matière organique et en magnésium, pauvre en acide phosphorique et potassium. La vigne a été plantée en 1969 et greffée sur place l'année suivante.

Parmi les dix porte-greffes mis en comparaison (tous greffés avec **Cabernet-Sauvignon)**, quatre sont utilisés de façon classique dans le Bordelais : **SO4, 196-17, 3309, 44-53**, quatre se rencontrent plus rarement : **Rupestris du Lot, 99 R, 110 R** et **1103 P,** et deux sont des variétés nouvelles en expérimentation : **7079** et **7320.** L'essai comporte neuf rangs contigus, chaque porte-greffe occupant un rang (108 souches) sauf les deux obtentions qui occupent chacune la moitié du même rang. Les écartements sont de 1,80 m x 0,90 m.

Les symptômes de carence magnésienne apparaissant avec des intensités variables selon le porte-greffe, l'Institut National de la Recherche Agronomique et l'Institut Technique du Vin ont décidé en 1971 de mettre à profit le dispositif expérimental pour étudier la sensibilité des divers porte-greffes à la carence en magnésium et au dessèchement de la rafle, ainsi que la réponse de la Vigne à une fertilisation magnésienne.

A cet effet, un apport au sol, en surface, de 2 tonnes par hectare de sulfate de magnésium à 16 p. 100 de MgO est réalisé en décembre 1971 sur une moitié de l'essai. Depuis 1972, deux séries de contrôles sont

## TABLEAU I

### Caractéristiques analytiques du sol de l'essai de porte-greffes de Podensac

| Référence : Profondeur (en cm) : | | Sol 0-20 | Sous-sol 20-40 |
|---|---|---|---|
| Cailloux (> 20 mm) | p. 100 | 2 | 4 |
| Graviers (2-20 mm) | p. 100 | 25 | 28 |
| Terre fine (< 2 mm) | p. 100 | 73 | 68 |
| Sable grossier | p. 100 | 73.5 | 69.5 |
| Sable fin | p. 100 | 11.0 | 11.5 |
| Limon grossier | p. 100 | 5.5 | 7.0 |
| Limon fin | p. 100 | 4.9 | 5.1 |
| Argile | p. 100 | 4.1 | 5.0 |
| Humidité | p. 100 | 0.3 | 0.5 |
| Matière organique | p. 100 | 0.7 | 1.2 |
| Carbone organique | p. 100 | 0.42 | 0.68 |
| Azote total | p. 100 | 0.036 | 0.056 |
| C/N | | 11.7 | 12.1 |
| Complexe absorbant — $K^+$ | p. 1000 | 0.060 | 0.070 |
| Complexe absorbant — $Na^+$ | p. 1000 | 0.005 | 0.005 |
| Complexe absorbant — $Mg^{++}$ | p. 1000 | 0.005 | 0.014 |
| Complexe absorbant — $Ca^{++}$ | p. 1000 | 0.600 | 2.100 |
| Complexe absorbant — CEC | méq. p. 100 g | 2.7 | 3.7 |
| pH dans l'eau | | 6.6 | 7.1 |
| pH dans KCl N | | 6.2 | 7.0 |
| $P_2O_5$ assimilable (JORET-HEBERT) | p. 1000 | 0.083 | 0.120 |
| Calcaire total | p.100 | traces | 0.5 |

Les pourcentages de cailloux, graviers et terre fine sont exprimés en pour cent de terre brute.
Les autres déterminations sont effectuées sur la terre fine séchée à l'air.

effectuées sur chacun des deux traitements (avec et sans magnésium) et pour chaque porte-greffe (en plus des contrôles de récolte dont il ne sera pas fait état ici) :

— appréciation de l'intensité des sympômes de dessèchement pédonculaire, sur 8 souches de chaque parcelle élémentaire : on détermine d'une part le pourcentage de grappes flétries (quotient du nombre de grappes atteintes — quelle que soit l'importance de l'attaque — par le nombre total de grappes) et, d'autre part, le pourcentage moyen de flétrissement par grappe (quotient transformé de la somme de notes données selon la méthode de DESAYMARD — 1968 — par le nombre total de grappes).

— Analyse des feuilles prélevées è la mi-véraison (sur 15 souches) : le potassium et le magnésium sont dosés dans les limbes et dans les pétioles.

Les résultats obtenus en 1972 et 1973 se sont révélés particulièrement intéressants, car ils ont permis de relier les atteintes du dessèchement de la rafle, importantes ces deux années, à la nature du porte-greffe et à l'alimentation minérale de la Vigne.

Les données recueillies en 1973 sont résumées dans les tableaux II et III : le premier se rapporte au traitement « témoin », le second au traitement « sulfate de magnésium au sol ».

L'examen de ces chiffres permet de dégager les conclusions suivantes :

Le dessèchement de la rafle dépend de la nature du porte-greffe. Cinq porte-greffes paraissent nettement plus sensibles que les autres, quel que soit le mode de comptage de flétrissement utilisé, qu'il y ait eu ou non apport de magnésium. Ces porte-greffes sont le **7079,** le **SO4,** le **44-53** (tous trois particulièrement vulnérables), le **110 R** et le **99 R.** Il faut noter que le **SO4,** le **110 R** et le **99 R** sont considérés comme des porte-greffes vigoureux ou très vigoureux (ce qui est confirmé par les contrôles de vigueur réalisés annuellement dans cet essai).

L'apport de magnésium au sol diminue nettement les atteintes du dessèchement de la rafle pour tous les porte-greffes (à l'exception toutefois du **SO4**), sans modifier sensiblement le classement relatif des porte-greffes (comparaison des tableaux II et III).

## TABLEAU II

**Dessèchement de la grappe et alimentation minérale du Cabernet-Sauvignon greffé sur divers porte-greffes**

**Essai de Podensac - 1973** **Traitement : Pas d'apport de magnésium au sol**

Les résultats sont exprimés en mg par gramme de matière sèche

| Porte-greffes | Dessèchement | | Analyse des feuilles prélevées à mi-véraison | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pourcentage de grappes desséchées | Pourcentage de dessèchement par grappes | K | | Mg | | K/Mg | |
| | | | Limbes | Pétioles | Limbes | Pétioles | Limbes | Pétioles |
| 7079 | 34,48 | 3,80 | 12,51 | 27,36 | 1,08 | 2,73 | 11,58 | 10,02 |
| 4453 | 27,02 | 3,07 | 18,26 | 30,28 | 0,78 | 1,94 | 23,41 | 15,60 |
| SO4 | 23,35 | 2,62 | 10,80 | 27,79 | 1,77 | 3,29 | 6,10 | 8,44 |
| 110 R | 16,83 | 1,80 | 11,45 | 27,03 | 1,88 | 4,60 | 6,09 | 5,87 |
| 99 R | 16,79 | 1,67 | 10,30 | 32,06 | 1,85 | 5,29 | 5,56 | 6,06 |
| 7320 | 10,89 | 1,55 | 11,53 | 26,74 | 1,84 | 4,01 | 6,26 | 6,66 |
| RUPESTRIS DU LOT | 11,11 | 1,37 | 11,02 | 25,90 | 1,74 | 4,80 | 6,33 | 5,39 |
| 3309 | 10,47 | 1,12 | 12,77 | 27,09 | 1,40 | 3,39 | 9,12 | 7,99 |
| 196-17 | 7,82 | 0,90 | 10,44 | 25,22 | 1,78 | 3,61 | 5,86 | 6,98 |
| 1103 P | 3,63 | 0,50 | 10,30 | 25,25 | 3,11 | 6,76 | 3,31 | 3,73 |

## TABLEAU III

**Dessèchement de la grappe et alimentation minérale du Cabernet-Sauvignon greffé sur divers porte-greffes**

**Essai de Podensac - 1973**

**Traitement : 2 tonnes par hectare de sulfate de magnésium au sol**

Les résultats sont exprimés en mg par gramme de matière sèche

| Porte-greffes | Dessèchement | | Analyse des feuilles prélevées à mi-véraison | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pourcentage de grappes desséchées | Pourcentage de dessèchement par grappes | K | | Mg | | K/Mg | |
| | | | Limbes | Pétioles | Limbes | Pétioles | Limbes | Pétioles |
| 7079 | 27,00 | 3,62 | 9,42 | 18,88 | 2,25 | 6,39 | 4,18 | 2,95 |
| 4453 | 11,70 | 1,75 | 13,44 | 35,11 | 1,80 | 4,36 | 7,46 | 8,05 |
| SO4 | 26,71 | 3,25 | 10,42 | 31,00 | 1,98 | 4,34 | 5,26 | 7,14 |
| 110 R | 8,03 | 0,80 | 11,93 | 23,54 | 3,09 | 9,28 | 3,86 | 2,53 |
| 99 R | 14,38 | 1,12 | 10,87 | 27,57 | 2,93 | 8,40 | 3,70 | 3,28 |
| 7320 | 1,05 | 0,05 | 8,75 | 13,52 | 3,55 | 10,23 | 2,46 | 1,32 |
| RUPESTRIS DU LOT | 2,52 | 0,25 | 9,56 | 16,82 | 2,53 | 7,83 | 3,77 | 2,14 |
| 3309 | 4,44 | 0,57 | 11,08 | 22,80 | 2,58 | 7,33 | 4,29 | 3,11 |
| 196-17 | 5,82 | 0,67 | 9,88 | 27,98 | 2,53 | 6,06 | 3,90 | 4,61 |
| 1103 P | 0,81 | 0,02 | 9,60 | 24,00 | 3,82 | 9,55 | 2,51 | 2,51 |

En ce qui concerne l'alimentation minérale, il se confirme qu'en sol sableux un apport au sol de sulfate de magnésium, effectué en surface, est rapidement absorbé par la Vigne (DELAS et MOLOT, 1968) : en effet, les organes foliaires des souches provenant de la partie fertilisée en magnésium sont plus riches en magnésium et, en général, plus pauvres en potassium que ceux des souches « témoins » ; le rapport K/Mg des limbes et des pétioles se trouve nettement abaissé par l'apport de magnésium.

Les teneurs en potassium et magnésium des limbes et pétioles varient selon la nature du porte-greffe (les résultats des analyses de 1972, 1974 et 1975 non indiqués ici confirment ce fait). C'est ainsi qu'en l'absence d'apport de magnésium, les porte-greffes **44-53** et **SO4** ont des rapports K/Mg supérieurs à 10, ce qui traduit une alimentation magnésienne insuffisante (DELAS et MOLOT, 1968). C'est en effet sur ces deux porte-greffes que l'on observe, dans l'essai de Podensac, les symptômes les plus nets de carence en magnésium.

Il y a une relation entre la sensibilité du **Cabernet-Sauvignon** au dessèchement de la rafle et les teneurs en potassium et magnésium des limbes et pétioles prélevés à la mi-véraison. Nous indiquons dans le tableau IV les coefficients de corrélation existant entre ces différents éléments pour l'année 1972 (à partir des données non indiquées ici) et pour l'année 1973 (à partir des données des tableaux II et III traitées globalement).

Il existe donc une corrélation négative et hautement significative entre la teneur en magnésium des feuilles et le dessèchement de la rafle ; la corrélation positive entre la teneur en potassium et le flétrissement n'est significative que pour l'année 1972. Il n'y a pas de corrélation entre le dessèchement et la teneur en calcium des feuilles. Ces résultats sont en contradiction avec ceux obtenus dans le vignoble suisse par BOLAY, BOVAY et SIMON (1966) ; ces auteurs ont trouvé une corrélation entre les atteintes du flétrissement et les teneurs en calcium et potassium des feuilles de trois cépages greffés sur deux porte-greffes mais aucune corrélation avec le taux de magnésium. Ce désaccord est peut-être dû à la différence de date de prélèvement des feuilles (mi-véraison dans notre cas, maturité en Suisse).

Quoi qu'il en soit, l'ensemble de nos résultats tend à démontrer que, dans les conditions de l'essai de Podensac, le comportement du **Cabernet-**

## TABLEAU IV

**Coefficients de corrélation entre le dessèchement de la rafle et les teneurs en potassium et en magnésium des feuilles prélevées à la mi-véraison**

**Essai de Podensac**

Les résultats sont exprimés en mg par gramme de matière sèche

| Année | | K | | Mg | | K/Mg | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Limbes | Pétioles | Limbes | Pétioles | Limbes | Pétioles |
| 1972 | Pourcentage de dessèchement : | 0,68** | 0,58** | — 0,68** | — 0,62** | 0,78** | 0,85** |
| 1973 | Pourcentage de grappes desséchées : | 0,42 | 0,42 | — 0,70** | — 0,65** | 0,56** | 0,65** |
| 1973 | Pourcentage de dessèchement par grappe : | 0,41 | 0,40 | — 0,70** | — 0,67** | 0,54* | 0,64** |

* : r significatif au seuil de 5 p. 100

** : r significatif au seuil de 1 p. 100

**Sauvignon** vis-à-vis du dessèchement de la rafle peut être expliqué par des différences d'alimentation en magnésium de la Vigne. Tout facteur (fumure, nature des porte-greffes, etc.) qui provoque des troubles de la nutrition minérale se traduisant par un diminution excessive de la teneur des feuilles en magnésium (ou, ce qui revient au même, un accroissement excessif du taux de potassium) augmente les risques d'apparition du dessèchement de la rafle.

### 2° Traitement du dessèchement de la rafle.

Le rôle du magnésium dans le traitement du dessèchement de la rafle est bien établi ; les apports peuvent intéresser le sol ou la plante.

— Apports de magnésium au sol : nous venons de voir que dans les conditions du vignoble bordelais, en sol sableux, l'apport de sulfate de magnésium à dose élevée (2 tonnes par hectare) est un moyen rapide et efficace de diminuer le dessèchement de la rafle. Ce traitement n'élimine pas cependant tous les risques d'accident dans le cas de porte-greffes très sensibles.

— Pulvérisations de sulfate de magnésium sur les grappes : c'est le moyen de lutte le plus fréquemment utilisé (alors que l'apport au sol est, jusqu'à maintenant, peu pratiqué). Nous avons cherché à préciser les conditions d'emploi et d'efficacité de cette méthode dans notre région, en partant des résultats de BRECHBUHLER (1973).

Un des dispositifs expérimentaux utilisés (1) dans ce travail a été mis en place en 1972, à Saint-Emilion, dans la propriété où quelques années auparavant nous avions conduit nos études sur la carence magnésienne (DELAS et MOLOT, 1968). Il s'agit d'une parcelle de **Cabernet-Sauvignon** greffé sur **SO4,** plantée en 1967. La vigne, établie en sol sableux, est très vigoureuse et présente chaque année des attaques sévères de flétrissement pédonculaire. Le vignoble est mal alimenté en magnésium ainsi qu'en témoignent des symptômes foliaires de carence ou la composition minérale des feuilles (rapport K/Mg des pétioles prélevés à la mi-véraison 1972 égal à 23,72).

Nous avons traité plusieurs groupes de cinq souches successives (4 groupes en 1972, 6 les années suivantes), cinq souches « témoins »

(1) Le Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux (C.I.V.B.) apporte son concours à cette recherche.

étant laissées sans traitement entre chaque groupe. Les pulvérisations de sulfate de magnésium sur grappes ont été faites à la main dans le but de bien mouiller les grappes, à la concentration de 5 p. 100 ; leur nombre

**TABLEAU V**

**Traitement du dessèchement de la rafle par pulvérisations de sulfate de magnésium**

**Essai de Saint-Emilion**

**Pourcentage de grappes flétries ; moyenne des répétitions (4 en 1972, 6 en 1973, 1974, 1975)**

| Année | Nombre de pulvérisations | Date de la Notation | Pourcentage de grappes flétries | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Témoin | Pulvérisations de $SO_4Mg$ sur les grappes |
| 1972 | 2 | 20 septembre | 68,4 | 22,0** |
| | | 28 septembre | 100 | 50,5** |
| | | 6 octobre | 100 | 50,5** |
| 1973 | 3 | 14 septembre | 52,21 | 3,18** |
| | | 21 septembre | 51,14 | 3,66** |
| 1974 | 2 | 5 septembre | 24,80 | 20,88 |
| | | 16 septembre | 59,30 | 43,31* |
| | | 3 octobre | 61,29 | 49,03 |
| 1975 | 3 | 8 septembre | 42,31 | 11,69** |
| | | 16 septembre | 47,63 | 10,34** |
| | | 21 septembre | 57,09 | 15,56** |

* : différence avec le témoin significative au seuil de 5 p 100

** : différence avec le témoin significative au seuil de 1 p. 100

a varié de 2 à 3 (la première en début de véraison, la seconde 8-10 jours après, la troisième 8-10 jours après la deuxième). En cours de maturation, nous avons effectué deux ou trois comptages du nombre des grappes flétries. Les résultats obtenus sont indiqués au tableau V.

L'examen de ces chiffres permet de dégager les conclusions suivantes:

— Chaque année depuis 4 ans, le dessèchement de la rafle provoque des dégâts considérables dans la vigne expérimentale : pour les souches « témoins » toutes les grappes étaient flétries en 1972, plus de la moitié l'ont été les années suivantes. Ceci confirme la sensibilité particulière de l'association **Cabernet-Sauvignon** / **SO4** dans les sols sableux favorables à l'apparition de la carence magnésienne.

— Les apports de sulfate de magnésium sur les grappes ont nettement diminué l'importance du flétrissement (sauf en 1974 où les différences n'ont pas été significatives). Cependant, les parcelles traitées n'ont été à peu près totalement exemptes de dessèchement qu'une seule fois en 1973 ; les autres années, il y avait entre 15 et 50 p. 100 de grappes atteintes parmi les souches traitées.

— Le nombre de pulvérisations sur grappes paraît jouer un rôle important : en 1972 et 1974, années où deux traitements seulement ont été effectués, on a observé les plus fortes atteintes des souches traitées (50 p. 100 des grappes flétries) ; à l'inverse, les trois apports de 1973 et 1975 se sont révélés beaucoup plus efficaces, pour des atteintes de souches « témoins » du même ordre de grandeur. Ce résultat, qui devra être confirmé, semble pouvoir être attribué à la durée de la véraison en 1972 et 1974 qui a rendu la Vigne sensible pendant une plus longue période. Les conditions climatiques qui ont conduit à cet étalement de la véraison n'ayant rien de bien exceptionnel, il paraît prudent, dans les conditions du vignoble bordelais, de prévoir trois pulvérisations sur grappes, espacées chacune de 8 à 10 jours à partir du début de la véraison (au lieu des deux classiquement recommandées).

— Il convient, pour terminer, d'attirer l'attention sur le fait que le traitement des grappes ne paraît pas aisément réalisable dans les conditions de la pratique viticole locale : il est difficile, avec le mode de conduite traditionnel du Bordelais — vignes basses et denses — d'atteindre facilement les grappes au début de la véraison, d'autant plus que les appareils de traitement récents pulvérisent des quantités de liquide insuffisantes.

## III. CONCLUSIONS

Le dessèchement de la rafle provoque certaines années dans le vignoble bordelais des dégâts importants ; l'apparition de ce trouble semble

être sous la dépendance des facteurs mis en évidence dans les vignobles septentrionaux : on peut dire que le dessèchement de la rafle est la conséquence d'une conception de la viticulture moderne qui a conduit à accroître de différentes façons la vigueur des souches et les rendements (porte-greffes, mode de conduite, taille, fumure, etc.).

Les recherches poursuivies dans le Bordelais ont permis de préciser certaines données établies ailleurs et de mettre en évidence des faits nouveaux.

— La nature du porte-greffe joue un rôle important : les porte-greffes vigoureux (**SO4, 110 R, 99 R**) ou sensibles à la carence magnésienne (**44-53**) sont particulièrement atteints par le dessèchement de la rafle.

— L'association **Cabernet-Sauvignon** / **SO4** se révèle très vulnérable car en elle se conjuguent les effets des trois facteurs favorables : cépage sensible, porte-greffe vigoureux, mauvaise alimentation en magnésium.

— L'étude du comportement, en sol sableux de graves, du **Cabernet-Sauvignon** greffé sur 10 porte-greffes a permis de relier les différences de sensibilité au dessèchement de la rafle à la nutrition en magnésium de la Vigne : nous avons, en effet, mis en évidence des corrélations significatives entre les teneurs en magnésium des limbes et des pétioles prélevés à la véraison et les manifestations de flétrissement. Si ce résultat ne permet pas de choisir parmi les théories qui s'efforcent d'expliquer le mécanisme physiologique du phénomène, il démontre l'importance toute particulière qui s'attache, dans les sols sableux sujets à la carence magnésienne, à la correction de ce trouble de l'alimentation de la Vigne.

Dans le vignoble bordelais, le traitement du dessèchement de la rafle doit se situer à deux niveaux.

1° **Les traitements préventifs.**

Il convient tout d'abord de réduire la vigueur des souches : c'est peut-être le moyen de lutte le plus difficile à faire adopter car il est à contre courant de toute une évolution récente.

Il faut en second lieu ne plus utiliser les porte-greffes trop sensibles tels que le **44-53,** et n'adopter qu'avec précaution l'association **Cabernet-**

**Sauvignon / SO4** (limiter, par exemple, son emploi aux sols où les risques de carence en magnésium paraissent nuls).

On doit enfin éliminer les risques de troubles de l'alimentation en magnésium de la Vigne dans les sols sableux où ils se manifestent le plus aisément. Il est bon pour cela de réaliser en fumure de fond avant plantation des apports massifs de magnésium (amendement calco-magnésien en sol acide, sulfate de magnésium en sol neutre ou calcaire. DELAS et MOLOT, 1968). Il faut en outre éviter en cours de végétation tout apport excessif de potasse susceptible, dans ces sols légers, d'entraîner par antagonisme des difficultés d'alimentation en magnésium. Dans la plupart des cas, la fertilisation potassique d'entretien du vignoble bordelais ne doit pas dépasser 60 unités de $K^2O$ par hectare et par an (y compris éventuellement l'apport par les amendements organiques).

2° **Les traitements curatifs.**

Dans les vignes où se manifeste le dessèchement de la rafle, le viticulteur peut utiliser deux méthodes :

— Les pulvérisations sur grappes de sulfate de magnésium à la concentration de 5 p. 100, au nombre de trois, espacées de 8 à 10 jours à partir du début de la véraison (60 kilogrammes de sulfate de magnésium à 16 p. 100 de MgO par hectare chaque fois). Ces apports, qui ne sont en général pas d'une efficacité absolue, diminuent néanmoins l'importance des atteintes. Mais ils nous paraissent d'un emploi difficile dans les conditions de la pratique viticole locale (difficulté d'atteindre et de mouiller suffisamment les grappes).

— Les apports de magnésium au sol (formes indiquées pour les traitements préventifs) ; cette méthode est bien adaptée aux sols sableux du Bordelais, où elle se révèle rapidement efficace (sauf dans le cas du porte-greffe SO4 qui ne semble réagir qu'aux apports sur grappes).

Manuscrit reçu le 14 mai 1976.

## RESUMÉ

Le dessèchement de la rafle provoque parfois de sérieux dégâts dans le vignoble bordelais ; deux facteurs jouent un rôle important dans la sensibilité à ce trouble :

— la nature du porte-greffe : les porte-greffes vigoureux (SO4, 110 R, 99 R) ou sensibles à la carence magnésienne (44-53) sont particulièrement atteints. Le Cabernet-Sauvignon greffé sur SO4 est très vulnérable.

— Les troubles de l'alimentation en magnésium : les manifestations de dessèchement sont significativement liées aux teneurs en magnésium des feuilles.

Des méthodes de traitement adaptées au vignoble bordelais sont proposées : apports de magnésium au sol ou sur les grappes, rationalisation des fumures potassiques, choix de porte-greffes peu sensibles.

## SUMMARY

The withering of stalks sometimes causes serious damage in the Bordeaux vineyards ; two factors play an important part in the sensitiveness to this trouble :

— the nature of the stock : the vigorous stocks (SO4, 110 R, 99 R) or those sensitive to a deficiency in magnesium (44-53) are particularly affected. The Cabernet-Sauvignon grefted on SO4 is very vulnerable.

— the disorder from the supply of magnesium : the instances of withering are linked significantly to the amounts of magnesium contained in the leaves.

Methods of treatment adapted to the Bordeaux vineyards are proposed : adding magnesium to the soil or to the bunches of grapes, rationalization of the potassic manures, choosing stocks which are not sensitive.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Stiellähme ruft manchmal ernsthafte Schäden in den Weinbergen des Bordeaux-Gebietes hervor ; zwei Faktoren spielen in der Empfindlichkeit gegenüber diesen Störungen eine wichtige Rolle :

— die Art der Rebunterlage : kräftige Rebträger (SO4, 110 R, 99 R) oder solche, die gegenüber Magnesiummangel empfindlich sind (44-53), werden besonder leicht befallen. Die aug SO4 gegfropfte Cabernet-Sauvignon-Rebe ist sehr empfindlich.

— Störungen bei der Magnesium-Versorgung : Die Stiellähme in bezeichnender Weise mit dem Magnesiumgehalt der Blätter in Zusammenhang stehend.

Den Bordeaux-Weinbergen angepasste Behandlungsmethoden werden vorgeschlagen: Magnesiumanreicherung des Bodens oder der Trauben, Rationalisierung der Kalidüngung, Auswahl weniger empfindlicher Rebunterlagen.

## RESUMEN

La desecación del escobajo provoca, a veces, serios daños en el viñedo Bordelés ; dos factores juegan un importante papel en la sensibilidad a esta pertubación :

— la naturaleza del porta-interjo : los porta-interjo vigorosos (SO4, 110 R, 99 R) o sensibles a la carencia magnesiana (44-53) son particularmente atacados. El Cabernet-Sauvignon injertado sobre SO4 es muy vulnerable.

— las anomalias de la alimentación en magnesio : las manifestaciones de desecación estan significativamente ligadas a las dosis en magnesio en las hojas.

Métodos de tratamiento adaptados al viñedo Bordelés son propuestos : aportaciones de magnesio al suelo o en los racimos, racionalización de los abonos potasicos, elección de porta-injertos poco sensibles.

## RIASSUNTO

Il disseccamento del raspo provoca a volte danni molto seri nelle vigne Bordelesi ; due fattori hanno un ruolo importante per quanto riguarda la sensibilità a questo disturbo :

— La natura del porta-innesto : i porta-innesti vigorosi (SO4, 110 R, 99 R) o sensibili alla carenza die magnesio (44-53) sono particolarmente colpiti.
Il Cabernet-Sauvignon innestato su SO4 é molto vulnerabile.

— I distrubi dell'alimentabione in magnesio : le manifestazioni di disseccamento sono significativamente legate al contenuto in magnesio delle foglie.

Dei metodi di trattamento adattati alle vigne Bordelesi sono proposti : apporto di magnesio al suolo o sui grappoli, razionalizzazione delle concimazioni potassiche, scelta di porta-innesti poco sensibili.


## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES


ALLEWELDT G. et HIFNY H.A.A., 1972. Zur Stiellähme der Reben. II. Kausalanalytische Untersuchungen. **Vitis, II,** 10-28.

BOLAY A., BOVAY E. et SIMON J.L., 1966. Le dessèchement de la rafle du raisin en 1965. **Agricult. romande,** 5, 25-28.

BRECHBUHLER Ch., 1973. Mise au point sur le dessèchement de la rafle. **Vignes Vins,** 220, 13-20.

DELAS J., 1968. Etude par analyse foliaire de la carence en magnésium dans le vignole bordelais. 2e Coll. Europ. Médit. Contrôle Fertil. Séville. **Le Contrôle de la fertilisation des plantes cultivées,** 343-352.

DELAS J. et MOLOT C., 1968. Traitement de la carence en magnésium dans le vignoble bordelais. Résultats de quatre ans d'essai. **C. R. Acad. Agric. Fr., 54,** 279-290.

DESAYMARD P., 1968. Notations et méthodes de notations en phytopharmacie. **Phytiatr. Phytopharm.,** 17, 163-173.

DUMARTIN P. et BONIFACE J.C., 1975. Les enseignements d'un essai de porte-greffes. **Vignes Vins,** 240, 23-26.

FEUCHT W., FORCHE E. et PORSTENDÖRFER J., 1975. Ermittlung der Kalium- und Calciumverteilung in Traubenaschen von Vitis vinifera mit Hilfe der Röntgenstrahlenmikroanalyse am Rasterelektronenmikroscop. **Vitis, 14,** 190-197.

GÄRTEL W., 1974. Le flétrissement des grappes. Causes et traitements. **Bull. O.I.V., 47,** 669-677.

HIFNY H.A.A. et ALLEWELDT G., 1972. Untersuchungen zur Stiellähme der Rebe. I. Die Symptomatologie der Krankheit. **Vitis, 10,** 298-313.

STELLWAAG-KITTLER F., 1975. Untersuchungen zur Aufklärung des Auslösungsmechanismus der Stiellähme an Trauben. **Mitt Klosterneuburg, 25,** 3-18.

STELLWAAG-KITTLER F. et HAUB G., 1964. Die Stiellähme der Trauben. **Dte Weinb., 19,** 844-846.

STELLWAAG-KITTLER F. et ZILLIKEN S., 1972. Untersuchungen uber die Entwicklung der osmotischen Werte in Beeren sowie im Stielgerüst der Trauben und ihre Beziehung zum frühest möglichen Zeitpunkt der Stiellähme Auftretens. **Wein-Wissenschaft, 27,** 232-249.