UNE CAUSE DU DÉVELOPPEMENT DE LA POURRITURE GRISE SUR LES SOLS GRAVELO-SABLEUX DU VIGNOBLE BORDELAIS

G. SEGUIN et J. COMPAGNON
Laboratoire d'Œnologie et Chimie Agricole
Faculté des Sciences - Talence (France)

De nombreuses hypothèses ont été avancées pour expliquer le développement de la pourriture grise mais rares sont celles qu'il a été possible de vérifier.

Des facteurs dont l'influence semblait bien établie ne rendent pas toujours compte des observations faites sur le terrain.

Certains phénomènes en relation avec la profondeur d'enracinement et le régime de l'eau, dans des sols gravelo-sableux, permettent d'expliquer l'éclatement des grains qui, généralement, précède l'attaque et l'invasion de la pourriture grise.

Dans les années de forte pluviosité pendant la maturation du raisin, les attaques de **Botrytis cinerea,** sous forme de pourriture grise, apparaissent de plus en plus fréquentes et rapides. Il faut cependant souligner que la dernière décennie a été caractérisée par des années à pluviosité estivale anormalement élevée (1960, 1963, 1965, 1968, 1969).

De nombreuses hypothèses, la plupart en relation avec les modifications des techniques culturales traditionnelles, ont été proposées pour expliquer l'ampleur nouvelle de ce phénomène. Cependant, dans un cru déterminé où les techniques culturales sont uniformes, on observe, suivant les parcelles, des différences très importantes dans les taux de pourriture et cela à une même date et pour un même cépage. Or, ces différences se retrouvent toujours d'une année à l'autre : on peut donc supposer qu'il existe des facteurs liés à la station et plus particulièrement à la nature du sol qui ajoutent leurs effets à ceux évoqués précédemment.

Profondeur d'enracinement et régime de l'eau dans le sol.

Des études effectuées sur le Merlot noir (qui est réputé pour sa sensibilité aux attaques de pourriture grise) dans des sols gravelo-sableux

du vignoble bordelais, ont montré qu'il existe une relation entre la profondeur d'enracinement de la vigne et les taux de pourriture relevés au moment des vendanges (tableau I).

TABLEAU I

Taux de pourriture suivant la profondeur de l'enracinement (Merlot noir)

M1, M2, M3 : Cantenac (Médoc)

M4 : Saint-Julien (Médoc)

G1, G2 : Léognan (Graves)

G3, G4 : Léognan (Graves)

G5, G6 : Pessac (Graves)

P, : Saint-Caprais (Premières Côtes de Bordeaux)

Les sols G3 et G4 sont des cas particuliers qui seront traités à part.

En 1967, on s'est contenté, dans certains cas, de compter le nombre de pieds ayant subi un début d'attaque par la pourriture. Les valeurs indiquées correspondent à de faibles taux de grains pourris.

Les résultats sont moins nets en 1969, mais, à deux exceptions près, on observe encore une bonne corrélation.

Parcelles	Profondeur d'enracinement en cm	% de pieds portant des grains pourris le 19.9.1967	% de grains pourris le 23.9.1968	% de grains pourris le 22 ou le 26.9.1969
G1	650		8	7
M1	500	0	5	21
G2	370		20	24
M2	270	12	41	43
G5	180		42	17
M4	170	44	50	42
G6	140		50	6
P	140		59	37
M3	100	71	70	56
G3	140		20	24
G4	100		28	17

On sait que de fortes précipitations se traduisent par un afflux d'eau dans les baies. Cet afflux d'eau, variable suivant les sols, provoque une augmentation plus ou moins importante du volume des grains et leur éclatement lorsque la pression interne devient supérieure à la résistance de la pellicule (la rupture des pellicules se fait sous forme de fentes rectilignes ou d'étoiles à trois branches). Le développement de **Botrytis cinerea,** ainsi que celui d'autres champignons, est d'abord localisé en bordure des plaies. (Dans tous les cas observés, l'attaque de la pourriture a toujours été précédée par l'éclatement des grains). Puis, si les conditions de température et d'humidité restent favorables, elle peut se développer de proche en proche jusqu'à invasion de la totalité de la grappe y compris les grains non éclatés.

Si, au premier abord, il ne semble pas y avoir de raisons pour que la profondeur d'enracinement ait une influence sur le développement de la pourriture grise, nous allons voir que l'éclatement des grains peut s'expliquer par l'alimentation en eau de la vigne, celle-ci dépendant, pour une grande part, du mode d'enracinement.

Dans les sols profonds, l'enracinement se répartit sur toute la hauteur du profil. La densité des racines situées dans les horizons superficiels est beaucoup plus faible que dans les sols peu profonds où la totalité du système radiculaire se trouve localisée à proximité de la surface.

1° - Losqu'une pluie d'intensité moyenne tombe sur un sol partiellement asséché (comme en septembre 1967), l'eau reste localisée dans les couches superficielles du sol où le potentiel capillaire (pF) va diminuer. Cette eau sera donc absorbée préférentiellement par les racines.

a) Dans les sols où l'enracinement est superficiel (bien que la vigne soit suffisamment âgée), la plus grande partie, sinon la totalité des racines, se trouve dans la zone humectée par la pluie. L'absorption d'eau y est rapide et importante (comme le montrent les profils hydriques relevés à l'aide d'un humidimètre à neutrons) et les grains éclatent.

b) Dans les sols à enracinement profond, les surfaces absorbantes se trouvant dans la zone humectée sont beaucoup plus faibles que dans le cas précédent. L'absorption d'eau y est lente et progressive. Elle est également limitée dans les couches profondes du sol partiellement asséchées car le potentiel capillaire y présente une valeur élevée (SEGUIN 1969 ; SEGUIN et **al.,** 1969).

En définitive, sur les sols profonds et perméables, les quantités d'eau absorbées aussitôt après une pluie sont généralement plus faibles et l'éclatement des grains plus réduit que sur les sols à enracinement superficiel. C'est ainsi qu'en 1967, au cours de la période de pluviosité où le front de pénétration des pluies n'a pas atteint la profondeur de 1 mètre, la valeur de l'évapotranspiration réelle calculée sur les 100 premiers centimètres a été, en moyenne, de 1,71 mm par jour pour les 7 sols ayant une profondeur d'enracinement inférieure à 2 mètres et seulement de 0,98 mm par jour pour les 4 sols ayant un enracinement compris entre 2 et 6,5 mètres.

Remarque : Il s'agit là d'un phénomène très général que l'on observe également en dehors des périodes de pluviosité ; cela confirme que, dans le cas d'un enracinement profond, la densité des racines est toujours faible dans les couches superficielles du sol.

Les valeurs moyennes de l'évapotranspiration réelle calculées sur l'ensemble des profils ont été de 2,0 mm par jour pour les 7 sols à enracinement superficiel et seulement de 1,62 mm par jour pour les 4 sols à enracinement profond.

2° - Lorsque la pluviosité est importante (1968, 1969) le profil finit par être totalement humecté et même **temporairement saturé** si la perméabilité du sol est insuffisante. L'état de saturation du profil dépend alors de la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol mais également de l'intensité et de la répartition des pluies qui peuvent varier dans de larges proportions suivant les régions. Aux facteurs précédemment cités **qui jouent un rôle très important au début,** vient s'ajouter une notion de perméabilité dès que la teneur en eau du profil a atteint les valeurs correspondant à la capacité de rétention. (Il n'a pas été possible d'établir des bilans hydriques précis, comme dans les cas précédents, car, une partie de l'eau, difficilement déterminable, a échappé à notre contrôle soit en rejoignant les nappes phréatiques, soit en constituant des nappes perchées qui ont pu subir un drainage latéral).

Comme dans les cas étudiés les sols profonds sont très perméables (pour que les racines puissent pénétrer profondément dans le sol, il faut que sa porosité soit suffisante), on a pu encore observer que les taux de pourriture étaient d'autant plus faibles que l'enracinement est plus profond (tableau I).

TABLEAU II

Etat de maturité des raisins (Merlot noir) au moment de la première attaque de pourriture

A côté des dates de prélèvements, on a indiqué s'il y avait déjà eu (+) ou non (0) un début d'attaque par la pourriture.

Année	Parcelles	Dates des prélèvements	Sucres g/l	Acidité g/l (H_2SO_4)	% de grains pourris le 23-9
1968	M2	11-9 (+)	172	6,6	41
	M1	11-9 (0)	166	7,0	5
	M4	11-9 (+)	162	7,3	50
	M3	11-9 (+)	160	7,5	70
	G6	11-9 (+)	159	7,5	50
	G3	14-9 (+)	156	7,8	20
	G4	14-9 (+)	146	8,2	28
	G5	11-9 (+)	143	9,0	42
	G1	14-9 (+)	141	8,0	8
	G2	14-9 (+)	136	9,8	20
	P	10-9 (+)	136	10,8	59
					% de grains pourris le 22.9 ou le 26-9
1969	G6	17-9 (+)	185	7,0	6
	G5	17-9 (+)	179	7,5	17
	M1	8-9 (0)	173	6,9	21
	G3	15-9 (0)	168	7,8	24
	G4	15-9 (0)	167	6,9	17
	M2	8-9 (0)	162	7,8	43
	G1	15-9 (0)	158	8,1	7
	M3	8-9 (0)	158	7,5	56
	M4	9-9 (+)	158	7,3	42
	G2	15-9 (0)	140	9,3	24

Remarque : Si les grains sont très serrés, la pression résultant de l'afflux d'eau provoque l'éclatement de ceux qui sont comprimés à l'intérieur de la grappe tandis que ceux situés à la périphérie ou sur des grappes peu fournies peuvent augmenter de volume sans éclater.

Les anomalies que l'on relève en 1969 peuvent s'expliquer par de grandes différences de pluviosité suivant les régions mais surtout par le fait que les grains étaient plus ou moins serrés suivant l'importance de la coulure que s'est manifestée cette année-là.

D'autre part, on sait que l'abondance du feuillage qui maintient une atmosphère humide autour des baies est un facteur favorable au développement de la pourriture.

Dans les parcelles G 3 et G 4, où le feuillage est naturellement peu abondant et les grains peu serrés, le développement de la pourriture reste limité alors que la première attaque est généralement plus rapide que sur la plupart des autres sols. Les taux de pourriture restent donc relativement faibles malgré un enracinement superficiel.

Etat de maturité du raisin.

Dans le tableau II, on a indiqué les teneurs en sucres et l'acidité du jus de raisin au moment où, dans la plupart des parcelles, a eu lieu la première attaque de pourriture grise.

On constate qu'il n'y a pas de parallélisme entre l'état de maturité du raisin et le développement de la pourriture grise. C'est ainsi qu'en 1968, le plus faible pourcentage de grains pourris a été observé sur des raisins ayant un degré de maturité avancé (M 1) tandis qu'un des plus forts taux de pourriture a été relevé sur les raisins ayant la maturité la plus tardive (P). On note le même phénomène en 1969 (G 6 et M 3). Cependant, il est certain qu'un raisin mûr, ayant atteint un grossissement maximum, éclate plus facilement qu'un raisin qui vient de vérer et dont le grossissement n'est pas terminé.

Nature du cépage

On sait que les raisins de certains cépages sont moins sensibles que d'autres à la pourriture grise. On peut le constater dans le tableau suivant où les prélèvements ont été effectués dans des parcelles contigües (les ceps sont donc placés dans des conditions agro-pédologiques et microclimatiques semblables) l'une plantée en Merlot et l'autre en Cabernets.

	1968		1969		
	Médoc 23-9	Médoc 23-9	Médoc 17-9	Graves 26-9	Graves 26-9
Merlot noir	5 %	41 %	22 %	7 %	17 %
Cabernets	1 %	5 %	0 %	1 %	6 %

La moindre sensibilité des Cabernets est bien connue : elle est habituellement attribuée à une meilleure résistance des pellicules, conséquence d'un maturité plus tardive. Sans nier l'influence de ce facteur, il faut cependant faire quelques réserves puisque, dans le cas du Merlot noir, on n'observe pas de relations étroites entre l'état de maturité du raisin et le développement de la pourriture grise.

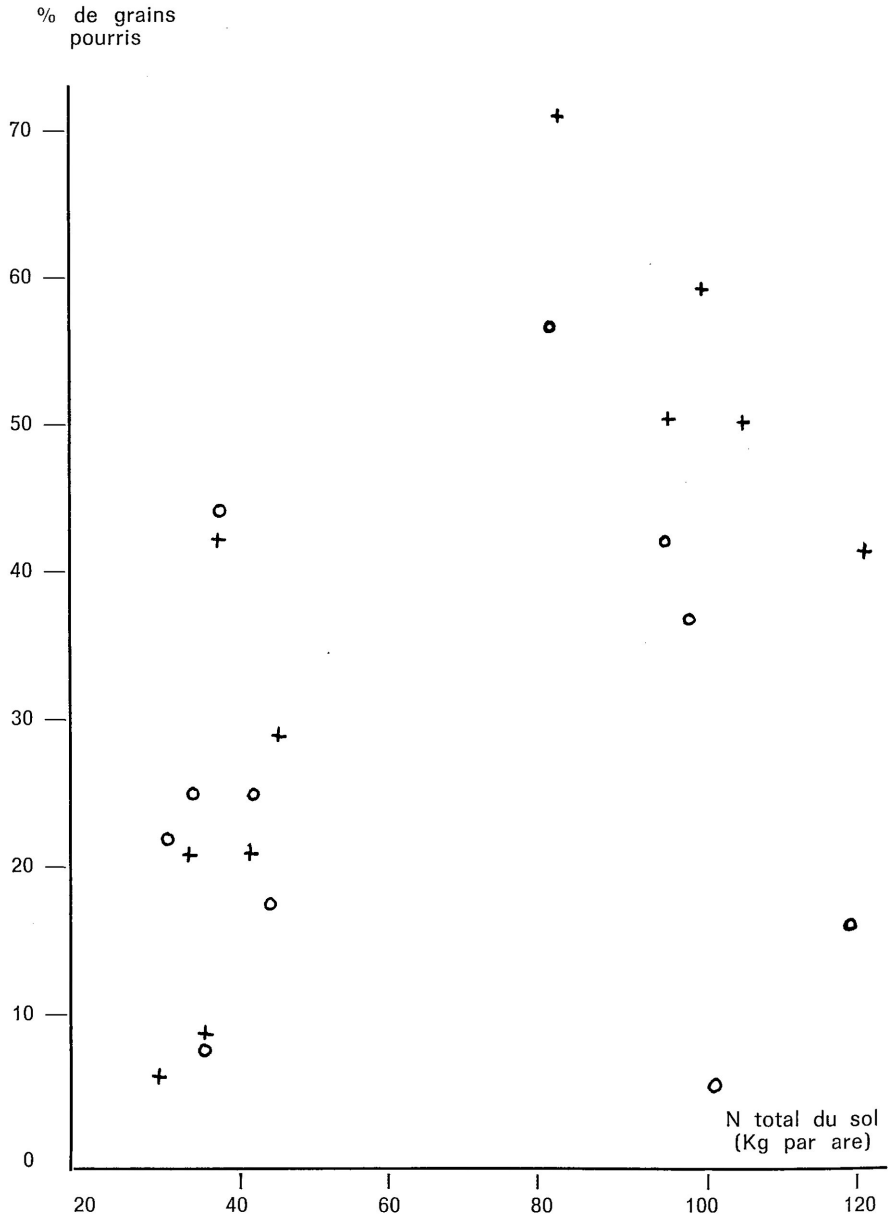
Remarque : Dans les régions étudiées, le Cabernet-Sauvignon est le cépage dominant (jusqu'à 75 % en Médoc et 60 % dans les Graves).

Influence de l'azote du sol et du raisin sur le développement de la pourriture grise.

Dans le cas de cépages blancs, le développement de la pourriture grise, au détriment de la pourriture noble, serait favorisé par une plus forte teneur en azote total et en ammonium des jus de raisins (RIBÉREAU-GAYON G., 1960). Plus récemment, CHAMPAGNOL (1969) constate que les jus de raisins provenant de parcelles ayant reçu des fumures azotées au début du printemps sont plus riches en azote total. Ces moûts sont plus favorables à la croissance **in vitro** de **Botrytis cinerea** que ceux, moins riches en azote, provenant de parcelles témoins n'ayant pas reçu d'engrais azotés.

1° - **Richesse en azote des sols.**

La richesse en azote total des sols a été calculée sur une surface d'un are et pour une profondeur de 1 mètre (au-delà de cette profondeur, les quantités d'azote sont négligeables). Dans les calculs, on a tenu compte du pourcentage de cailloux et de la densité apparente du sol. Il s'agit donc de la quantité totale de cet élément se trouvant réellement dans les parcelles considérées.



POURCENTAGES DE GRAINS POURRIS ET RICHESSE EN AZOTE DU SOL

o 1969 + 1968
La richesse en azote du sol est exprimée en Kg par are sur une profondeur de un mètre.

On constate (figure ci-contre) que la dispersion des points est trop importante pour que l'on puisse relier les pourcentages de grains pourris à la richesse en azote du sol. On peut au plus distinguer deux catégories de sols : ceux pauvres en azote où les taux de pourriture restent limités et ceux riches en azote où les taux de pourriture sont plus importants (en fait, il s'agit de sols à enracinement superficiels).

2° - **Teneurs en azote des sols et des moûts.**

La consommation d'azote soluble par **Botrytis cinerea** entraîne, comme on le sait, une diminution de sa teneur dans les jus provenant de raisins pourris. On peut en voir un exemple dans le tableau suivant, où lors d'un même prélèvement, on a séparé les baies saines et pourries.

	NH_4 meq/l	N total meq/l
Grains sains	7,2	33
Grains pourris	3,8	21

Si l'on veut étudier l'influence de la teneur en azote des jus de raisins, on ne peut évidemment pas le faire à partir de grains pourris, ni à partir de ceux qui précisément n'ont pas été atteints et, à plus forte raison, sur le mélange des deux. Ces études doivent être faites à partir de baies saines, au moment précis où se déclenche l'attaque de pourriture.

On constate sur le tableau III que, pour des raisins prélevés à la même époque (1968) et présentant des états de maturité sensiblement identiques, les teneurs en azote total et en ammonium des jus sont relativement constantes, bien que la richesse en azote du sol varie dans la proportion de 1 à 4 dans les cas étudiés.

Remarque : Si, dans les sols étudiés, la richesse en azote total ne semble pas avoir d'influence notable sur les teneurs en azote des jus de raisins, ces résultats ne sont pas en contradiction avec ceux de CHAMPAGNOL (1969). La nutrition en azote de la vigne dépend davantage de la vitesse de minéralisation de la matière organique que de la teneur en azote total du sol. Celui-ci n'est pas immédiatement assimilable à l'inverse de celui apporté sous forme de fumures minérales.

TABLEAU III

Teneurs en azote total et en ammonium des jus de raisins (Merlot noir) au moment de la première attaque de pourriture

Année	Parcelles	Dates des prélèvements	Azote total méq/l	NH_4 méq/l	% de grains pourris le 23.9
1968	G5	11-9 (+)	41	11,0	42
	M3	11-9 (+)	39	9,5	70
	G2	14-9 (+)	38,5	9,2	20
	G6	11-9 (+)	38	9,4	50
	M4	11-9 (+)	38	9,0	50
	G3	14-9 (+)	37,5	8,7	20
	G4	14-9 (+)	37,5	9,2	28
	G1	14-9 (+)	37	8,5	8
	M1	11-9 (0)	36,5	7,9	5
	M2	11-9 (+)	35	7,2	41
	P	10-9 (+)	35	—	59
					% de grains pourris le 22.9 ou le 26.9
1969	M3	8-9 (0)	35,5	10,4	56
	G5	17-9 (+)	31,5	8,8	17
	M2	8-9 (0)	31	9,0	43
	G4	15-9 (0)	28,5	9,6	17
	M4	9-9 (+)	27	8,2	42
	G2	15-9 (0)	26,5	8,0	24
	G1	15-9 (0)	26	6,8	7
	G6	17-9 (+)	24	4,8	6
	G3	15-9 (0)	22,5	9,2	24
	M1	8-9 (0)	20	4,4	21

3° - **Teneurs en azote du jus de raisin et développement de la pourriture grise.**

Sur le tableau III, on constate qu'il n'y a pas de corrélation entre les taux de pourriture observés au moment des vendanges et la teneur en azote ou en ammonium du jus de raisin au moment de la première attaque de pourriture. Il ne semble donc pas que la richesse en azote du jus favorise la pourriture du raisin sur pied. Par contre, il est normal que, lors de cultures **in vitro,** le développement de **Botrytis cinerea** soit favorisé par la teneur en azote du milieu de culture.

Il faut souligner que l'azote de la pulpe représente environ le 1/5 de l'azote du grain, lequel se trouve essentiellement dans les pellicules et les pépins (RIBÉREAU-GAYON et PEYNAUD, 1960). L'étude de la constitution chimique détaillée de pellicules provenant de différentes parcelles est actuellement en cours.

4° - **Conclusion.**

Un examen très superficiel des résultats peut laisser supposer que la richesse en azote du sol est, statistiquement, favorable au développement de la pourriture grise. Mais, si l'on considère les teneurs en ammonium et en azote total des jus de raisins, on constate qu'elles sont sensiblement identiques quelle que soit la richesse en azote du sol. D'autre part, dans les cas étudiés et pour un cépage déterminé (le Merlot noir), la teneur en azote total et en ammonium du jus de raisin qui est relativement constante d'un point à l'autre ne semble pas avoir d'influence sur le développement de la pourriture grise qui est très variable suivant les sols.

Conclusion générale

Le développement de la pourriture grise est un problème qui se pose avec de plus en plus d'acuité mais l'étude de ses causes est extrêmement complexe. Sans nier totalement l'influence de certains facteurs (teneurs en azote des sols et des moûts, état de maturité des baies), on est obligé de constater que ces facteurs ne semblent pas avoir une action prépondérante dans les cas que nous avons étudiés.

L'explication proposée (influence de la profondeur d'enracinement et du régime de l'eau dans le sol) permet seulement de comprendre l'éclatement des baies qui, généralement, est la première cause de l'attaque par la pourriture grise.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAMPAGNOL F., 1969. Relations entre la croissance **in vitro** de **Botrytis cinerea** et la composition des moûts de raisin. **C. R. Acad. Agri., 15,** 1082-1091.

RIBÉREAU-GAYON G., 1960. Les modalités de l'action de **Botrytis cinerea** sur la baie de raisin. **Vitis, 2,** 113-116.

RIBÉREAU-GAYON J. et PEYNAUD E., 1960. Traité d'Œnologie (1818 p.). Tome I, Béranger, Paris.

SEGUIN G., 1969. L'alimentation en eau de la vigne dans des sols du Haut-Médoc. **Conn. Vigne Vin, 2,** 93-141.

SEGUIN G., COMPAGNON J. et RIBÉREAU-GAYON J., 1969. Le développement de **Botrytis cinerea** sur **Vitis vinifera** en fonction de la profondeur d'enracinement et du régime de l'eau dans le sol. **C. R. Acad. SC., 269 D,** 770-772.