

JOURNÉE D'INFORMATION VITICOLE

PALAIS DE BEAULIEU, LAUSANNE

Résumé des conférences du
Jeudi 15 janvier 2009

Journée réalisée avec le soutien de :

PÉPINIÈRES VITICOLES
PH. ROSSET



syngenta

UNIVERRE
UNIverre
PRO UVA

FELCO
SWISS  MADE

DREIER OENOTECH SA
Machines viticoles - Kellereimaschinen

Organisation assurée par :



Association vaudoise de formation
continue et de conseil en viticulture
www.vitiplus.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie DFE
Station de recherche Agroscope
Changins-Wädenswil ACW



Groupe de coordination et organisation :

Conrad Briguet, Ecole d'Ingénieurs de Changins
Sébastien Fabre, Ecole d'Ingénieurs de Changins
David Rojard, Prométerre et VITI^{plus}
Olivier Viret, Agroscope Changins-Wädenswil

Contact :

Prométerre – Office de conseil viticole
Av. des Jordils 3, CP 128 – 1000 Lausanne 6
Tél. 021 614 24 31 - Fax 021 614 24 04 -
proconseil.viti@prometerre.ch

Situation du mildiou en 2008, prévision des risques et enseignements

O. Viret, Agroscope ACW-Changins

Introduction

Après 1999, 2001, 2006, 2007, le mildiou est à nouveau apparu comme le principal problème phytosanitaire en 2008. Les principaux vignobles européens ont été touchés, particulièrement dans les régions du Sud, habituellement épargnées par ce pathogène. On estime les pertes de récolte à 30 %. Devant la virulence du mildiou, il ne suffit plus de disposer d'une large gamme de produits phytosanitaires efficaces, la lutte requiert une attention particulière et ne laisse que peu de marge de manœuvre aux viticulteurs. En Suisse, la virulence de la maladie a varié d'une région à l'autre, mais dans l'ensemble aucune zone viticole du pays n'a été épargnée. Certains secteurs du vignoble romand et le Tessin ont été particulièrement touchés.

Prévision des risques sur www.agrometeo.ch

Depuis 2005, la prévision des infections du mildiou est disponible sur Internet (www.agrometeo.ch) pour l'ensemble des régions viticoles de Suisse, avec 75 stations de mesures (32 en Suisse alémanique, 43 en Suisse romande). Le modèle de simulation numérique du développement épidémiologique du mildiou, "VitiMeteo-Plasmopara", a été développé par Agroscope-ACW et l'institut de viticulture de Freiburg en Brisgau (D). Ce modèle est actuellement appliqué en Suisse et dans le Sud de l'Allemagne pour une surface totale de 42'000 ha de vigne. Les stations transmettent deux fois par jour les données météorologiques qui sont intégrées dans le logiciel. Les informations sont ainsi disponibles quotidiennement à partir de 8.30 et de 19.30 heures sur Internet.

Le développement épidémiologique du pathogène a été décomposé en différentes étapes pour lesquelles des algorithmes ont été établis en relation aux conditions mesurées sur le terrain. Les infections primaires, issues des oospores (forme sexuée du pathogène) peuvent avoir lieu toute l'année et se combiner aux infections secondaires transmises entre les organes aériens de la plante. Plusieurs infections primaires peuvent avoir lieu avant la fin de l'incubation de l'infection précédente. Cette situation qui s'est rencontrée dans la plupart des vignobles romands mène à un développement épidémiologique particulièrement rapide de la maladie, surtout en période pré-florale, où la croissance végétative est très importante.

Situation 2008

La pluviométrie importante enregistrée en avril, avec le double des précipitations par rapport à la norme de 30 ans (1961-1990), laissait présager des conditions très favorables au développement des oospores du mildiou, contrairement aux conditions sèches d'avril 2007. Les oospores ont atteint leur maturité à partir du 5 mai à Changins. La somme des températures au seuil de 8°C était à 140°C le 11 mai et la vigne avait étalé sa quatrième feuille. Dans l'ensemble des régions viticoles, à l'exception du Tessin, les infections primaires ont eu lieu durant les événements pluvieux survenus entre le 14 et le 18 mai, avec des précipitations journalières généralement inférieures au 10 mm, considérés par la règle des 10 (10 mm pluie, 10°C, rameaux de 10 cm long). Les températures ont été au-dessus de la moyenne de 30 ans (+ 2.4°C à Changins) et le feuillage est resté mouillé pratiquement sans interruption, favorisant la contamination des feuilles et des inflorescences. Cette période d'infection primaire a été confirmée par des plantes indicatrices, placées sur un stock de feuilles mortes mildiousées au début de chaque période pluvieuse. Les plantes disposées du 14 au 16 mai, ayant reçu 9.4 mm de pluie et du 16 au 19 mai (10.6 mm) ont toutes été positives.

Dans les différentes régions viticoles les premières taches d'huile ont été trouvées entre le 24 et le 27 mai, à la fin de la période d'incubation des premières infections primaires. L'épidémie s'est ensuite développée de manière exponentielle durant l'été en relation avec les importantes précipitations des mois de juillet et août, à l'exception du Valais.

Stratégies de lutte et enseignements

De manière générale, la période la plus sensible au pathogène correspond à la phase de forte croissance de la vigne, favorisée par des conditions chaudes et humides. Cette période se situe toujours avant et autour de la floraison.

Le début de la lutte est défini par les infections primaires qui peuvent intervenir dès que les oospores ont atteints leur maturation. Cette date est définie par la somme des températures au seuil de 8°C à partir du 1^{er} janvier qui a été abaissée de 160 à 140°C dans VitiMeteo-Plasmopara, donnant une marge de sécurité supplémentaire. Les intervalles de traitements dépendent des matières actives appliquées (8-10 jours pour les produits de contact, 10-12 jours pour les produits pénétrants et systémiques), de la situation phytosanitaire de la parcelle, du développement végétatif de la vigne et des structures de l'exploitation viticole (surfaces, technique d'application, rapidité d'intervention).

En fonction des informations disponibles sur www.agrometeo.ch, différentes stratégies peuvent être envisagées dans la lutte contre le mildiou :

1. Traitement avant les infections primaires. La première intervention peut être appliquée avant que les infections primaires aient lieu. Toutefois, le moment exact est basé sur la date de la maturation des oospores ($\Sigma \text{temp.} > 8^\circ = 140-160^\circ$). Il ne tient compte que des prévisions météorologiques pour les jours qui suivent cette date, mais ne donne pas d'information sur la germination et la dispersion des sporanges primaires. Ce traitement se pratique de toute manière lorsque des produits phytosanitaires qui agissent également contre le mildiou sont utilisés contre l'excoriose ou le rougeot en début de saison.

2. Infections d'intensité faible à moyenne (rose pâle et rose dans les rapports sur www.agrometeo.ch). La stratégie préconisée, et expérimentée avec succès à Agroscope-ACW, qui consiste à attendre que la première infection primaire soit indiquée et d'intervenir avec un fongicide à 80-90 % de la période d'incubation reste d'actualité. En général, une matière active à effet préventif (produit de contact) est suffisante.

3. Infections d'intensité forte (rouge foncé dans les rapports sur www.agrometeo.ch). En cas de forte pression, combiné à un important développement végétatif en mai et juin, il convient de resserrer les intervalles de traitement et de soigner particulièrement la qualité de l'application. L'utilisation de matières actives à effet curatif (produits pénétrants ou systémiques) doit intervenir dès que possible. Cette stratégie s'applique particulièrement dans les zones du vignoble connues pour leur sensibilité accrue au mildiou mais ne doit pas forcément se généraliser à l'ensemble des parcelles.

L'expérience de ces dernières années montre que les traitements chaque deuxième semaine, en traitant chaque deuxième rang ne permettent pas de garantir une efficacité suffisante dans les situations à forte pression du mildiou. Le succès de la lutte dépend de nombreux paramètres. Le choix des matières actives et le calcul de la dose exacte sont importants, mais le facteur déterminant est le moment de l'intervention et la qualité de l'application. A cet égard, le réglage des pulvérisateurs reste un point essentiel auquel toute l'attention doit être portée. Les buses devraient être aussi proches que possible de la cible afin de réduire la distance de transport de la matière active sur le végétal. Plus la distance est grande, plus le risque de dérive augmente, surtout lorsque les traitements sont effectués avec des volumes d'eau réduits. Dans ce cas, la part de fines gouttes produites ($< 150 \mu\text{m}$) dérivent ou s'évaporent si le traitement est réalisé par des températures supérieures à 25°C et n'atteignent ainsi jamais la cible.

Evolution de l'esca: les champignons impliqués et perspectives

Katia Gindro, Anne-Lise Fabre, Bernard Bleach, Valérie Hofstetter, Leonardo Casieri, Pierre-Henri Dubuis et Olivier Viret.

Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1.

Malgré que l'esca soit une des plus anciennes maladies de la vigne, elle a été relativement peu étudiée et reste encore très mal connue. Ces dernières années, l'esca apparaît de façon régulière et semble prendre de l'importance dans toutes les régions viticoles du monde. Il n'existe pas de moyens de lutte directe contre les maladies du bois. Les travaux récemment réalisés permettent de mieux cerner le problème et tentent d'évoluer vers la découverte de nouveaux antifongiques.

Situation et évolution de 2001 à 2008

En Suisse romande, un relevé de la situation au niveau de l'esca a été réalisé en 2001, dans le but de pouvoir apprécier l'importance de la maladie. Près d'une centaine de parcelles prises au hasard dans le bassin lémanique ont été parcourues en comptant 400 ceps par parcelle et en dénombrant le nombre de plants apoplectiques, ceux présentant des symptômes foliaires et les ceps remplacés durant les deux années précédentes. Les mêmes parcelles ont été visitées en 2004, 2006 et 2008 afin de déterminer l'évolution de la maladie au niveau parcellaire et régional. Les résultats obtenus indiquent que l'esca est largement répandu avec plus de 80 % des parcelles présentant des symptômes pour la région lémanique, le Chablais et le Nord vaudois. En Valais, la pression est moins forte avec un peu plus de 50 % de parcelles touchées. L'importance de l'attaque de cette maladie du bois dans les parcelles infectées, si l'on cumule les ceps apoplectiques et symptomatiques, varie entre 4 et 6 % pour La Côte et Lavaux, entre 2 à 4 % dans le Chablais et 1 à 2 % pour le Valais. D'une manière générale, la progression de la maladie entre les premiers contrôles de 2001 et ceux de 2004, 2006 et 2008 n'indique qu'une très faible tendance à la hausse, les valeurs moyennes restant stables, mis à part une légère augmentation sur les vignobles de La Côte. En règle générale, l'esca n'est pas présente dans des vignes de moins de dix ans. Toutefois quelques cas analysés dans nos laboratoires montrent que certains champignons présents dans les ceps symptomatiques et apoplectiques sont à l'origine du dépérissement important de très jeunes vignes. A partir de la quinzième année de plantation, les symptômes apparaissent de façon régulière. L'expression des maladies du bois semble plus marquée en cas de vigueur excessive, en combinaison à un déséquilibre physiologique momentané ou durable (stress hydrique notamment). Les résultats obtenus dans le cadre des analyses effectuées par ACW tendent à valider cette hypothèse.

Analyses et identification de la communauté fongique de barbues de vigne: étude de l'efficacité d'un traitement à l'eau chaude en tant que mesure phytosanitaire.

Des relevés mycologiques précis de ceps atteints d'apoplexie, effectués dans nos laboratoires, ont permis d'isoler 48 espèces de champignons différentes, dont celles décrites dans la littérature comme étant responsables de l'esca (*Phaeomoniella chlamydospora*, *Fomitiporia mediterranea* et *Botryosphaeria obtusa*). Parallèlement, des ceps asymptomatiques ou n'ayant montré que des symptômes foliaires ont été analysés de la même manière. Les résultats ont montré que la communauté fongique est rigoureusement identique entre ces différents types d'échantillons. De ce fait, une étude précise a été initiée sur les plants greffés-soudés afin d'évaluer si ces derniers présentaient une telle charge en pathogènes fongiques. Pour ce faire, des barbues d'origine différente, provenant de différentes pépinières de même que d'Agroscope ACW et issues de divers cépages (Gamay, Gamaret, Humagne, Chasselas et Arvine) ont été étudiés afin d'identifier les champignons potentiellement présents. Les champignons ont été isolés tant du bois que de la moelle, à tous les niveaux (racine, point de greffe, greffon). Au total, 330 souches ont été isolées, puis identifiées morphologiquement et par analyse de leur séquence ADN. De la quarantaine d'espèces fongiques identifiées, plusieurs espèces pathogènes de la vigne ont été mises en évidence dont certaines sont les agents décrits comme responsables de l'esca et habituellement isolés des ceps symptomatiques et apoplectiques. Quelques différences ont été notées entre les cinq cépages étudiés, à savoir que les genres de champignons isolés sont identiques, mais des variations au niveau des espèces peuvent être enregistrées. Une analyse morphologique de la structure des bois et leur composition chimique est en cours afin de pouvoir expliquer ces différences. Parallèlement, les mêmes expériences ont été menées sur des barbues (Chasselas) pré-traitées à l'eau chaude, dans une idée d'assainissement du matériel de multiplication, tel que pratiqué contre la flavescence dorée. Les résultats montrent que la communauté fongique reste dense. Toutefois, on peut noter une diminution de la fréquence des espèces pathogènes de la vigne (réduction moyenne de 1,2 %), mais une augmentation de la fréquence des espèces fongiques capables de dégrader tous les éléments du bois (cellulose, lignine, etc...). Ces résultats très surprenants, qui seront bien entendus validés au cours de l'année 2009, montrent premièrement qu'une communauté fongique de base existe dans les barbues quelque soit leur provenance, ceci étant d'ailleurs vrai pour toutes les essences ligneuses. Deuxièmement, la méthode d'assainissement largement utilisée dans le cas des viroses et phytoplasmes ne se montre pas adéquate dans le cas de la communauté fongique présente dans ces jeunes plants de vigne.

Investigation chimique de zone de confrontation entre champignons pathogènes : une nouvelles source de composés bioactifs induits.

Les champignons représentent de façon générale une source importante de composés naturels pour l'industrie phytosanitaire (strobilurine...), alimentaire (acide citrique...) et pharmaceutique (antibiotiques). Les produits issus des milieux de cultures sont produits dans des conditions standards pour des raisons rationnelles de production. Il est toutefois connu que certains champignons tels que ceux évoluant dans des niches écologiques particulières comme le bois, interagissent, ce qui implique des modifications importantes de leur développement, ainsi que dans la synthèse de molécules d'attaque et de défense. Ce phénomène est facilement reconnaissable dans des substrats tel que le bois. Dans ce cas, le territoire de chaque champignon est délimité par une bande noire nettement visible. Cette zone d'interaction indique qu'au moins deux champignons sont entrés en confrontation et ont synthétisé des composés toxiques, jouant le rôle de défense naturelle, leur permettant de protéger leur territoire. A ce titre, le modèle de communauté fongique de l'esca a été utilisé afin de mettre en évidence les champignons entrant réellement en confrontation métabolique active lorsque mis en compétition. Les résultats ont montré que les champignons les plus réactifs sont ceux isolés le plus fréquemment des bois apoplectiques. Les premiers résultats montrent que plus d'une trentaine de molécules nouvellement induites (ces molécules ne sont pas produites par les champignons non soumis à une situation de stress) peuvent être mises en évidence par confrontation. Diverses molécules totalement inédites et caractérisées chimiquement, présentent de très fortes activités antifongiques contre divers pathogènes de l'esca. De ce fait, ces zones de confrontation représentent une source inexplorée pour la découverte de nouveaux antifongiques. L'année 2009 va permettre l'évaluation de l'activité biologique de ces différentes molécules au moyen de tests à large échelle.

Le vecteur de la flavescence dorée (*Scaphoideus titanus*) : progression dans le vignoble suisse et essais de lutte

Ch. Linder, M. Jermini, Agroscope Changins-Wädenswil

La cicadelle nord américaine *Scaphoideus titanus* vecteur de la flavescence dorée (FD), une grave maladie de la vigne, est établie en Suisse depuis de nombreuses années. En l'absence de ceps malades, l'insecte ne cause pas de dégâts particuliers, mais lorsqu'il se nourrit sur un plant atteint de FD, il est capable de disséminer la maladie de manière épidémique. Cette affection engendre de lourdes pertes économiques et est classée comme maladie de quarantaine. Le Tessin a été le premier canton colonisé conjointement par l'insecte et par la FD. Depuis 2005 des traitements obligatoires contre le vecteur y ont été imposés. ACW, en collaboration avec les services cantonaux compétents et la firme Syngenta, assure le suivi de la distribution de l'insecte dans le vignoble suisse afin d'optimiser la gestion des risques d'une dissémination épidémique de la maladie. Les campagnes de surveillance menées ces dernières années au niveau national et régional ont montré que l'insecte colonisait entièrement le Tessin, le canton de Genève, l'est de la Côte lémanique (Morges - Lausanne), l'ensemble de Lavaux et le Chablais vaudois et valaisan. En 2008, les contrôles ont porté sur des vignes situées dans des zones proches des zones colonisées par l'insecte mais toujours considérées comme indemnes de *S. titanus*. Un total de 70 parcelles réparties dans 30 communes ont été contrôlées durant le mois d'août 2008. La cicadelle a été nouvellement découverte dans les communes de l'ouest de la Côte vaudoise de Crans-près-Céligny, Arnex-sur-Nyon, Nyon, Trélex et Duillier. La présence de l'insecte n'a pas pu être mise en évidence entre Gland et Aubonne et dans le nord vaudois. Dans le Chablais vaudois, la présence de *S. titanus* a été confirmée dans la commune d'Ollon. En Valais, l'insecte a été capturé pour la première fois dans les communes de Vouvry St-Maurice et Dorénaz. Ces dernières captures pourraient correspondre à une lente expansion de l'insecte en direction du Valais central.

S. titanus est inféodé à la vigne et sa dissémination d'une zone viticole contaminée vers une zone indemne est principalement le fait de l'activité humaine. Les mesures visant à freiner l'expansion de l'insecte touchent donc en premier lieu les pépinières viticoles. Ainsi, la lutte chimique est obligatoire dans toutes les parcelles de multiplication du Tessin, Genève, Vaud (Bassin lémanique) et du Chablais vaudois et valaisan (exigence du passeport phytosanitaire). Les pépiniéristes concernés sont dans l'obligation de suivre les indications des avertissements phytosanitaires des services cantonaux compétents. Les professionnels qui exploitent des parcelles situées dans des zones colonisées et dans des secteurs indemnes sont vivement encouragés à prendre des mesures de précautions simples afin d'éviter la propagation de

l'insecte (éviter les déplacement de machines, changer de vêtements, spray insecticide dans les véhicules...). Il est surtout primordial d'éviter l'introduction de plants porteurs de FD dans les zones où le vecteur est présent en privilégiant la plantation de barbués traitées à l'eau chaude et de signaler rapidement aux services compétents tout foyer suspect. Des recommandations détaillées sont disponibles sur la fiche technique "Jaunisses de la vigne : flavescence dorée et bois noir" disponible sur le site internet ACW (www.acw.admin.ch) et auprès des services cantonaux compétents.

Parallèlement à la surveillance du territoire, ACW a testé pour la première fois en Suisse romande, la stratégie de lutte contre le vecteur développée et appliquée au Tessin. L'essai a été conduit à Bourdigny dans le canton de Genève. Une application de buprofézine dès l'apparition des premières nymphes du 3^{ème} stade larvaire répétée 14 jours plus tard a permis un excellent contrôle du ravageur tout en ménageant les acariens typhlodromes (figure 1). Cet essai a confirmé les expériences tessinoises de ces dernières années. La matière active utilisée risque malheureusement de disparaître du marché dans les années à venir. Des produits alternatifs contre le vecteur ont été testés cette année au Tessin. Ils ont tous montrés une excellente efficacité contre la cicadelle, mais se sont tous avérés toxiques envers les typhlodromes. Afin de ne pas remettre en cause la lutte biologique contre les acariens, le développement de stratégies nouvelles efficaces contre le vecteur et respectueuse des typhlodromes est une tâche prioritaire pour ACW.

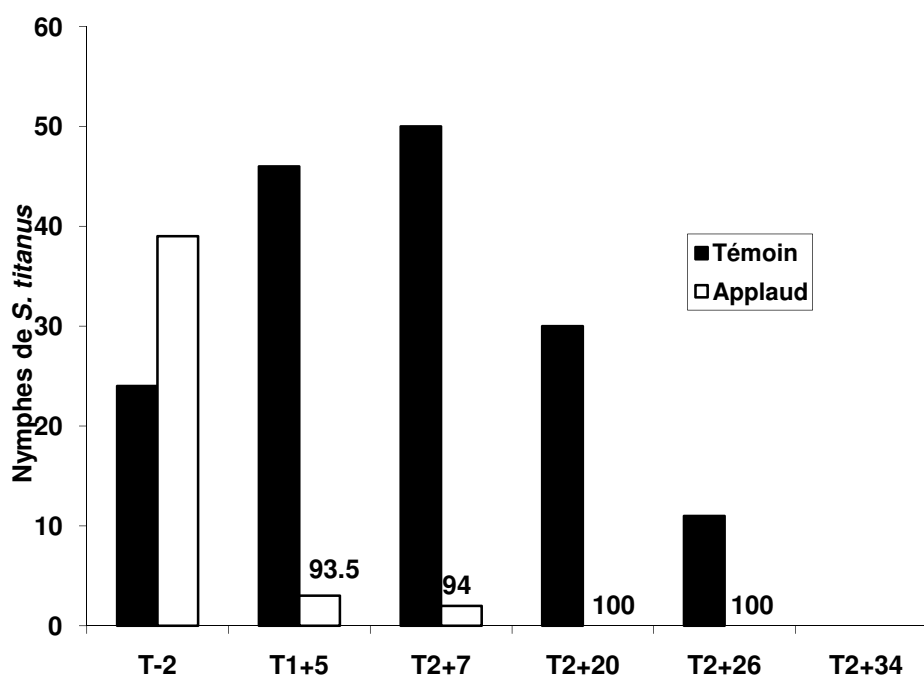


Figure 1. Résultats des frappages effectués dans l'essai de Bourdigny et efficacité des traitements sur les nymphes de *S. titanus*.

Dessèchement de la rafle et folletage : facteurs favorisants et perspectives

Vivian ZUFFEREY

Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil (ACW)

Introduction

Le dessèchement de la rafle et le folletage des baies sont deux accidents physiologiques de la vigne qui sont parfois confondus. Dans les deux cas, il s'agit d'un problème physiologique complexe qui apparaît certaines années et touche plus spécialement certaines parcelles ou situations du vignoble et certains cépages. La maturation du raisin est perturbée et des pertes de rendements et de qualité peuvent être considérables. Des observations réalisées dans le cadre d'essais conduits à la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) permettent de préciser les conditions d'apparition de ces troubles physiologiques.

Dessèchement de la rafle

Symptômes

Les premiers symptômes peuvent survenir dès la véraison; ils interviennent essentiellement lorsque des nécroses ceinturent la rafle de manière à interrompre l'alimentation en eau et en nutriments de tout ou partie de la grappe. Dans ce cas, le processus normal de maturation des parties atteintes est interrompu. Les baies se flétrissent progressivement et restent pauvres en sucres, en composés azotés et riches en acides organiques.

Causes

L'origine du dessèchement de la rafle a donné lieu à de nombreuses hypothèses. Parmi celles-ci, on peut notamment relever :

- l'influence négative d'un excès d'azote minéral dans les tissus végétaux (toxicité)
- l'influence positive du taux de magnésium élevé dans la plante
- le déséquilibre hormonal entre les baies et les centres de croissance végétative qui peut favoriser cet accident lors d'une mauvaise fécondation des baies (conditions climatiques défavorables lors de la floraison, coulure).

La plupart des auteurs ayant traité ce sujet s'accordent sur le fait que la manifestation étendue de ce phénomène est liée à des facteurs déclenchants d'ordre climatique (temps humide et frais durant la période de maturation du raisin, suivi de journées à forte évapotranspiration).

Observations dans les essais viticoles suisses

Influence de l'alimentation azotée

Dans le cadre d'essais viticoles touchant l'entretien du sol et la fumure azotée, une relation très étroite a pu être établie entre le niveau d'alimentation azotée et la gravité du dessèchement de la rafle. Des vignes enherbées, peu fumées, présentant un faible niveau d'alimentation azotée, sont nettement moins exposées à ce risque, contrairement aux vignes vigoureuses et fortement alimentées en azote.

Influence de l'alimentation magnésienne

Une alimentation magnésienne équilibrée (valeur du diagnostic foliaire effectué à la véraison supérieure à 0,20 % Mg dans la matière sèche) réduit considérablement le risque de dessèchement de la rafle. L'antagonisme K/Mg semble jouer un rôle important au niveau du porte-greffe également. Les conditions de sol (richesse en potassium, régime hydrique) et de climat, ainsi que des facteurs liés à la plante (âge, profil d'enracinement), influencent beaucoup l'absorption du potassium et par là-même les risques d'apparition de dessèchement de la rafle (antagonisme K/Mg).

Influence du taux de nouaison

Les grappes fortement coulées ou millerandées sont plus sujettes au dessèchement de la rafle.

Influence du cépage

Les différents cépages présentent une sensibilité très variable au phénomène de dessèchement de la rafle (Gewürztraminer, Savagnin blanc, Carminoir : très sensibles).

Influence de la maîtrise du rendement

En général, le dessèchement de la rafle est plus important dans les vignes surchargées.

Lutte contre le dessèchement de la rafle

Il est possible de diminuer les risques d'apparition de cet accident par les mesures indirectes suivantes : • éviter une alimentation azotée excessive (gestion de l'entretien du sol, fumure) • maîtriser la vigueur de la vigne (choix du porte-greffe, rapport feuille-fruit équilibré) • favoriser une bonne alimentation magnésienne • éviter une alimentation hydrique excessive.

Lutte directe

Cette lutte consiste à pulvériser une bouillie de sulfate de magnésium hydraté (9,8 % Mg) dans la zone des grappes (600 à 800 l de bouillie par ha) à raison de 18 à 20 kg/ha de sulfate de magnésium. En cas de risques élevés, le traitement doit être effectué une première fois au début de la maturation du raisin et répété une dizaine de jours plus tard.

Folletage des grappes

Symptômes

Comme le dessèchement de la rafle, cet accident peut apparaître peu après la véraison déjà. Il se caractérise par une interruption des processus normaux de maturation. Les grappes atteintes restent peu sucrées et très acides. La synthèse des arômes et des composés colorants de la baie est également perturbée. Contrairement au dessèchement de la rafle, il n'est pas accompagné de lésions nécrotiques sur la rafle qui reste verte. Le folletage est souvent associé à une perte de turgescence et à un flétrissement des baies affectant de manière préférentielle l'extrémité des grappes.

Facteurs favorisants

Cet accident affecte plus gravement certains cépages que d'autres. En Suisse romande, il touche plus particulièrement le Gamay, le Chasselas, le Sauvignon (blanc et gris), le Diolinoir ainsi que l'Humagne rouge et le Cornalin. Le folletage des grappes est assez fréquemment observé dans des sols fertiles à réserves hydriques importantes, alors qu'il n'est que très rarement signalé dans les situations de coteau à sols secs et bien drainés. Ce désordre physiologique se manifeste de manière accrue dans des vignes vigoureuses à fort développement foliaire et à forte charge. A l'instar du dessèchement de la rafle, ce phénomène semble être déclenché par de brusques changements climatiques (périodes pluvieuses et froides ou irrigations copieuses alternant avec des périodes de forte évapotranspiration du feuillage).

Possibilités de lutte

Il n'existe pas, pour l'instant, de possibilité de lutte directe contre le folletage. Dans les situations à risque, l'effort doit porter essentiellement sur les méthodes de lutte indirecte :

- éviter les excès de vigueur
- éviter les excès de charge
- éviter les excès d'alimentation en eau
- choix de cépages peu sensibles en situations à risque.

La mise au point de nouvelles possibilités de lutte contre ce problème en recrudescence dans nos vignobles, nécessitera d'acquérir, au cours des prochaines années, des connaissances plus approfondies sur les aspects physiologiques de cet accident (étude de la cavitation des vaisseaux conducteurs de sève brute et des perturbations des flux de sucres dans les baies). Des études approfondies sont menées actuellement dans les différents domaines expérimentaux de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil (ACW).

Connaissance du génome de la vigne : intérêt, applications et perspectives

Jean-Michel BOURSIQUOT

Maître de Conférence, Montpellier SupAgro (France)

Introduction

Depuis une quinzaine d'années, le développement des techniques de biologie moléculaire (PCR, marqueurs microsatellites, séquençage, puces à ADN, ...) a permis de faire des avancées très significatives dans le domaine de la génétique de la vigne.

Récemment, deux versions de la séquence du génome de la vigne ont été publiées ; l'une, par un consortium public franco-italien (Jaillon et al, 2007), l'autre, par une équipe italienne (Velasco et al, 2007).

Tous ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives en matière d'analyse de la diversité, de connaissance des fonctions précises des gènes (notamment ceux spécifiques de la vigne), de possibilité de transferts de résultats obtenus sur d'autres espèces modèles, d'amélioration variétale et de mise au point d'outils de diagnostic du fonctionnement de la plante.

Après une présentation générale de ces résultats, des exemples d'application et d'utilisation de ces données dans différents programmes de recherche sur la vigne seront présentés.

Aspects cognitifs

Le génome haploïde de la vigne, constitué de 19 chromosomes, renferme ainsi quelque 30.000 gènes. La connaissance de la séquence complète, longue d'environ 490 millions de bases, permet maintenant de déterminer la position physique exacte de l'ensemble de ces gènes sur les chromosomes, d'avoir accès à leurs régions promotrices et de définir les différentes familles multigéniques (duplication des gènes en plusieurs copies dans le génome susceptibles d'évoluer indépendamment par mutation). Il apparaît que 6,9 % seulement de l'ADN est codant et le fait que la plupart des gènes se retrouvent dans 2 autres régions du génome, conduit à penser qu'à l'origine, le génome de la vigne provient de l'association de 3 génomes ancestraux (paléo-allohexaploïde). Au sein du génome diploïde, le taux naturel d'hétérozygotie est élevé (> à 50 %) et chez le Pinot, les chromosomes homologues diffèrent en moyenne de 11,2 % de leur ADN.

Genotypage des variétés, polymorphisme clonal et chimérisme

L'analyse, à l'aide de 20 marqueurs microsatellites, des variétés en collection au Domaine de Vassal (INRA) a abouti à la création d'une importante base de données. Cet outil permet maintenant l'identification des échantillons par comparaison des résultats avec les profils

référencés. Grâce à cela, nous avons par exemple pu récemment identifier la variété Miousat du Sud-Ouest de la France, à l'Humagne blanche.

Au sein d'une même variété, le polymorphisme clonal détecté avec les marqueurs microsatellites a été relativement limité (impossibilité d'identifier réellement un clone) mais il a permis de mettre en évidence, dans la majorité des cas, une structure chimérique des clones (au sein d'un même individu, superposition de couches cellulaires dont le génome n'est pas totalement identique). Ce caractère est un élément important à prendre en considération. Le séquençage du génome devrait alors permettre d'envisager de nouvelles approches (marqueurs SNP, transposons, ...) pour essayer de mieux cerner la variation clonale et de distinguer les clones.

Analyse de la diversité et relations de parenté

L'utilisation de ces marqueurs moléculaires permet de décrire la diversité de la vigne sous un angle nouveau et de mieux comprendre, par exemple, les relations entre le compartiment sauvage (*sylvestris* ou lambrusques) et les cépages cultivés. Cela permet aussi, le cas échéant, de déterminer les parentés (ex : Chardonnay, Gamay = Pinot x Gouais, Syrah = Dureza x Mondeuse blanche) ou les relations existant entre variétés (ex : Rèze et Poulsard du Jura, Hibou noir de Savoie, ...).

Cartographie génétique des caractères d'intérêt, sélection assistée par marqueurs et création variétale

A partir de l'analyse moléculaire et phénotypique de populations de plants de semis en ségrégation issus de croisements, il est possible d'établir une cartographie génétique des zones du génome (QTL) impliquées dans des caractères d'intérêt (ex : taille des baies, fertilité, polyphénols, arômes, ..., mais aussi résistance au mildiou, à l'oïdium, etc) et de définir les marqueurs moléculaires utilisables pour la sélection de nouvelles variétés correspondant à ces critères. Pour cela, le séquençage du génome de la vigne permet maintenant d'avoir directement accès aux gènes présents dans ces zones et de pouvoir ainsi envisager une sélection beaucoup plus précise des allèles intéressants (marqueurs SNP). Le positionnement et la connaissance de ces zones et des gènes impliqués offre donc maintenant la possibilité d'utiliser l'aide de la sélection assistée par marqueurs dans les programmes de création variétale (greffons mais aussi porte-greffes) par hybridation.

Détermination de la fonction des gènes, transgénèse et outils de diagnostic du fonctionnement de la vigne

Un volet très important consiste maintenant à déterminer la fonction précise des gènes, leur régulation et leur expression dans les différents organes, à différents stades et sous différentes conditions. Pour cela, le recours aux résultats obtenus chez d'autres espèces (gènes orthologues), l'étude de la transcription des gènes en ARN (transcriptomique, puces à ADN) et l'analyse de vignes transgéniques ou de mutants pour lesquels un gène est sur- ou sous-exprimé ou non fonctionnel, constituent les principaux moyens d'approche. Des travaux sont ainsi menés sur la connaissance et la compréhension des mécanismes de la construction de la qualité des baies. Ces recherches visent notamment à identifier les gènes impliqués dans les variations d'acidité avant véraison et dans la composition en tanins et en anthocyanes avant vendange.

A terme, l'essor des approches par transcriptomique avec l'utilisation de puces à ADN et l'analyse du différentiel d'activation et d'expression des gènes selon, par exemple, les itinéraires techniques ou les conditions environnementales ou de développement devrait permettre d'avoir accès à des outils très performants de diagnostic et de suivi du fonctionnement de la vigne.

Conclusion

L'ensemble de ces connaissances doit en définitive servir de support et d'aide aux programmes visant à développer et promouvoir une viticulture durable et à un coût raisonnable, en relation avec les principaux objectifs de la profession : réduction des intrants, adaptation au changement climatique et maîtrise de la qualité.

Gestion de l'enherbement des sols :

Description de nouvelles espèces et mise en place de réseaux d'essais

Nicolas DELABAYS, Jean-Laurent SPRING

Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil (ACW)

Introduction

L'engazonnement et l'enherbement¹ des vignes sont des pratiques déjà anciennes qui présentent de nombreux avantages: amélioration de la structure et de la portance du sol, limitation de l'érosion et de la perte de substances nutritives, réduction des applications d'herbicides, promotion de la biodiversité. Malheureusement, il est bien établi également que le maintien d'une couverture végétale peut induire une compétition, pour l'eau et l'azote notamment, avec parfois des conséquences négatives sur la qualité de la vendange, en particulier en conditions de stress hydrique. Parmi les outils disponibles pour tenter de pallier aux inconvénients de l'engazonnement, tout en conservant ses avantages, figure l'utilisation d'espèces peu concurrentielles. Une approche empirique pour sélectionner des plantes peu compétitives vis-à-vis de la culture consiste à observer leur comportement en nature et leur cycle de développement. Sont recherchées des espèces présentant une taille modeste et une faible vigueur, ou des plantes manifestant un cycle biologique bien synchronisé avec celui de la vigne; typiquement des annuelles d'hiver qui germent à l'automne et terminent leur cycle au printemps. Bien sûr, presque par définition, les espèces peu compétitives vont souvent avoir de la peine à s'implanter durablement et à limiter le développement d'une flore spontanée agressive. Pourtant, dans le cadre de différents essais préliminaires, certaines plantes peu vigoureuses ont néanmoins montré une étonnante capacité à maîtriser le développement de la flore spontanée indésirable. Sur la base de ces observations, nous avons postulé la présence d'effets allélopathiques, un aspect souvent négligé de l'interférence entre plantes. En effet, il est avéré aujourd'hui que de nombreuses espèces végétales synthétisent et relâchent dans l'environnement des molécules susceptibles d'interférer avec la croissance des plantes alentours: c'est ce qu'on appelle l'allélopathie. De fait, avec plusieurs espèces, des propriétés allélopathiques ont clairement été mises en évidence en laboratoire et en serre, et même au champ pour certaines d'entre elles.

¹ Les dernières évolutions dans les techniques de gestion de la couverture végétale ont amené à distinguer l'engazonnement, caractérisé par le semis d'une ou d'un mélange d'espèces, de l'enherbement, basé sur le développement, plus ou moins maîtrisé, de la flore spontanée.

Deux espèces prometteuses : le brome des toits et l'orge des rats

Parmi les espèces retenues figure le brome des toits (*Bromus tectorum*), une petite graminée des zones rudérales qui affectionne les terrains plutôt secs. La plante présente un comportement intéressant: germination rapide en automne, bonne couverture du sol, maturation relativement précoce au printemps; son point faible résidait dans son ressemis spontané un peu aléatoire. Parallèlement, le brome des toits possède des propriétés allélopathiques élevées, pour lesquelles certaines des molécules impliquées, telle une lutéoline, sont aujourd'hui déterminées. A noter également, chez cette espèce, l'existence d'écotypes offrant une très grande variabilité morphologique et phénologique; par exemple, la période qui sépare les dates d'épiaison entre les écotypes le plus précoces et les plus tardifs est supérieure à un mois. Ces caractéristiques sont évidemment importantes à prendre en compte dans la perspective de leur utilisation comme engazonnement peu concurrentiel.

Une autre espèce intéressante est l'orge des rats (*Hordeum murinum*), une graminée sauvage fréquemment observée en bordure des parcelles cultivées, notamment des vignes, ainsi que le long des chemins. L'orge des rats a un comportement et des propriétés comparables au brome des toits. Un peu plus tardif et vigoureux que celui-ci, il se resème par contre généralement avec succès. Des écotypes rassemblés dans différentes parties de Suisse romande ont présenté une variabilité bien moindre que celle observée avec le brome des toits.

Mise en place de réseaux de surfaces expérimentales

Dans le processus de mise au point d'un engazonnement avec de nouvelles espèces, une étape importante consiste à les tester dans différentes zones et conditions pédo-climatiques, afin de mieux cerner les conditions optimales de leur utilisation et de pouvoir proposer des solutions valides aux viticulteurs. A l'automne 2007, tant pour le brome que pour l'orge, la disponibilité en graines demeurait très limitée. Aussi avons-nous opté pour l'installation de surfaces d'observation relativement réduites, de l'ordre de 30 m², mais néanmoins suffisantes pour observer et évaluer le comportement des espèces semées. Deux réseaux d'une dizaine de parcelles ont ainsi été installés en Valais et dans le canton de Vaud, respectivement avec le brome des toits et l'orge des rats.

Trois enseignements préliminaires peuvent être tirés aujourd'hui. Le premier concerne l'importance du semis pour le succès et la pérennité de l'engazonnement: une bonne préparation du terrain est nécessaire pour assurer une levée rapide et régulière. Le second montre l'effet important du site sur la vigueur. Ainsi, dans les sols les plus profonds et les plus riches, l'orge des rats s'est développée vigoureusement; alors qu'elle est restée plus modeste et moins dense dans les terrains plus superficiels. Des différences de vigueur selon les parcelles ont également été observées avec le brome des toits. Enfin, une des observations

encourageantes est l'excellent ressemis spontané observés à l'automne 2008 sur la majorité des parcelles des réseaux, y compris avec le brome des toits. Globalement donc, dans les parcelles où ils se sont correctement installés lors du semis, l'orge et le brome ont assuré le cycle attendu: couverture du sol durant de l'hiver, formation d'un mulch sec au cours de l'été, ressemis à l'automne

Discussion et perspectives

L'installation et la gestion d'un engazonnement peu concurrentiel est à l'évidence un exercice délicat, qui doit être adapté aux conditions de la vigne. A l'extrême, chaque parcelle constitue une situation particulière, qui dépend des conditions pédo-climatiques, du cépage cultivé, du mode de conduite, voire de l'historique du parchet. Le suivi, ces prochains mois, des premières surfaces expérimentales devrait permettre de valider les observations préliminaires et de préciser les conditions optimales d'installation (type de terrain, sélection des écotypes, préparation du sol, période de semis) et d'entretien (fauches, travail du sol estival). Il est également prévu d'installer de nouvelles parcelles expérimentales, notamment sur le canton de Genève. Parallèlement, la maîtrise de la production de semences à grande échelle est une étape importante. A l'automne 2008, les premiers lots commerciaux de brome des toits étaient disponibles, et la production de semences d'orge des rats est en passe d'être maîtrisée.

Aujourd'hui, il est certainement justifié de continuer la recherche et l'expérimentation avec de nouvelles espèces: luzerne (*Medicago minima*), trèfles (*Trifolium subterraneum*, *T. dubium*), géranium (*Geranium rotundifolium*), Oxalis (*Oxalis stricta*); autant de plantes dont le développement, la vigueur, le cycle biologique ou les propriétés allélopathiques offrent des perspectives prometteuses pour un engazonnement ou un enherbement peu concurrentiel des vignobles.

Nouvelles espèces pour l'enherbement : effets sur la vigne.

Observations agronomiques et physiologiques

d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique (Changins)

Jean-Laurent SPRING, Nicolas DELABAYS

Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil (ACW)

Introduction

Un enherbement pratiqué dans tous les interlignes au moyen de graminées pérennes peut exercer, dans certains sites, une concurrence excessive en eau et en azote et entraîner une diminution de la qualité des vins. Pour tester l'intérêt d'espèces pérennes ou annuelles moins concurrentielles pour la vigne, un essai a été mis en place sur le domaine expérimental de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) à Nyon.

Variantes testées

L'essai a été conduit de 2002 à 2004 sur une parcelle de Chasselas/3309C plantée en 1999 sur le domaine expérimental de Changins. Les différents types d'enherbement ont été installés durant l'année 2001 dans tous les interlignes; l'intercep (un quart de la surface) a été maintenu libre de végétation par l'application d'herbicides. Les espèces testées ont été les suivantes :

- 1) Graminées pérennes (mélange Lenta[®], fétuques et pâturins) = variante témoin.
- 2) Brome des toits (*Bromus tectorum*), graminée annuelle à ressemis spontané.
- 3) Orge des rats (*Hordeum murinum*), graminée annuelle à ressemis spontané.
- 4) Trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum*), légumineuse annuelle à ressemis spontané.
- 5) Trèfle rampant (*Trifolium repens*), légumineuse pérenne.
- 6) Agrostide stolonifère (*Agrostis stolonifera*), graminée pérenne à faible développement.
- 7) Géranium fluet (*Geranium pusillum*) et petite pimprenelle (*Sanguisorba minor*), plantes à feuilles larges à développement modéré.

Suivi floristique

Les variantes agrostide et géranium + pimprenelle ont rapidement dû être abandonnées en raison de leur mauvaise installation ou de leur pérennité insuffisante. L'agrostide a très mal supporté l'été caniculaire de 2003. La réinstallation du brome des toits a été problématique et a nécessité un ressemis en automne 2003. L'orge des rats a, par contre, présenté un très bon comportement tout au long de l'essai. Le trèfle souterrain s'est relativement bien réinstallé, mais a toutefois nécessité un ressemis à l'automne 2003. Le trèfle rampant, après un très bon

développement au cours des deux premières années, a rapidement décliné notamment en raison d'une forte invasion de campagnols qui a également touché la variante avec le trèfle souterrain.

Influence sur l'alimentation azotée

La disponibilité en azote minéral (N_{min} de 0-50 cm) montre que les légumineuses et particulièrement le trèfle rampant ont entraîné des valeurs plus élevées que les variantes avec graminées. Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées avec les graminées pérennes (mélange Lenta[®]), les graminées annuelles à ressemis spontané (brome des toits, orge des rats) ont laissé un reliquat en azote un peu plus important en fin de saison (fig. 1).

L'absorption de l'azote par la plante au niveau du diagnostic foliaire ou de la teneur en azote dans les moûts (fig. 2) reflète bien cette situation. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées avec les légumineuses.

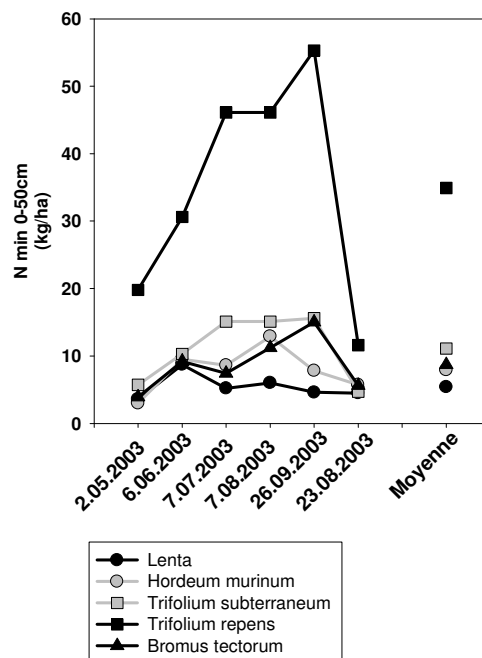


Fig. 1. Essai de différents types d'enherbements à Changins. Azote minéral (N_{min} 0-50 cm)

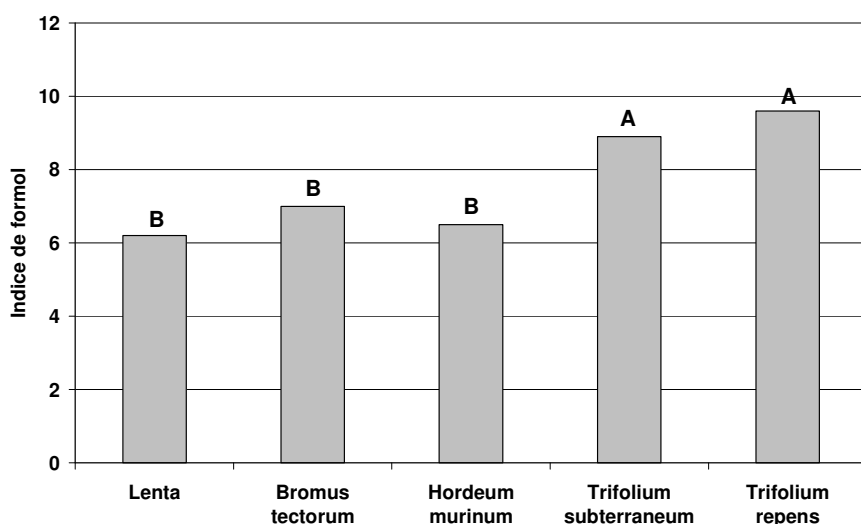


Fig. 2. Essai de différents types d'enherbement à Changins. Azote dans les moûts (indice de formol).

Alimentation hydrique

Au cours de l'été caniculaire de 2003, un suivi du potentiel hydrique du feuillage a été effectué, afin d'évaluer l'impact des différents types d'enherbement sur le niveau de stress hydrique de la vigne.

Les contraintes hydriques les plus sévères ont été enregistrées avec les espèces pérennes (graminées, trèfle rampant). Les espèces annuelles à ressemis spontané (brome des toits, orge des rats, trèfle souterrain) qui ne sont pas présentes en cours d'été et qui laissent un mulch s'opposant à l'évaporation en surface, concurrencent moins la vigne au niveau hydrique.

Influence sur la vigueur, le potentiel de production et la composition des moûts

Il apparaît que l'ensemble des espèces étudiées ont diminué la concurrence quant au développement végétatif et au potentiel de production de la vigne par rapport au témoin "graminées pérennes" (tabl. 1).

Tableau 1. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Poids des bois de taille et composantes du rendement. Changins, moyennes 2002-2004.

Variantes	Poids des bois de taille (g/cep)	Fertilité des bourgeons (nombre de grappes/bois)	Poids des baies (g)	Poids des grappes (g)	Rendement (kg/m ²)
Mélange Lenta®	356	2,04	2,8	286	0,777
<i>Bromus tectorum</i>	506	2,11	3,3	357	0,983
<i>Hordeum murinum</i>	419	2,15	3,2	356	0,976
<i>Trifolium subterraneum</i>	409	2,04	3,1	336	0,925
<i>Trifolium repens</i>	436	1,98	3,0	348	0,938
p.p.d.s. (p = 0,05)	51	n.s.	0,3	58	0,188

Les différentes variantes expérimentées n'ont, par contre, eu que très peu d'effets sur la teneur en sucre et en acidité des moûts.

Conclusions

- Dans le cadre de cet essai, les espèces peu concurrentielles pérennes ou annuelles à ressemis ont montré qu'il est parfois difficile d'assurer une bonne installation ou de la maintenir. De bons résultats ont été obtenus avec l'orge des rats et dans une moindre mesure avec le trèfle souterrain et le trèfle rampant, des deux dernières espèces se sont révélées très attractives pour les campagnols.
- La concurrence pour l'eau a été plus élevée avec les espèces pérennes (mélange de graminées, trèfle rampant) que pour les espèces annuelles à ressemis spontané.

- La concurrence pour l'azote a été diminuée essentiellement avec les enherbements à base de légumineuses (trèfle souterrain et trèfle rampant).
- Les espèces peu concurrentielles testées ont toutes permis de réduire la concurrence sur la vigueur et le potentiel de production de la vigne par rapport au témoin enherbé avec des graminées pérennes. Par contre, on n'a pas noté de différence concernant la teneur en sucre et en acidité des moûts.

