Bulletin d'information de l'IFV Sud-ouest
Institut Français de la Vigne et du Vin

n°78 - janvier 2010

La Grappe d'Autan

www.vignevin-sudouest.com

Sommaire

Edito

Dossiers

Brettanomyces: le point sur ces redoutables levures de contamination

..... p 2-4

Consommation énergétique du matériel viticole

..... p 4

Le traitement UV des moûts et des vins

..... p 5-6

Suppléments

Fiche fertilisation n° 8
Outils d'aide à la décision

2010 déclarée année de la Biodiversité dans le monde. Composante essentielle du développement durable, les groupes d'experts se constituent afin de guider les choix de la filière.

La Viticulture du Sud-ouest, organisée en bassin et interprofession unique possède désormais les moyens de jouer un rôle important pour la préservation de notre diversité naturelle car la vigne, élément essentiel du paysage midi-pyrénéen, doit contribuer au maintien et au développement des espèces et organismes vivants.

Seules des approches pragmatiques nous permettront d'évoluer et d'avancer sur le sujet. Inutile de mettre en place des concepts loin de nos réalités quotidiennes. Un exemple : le raisonnement de l'entretien de nos sols et le succès de la viticulture biologique passeront par le développement et l'adaptation de nouvelles variétés d'herbe à nos terroirs en prenant en compte la gestion du stress hydrique et azoté mais aussi la gestion du rendement et plus globalement le système de production de l'exploitation. Plus de 20 variétés de semence sont actuellement testées et évaluées par l'IFV Sud-Ouest en mini-parcelles. Des sites pilotes seront mis en place dès 2010 à grande échelle sur le lycée de Riscle, au Domaine de Mons dans le Gers et à la Ferme d'Anglars à Cahors.

Nos techniques évoluent grâce aux résultats de la recherche et ce sont ces évolutions raisonnées qui permettent assurément le maintien d'une viticulture durable, productive et riche en diversité.

Notre engagement dans la constitution du plan Ecophyto 2018 nous permettra de signer un pacte entre la science, la technique et la nature. L'année 2010, je suis sûr, grâce à nos choix, sera une année de réussite et d'équilibre. C'est ce que professionnellement je vous souhaite.

Bonne et heureuse année 2010 à tous.

Jean-François Roussillon
Président de V'Innopôle Sud-Ouest

Brèves...Brèves...

Formation ***«Vignobles californiens et marché américain des vins»: départ imminent pour les USA!*** *Les points forts de ce déplacement qui se déroulera du 28 janvier au 7 février prochain seront notamment la présentation du marché américain et de la place des vins du sud-Ouest à New York ou encore les visites de Joseph Phelps (approche biodynamique) et Robert Mondavi Winery dans la Napa Valley qui depuis longtemps déjà joue la carte de l'oenotourisme. Nous reviendrons dans la prochaine Grappe de mars sur le bilan de cette formation.*

Outil de calcul des coûts de production : *c'est parti !! Nous vous en parlions dans l'édito de la Grappe d'Autan de septembre 2009, nous avons le plaisir de vous annoncer que nous venons de lancer le développement d'un outil de calcul online des coûts de production à la parcelle. Cet outil prendra en compte l'exploitation viticole dans son ensemble et sera complètement paramètrable (matériel acheté en copropriété, données de financement, temps de travail manuel...). Cet outil sera utilisable par tous après inscription sur notre site www.vignevin-sudouest.com Cet outil devrait être opérationnel à partir du 2ème trimestre 2010. Encore un petit peu de patience...*

Brettanomyces :

Le point sur ces redoutables levures de contamination

Odeurs animales désagréables de cuir, d'écurie, de sueur ou d'urine de cheval dans un vin, l'organisme responsable est souvent une levure du genre *Brettanomyces*. Afin de faire le point sur ces redoutables levures de contamination, l'IFV Sud-Ouest a organisé le 24 novembre dernier une journée de formation autour de deux intervenants : Xavier Arioli de la société Intelli'oeno et Béatrice Vincent de l'IFV Bourgogne. Plus de 30 vignerons et oenologues du Grand Sud-Ouest ont répondu présents. Nous vous proposons de faire le point sur ces micro-organismes, les moyens de détection et les traitements pour les éliminer .

Brettanomyces et caractère phénolé

Les «Brett» sont des champignons unicellulaires ou levures microscopiques qui se multiplient dans les moûts et vins en cours d'élevage ou après mise en bouteille. Les levures du genre *Brettanomyces* sont de plus petite taille que *Saccharomyces cerevisiae* et possèdent un diamètre de 1 à 2 µm. Leur présence n'est pas systématiquement synonyme de défaut gustatif car il est important de dissocier les levures qui sont inodores et les molécules aromatiques produites par *Brettanomyces* lors d'une prolifération : les phénols volatils représentés essentiellement par l'éthyl-4 phénol (EP au seuil de perception dans le vin de 500 µg/l) et l'éthyl-4 gaïacol (EG au seuil de perception dans le vin de 100 µg/l). On retrouve en général dans un vin 10 fois plus d'éthyl-4 phénol que d'éthyl-4 gaïacol.

Les vins ne «supportent» pas en général plus de 500 µg/l de ces composés. Ils sont produits en 2 étapes à partir des acides phénols (acides *p*-coumarique et férulique) présents dans le raisin.

Origine des *Brettanomyces*

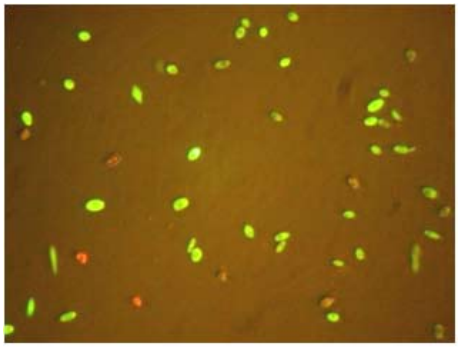
Bien que la présence de *Brettanomyces* sur le raisin, dès le vignoble, a été mise en évidence à plusieurs reprises, il semblerait, d'après les premiers travaux, que l'origine des *Brettanomyces* soit endogène et qu'elles se retrouveraient dans le moût ou le vin par contamination croisée entre deux vins ou entre un vin et le matériel.

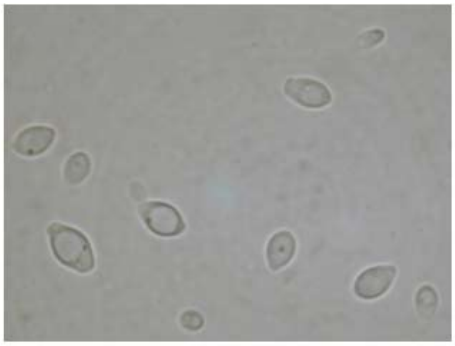
Des essais menés depuis 2006 en Bourgogne et dans le Beaujolais par l'Institut Français de la Vigne et du Vin ont permis de comparer les codes génétiques (ADN) des *Brettanomyces* isolées sur les raisins et des *Brettanomyces* isolées dans les vins issus de ces raisins. Celles présentes sur le raisin à la récolte sont génétiquement différentes de celles retrouvées dans les vins contaminés ce qui semble prouver une origine essentiellement oenologique des *Brettanomyces.* D'autres études sont en cours afin de valider cette hypothèse.

Quelques points clés pour limiter la prolifération

Brettanomyces est relativement résistante à l'alcool et à des pH bas. Voici quelques éléments pour limiter leur prolifération.

• Sulfitage : un sulfitage raisonné du moût à l'encuvage (5g/hl) permet de limiter les populations de *Brettanomyces* fin FA sans empêcher le déclenchement de la FML. Fin FA et en cours d'élevage, un sulfitage fractionné est nettement moins efficace qu'un sulfitage en une seule fois pour éliminer les *Brettanomyces*. La fraction la plus active du SO_2 libre est appelée SO_2 actif et est composée du SO_2 moléculaire. Cette fraction rend compte, de manière plus précise que le simple SO_2 libre, du niveau de protection d'un vin. Le SO_2 actif est





Observations de Brettanomyces au microscope
Crédits Béatrice Vincent - IFV Bourgogne

fonction du pH, de la température, du degré alcoolique et du SO_2 libre. Selon les auteurs, on peut considérer qu'il est nécessaire d'avoir un niveau de SO_2 actif de 0,6 à 0,8 mg/l pour se protéger efficacement contre les *Brettanomyces*. Nous vous rappelons qu'un formulaire de calcul est disponible sur notre site Internet

http://www.vignevin-sudouest.com/services-professionnels/formulaires-calcul/so2-actif.php

• Levurage du moût et ensemencement bactérien: par la compétition exercée entre *Brettanomyces* et *Saccharomyces* ou *Oenococcus oeni* et le racourcissement des phases de latence, ces pratiques permettent d'éviter leur prolifération. L'autre avantage du levurage est également d'éviter les fermentations languissantes et de limiter les teneurs en sucres résiduels, substrat de choix pour ces levures de contamination. On peut considérer que 0.1 g/l de la Glucose + Fructose implique la production de 300 à 500 µg/l d'éthyl-phénols

• Soutirage : un soutirage permet l'élimination des lies contaminées. En effet, ces levures sédimentent rapidement et se retrouvent fréquemment dans les lies. Ceci implique de faire attention aux prélèvements pour les contrôles microbiologiques qui doivent être réalisés dans des récipients stériles dans le bas du contenant. La pratique couramment utilisée de «tâcher» les cuves de vins n'ayant pas commencé leur fermentation malolactique (FML) par des lies d'une cuve non sulfitée à FML achevée peut être à l'origine d'une contamination multiple du chai

• Maîtrise des températures : le développement des *Brettanomyces* est moindre à faible température (<14°C).

• Maîtrise de l'hygiène : en évitant les contaminations croisées, l'hygiène est l'un des meilleurs moyens pour éviter les problèmes de *Brettanomyces*. Il est important de respecter les procédures de nettoyage :

1. Prélavage (démontage et trempage des matériels dans l'eau chaude)
2. Lavage (application du produit adéquat et brossage du matériel)
3. Rinçage à l'eau froide
4. Désinfection (application du produit adéquat et temps de pose adéquat)
5. Rinçage à l'eau froide
6. Contrôle (qualité visuelle du matériel, visuelle et chimique de l'eau)

Hygiène et désinfection des barriques contaminées...

La désinfection de la futaille contaminée est une question assez délicate. Différentes procédures de désinfection comparée par la société Intelli'oeno sur des futs contaminés (de 100 à 100 000 cellules / cm3 de douelle) ont permis de mettre en évidence l'efficacité de la procédure décrite ci-dessous. Dans cette situation des temps plus courts de traitement à la vapeur n'ont pas permis d'éliminer complètement les levures de contamination.

- Eau : 1 minute
- Vapeur : 6 minutes
- Eau Haute Pression : 5 minutes
- Vapeur : 10 minutes
- Eau : 2 minutes

Bien entendu, d'autres procédures sont imaginables.

Une seule solution : la prévention

La solution pour lutter contre *Brettanomyces* est d'agir en préventif, avant l'apparition des phénols volatils, en réalisant des contrôles sur les lots à risque (FML difficile, sucre résiduel, pH élevé, antécédent parcellaire...).

La détection des *Brettanomyces* peut se faire par différentes méthodes :

• par culture sur milieu gélosé sélectif (la flore est composée à 99% de *Brettanomyces*). Il s'agit de la méthode la moins onéreuse (15 à 20 € TTC par échantillon) mais le délai de lecture est d'environ 9 jours. Le Sniff Brett®, milieu de culture liquide, est une alternative aux milieux classiques, plus facile à mettre en oeuvre mais moins précis en cas de faible contamination. La contamination est vérifiée par détection d'une odeur putride

• par PCR quantitative en biologie moléculaire. Cette technique plus couteuse (100 à 150 €) permet d'identifier la présence spécifique de *Brettanomyces* en 24h environ

• par cytométrie de flux pour un résultat en 15 min. Cette technique ne détecte pas spécifiquement les levures du genre *Brettanomyces.* Elle est donc uniquement utilisable fin FA

Brèves...Brèves...

La rencontre technique organisée le ***11 décembre dernier sur «Pulvérisation et entretien du sol en viticulture durable»*** *a regroupé au Conseil Régional de Midi-Pyrénées à Toulouse près de 150 vignerons. Les actes ainsi que les diaporamas des interventions sont téléchargeables sur notre site Rubrique Publications / Actes de colloque.*

Le 5 décembre dernier, nous avons reçu au V'innopôle une délégation chinoise *dont faisait partie Li Xiaolin, la fille aînée de l'ancien chef d'état chinois. Le but de cette visite était de découvrir les structures de recherche vitivinicoles en France et leur organisation*

Les ***notes nationales sur le Mildiou, l'Oïdium et le Botrytis 2010*** *sont dorénavant téléchargeables sur notre site Internet au format PDF. Elles sont accessible depuis le bloc «En Bref» de la page d'accueil de notre site :*

www.vignevin-sudouest.com

Changement climatique et viticulture : *l'IFV mène une enquête nationale sur les conséquences du changement climatique sur la viticulture. Votre avis nous intéresse et nous vous invitons à remplir le questionnaire en ligne sur le site web de l'Institut Français de la Vigne et du Vin :*

www.vignevin.com

Pendant l'élevage, l'absence totale de *Brettanomyces* n'est pas forcément recherchée, seuls importent le niveau de contamination et les moyens de maîtrise.

Le seuil de vigilance, imposant un suivi régulier se situe autour de 100 cellules par ml. Des études récentes menées par l'équipe de Pierre Strehaiano du Laboratoire de Génie Chimique de Toulouse ont montré que sur milieu synthétique à 30°C, pour une contamination à hauteur de 1000 cellules par ml, la production mensuelle de 4 éthyl-phénol se situait autour de 6 µg/l. Pour une population 1000 fois supérieure (10 millions de cellules par ml), la production quotidienne se situe par conséquent à environ 200 µg/l. Sans contrôle et dans des conditions favorables à la croissance de la levure, un vin peut être définitivement spolié en l'espace de quelques jours.

Aspect des colonies (culture sur milieu gélosé)
Crédit François Davaux - IFV Sud-Ouest

Après la mise, des études ont montré que la présence d'une unique levure par bouteille suffisait à contaminer 70% des bouteilles après un an de conservation à 15°C. **L'élimination totale à la mise des B*rettanomyces* doit donc être recherchée** par l'une des techniques décrites ci-dessous. Il est également capital de s'assurer du bon état d'hygiène du matériel afin d'éviter les contaminations croisées.

Les traitements physico-chimiques d'élimination des Brettanomyces…

• Flash-pasteurisation : cette technique consiste, après préchauffage, à chauffer le vin ou le moût à 72°C avant d'être refroidi. Ce procédé est surtout intéressant pour des traitements en cours de FA et pendant l'élevage

• Clarification : le simple fait de réaliser un soutirage permet de réduire les populations d'un facteur 100. L'effet en terme de réduction de la centrifugation est variable (réduction d'un facteur 10 à 1000). La micro-filtration tangentielle ne permet que de réduire au maximum les populations d'un facteur 10 000 et n'est donc pas totalement efficace. Compte tenu du diamètre des levures (1 à 2 µm) une filtration à 1 µm est en général suffisante

• Emploi de DMDC ou Dicarbonate de diméthyle à la dose de 200 mg/l permet d'éliminer les populations de *Brettanomyces*. Ce produit vient d'être autorisé par l'Union Européenne uniquement sur les vins à plus de 5 g/L de sucre résiduel avant l'embouteillage. Sa mise en oeuve impose d'être équipée d'une pompe doseuse onéreuse car il s'agit d'un produit dangereux avant son hydrolyse dans le vin. Aux USA, son usage est fréquent car près de 300 000 hl de vins rouges sont traités à l'aide de DMDC pour des problèmes de *Brettanomyces*.

Quoi faire si malgré toutes les protections une cuve est contaminée en éthyl-phénols ?

Même si ce procédé est interdit, il est possible techniquement d'éliminer les phénols volatils par des méthodes membranaires (coût de 3 à 4 €/hl). L'impact sur les composés aromatiques du vin est loin d'être négligeable (-20 à 25% d'esters, -2% composés phénoliques). Une première nanofiltration permet de séparer les composés volatils, les éthylsphénols sont éliminés dans un second temps par adsorption sur résine.

L'autre option à considérer plus sérieusement est de de masquer, après élimination totale des *Brettanomyces*, le caractère phénolé. Les composés aromatiques du bois et la 3-isobutyl-2-méthoxypyrazine (IBMP) possèdent des propriétés masquantes vis à vis des phénols volatils.

L'IBMP est la principale molécule responsable des arômes de poivron vert dans les vins de Cabernet Sauvignon et de Merlot, et que l'on retrouve également dans les vins de Fer Servadou. La cuve contaminée pourrait être assemblée avec des cuves riches en IBMP. Si la réglementation le permet, le boisage à l'aide de copeaux ou de douelles, est une pratique qui peut également permettre d'atténuer le caractère phénolé.

Conclusions

La présence de levures du genre *Brettanomyces* est un paramètre que le vinificateur doit prendre en compte au cours des processus de transformation du raisin en vin. La maîtrise des risques passe par une bonne gestion des phases fermentaires et des actions de stabilisation microbiologique des vins, et par une grande rigueur dans les procédures d'hygiène utilisées.

Contacts :

Béatrice VINCENT
IFV Bourgogne
6, rue du 16è Chasseurs
21200 Beaune
Tél.: 03 80 20 26 60
beatrice.vincent@vignevin.com

Xavier Arioli
Intelli'Oeno
Z.A. Les Gouvernaux 2
26 120 Chabeuil
Tél.: 04.75.59.29.58
xavier.arioli@intellioeno.com

Consommation énergétique du matériel viticole :

Le pulvérisateur est le matériel le plus gourmand sur la campagne

Hausse du cours des énergies fossiles, émission de gaz à effet de serre, la conjoncture actuelle impose de raisonner au mieux la consommation énergétique du matériel viticole. Pour cela, deux leviers sont envisageables : le choix du matériel et les réglages. Il n'existe pas à ce jour d'information fiable sur la consommation liée aux différents matériels viticoles. L'IFV Sud-Ouest a démarré en 2009 une étude, en partenariat avec Landini pour la mise à disposition du tracteur, qui a permis d'obtenir les premières références en utilisant un tracteur viticole équipé d'un débitmètre à gasoil. Voici les premiers résultats obtenus en attendant un banc d'essai complet par matériel prévu en 2010.

Développer une méthodologie fiable et reproductible

Afin de développer une méthodologie fiable, reproductible, permettant une comparaison stricte des différents matériels viticoles attelés, il a d'abord fallu quantifier l'impact de différents facteurs «communs» sur la consommation énergétique du tracteur :

• La température extérieure : elle influe sur les pertes d'énergie par déperdition de chaleur. La différence de consommation entre des températures de 30°C (après-midi) et 19°C (matin) étant de +10% maximum, il a ainsi été choisi de réaliser les essais dans la même plage de température

• La pente : dans une parcelle en pente (15% de pente), le surplus de consommation en montée n'est pas compensé par la baisse de consommation en descente. Sur un aller retour l'écart de consommation avec une parcelle plane atteint 12 %. L'impact étant par conséquent non négligeable, pour les matériels réalisant un travail «marqué» ou destructif type travail du sol, les mesures ont été réalisées sur une parcelle plane. Pour les autres matériels (pulvérisateurs...), les essais ont été effectués sur les mêmes rangs

Détail du débitmètre monté sur le tracteur

• La climatisation : la surconsommation liée à la climatisation a varié de 10 à 15%, cet écart étant supérieur à régime élevé. Ce paramètre a par conséquent été pris en compte et est resté constant au cours des essais

• L'utilisation des quatre roues motrices : aucune surconsommation liée à l'utilisation des 4 roues motrices n'a pu être mise en évidence

L'enregistrement en temps réel de la consommation instantanée a montré que la mesure était sujette à des variations, et qu'il fallait attendre environ 180 secondes afin d'obtenir une valeur «moyenne» stabilisée. Les tests ont par conséquent été effectués sur une durée minimale de 200 secondes.

Quelques conseils de réglage

Une fois la méthodologie définie, des mesures ont été réalisées sur différentes catégories de matériel à différents réglages. Voici quelques conseils de réglage par matériel obtenus suite à ces tests :

• Broyeur à sarment : les mesures réalisées au cours du broyage de sarments ont mis en évidence que l'utilisation de la prise de force économique associée à une vitesse de travail rapide (4,5 km/h) permettait d'économiser jusqu'à 46% de carburant par hectare. Si la densité de sarment le permet, il est par conséquent très avantageux de travailler vite en utilisant la prise de force économique

• Tondeuse : les mêmes tendances que pour le broyeur à sarment ont pu être observées. Une fauche plus tardive (donc une herbe plus haute) induit une surconsommation du matériel sur le moment (+41%). Si cela permet d'économiser un passage, le bilan reste positif, mais on doit garder à l'esprit l'aspect agronomique du moment de la tonte

• Intercep rotatif : la consommation de carburant liée au désherbage mécanique sous le rang est importante (de 6 à 13 L/ha), ceci étant du essentiellement à la faible vitesse d'avancement. Les quantités de fuel consommé par hectare peuvent être réduites en modulant le régime moteur si les conditions le permettent, et en utilisant la prise de force économique si l'outil dispose d'une centrale hydraulique. Si l'outil fonctionne grâce à l'hydraulique du tracteur, c'est la capacité de celle-ci qui dictera les conditions d'utilisation optimales

• Disques de travail du sol : indépendamment des réglages et des conditions d'utilisation (prise de force, vitesse d'avancement), le travail du sol avec un pulvérisateur à disques consomme toujours la même quantité de fuel (5 L/ha). Le choix d'une vitesse de travail est plus déterminé par des considérations sur

le travail à fournir (effet de projection de la terre...) que par la recherche d'un effet d'économie de carburant par le débit de chantier

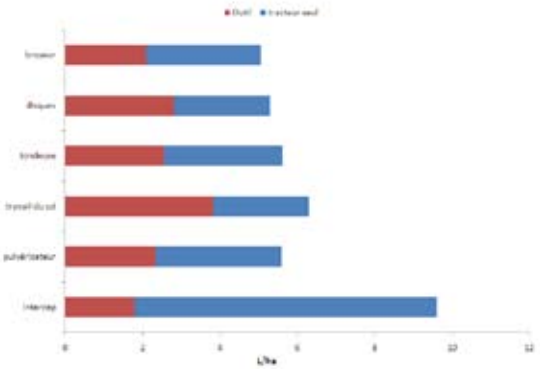
• Cadre à étançons rigides : la profondeur de travail (en surface pour couper le chevelu racinaire ou en profondeur) a une incidence considérable sur la consommation énergétique (+50%). Selon l'objectif du travail (ameublissement ou désherbage mécanique), un travail en profondeur peut s'imposer. L'état d'humidité du sol possède également un léger impact sur la consommation, même si l'impact le plus important reste sur la qualité du travail réalisé

Cadre à étançons rigides au travail. La consommation moyenne générée par son passage se situe autour de 5L/ha

• Pulvérisateur pneumatique : grâce à une vitesse élevée et à un passage tous les deux rangs, le pulvérisateur pneumatique possède une consommation par hectare relativement faible (de 3,5 à 5,5 L/ha). Le surcoût de consommation entre turbine accélérée et ralentie est de l'ordre de 10%. La pulvérisation à turbine ralentie pourrait être utilisée dans le cas d'une densité de végétation faible ou en début de campagne. L'abaissement de la vitesse de la turbine peut provoquer une moins bonne pénétration de la bouillie dans le feuillage.

L'intercep est le matériel le plus gourmand par hectare...

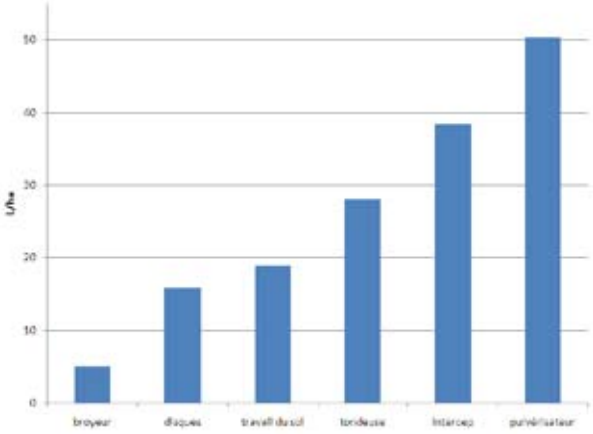
Ramené à l'hectare parcouru, l'intercep rotatif est le premier consommateur de carburant à l'hectare et par passage, loin devant les autres matériels à cause de sa faible vitesse d'avancement.



Consommation par matériel ramenée en L/ha : l'intercep rotatif largement en tête

Et le pulvérisateur sur l'ensemble de la campagne...

Si on ramène les chiffres précédents sur une campagne viticole, c'est finalement le pulvérisateur qui s'avère être le matériel le plus énergivore. Ces calculs sont basés sur l'hypothèse de 4 passages/an pour l'intercep, 9 pour le pulvérisateur, 3 pour le travail du sol, 5 pour la tondeuse, 3 pour les disques et 1 pour le broyeur.



Consommation par matériel ramenée en L/ha sur l'ensemble de la campagne

En conclusion

Cette première année d'étude sur la performance énergétique nous a permis de mettre au point la méthodologie, de réaliser un premier classement des matériels utilisés couramment, et d'identifier quelques réglages permettant de réaliser des économies. Les années à venir seront consacrées à l'étude des consommations en fonction de la technologie employée pour un même type d'outil, afin que le viticulteur dipose de cette donnée de consommation énergétique en complément des critères de choix habituels.

Le compte-rendu complet de ces essais est téléchargeable sur notre site Internet www.vignevin-sudouest.com dans la rubrique Publications et Ressources / Compte Rendu dans la catégorie «Matériel Viticole».

Etude réalisée grâce au soutien financier de la région Midi-Pyrénées

Contact :

Christophe Gaviglio
IFV Sud-Ouest
V'innopôle
BP 22
81310 Lisle Sur Tarn
tél. 05 63 33 62 62
fax. 05 63 33 62 60
christophe.gaviglio@vignevin.com

Le traitement aux rayons UV des moûts et des vins :

un nouveau procédé révolutionnaire de stérilisation ?

A l'heure où le cahier des charges de la vinification biologique est en passe d'être finalisé et que la réduction des doses de sulfites est plus que jamais à l'ordre du jour, un nouveau procédé physique de stérilisation à froid par les rayons UV, développé par la société suisse Surepure, pourrait bien créer la surprise et laisser entrevoir un bel espoir concernant la réduction des doses de SO_2 dans les moûts et les vins. Ce procédé, non autorisé par l'OIV mais déjà bien connu dans le traitement de l'eau, est actuellement en cours d'évaluation sur moûts et vins par l'IFV Sud-Ouest.

Les UV et leur mode d'action sur les micro-organismes

Il est important de rappeler qu'il existe trois catégories de rayonnement ultra-violet (UV) qui se distingue par leur gamme de longueur d'onde (λ) :

- UV-A (315 <λ<400 nm) : ils peuvent pénétrer dans les couches profondes de la peau et sont responsables de la pigmentation de la peau et du bronzage
- UV-B (280 <λ<315 nm) : ce type de rayonnement a une action biologique importante puisqu'il induit par exemple la synthèse de la vitamine D
- UV-C (200 <λ<315 nm) : ces UV, de courte longueur d'onde et par conséquent les plus énergétiques sont aussi les plus nocifs. Ils sont complètement filtrés par la couche d'ozone et possèdent un important effet germicide maximum vers 265 nm. C'est cet effet qui est utilisé dans le procédé Surepure

Les rayons UV-C provoquent la destruction des micro-organismes (virus, levures, bactéries, algues, moisissures et protozoaïres) par dommages sur les bases pyrimidiques des acides nucléiques (ADN, ARN). La dénaturation de l'ADN a pour conséquence une destruction de la cellule. Chaque micro-organisme possède une sensibilité qui lui est propre, les formes sporulées étant plus résistantes aux UV.

Caractéristique du rayonnement UV-C et impact pour le traitement des moûts et des vins...

Les rayonnements UV-C sont très énergétiques mais peu pénétrants. Ils ont la particularité d'interférer avec la couleur et d'être en partie absorbés par les polyphénols. Les particules en suspension dans le liquide ont un effet «écran» et «absorbant» et le rayonnement UV-C peut être dévié sans atteindre les micro-organismes. Le nombre et la taille des particules limite l'efficacité du traitement.

Les lampes UV-C sont des lampes à basse pression de mercure qui possèdent un bon rendement en UV-C de l'ordre de 35 à 40%. En fonctionnant à base température (40-65°C), elles ne provoquent pas d'échauffement du produit traité. Leur consommation énergétique étant faible (de 6 à 150 Watts par lampe) et leur durée de vie longue (9000 à 13 000 heures), le coût d'un traitement UV, hors investissement du matériel, reste très faible comparé aux autres procédés de stérilisation utilisés en oenologie.

Quelques résultats généraux sur les premiers essais réalisés

Les essais réalisés en 2009 ont été conduits grâce à du matériel pilote (voir photo ci-dessous) en travaillant en recirculation pour obtenir une énergie ultraviolette cumulée suffisante.

Des essais de stérilisation ont été menés sur différentes «couleurs» de vins (blancs et rouges) à différents stades de l'élaboration (moûts avant FA, en cours de FA, pendant l'élevage et avant mise en bouteille) sur des lots de 1 à 2,5 hl.

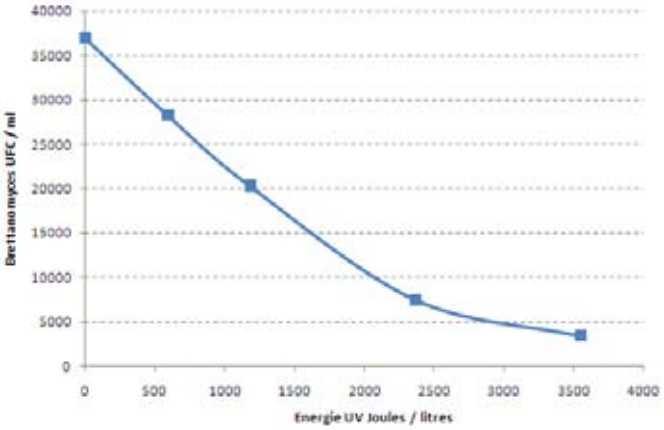
Le suivi de l'oxygène dissous au cours de ces essais a permis de mettre en évidence une accélération de la consommation de l'oxygène par le moût ou le vin au cours du traitement UV-C. Dans le cas de vins riches en oxygène dissous (> 3mg/l), ces phénomènes ont été accompagnés d'une augmentation de la nuance des vins ou des moûts (DO420/DO520). Sur des vins pauvres en oxygène dissous (<0,5 mg/l), aucune conséquence sur la teinte n'a par contre été observée. Ces observations imposent de réaliser au préalable de tout traitement UV, une mesure d'oxygène dissous et à désoxygéner le vin le cas échéant.

Les effets à la fois de la couleur et de la turbidité sur la stérilisation et la destruction des micro-organismes ont pu être confirmés sur des moûts de Duras et de Sauvignon blanc, au cours d'essais réalisés pendant les vinifications 2009. La stérilisation sur vins rouges ou turbides s'avère être plus difficile que sur blancs ou vins clairs.

Matériel pilote utilisé lors de l'essai
Crédit François Davaux - IFV Sud-Ouest

Traitements aux UV et réduction de la charge en Brettanomyces

Plusieurs essais de réduction de la charge en *Brettanomyces* par les traitements aux rayons UV ont été réalisés sur des vins rouges contaminés artificiellement. Les résultats présentés ci-dessous concernent un vin rouge de Négrette du millésime 2008.



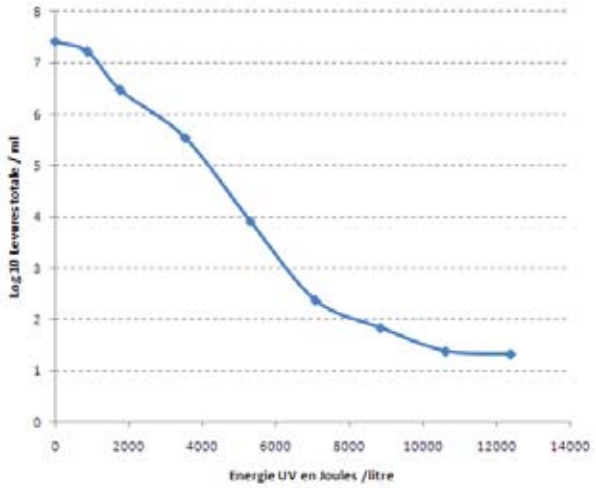
Réduction de la charge en Brettanomyces sous l'action d'un traitement aux rayons UV

Ces résultats témoignent d'une efficacité certaine du rayonnement UV, qui dans notre cas d'étude a permis une diminution de la charge en *Brettanomyces* d'un facteur 10. Cet essai a été l'un des premiers réalisé, et nous disposions d'aucune référence sur les quantités énergétiques à appliquer. Avec le recul des essais qui ont suivi, il s'avère que 3500 Joules / ml est une quantité énergétique plutôt faible par rapport au niveau de la population initiale et à la turbidité du vin, il aurait fallu appliquer au moins le double d'énergie.

Traitements aux UV et mutage des vins doux

L'intérêt d'un traitement aux UV afin d'arrêter une fermentation active a également été évalué pour le mutage des vins doux afin de limiter les apports de SO_2. Les résultats présentés correspondent à des essais menés dans le Gers au cours des vendanges 2009 sur une cuve en fermentation de Gros Manseng.

La quantité d'énergie appliquée est 3 fois supérieure à celle de l'essai précédent et a permis de réduire la quantité de levures totales d'un facteur 10^6 et d'arrêter durablement la fermentation. Dans les mêmes conditions, un mutage classique au froid et au SO_2 (8g/hl), n'a permis qu'une réduction de moitié de la quantité de levures totales. Quelques jours après, malgré le refroidissement du vin à 7°C, la cuve est repartie en fermentation et une filtration sur terre a été nécessaire pour arrêter définitivement la fermentation.



Réduction de la charge en levures totales sous l'action d'un traitement aux rayons UV (échelle logarithmique)

L'intérêt de cette technique par rapport à un mutage par filtration tangentielle est de conserver la biomasse levurienne et donc de permettre par la suite un élevage sur lies. Il serait également intéressant d'évaluer l'effet du traitement UV sur le maintien de l'intégrité de la paroi cellulaire des levures et les phénomènes d'autolyse.

En conclusion

L'utilisation des rayons ultra-violets pour stériliser à froid les moûts et les vins pourrait bien connaître un développement futur intéressant en oenologie. La question délicate sera le dimensionnement de la machine et une meilleure connaissance du rayonnement nécessaire à l'élimination des micro-organismes en fonction du niveau initial. L'influence des polyphénols et de la turbidité devra être mieux connue. Dans un second temps, il faudra également que le procédé soit autorisé par l'OIV. Encore beaucoup d'interrogations, mais nous continuons les essais et nous vous tiendrons au courant de l'avancée des résultats.

Contacts :

François DAVAUX
IFV Sud-Ouest
V'innopôle
81310 Lisle Sur Tarn
tél. 05 63 33 62 62
francois.davaux@vignevin.com

la Grappe d'Autan

Bulletin bimestriel de l'IFV Sud-Ouest - *V'innopôle - BP 22 - 81310 Lisle/Tarn - Tél. 05 63 33 62 62 - Fax 05 63 33 62 60*

Directeur de la publication : *Jean-François Roussillon ;* **Rédacteur en chef :** *Eric Serrano ;* **Secrétaire :** *Liliane Fonvieille*

Comité de rédaction : *Brigitte Barthélémy, François Davaux, Flora Dias, Thierry Dufourcq, Christophe Gaviglio, Olivier Geffroy, Laure Gontier, Philippe Saccharin, Virginie Viguès, Olivier Yobrégat*

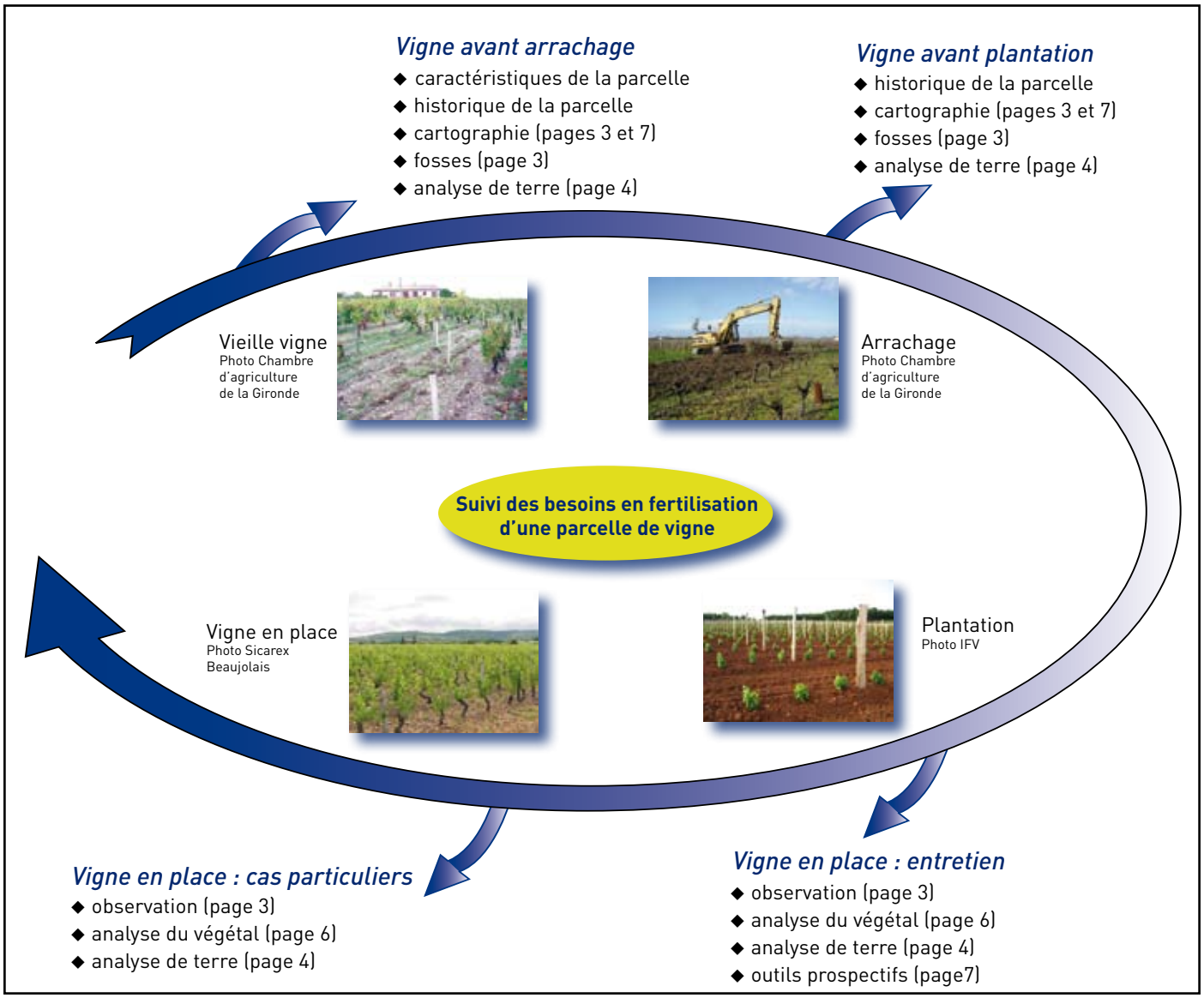
Crédits photo IFV Sud-Ouest sauf mention contraire. Ce bulletin ne peut être multiplié que dans son intégralité.

FERTILISATION DE LA VIGNE
OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION

Les outils d'aide à la décision permettent de diagnostiquer ou de prévenir d'éventuels problèmes de nutrition. Un outil ne se suffit pas à lui-même et il convient d'exploiter au mieux la complémentarité des outils à la disposition du viticulteur. Les résultats obtenus par ces outils sont des indicateurs, point de départ du raisonnement concernant la fertilisation, qui doivent être interprétés. Cette interprétation doit être effectuée par un technicien de terrain ayant une bonne connaissance du vignoble concerné (cf. fiche 1 - Principes généraux).

OUTILS PRÉCONISÉS À CHAQUE ÉTAPE-CLÉ

Les outils d'aide à la décision sont à agencer en fonction des différentes situations qui peuvent se présenter tout au long de la vie de la vigne et de l'exploitation de la parcelle. Le schéma ci-dessous résume la panoplie d'outils susceptibles d'être utilisés à chaque étape-clé du raisonnement de la fertilisation.



© Copyright IFV - novembre 2009

La connaissance des caractéristiques de la parcelle avant arrachage (comme le porte-greffe ou l'année de plantation), de même que son historique (problèmes éventuels, vigueur, apports réalisés : amendements, engrais, terre), est un complément utile aux outils cités ci-dessous avant arrachage ou plantation, pour appréhender les actions à mener en termes de fertilisation.

VIGNE EN PLACE AVANT ARRACHAGE

◆ **Cartographie** :
- sondage par tarière
- images aériennes
- chlorose, problèmes sanitaires (court-noué)
- environnement global (adventices, plantes bio-indicatrices, hydromorphie temporaire...)
- cartographie de la vigueur, du rendement (visuel + NDVI), cartographie du sol (résistivité).

◆ **Fosses** dans des zones représentatives

◆ **Analyse de terre** pour la détermination de la fumure de fond, le choix du porte-greffe et la détection de contaminants, en fonction de la cartographie définissant des îlots où la réaction de la vigne est supposée homogène.

AVANT PLANTATION

◆ **Cartographie** :
- sondage par tarière
- images aériennes
- chlorose, problèmes sanitaires (court-noué)
- environnement global (adventices, plantes bio-indicatrices, hydromorphie temporaire...)
- cartographie de la vigueur, du rendement (visuel + NDVI), cartographie du sol (résistivité).

◆ **Fosses** dans des zones représentatives

◆ **Analyse de terre** pour la détermination de la fumure de fond, le choix du porte-greffe et la détection de contaminants, en fonction de la cartographie définissant des îlots où la réaction de la vigne est supposée homogène.

ENTRETIEN D'UNE VIGNE EN PLACE

◆ **Observation** de la parcelle

◆ **Analyse du végétal**

◆ **Analyse de terre**

◆ **Outils prospectifs** [optionnels] : N Tester, pinces manuelles, fluorimétrie, analyse de sarments, analyse de sève. La périodicité des analyses à réaliser est indiquée dans la fiche 1 - Principes généraux.

CAS PARTICULIERS SUR UNE VIGNE EN PLACE

Si les problèmes sont localisés en termes spatial, il est important de réaliser une comparaison entre la zone à problème et une zone sans problème.

◆ **Observation** de la parcelle

◆ **Analyse du végétal**

◆ **Analyse de terre**.

© Copyright IFV - novembre 2009

OBSERVATION DE TERRAIN

De façon à effectuer un diagnostic correct, il est important de prendre en compte les spécificités climatiques du millésime, de même que l'environnement de la parcelle (topographie, végétation des alentours...).

SOL

OBJECTIFS

- Connaissance générale du sol et de son fonctionnement
- Comportement global de la parcelle par détermination des contraintes : érosion, hydromorphie, profondeur, pente
- Choix du matériel végétal
- Choix de l'entretien du sol
- Choix de la préparation du sol avant plantation
- Adaptation de la fertilisation
- Détermination de zones s'il y a hétérogénéité
- Optimisation du prélèvement de terre pour analyses (zones homogènes, profondeur) et de l'échantillonnage pour les prélèvements sur le végétal
- Phase plus concrète pour le viticulteur, que les données analytiques, grâce au constat visuel.

ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE

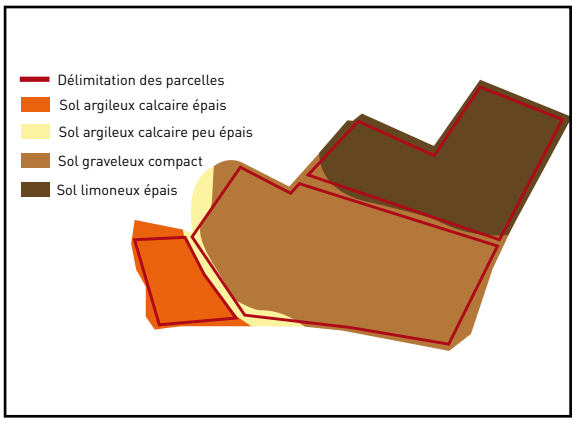
- Examen de la surface : sol (couleur, cailloux, plantes, hydromorphie), voisinage (environnement, fosses à proximité de la parcelle ou chantiers, qui peuvent permettre d'avoir une première approche)
- Examen de cartes existantes (pédologique, géologique, base de données d'analyses des terres, Institut Géographique National), photos aériennes, historique de la parcelle (analyses, apport de terre)
- Sondage par tarière : profondeur de sol (enfoncement jusqu'à blocage), horizon de matières organiques, texture (appréciation manuelle)
- Fosses (cf. fiche 1 - Principes généraux) : horizons, enracinement (profondeur, répartition du système racinaire), enfouissement de la matière organique, zones de semelle, tassement, circulation d'eau...

Remarque :
Dans la plupart des cas (en particulier concernant la description des fosses), il est nécessaire et recommandé de faire appel à un technicien de terrain.

LIMITES

- Temps nécessaire
- Technicité (pour les fosses)
- Mise en oeuvre
- Poids des habitudes.

Fosse pédologique
Photo IFV



Cartographie de sol
Photo Chambre d'agriculture de la Gironde

© Copyright IFV - novembre 2009

OBJECTIFS

- Fonctionnement de la vigne
- Détermination des particularités de la parcelle (zones)
- Adaptation de la fertilisation (et de la conduite de la vigne)
- Adaptation du porte-greffe, de la durée du repos du sol (observations sur la vigne précédente).

ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE

- Observation de la vigueur : pousse végétative, couleur du feuillage, arrêt de croissance, nombre de rognages, niveau de production, qualité des bois (cf. fiche 5 - L'azote en viticulture)
- Etat sanitaire
- Problèmes de coulure
- Eventuels symptômes de carence ou de toxicité : chronologie, périodes, traitements effectués, zonage dans la parcelle.

Vigne vigoureuse
Photo IFV

LIMITES

- Possibilité de confusion dans les symptômes, en particulier avec des problèmes non liés à la nutrition de la vigne (court-noué, phytosanitaire...)
- Constat (non préventif) s'il s'agit de vignes en place.

ANALYSE DE TERRE

OBJECTIFS

- Caractérisation du type de sol
- Connaissance de la fertilité chimique du sol (bases de la détermination de la fumure de fond)
- Approche du fonctionnement du sol
- Fumure de fond (engrais + amendements)
- Choix du porte-greffe.

IMPORTANCE DU PRÉLÈVEMENT

La qualité du prélèvement conditionne la pertinence des résultats et de leur interprétation.

- **Epoque de prélèvement :**

Il vaut mieux éviter de prélever sur sol récemment travaillé ou fertilisé si les conditions sont extrêmes (humidité, sécheresse). Dans des conditions climatiques normales, il est conseillé de veiller à ce que l'engrais ou l'amendement soit bien « dissous ».
La **période** la plus indiquée se situe en automne-hiver (par rapport au pH). Il est surtout important, dans le cas d'analyses de contrôle (répétition dans le temps), de réaliser les prélèvements à la même époque, de façon à pouvoir comparer les résultats dans le temps.
La **fréquence** des prélèvements peut être la suivante dans le cas d'une parcelle sans problème particulier (cf. fiche 1 : Principes généraux) : avant plantation puis tous les 8 ans et une analyse de pH tous les 4 ans.

- **Zone de prélèvement :**

Il est conseillé de prélever toujours **dans la même zone** en réalisant un plan de prélèvement par rapport aux rangs et aux ceps. De façon à limiter le nombre d'analyses, il est recommandé de définir des îlots de **parcelles homogènes** au sein de l'exploitation et de choisir une parcelle représentative par îlot.
Pour **un suivi de l'évolution des paramètres du sol** : prélever dans une petite zone bien repérée par rapport aux rangs et aux ceps, d'environ 20 m de diamètre. Pour une **caractérisation moyenne d'une parcelle** : prélever suivant une diagonale ou dans une zone représentative de la parcelle de 20 m de diamètre.

© Copyright IFV - novembre 2009

Il faut veiller à ne pas prélever dans les **zones non représentatives** : zone humide, ancien talus... Si **plusieurs grandes zones coexistent** au sein de la parcelle, prélever séparément dans ces zones et faire l'analyse sur chacune d'elles (cf. page 3 - Observation de terrain). En particulier, sur une grande parcelle, il est intéressant de prendre en compte la pente, notamment avant plantation.
Dans le cas d'un **problème particulier**, prélever à la fois dans la zone à problème et dans la zone saine, de façon à pouvoir les comparer.
Le prélèvement doit être effectué **près de la ligne des ceps**, à 10-30 cm de cette ligne. Sur **vigne enherbée**, veiller à ne pas prélever sur la bande enherbée.

◆ **Profondeur du prélèvement :**
Avant plantation : 0-30 cm et prélèvement de profondeur (à déterminer) quand cela est possible.
En suivi : 0-30 cm.
L'interprétation pour une épaisseur de sol différente de 0-30 cm est hasardeuse, car les référentiels auxquels il convient de comparer les résultats obtenus, ont généralement été établis pour cette profondeur.
En revanche, il est intéressant de réaliser au préalable une fosse pédologique dans un endroit représentatif de la parcelle, pour adapter le niveau du prélèvement de profondeur à l'épaisseur des horizons observés et des zones de colonisation racinaire.

◆ **Nombre de prélèvements :**
Il est recommandé de faire 12 à 15 prélèvements unitaires. Les carottes seront soigneusement démottées et l'ensemble bien mélangé dans un seau, de façon à obtenir un échantillon homogène d'environ 1 kg qui sera envoyé au laboratoire d'analyses.
La présence du viticulteur lors du prélèvement est souhaitable dans le sens où cela revêt un intérêt particulier pour lui. Il peut alors se rendre compte par lui-même de certaines caractéristiques du sol, comme la résistance pour prélever. Le viticulteur peut également réaliser les prélèvements lui-même. Des tarières peuvent être prêtées par les chambres d'agriculture.
Il convient de remplir convenablement la feuille de renseignements accompagnant le prélèvement, pour le laboratoire.
Pour les analyses spécifiques (paramètres biologiques notamment), il est recommandé de consulter le laboratoire pour le prélèvement (période) et le conditionnement (conservation des échantillons).

Prélèvement de terre - Photo IFV

TABLEAUX DE CORRESPONDANCE ET DE CONVERSION

Il convient d'être vigilant quant à l'expression des résultats donnés dans les bulletins d'analyses. Le tableau ci-dessous permet d'effectuer les conversions les plus courantes.

Si le chiffre est exprimé en	Pour le transformer en	Il faut le multiplier par
Ca	$CaCO_3$	2,496
$CaCO_3$	Ca	0,401
K	K_2O	1,205
K_2O	K	0,830
Mg	MgO	1,658
MgO	Mg	0,603
P	P_2O_5	2,292
P_2O_5	P	0,436

1 g de	Est égal à (mEq)
Ca^{2+}	49,9
Mg^{2+}	82,3
K^+	25,6
Na^+	43,5
Al^{3+}	111,1

1 mEq de	Est égal à (g)
Ca^{2+}	0,02004
Mg^{2+}	0,01215
K^+	0,0391
Na^+	0,0230
Al^{3+}	0,009

1 mg/kg = 1 g/t = 1 ppm
1 g/kg = 1 kg/t = 1 pour mille
mEq = milliéquivalents

Source : Guide des analyses en pédologie. D. Baize (2000)

© Copyright IFV - novembre 2009

ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE

- Granulométrie : une seule détermination est nécessaire. Elle sera réalisée avant plantation.
- Analyses chimiques classiques : taux de matières organiques, éléments minéraux (N, P, K, Ca, Mg).
- pH : peu d'intérêt en sols calcaires. Dans ce cas, les dosages du calcaire actif et de l'IPC seront réalisés avant plantation (cf. fiche 7 - La chlorose ferrique).
- Oligo-éléments : uniquement si un problème est détecté sur la vigne (cf. fiche 6 - Les oligo-éléments).
- CEC : pour vérifier une évolution, demander la CEC effective et non la CEC Metson, qui est ramenée à pH 7.

L'analyse complète avant plantation est à réaliser obligatoirement.

L'interprétation de la richesse en éléments minéraux et de leur disponibilité pour la vigne est appréciée à partir de la granulométrie, de la teneur en matières organiques et du pH. Cette interprétation est réalisée grâce à des référentiels, le plus souvent régionaux. Cependant, elle requiert l'expertise d'un conseiller possédant une bonne connaissance du vignoble considéré (cf. fiche 1 - Principes généraux).

LIMITES

La profondeur de prélèvement de la vigne doit correspondre à la profondeur d'enracinement de la vigne. Or, il est difficile de prélever dans les horizons profonds.
L'hétérogénéité de la parcelle n'est pas facile à prendre en compte.
En fonction du vignoble, du type de sol et des pratiques culturales, il existe des référentiels régionalisés.

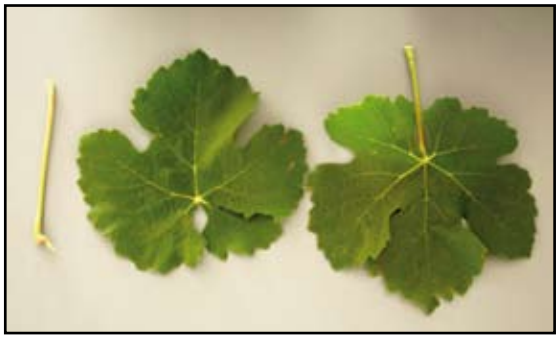
ANALYSE DU VÉGÉTAL

OBJECTIFS

- Connaissance de l'état nutritionnel et de son suivi au niveau de la vigne
- Outil de pilotage de la fertilisation d'entretien.

ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE

L'organe prélevé, l'époque et le mode de prélèvement sont à déterminer en fonction du référentiel dont on dispose. Ce référentiel peut être obtenu en consultant le laboratoire d'analyses ou votre conseiller local.
Le limbe, le pétiole ou la feuille entière peuvent être analysés. Le stade de prélèvement le plus indiqué est la véraison, mais des prélèvements peuvent être effectués à d'autres stades (à la floraison par exemple), en complément.
Les référentiels sont avant tout régionaux. Ils peuvent également différencier les cépages. Ils correspondent à des conditions de prélèvement très précises (organe prélevé, stade de prélèvement, position de la feuille à prélever), qu'il convient de respecter pour une bonne interprétation des résultats.
Zone de prélèvement : se référer au paragraphe « Zone de prélèvement » de la partie « Analyse de terre » (page 4).
Dans le cas d'un problème particulier sur la vigne, ne pas prélever sur un cep trop atteint (plutôt en bordure de zone touchée).


Prélèvement de feuilles - Photo IFV

Fréquence : tous les 4 ans si pas de problème particulier (cf. fiche 1 - Principes généraux). En cas de problème, réaliser un suivi annuel jusqu'à sa résolution (3-4 ans).
Les observations réalisées (page 3) peuvent être mentionnées sur la fiche de renseignement pour le laboratoire.
Il est recommandé de tenir compte de l'équilibre entre les éléments (par exemple rapport K/Mg – cf. fiche 2 : Fertilisations phosphatée, potassique et magnésienne) et pas seulement des valeurs par élément.

LIMITES

- Pondérer l'interprétation en fonction des conditions climatiques
- Outil non utilisable pour certains éléments : Cu, Fe par exemple.

Remarque : Il existe d'autres outils d'analyse du végétal (analyses de sarments, de sève), mais avec peu de recul et des référentiels à mettre en place.

© Copyright IFV - novembre 2009

OUTILS PROSPECTIFS

Les outils prospectifs n'ont pas de caractère générique et leur utilisation reste encore marginale à l'heure actuelle. Une phase d'étalonnage est encore nécessaire de façon à pouvoir exploiter au mieux les renseignements qu'ils fournissent. Ils n'en restent pas moins des outils qui pourraient permettre à l'avenir de compléter utilement les données obtenues avec les outils plus classiques.

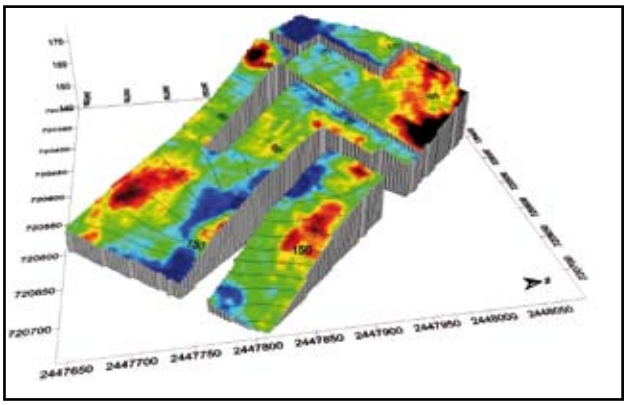
RÉSISTIVITÉ

PRINCIPE

Mesure de la résistivité électrique du sol, c'est-à-dire la capacité du sol à limiter le passage du courant électrique. Cette mesure dépend des caractéristiques pérennes du sol, mais également de caractéristiques variables au cours du temps (température, humidité par exemple).

OBJECTIF

Zonage intra-parcellaire, mise en évidence des hétérogénéités en vue d'optimiser les prélèvements d'échantillons pour analyse.



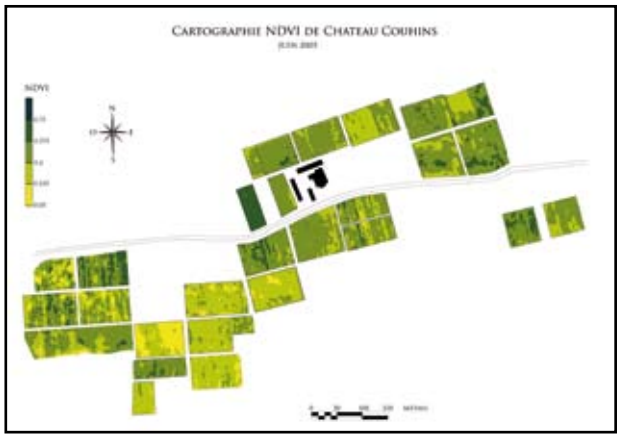
Cartographie de résistivité d'une parcelle - Photo CIVC

OUTILS OPTIQUES

NDVI (Normalized Difference Vegetative Index)

Indice de végétation à base de mesures de la réflectance chlorophyllienne, qui renseigne sur la vigueur du végétal. Il est possible d'utiliser cette technique en aérien (télédétection) ou en embarqué (proxidétection).
En intra-parcellaire, le NDVI est un bon révélateur de l'hétérogénéité. Mais, il reste délicat à utiliser en inter-parcellaire, avec des parcelles différentes, des cépages différents... Une fois l'hétérogénéité détectée par le NDVI, c'est au technicien d'en trouver la cause, qui peut être diverse : sol, carence, virose, sécheresse, maladie...

Appareil de mesure du NDVI embarqué
Photo INRA



Cartographie NDVI d'une exploitation
Photo INRA

© Copyright IFV - novembre 2009

N Tester - Photo CIVC

CCM 200
Photo CIVC

Chlorophylle-mètres

◆ **Principe**

Mesure de l'absorption de différentes longueurs d'ondes (rouge, infrarouge, ultraviolet...).

Fluorimètre chlorophyllien
Photo SADEF

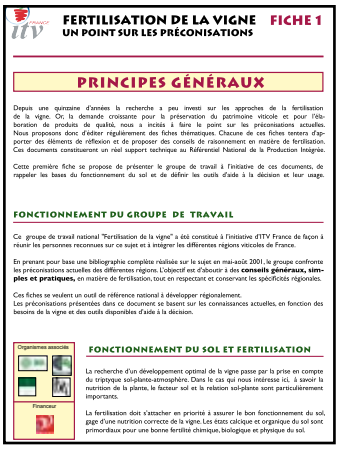
Fluorimétrie chlorophyllienne

◆ **Principe**

Mesure de la réémission de fluorescence chlorophyllienne qui traduit le plus ou moins bon fonctionnement de la plante.

OBJECTIFS COMMUNS

- ◆ Quantification de la vigueur par l'appréciation du fonctionnement photosynthétique
- ◆ Mise en évidence des hétérogénéités
- ◆ Suivi dynamique
- ◆ Suivis préventif et prédictif.



FERTILISATION DE LA VIGNE FICHE 1
UN POINT SUR LES PRÉCONISATIONS

PRINCIPES GÉNÉRAUX

FONCTIONNEMENT DU GROUPE DE TRAVAIL

FONCTIONNEMENT DU SOL ET FERTILISATION

FERTILISATION DE LA VIGNE FICHE 2
UN POINT SUR LES PRÉCONISATIONS

FERTILISATIONS PHOSPHATÉE, POTASSIQUE ET MAGNÉSIENNE

FERTILISATION PHOSPHATEE

FERTILISATION DE LA VIGNE FICHE 3
UN POINT SUR LES PRÉCONISATIONS

LA MATIERE ORGANIQUE

FERTILISATION DE LA VIGNE FICHE 4
UN POINT SUR LES PRÉCONISATIONS

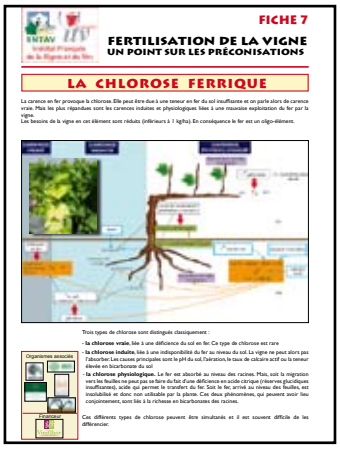
MAITRISE DE L'ACIDITE DES SOLS

FICHE 5
FERTILISATION DE LA VIGNE
UN POINT SUR LES PRÉCONISATIONS

L'AZOTE EN VITICULTURE

FICHE 6
FERTILISATION DE LA VIGNE
UN POINT SUR LES PRÉCONISATIONS

LES OLIGO-ELEMENTS



FICHE 7
FERTILISATION DE LA VIGNE
UN POINT SUR LES PRÉCONISATIONS

LA CHLOROSE FERRIQUE

CONTACT

Jean-Yves CAHUREL, Institut Français de la Vigne et du Vin - 210 Bd V. Vermorel - BP 320
69661 Villefranche-sur-Saône Cedex
Tél. + 33 (0)4 74 02 22 40 - Email : jean-yves.cahurel@vignevin.com

© Copyright IFV - novembre 2009