

les journées Techniloire

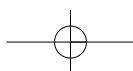
Phytosanitaires comment réduire leur utilisation



Rendez-vous technique
Lycée de Montreuil-Bellay
le **26 juin 2008** à 8h30



VINS DE LOIRE



Sommaire

-  **Le Grenelle de l'environnement : conséquences pour la filière viti-vinicole** **P.3**
Jacques Grosman - *Expert national vigne - DRAF/SRPV Rhône Alpes*
-  **Processus Opérationnel de Décision pour l'application des traitements contre le mildiou et l'oïdium de la vigne** **P.5**
Laurent Delière et Philippe Cartolaro - *INRA Bordeaux*
-  **Le programme optidose : optimisation agronomique et environnementale de la pulvérisation** **P.7**
Alexandre Davy - *IFV Aquitaine*
-  **Optimiser les pratiques de pulvérisation en vigne avec les TIC pour limiter la contamination de l'environnement** **P.12**
Vincent de Rudnicki - *Cemagref*
-  **Etude technico-économique de différentes stratégies de désherbage mécanique** **P.18**
Christophe Gaviglio - *IFV Midi-Pyrénées*
-  **Etat des lieux des stimulateurs de défense de la vigne contre les maladies** **P.22**
Xavier Daire - *INRA Dijon*
-  **Méthodes alternatives à l'utilisation des produits phytosanitaires** **P.23**
Jean-Louis Brosseau & Michel Badier - *pour les Chambres d'Agriculture du Val de Loire*
-  **Bien régler son pulvérisateur** **P.24**
François Cornuault - *Chambre d'Agriculture du Maine et Loire*
-  **Le pulvérisateur : réglementation et normes** **P.26**
Gérard Besnier - *Chambre d'Agriculture de Loire Atlantique*

Le Grenelle de l'environnement : conséquences pour la filière viti-vinicole

Jacques Grosman

Expert national vigne - DRAF/SRPV Rhône Alpes

Cité administrative de la Part Dieu - 165, rue Garibaldi - BP 3202 - 69401 LYON Cedex
Tel : 04.78.63.13.44 - jacques.grosman@agriculture.gouv.fr

Un communiqué de presse du Ministère de l'agriculture et de la pêche (15 novembre 2007) a défini les grands axes du plan Eco-phyto 2018 qui décline les décisions prises à l'issue du Grenelle de l'environnement dans "l'objectif de réduction de 50 % de l'usage des pesticides dans un délai de 10 ans si possible".

Pour la réalisation de ce plan, un comité opérationnel, présidé par M. Guy Paillotin (secrétaire perpétuel de l'Académie d'agriculture), regroupe les représentants de l'Etat, des organisations professionnelles, de la coopération, du négoce, des indus-

triels, d'associations environnementalistes, des instituts techniques, de l'INRA et des syndicats agricoles.

Le comité est chargé de travailler selon 5 axes :

- la définition d'indicateurs précis et consensuels
- l'évaluation des marges de progrès sur les substances actives et les itinéraires techniques
- la mobilisation de la recherche, du développement et du transfert des méthodes alternatives et des systèmes économes en pesticides

- la formation des agriculteurs à l'utilisation des pesticides et professionnalisation des métiers de la distribution et du conseil phytosanitaire autour d'un objectif de certification.
- le renforcement des réseaux de surveillance sur les bio agresseurs et sur les effets non intentionnels de l'utilisation des pesticides avec une mise en transparence de la connaissance.

Le plan Eco-phyto 2018 devrait être présenté par le Ministre de l'agriculture et de la pêche avant la fin du 1^{er} semestre 2008.

Quel pourrait être l'impact de la mise en œuvre de ce plan sur la filière viti-vinicole ?

Au moment de la rédaction de ce texte, le plan Eco-phyto 2018 n'est pas finalisé mais on peut entrevoir les conséquences possibles de la réalisation de certains objectifs, notamment sur ceux touchant la réduction de l'utilisation des pesticides. Cette réduction comprend deux volets : le retrait des substances actives les plus préoccupantes et la limitation des quantités d'intrants phytosanitaires. Il s'agit de limiter l'impact des pesticides sur la santé des applicateurs et des consommateurs ainsi que sur l'environnement (transfert dans les eaux et impact sur la biodiversité et les équilibres écologiques).

■ Retrait de substances actives

Le premier élément concret du plan Eco-phyto 2018 est la définition d'une liste de 53 molécules dont 30 ont déjà fait l'objet d'une publication au journal officiel (avis du 28 mars 2008) avec un délai d'utilisation maximal fixé au 31 décembre 2008. La filière viti-vinicole est peu touchée par cette liste. En effet, certaines substances avaient un délai d'utilisation échu

avant 2008 (ex. aldicarbe), ou l'auront en 2008 (diuron et méthomyl), suite à leur non-inscription au niveau européen. Pour les autres (azocyclotin, dinocap, fenarimol, procymidone), des solutions de substitutions existent.

Les 23 autres molécules feront l'objet de retraits supplémentaires d'ici fin 2010 ou seront soumises à des objectifs de réductions d'utilisation selon des modalités non encore définies.

En ce qui concerne la vigne les molécules concernées sont le captane, la lambda-cyhalothrine, la cyfluthrine, la bêta-cyfluthrine, la cyperméthrine, le diquat, le chlorpyrifos-ethyl, le glufosinate et la propargite. Les impacts semblent modestes par rapport à d'autres filières agricoles. Il reste en effet de nombreuses solutions de substitution sur la plupart des usages et l'industrie est susceptible de proposer de nouvelles solutions chimiques, notamment sur le mildiou, l'oïdium, le botrytis, les tordeuses, les cicadelles. Par contre se pose le problème de la diminution du nombre de molécules

disponibles sur certains usages, notamment ceux concernant le désherbage. D'autant plus qu'il faut aussi tenir compte de la révision européenne des substances actives qui doit faire disparaître un certain nombre de molécules, donc de produits commerciaux. La diminution du nombre de familles chimiques, est susceptible d'augmenter les risques de résistance ou de sur-utilisation de certains produits entraînant des niveaux de transfert élevés vers les eaux. C'est le cas du désherbage mais aussi sur d'autres usages (botrytis ou tordeuses notamment) pour lesquelles la préconisation devra prendre en considération les possibilités d'alternance et de mise en œuvre au niveau de l'exploitation.

■ Réduction des quantités d'intrants phytosanitaires

Le comité opérationnel du plan ECO-PHYTO 2018 s'est penché sur la définition d'indicateurs pertinents. Plusieurs indicateurs sont à l'étude (quantité de substances actives, indices de fréquence

¹ <http://www.agriculture.gouv.fr>

Le Grenelle de l'environnement : conséquences pour la filière viti-vinicole

de traitement, etc.) Il est fort probable que plusieurs indicateurs seront utilisés en fonction des objectifs recherchés : quantifier l'utilisation globale des pesticides ou bien évaluer les politiques de réduction au sein d'une filière ou pour une exploitation. Une question qui se pose aussi dans le choix des indicateurs est la prise en compte de la toxicité des substances actives ou des produits commerciaux.

En viticulture des progrès indéniables ont été réalisés dans la réduction des intrants phytosanitaires (pour des raisons sanitaires ou environnementales). Pour le désherbage, il s'agit de l'extension importante des surfaces enherbées et le développement du travail du sol. Ces techniques ne sont forcément pas applicables partout pour des raisons techniques (pente, densité) ou économique (coût, organisation du travail). En ce qui concerne la protection insecticide, la progression de la lutte raisonnée et un meilleur choix des produits ont abouti à une diminution des traitements que

l'on peut relier à la préservation de la faune auxiliaire (typhlodromes). Au niveau de la protection contre les maladies, les connaissances biologiques, l'utilisation de la modélisation et l'adaptation précise du positionnement des produits ont permis d'éliminer certains traitements. Mais la nécessité d'une protection continue liée à des enchaînements épidémiques semble restreindre les possibilités de réduction des quantités d'intrants. Par ailleurs, les critères économiques (garantie d'une production stable en quantité et en qualité) peuvent entraîner des traitements de "précaution" afin de préserver la qualité de la vendange. C'est donc dans le domaine de la protection fongicide que la marge de progrès est la plus importante.

Suite à une commande du ministère de l'agriculture et de la pêche à l'INRA, des groupes d'experts se réunissent pour évaluer les possibilités de progrès et proposer des scénarios.

A terme, il s'agira de disposer de solutions alternatives aux traitements chi-

miques (prophylaxie, utilisation d'éliciteurs ou stimulateurs de défenses naturelles, viticulture biologique). Des produits à base de molécules élicitrices ou de substances naturelles seront proposés aux agriculteurs dans les prochaines années. La réflexion autour des modalités d'évaluation et d'autorisation de ces produits et leur utilisation éventuelle par les viticulteurs sont susceptibles d'entraîner une approche différente de la protection et donc de la préconisation. Cela nécessite d'évaluer plus précisément l'évolution épidémique des maladies pour un positionnement plus pointu, avec des modalités d'applications adaptées, en association avec un produit conventionnel ou en substitution à celui-ci. Il faudra davantage d'observations, adapter des rythmes d'application, décider de traiter selon la cible. Si cette approche existe déjà dans le cadre de la viticulture raisonnée, de nouveaux outils devront être proposés pour un raisonnement à la parcelle ou à l'exploitation (un outil est en cours d'élaboration à l'INRA).

Nécessité de la surveillance du territoire

A côté de la mise en place du plan ECO-PHYTO 2018, l'Etat encourage les projets visant à un transfert rapide vers le terrain de projets de recherche axés vers la réduction des intrants, le développement de solutions alternatives, le développement d'outils d'aide à la décision et la sélection génétique. Par ailleurs, si l'Etat, et notamment les DRAF-SRPV, ne se positionne plus en tant que préconisateur, sa mission de surveillance biologique du territoire, prévue dans les

objectifs du Grenelle de l'environnement, doit permettre de mesurer les conséquences de l'évolution des pratiques potentiellement générée par la réduction des intrants phytosanitaires. Cette dernière pourrait faire apparaître de nouvelles problématiques phytosanitaires comme par exemple de nouveaux ravageurs ou la recrudescence de ravageurs devenus secondaires comme les acariens ou les cochenilles. L'objectif est donc de suivre précisément l'évolution

de la pression des différents bio-agresseurs afin d'anticiper (en réorientant les préconisations si besoin) une éventuelle extension d'un ou plusieurs bio-agresseurs (ancien ou nouveau). Ceci pourrait alors limiter les attendus en terme de réduction des produits phytosanitaires. Pour cela, et afin de disposer d'une vision large de la situation phytosanitaire, il est nécessaire de constituer des réseaux de partenariat très large au sein de la filière. ■

Processus Opérationnel de Décision pour l'application des traitements contre le mildiou et l'oïdium de la vigne

Laurent Delière et Philippe Cartolaro

INRA Bordeaux

71 Av E. Bourleaux - BP 81- 33883 Villenave d'Ornon cedex
Tel : 05 57 12 26 17 - ldeliere@bordeaux.inra.fr

Le mildiou (*Plasmopara viticola*) et l'oïdium (*Erysiphe necator*) sont la cause de plus de 70 % des intrants fongicides appliqués sur la vigne. Un processus d'enchaînement des décisions de traitement, permettant de diminuer de manière importante le nombre d'applications nécessaire à la maîtrise de ces deux agents pathogènes, a été conçu dans le cadre de l'action intersectorielle INRA "Protection Intégrée des Cultures", puis poursuivi dans le cadre du programme ADD (Agriculture et Développement Durable) "vin et environnement"

promu par l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR).

Ce processus, élaboré à partir de connaissances expertes, permet d'adapter le nombre et le positionnement des traitements aux épidémies observées à l'échelle parcellaire. Il présente plusieurs originalités par rapport aux critères de décision actuels, utilisés par les viticulteurs :

- Dans son objectif, il vise à éviter toute perte de récolte et non l'absence de tout symptôme des maladies.

- Dans son principe, il recherche à maîtriser les épidémies "faibles" par un nombre restreint de traitements obligatoires et à identifier les épidémies "sévères" afin d'appliquer des traitements supplémentaires optionnels.

- Dans sa conception, il couple les deux maladies dans le même processus et limite le nombre d'observations nécessaires aux prises de décisions. Les observations réalisées sont peu nombreuses mais nécessitent une précision élevée.

Description du Processus Opérationnel de Décision (POD)

Le principal indicateur utilisé dans ce POD est le niveau de maladie à la parcelle, recueilli grâce à des observations du feuillage ou des grappes. Deux autres types d'indicateurs viennent compléter ces informations :

- le niveau de risque local (fourni par les Avertissements Agricoles® du Service Régional de la Protection des Végétaux) permettant d'appréhender sur une échelle géographique plus large le risque de développement de la maladie ;
- les événements pluvieux annoncés par le service prévisionnel de Météofrance. Lorsqu'un traitement est nécessaire vis-à-vis d'une maladie, le traitement est également réalisé vis-à-vis de l'autre maladie sauf si le risque parcellaire (et/ou risque local) est jugé nul à faible. Cette règle permet d'associer au maximum les traitements mildiou et oïdium et répond ainsi à une contrainte opération-

nelle forte.

Compte tenu des caractéristiques du pathosystème vigne/mildiou/oïdium la majorité des observations à la parcelle sont situées avant la floraison. Elles ont pour objectif de détecter les épidémies sévères en quantifiant les manifestations précoces de l'une et l'autre maladie sur le feuillage avant la période de forte sensibilité des grappes (début nouaison) et de permettre la réalisation de traitements limitant la constitution d'un stock d' inoculum sur le feuillage.

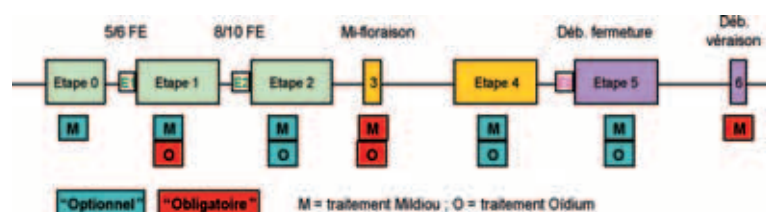
La période de forte réceptivité des grappes est couverte par un traitement systématique (mildiou et oïdium) au stade floraison puis par un traitement optionnel dépendant des observations précoces ainsi que du risque de pluie. Le nombre de traitements positionnés en fin de réceptivité des grappes est limité car l'impact, à ce stade, du développement des maladies sur la quantité de récolte est

beaucoup plus faible. Une observation permet de faire un bilan sanitaire de la parcelle et de juger de l'opportunité de réalisation d'un traitement supplémentaire.

Afin de limiter l'éventuelle progression des maladies sur feuilles en fin de saison et d'assurer ainsi le maintien d'une quantité de feuillage suffisante à la maturation des raisins quelles que soient les conditions climatiques, un traitement systématique est ensuite réalisé avec un produit cuprique au début de la véraison.

Le POD se décompose ainsi en 7 étapes, dont 3 incluent des observations parcellaires (E1, E2, E3). Il est conçu pour appliquer :

- un minimum de 4 traitements (2 pour le mildiou et 2 pour l'oïdium) répartis sur 3 interventions
- un maximum de 12 traitements (7 pour le mildiou et 5 pour l'oïdium)



représentation schématique du POD "MILDIOU"

Processus Opérationnel de Décision pour l'application des traitements contre le mildiou et l'oïdium de la vigne

Evaluation du POD

Le POD a été appliqué durant 3 années (2005 – 2007) sur quatre parcelles des domaines expérimentaux de l'INRA et, en 2007, sur trois parcelles supplémentaires chez des viticulteurs du vignoble bordelais. La performance a été évaluée grâce à des estimations des sévérités d'attaque des différents agents pathogènes sur feuilles et grappes, ainsi que par une évaluation des paramètres quantitatifs et de certains paramètres qua-

litatifs de la récolte.

Malgré la présence, certaines années, de symptômes de maladies sur feuilles ou sur grappes, les rendements agronomiques obtenus sur les parcelles expérimentales ont toujours été supérieurs à ceux autorisés dans les décrets des AOC concernées. Les paramètres qualitatifs, degrés potentiels et acidité totale, ont également toujours été supérieurs aux taux minimaux exigés dans les appellations

concernées. Enfin, les viticulteurs ont toujours jugé la récolte obtenue sur ces parcelles expérimentales comme conforme à leurs exigences quantitatives et qualitatives par rapport au millésime concerné.

Les économies réalisées, en nombre de traitements, ont été de 30 à 60 % selon les maladies et les années.

Formalisation mathématique et simulations du POD

Ce travail est réalisé en collaboration avec l'UMR ITAP, Cemagref - Montpellier. Ce modèle a été obtenu par recueil de connaissance des concepteurs du POD, directement selon le langage graphique des Statecharts. Ainsi, le modèle formel n'est pas une "boîte noire" mais une boîte "transparente".

L'objectif de ce travail est en effet de passer à la maquette d'un OAD (Outil

d'Aide à la Décision) informatisé, introduisant un dialogue avec l'utilisateur. Cet outil permettra donc de tester les performances de ce POD dans des situations très variées 1) à l'aide d'expérimentations démultipliées grâce aux acteurs de développement et 2) par simulation selon des scénarios non rencontrés jusqu'ici en expérimentation. L'objectif est également d'inclure la

conception du POD mis au point à l'échelle de la parcelle dans la conception plus large de la production à l'échelle de l'exploitation agricole. La simulation numérique des effets de telle ou telle variante du POD est rendue possible par la modélisation mathématique.

Développement du POD

Dès 2008, la validation du POD à l'échelle parcellaire est étendue au sein d'un réseau expérimental de 26 parcelles de production réparties sur les deux grands bassins viticoles des régions Aquitaine et Languedoc-Roussillon. L'expérimentation vise à évaluer l'opérationnalité et les performances du POD dans divers contextes de production et sous la res-

ponsabilité de différents opérateurs, en partenariat avec les services techniques des chambres d'agriculture, l'IFV et certains établissements d'enseignement viticole.

Parallèlement, l'étude de l'application du POD à l'échelle de l'exploitation est engagée en incluant, au-delà des critères techniques, l'analyse des contraintes et

des limites en terme de gestion des ressources et de l'impact économique sur les facteurs de production.

Enfin, ces actions constituent également une phase préparatoire au transfert des principes, de la méthode et des outils mis en œuvre dans le POD "Mildium" vers les professionnels, actuels et futurs, de la filière. ■

Le programme optidose : optimisation agronomique et environnementale de la pulvérisation

Alexandre Davy

IFV Aquitaine

39 rue Michel Montaigne – BP 116 - 33294 Blanquefort cedex
tél. 05 56 35 58 80 – alexandre.davy@vignevin.com

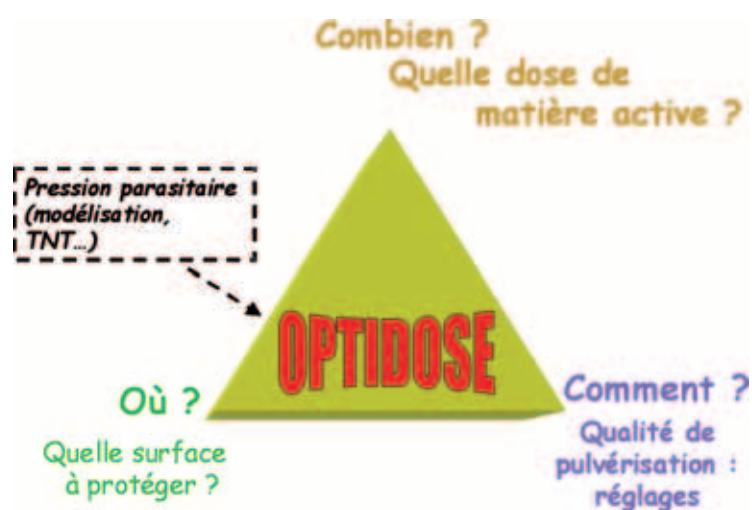
L'obtention de raisins de qualité passe par l'application de produits phytosanitaires dont l'utilisation n'est neutre ni pour l'utilisateur ni pour l'environnement. La réussite ou l'échec d'une telle protection est liée à de nombreux paramètres : la pression parasitaire, la sensibilité de la plante, la surface de végétal à protéger, la matière active utilisée, la qualité de l'application réalisée sont autant de facteurs explicatifs que nous avons du mal à évaluer à leur plus juste valeur. La dose homologuée est déterminée pour demeurer efficace lorsque l'ensemble de ces facteurs sont favorables au développement de la maladie, ce qui est rarement le cas dans la réalité et qui laisse

entrevoir des marges de progrès considérables en matière d'utilisation des pesticides.

Le contexte général dans lequel nous nous trouvons accorde incontestablement plus de place aux enjeux environnementaux que lors des précédentes décennies. Cette pression environnementale se traduit de manière très concrète pour les viticulteurs par une évolution de la réglementation. Pour ne citer que quelques exemples, l'arrêt de l'utilisation de l'arsénite de sodium (alors même qu'il n'existe aucun substitut), la ré-homologation des matières actives, la mise en place des Zones Non Traitées, les délais

de ré-entrée.....sont autant de conséquences de cette pression environnementale plébiscitée par la société dans laquelle nous évoluons et qui doit nous inciter à améliorer nos techniques de production avant d'y être contraints et forcés par la mise en application d'une réglementation, toujours plus contraignante et pas toujours judicieuse aux yeux du viticulteur.

Les travaux conduits par l'IFV dans le cadre de ce projet pour tenter de dégager les différentes voies possibles pour optimiser le recours à l'intrant chimique, lorsqu'il devient inévitable, s'articulent autour de trois axes de travail :



La détermination de la surface de végétal à protéger

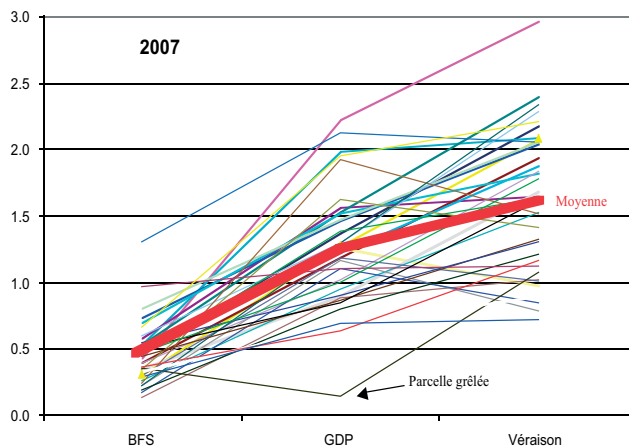
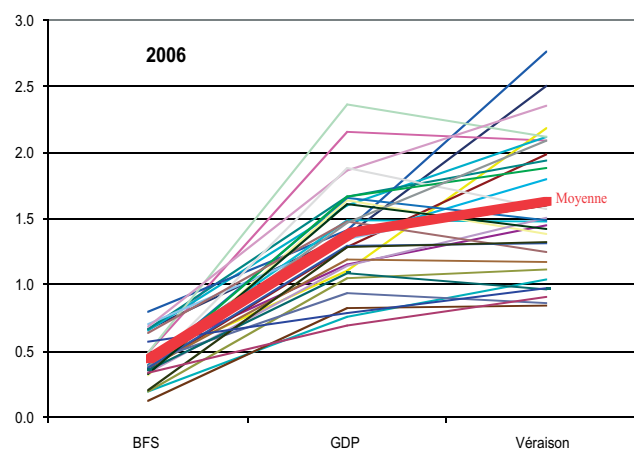
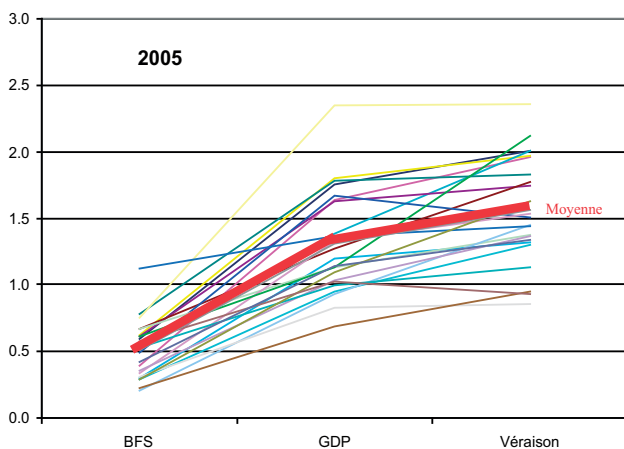
Depuis 2000, l'IFV s'est fixé comme objectif d'évaluer l'ordre de grandeur de la Surface Foliaire Totale (SFT) développée par une parcelle de vigne en vue de mieux cerner la quantité d'intrant pesticide nécessaire et suffisante pour enrayer les développements épidémiques. Ce travail, d'abord

entrepris en Gironde, a été étendu aux autres départements d'Aquitaine et de Poitou-Charentes grâce au partenariat développé avec les chambres d'agriculture dans le cadre des contrats de plan Etat-Région.

La mise au point d'une méthodologie et

son application sur un réseau d'une trentaine de parcelles a permis de quantifier les différences de développement végétatif entre des parcelles ayant des caractéristiques agronomiques différentes et ce durant plusieurs années.

Le programme optidose : optimisation agronomique et environnementale de la pulvérisation

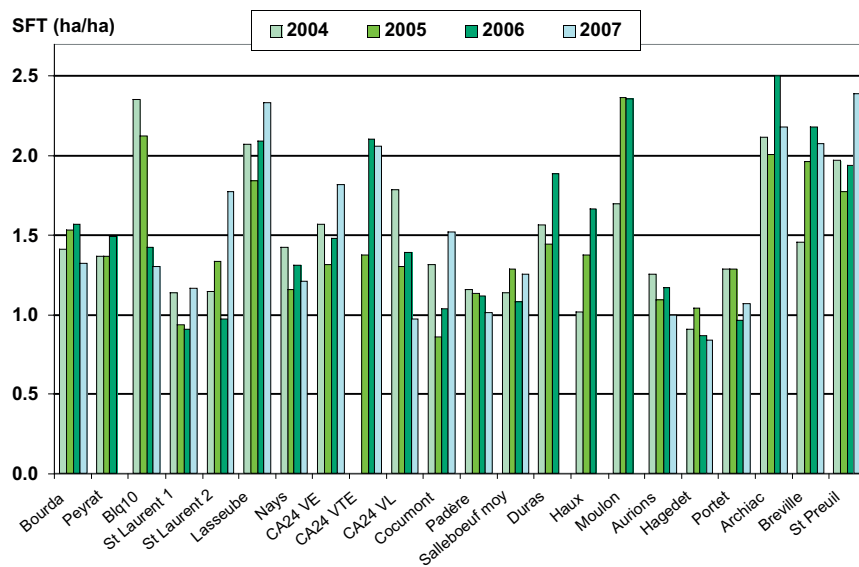


Evolution de la SFT (mesurée à 3 stades phénologiques) sur l'ensemble des parcelles du réseau au cours des 3 dernières années

Comme l'indiquent les graphiques ci-dessus, la surface de feuillage à protéger varie fortement entre le début et la fin des traitements phytosanitaires mais également d'une parcelle à une autre.

L'application d'une dose constante de produit tout au long de la campagne ne semble pas justifiée. Enfin, si on observe de grandes différences de développement végétatif entre les

parcelles, les variations inter-annuelles pour une parcelle donnée sont modérées dans la majorité des cas.



Evolution inter-annuelle de la SFT à la véraison sur 22 parcelles identiques

L'amélioration de la qualité d'application des bouillies

Utiliser un pulvérisateur performant, s'assurer de la qualité de la pulvérisation du produit sur le végétal sont autant de gages de la réussite d'une protection. Réside pourtant une difficulté : comment savoir si un appareil est bien réglé ou s'il est plus performant qu'un autre ? Les contrôles "classiques" du couple tracteur-pulvérisateur (vitesse de rotation de la prise de force, contrôle des débits, vitesse d'avancement...) sont incontournables mais restent insuffisants pour

discriminer deux réglages d'un même pulvérisateur ou pour savoir si un appareil positionne plus de produit sur sa cible qu'un autre. Si l'utilisation de tickets hydrosensibles au vignoble permet de se faire une idée de la localisation de la bouillie et de détecter les gros défauts, ses limites sont nombreuses. Pour tenter de répondre à cette problématique, un banc de comparaison des appareils de traitement est en cours de développement à l'IFV de Bordeaux.

Il n'en reste pas moins que la pulvérisation est en soi un phénomène complexe, en interférence avec un support mobile, et l'étude des dépôts qui en résulte reste soumise à une variabilité importante qui gêne l'interprétation des résultats. Elle constitue néanmoins un maillon clef dans la lutte contre les maladies et la modulation des doses ne peut s'envisager que si l'application des produits est bien réalisée !

La mise au point de règles de décision pour moduler les doses de produits en fonction de la surface réelle de végétal à protéger, de la pression parasitaire et du stade phénologique

L'application d'une dose identique de produit à tous les traitements est une aberration. Pour autant, il n'existe, en France, aucune préconisation apportée au viticulteur pour l'orienter vers le choix de la dose suffisante et nécessaire à

appliquer en fonction d'éléments tangibles. Ainsi, à partir des résultats obtenus jusqu'à ce jour, un raisonnement a été conçu. Il propose une adaptation, quel que soit le type de pulvérisateur utilisé

(jet projeté, porté ou pneumatique), de la dose d'un produit commercial utilisé en fonction de la surface foliaire totale développée par la parcelle, et d'une estimation du risque de développement d'une maladie.

SFT (Ha/Ha)

Détermination du % de la DH à appliquer 2007 - version 1

SFT (Ha/Ha)	Expression végétative	Pression maladie	I			II			III			réduction %
			2 à 3 FE	BFA	BFS	Flo	Nou	GDP	Ferm	Ferm	Véraison	
+ ∞	forte	forte	20	70	70	100	100	100	100	100	100	16
	forte	moyenne	20	40	40	70	80	80	70	70	70	40
2	forte	faible	10	30	30	50	50	50	40	40	40	62
	moyenne	forte	20	70	70	80	80	80	70	70	60	33
1	moyenne	moyenne	20	40	40	60	60	60	50	50	40	53
	moyenne	faible	10	30	30	40	40	30	30	30	25	71
0	faible	forte	20	30	50	70	70	60	50	50	40	51
	faible	moyenne	20	20	30	50	50	50	25	25	25	67
	faible	faible	10	10	20	30	30	25	15	15	15	81

Concentration variable - vol/ha croissant / Concentration variable - vol/ha constant

Tableau définissant le pourcentage de la dose homologuée à appliquer en fonction de différents paramètres

Pour valider le bien fondé de ce raisonnement, des essais mettant en œuvre des modulations de dose ont été mis en place, en conditions expérimentales mais également dans les conditions de la pratique. In fine, le travail a consisté à constituer un ensemble de dossiers expérimentaux ou tests, de valeur pratique in situ chez les viticulteurs, rassemblant l'ensemble des informations relatives à l'itinéraire technique phytosanitaire du site. Chaque itinéraire technique phytosanitaire ainsi décliné est mis en relation avec le niveau d'efficacité global qu'il engendre. L'ensemble de ces dossiers permet ainsi de dresser a posteriori un inventaire des situations de réussite ou d'échec rencontrées dans des situations variées.

Les réductions de dose engendrées par l'application de ces règles de décision sur le mildiou et l'oïdium (la protection contre le black-rot découlant souvent de celle générée à l'encontre de ces deux parasites) sont, en moyenne, de l'ordre de 40 à 50 % par rapport à l'application de la dose homologuée d'un bout à l'autre de la saison. Il va de soi que les taux de réduction les plus importants sont appliqués en début de saison, lorsque la vigne est encore loin d'avoir atteint son plein développement et lors d'années peu favorables aux développements épidémiques.

Après analyse des résultats obtenus sur l'ensemble de ces essais, quatre cas de figure peuvent être dégagés en fonction

du niveau de pression parasitaire des maladies considérées (mildiou, oïdium et black-rot) :

- **Pression parasitaire nulle à très faible**
Le Témoin Non Traité (TNT) ne se différencie pas statistiquement des autres modalités. Aucun traitement n'était nécessaire pour protéger la récolte (ex : campagne 1995 pour le mildiou en Gironde).
- **Pression parasitaire faible à moyenne**
Le TNT se différencie statistiquement des modalités traitées mais les niveaux de destruction restent modérés. Les modalités traitées ne sont jamais différenciables les unes des autres, quelle que soit la dose employée.

Le programme optidose : optimisation agronomique et environnementale de la pulvérisation

■ Pression parasitaire moyenne à forte de manière ponctuelle

Le TNT se différencie nettement des modalités traitées. On n'observe pas de différence statistique entre les modalités ayant reçu des doses différentes même si la modalité "optidosée" présente généralement des niveaux d'attaque légèrement supérieurs à ceux relevés sur la modalité ayant reçu le dose homologuée sans que l'état sanitaire de la récolte soit préjudiciable à la vinification d'un vin de qualité.

■ Pression parasitaire forte à exceptionnellement forte (cas de 2007 en Gironde pour le mildiou).

Les niveaux d'attaque relevés sur le TNT se différencient systématiquement de ceux observés sur les modalités traitées. Ils sont sans équivoque, le feuillage est très fortement attaqué et la totalité de la récolte est détruite, la plupart du temps précocement. Concernant les modalités traitées, deux nouveaux cas de figure ont été observés :

- 1) L'efficacité des deux itinéraires de protection n'est pas toujours significativement différente au seuil de 5% (Newman Keuls) même si la modalité ayant reçu des doses réduites présente des niveaux d'attaque systématiquement plus élevés (sans toutefois compromettre la qualité de la récolte).
- 2) La modalité "optidosée" présente des

niveaux d'attaque supérieurs à ceux observés sur la modalité ayant reçu le pleine dose hectare, et ce de manière significative. Toutefois, on s'aperçoit que même l'utilisation de la dose homologuée n'a pas permis de contenir le développement de l'épidémie (dégâts importants sur la modalité dite de référence). Ainsi, si le sous dosage a entraîné une baisse d'efficacité très nette, la pleine dose/ha n'a, dans ce cas précis, pas non plus permis de protéger correctement la vigne. Il semble donc que le mauvais résultat obtenu dans ce cas précis ne soit pas seulement imputable à la diminution de l'intrant chimique (calendrier de traitement, produits utilisés, pulvérisateur...).

Dans la pratique, les situations extrêmes (cas n°1 et 4) sont assez rares. Les cas de figure les plus fréquemment rencontrés sont ceux qui sont intermédiaires (cas n°2 et 3) même si on ne peut bien évidemment pas exclure d'être confrontés deux années de suite à un profil extrême ! Les règles de décision proposées pour adapter la dose de produit sont fondées puisqu'elles ont, dans la quasi-totalité des cas, permis de générer une protection sinon parfaite mais suffisante tout en réduisant l'intrant chimique de 40 à 50% en moyenne. A contrario, dans les situations limites où l'application de la pleine dose ne permet pas d'obtenir une pro-

tection parfaite, le sous-dosage entraîne bien évidemment une baisse d'efficacité rapide puisque les marges de sécurité sont nulles.

Exemple d'un essai de modulation des doses (Blanquefort - 2004) - Cas d'une pression parasitaire faible à moyenne

Trois modalités

- 1- Témoin Non Traité
- 2- Optidose : application de doses définies par le graphique n°5
- 3- Référence : application de la dose homologuée

Dans le cadre de cet essai, sept traitements ont été réalisés contre le mildiou et cinq contre l'oidium. Les taux de réduction moyens de la dose sont respectivement de 44% pour le mildiou et de 38% pour l'oidium.

Résultats de l'essai

Comme on peut le voir sur le tableau, les dégâts observés à la véraison sont conséquents sur le TNT et quasi-inexistants sur les modalités traitées, quelle que soit la dose. Il n'existe pas de différence significative entre la modalité traitée avec des doses réduites et celle traitée avec la pleine dose homologuée. Seule la modalité non traitée présente des niveaux d'attaque significativement supérieurs. La parcelle d'essai a été prise en photo (Cf. Photo ci-dessus) le 19 octobre 2004,

Fréquence et intensité
de destruction dues au
mildiou sur feuilles et
grappes
Site de Blanquefort

2004		Blanquefort			
		Fréquence		Intensité	
		Feuille	Grappe	Feuille	Grappe
Nouaison	TNT	0,4%	0%	0%	0%
	Optidose	0,0%	0%	0%	0%
	Référence	0,1%	0%	0%	0%
Femiture	TNT	1,6%	12%	0%	5%
	Optidose	0,4%	0%	0%	0%
	Référence	0,2%	0%	0%	0%
Véraison	TNT	97,0%	65%	56%	23%
	Optidose	15,0%	1%	3%	0%
	Référence	9%	2%	5%	0,3%



soit trois semaines après la récolte. Si les ceps des rangs "référence" et "optidose" présentent encore un feuillage à la fois important et relativement vert, le rang

non traité et les rangs de garde sont complètement défoliés et ce depuis déjà de nombreux jours. Il en va de même pour le témoin non traité suivi dans le

cadre du réseau modélisation (visible à gauche sur la photo).



Optimiser les pratiques de pulvérisation en vigne avec les TIC* pour limiter la contamination de l'environnement

Le projet AWARE : A Water Assessment to Respect the Environment

Vincent de Rudnicki

Cemagref

361, rue J.F. Breton - BP 5095 - 34196 Montpellier Cedex 5, France
Tel : 04 67 04 63 02 - vincent.derudnicki@cemagref.fr

Introduction

La Directive Européenne Cadre sur l'Eau impose aux Etats Membres que les masses d'eau atteignent un bon état écologique en 2015. Les pesticides sont une des causes de leur dégradation.

En France les études menées par l'Institut français de l'Environnement sur la contamination des eaux par les pesticides indiquent que la contamination concerne l'ensemble du territoire (métropole et DOM) et touche aussi bien les eaux su-

perficielles que les eaux souterraines, préférentiellement au niveau des zones anthropisées par l'agriculture et l'urbanisation. En 2004, Les niveaux de contamination sont souvent significatifs : en eaux de surface, 49% des points de mesure ont une qualité moyenne à mauvaise et en aux souterraines 27% des points nécessiteraient un traitement spécifique d'élimination des pesticides s'ils étaient utilisés pour la production d'eau potable. Un certain

nombre de captages d'eau potable sont contaminés dans la région d'étude. Dans ce contexte l'objectif de ce projet est de montrer comment l'optimisation des techniques d'application des pesticides en viticulture, la mise en place d'une traçabilité des opérations (du remplissage au lavage du pulvérisateur) et la mobilisation des différents acteurs peuvent permettre de limiter la contamination des eaux.

Description de la solution technique/méthodologique employée

Le Cemagref a développé un système prototype d'enregistrement embarqué sur les pulvérisateurs mesurant les paramètres d'application des produits (débits, volume, météo). Une traçabilité intraparcellaire géoréférencée des traitements est ainsi mise en place, et cet outil apporte une aide au travail directe lors du traitement par l'affichage de ces données. Il permet en outre de vérifier et corriger quotidiennement les paramètres de fonctionnement du pulvérisateur.

Grâce à la concertation entre les différents acteurs l'aire de remplissage du village de Neffies a été sécurisée, des cuves de

rinçage ont été installées sur les pulvérisateurs qui n'en avaient pas. Nous avons mis en place un suivi du remplissage au lavage du pulvérisateur, en réalisant un suivi du réglage et de l'entretien des pulvérisateurs et en mettant en place un système de traçabilité de l'épandage des produits.

Les pratiques d'application des pesticides sont étudiées : enquêtes annuelles, observation des pratiques, étude des dépôts de pesticides au sol. Un modèle de transfert des pesticides à l'échelle du bassin versant (MHYDAS/INRA) est utilisé pour étudier l'impact à long-terme de différents

scénarios de pratiques sur la qualité de l'eau.

Des prélèvements sont réalisés sur la rivière pour connaître l'état initial du milieu et suivre son évolution.

Les possibilités de transfert de la méthodologie et du système à d'autres pays européens et sur d'autres cultures sont étudiées en Espagne et en Italie.

Enfin, des actions de communication sont menées auprès des agriculteurs et des professionnels agricoles, des donneurs d'ordre, du grand public.

Résultats attendus et bénéfice environnemental

Le projet AWARE introduit une technologie nouvelle auprès des agriculteurs permettant la génération automatique de données fiables, un retour d'expérience sur les pratiques actuelles et une véritable

traçabilité sur les pratiques de pulvérisation et d'utilisation des pesticides. L'étude de ces enregistrements avec les différents acteurs concernés permettra d'analyser les dysfonctionnements et de trouver

des voies d'amélioration des pratiques et des matériels afin d'utiliser moins de pesticides et de diminuer ainsi la contamination de l'environnement.

Description du système embarqué** d'acquisition des données AWARE

"Le système est conçu de façon à ce que l'agriculteur n'ait ni contrainte ni intervention à faire lors des traitements et que, si une panne survenait, le travail en cours ne puisse pas être interrompu". Il est articulé autour d'une structure en

réseau des tracteurs et d'une station centralisée à la cave coopérative permettant sous WIFI de récupérer les données des traitements. L'architecture du système comprend :

- Un calculateur de traitement "AWARE

Server" située à la cave coopérative de NEFFIES

- Un équipement embarqué mobile "AWARE mobile" de mesure et d'enregistrement des données sur l'ensemble tracteur-pulvérisateur.

*TIC : Technologies de l'information et communication

** développé par le partenaire ERECA suivant un cahier des charges défini par le Cemagref.

“AWARE mobile” est constitué de l’électronique embarquée sur le tracteur (MPU) et de celle sur le pulvérisateur (APU). L’électronique embarquée sur le tracteur “MPU” intègre la gestion des acquisitions,

de transfert sous WIFI des données ainsi que le référencement GPS, la météo, l’affichage des données et l’interface homme-machine de saisie des paramètres et menus d’affichage

L’électronique embarquée sur le pulvérisateur “APU” gère l’acquisition des mesures propres à l’application (soit les débits, le niveau de cuve, l’avancement, etc.) L’ensemble informatique “AWARE server”

L'équipement tracteur
du Cemagref,
La MPU tracteur



“AWAREserver”*** est constitué d’un ordinateur de gestion de Base de donnée qui concentre les données à envoyer et recevoir au/du tracteur et les traite en différé, d’une structure WIFI, d’un système GPS de référencement différentiel. Il

est relié avec la base de données du système de traçabilité de la cave coopérative.

Il a pour objectif :

- Collecter et traiter les données re-

çues (calcul des trajectoires et fusion des données machines)

- Générer les résultats des analyses des traitements en fonction des parcelles traitées et des différentes dates de traitement.



La MPU dans
la cabine du tracteur

Le boîtier APU
sur le pulvérisateur



Mise en œuvre des bonnes pratiques d'application des produits phytosanitaires

■ Construction d'une aire de remplissage

Dans la région du Languedoc-Roussillon, la plupart des viticulteurs des villages ont à leur disposition une ou plusieurs stations de remplissage. Ces stations sont des installations collectives équipées d’un point d’eau où les viticulteurs peuvent remplir et rincer leurs équipements. Les volumes d’eau utilisés dépendent des pulvérisateurs : ils varient entre 500 et 1000 litres d’eau mélangés à des produits phytosanitaires. L’objectif est de limiter les pollutions ponctuelles au moment du remplissage de l’appareil : débordement de la cuve, retour de la solution de produits dans le système communal d’eau, etc. En général, aucun système de traitement des effluents contaminés n’est disponible,

ce qui en fait d’importantes sources de pollution ponctuelle.

Afin de limiter les risques de pollution ponctuelle lors du remplissage de la cuve du pulvérisateur une aire de remplissage sécurisée a été construite et mise en fonctionnement sur la commune de Neffiès. La commune a financé et installé cette station, avec l’aide financière du CG34 et de la DGE (Etat), et le soutien technique du CA34. C’est le système “TOP Remplissage” qui a été choisi conçu par la chambre d’agriculture du Gard.

■ Installation des cuves de rinçage sur les pulvérisateurs

L’une des causes de pollution ponctuelle importante due aux pratiques de pulvérisation est le rejet dans l’environnement

des fonds de cuves des pulvérisateurs. Pour éviter ces rejets des cuves de rinçage ont été installées sur les pulvérisateurs qui n’en avaient pas. Les opérations de rinçages des pulvérisateurs sont donc pratiquées à la parcelle conformément à l’arrêté du 12/09/06.

■ Réglage des pulvérisateurs

La plupart des surdosages ou sous-dosages de produits phytosanitaires au cours de l’application sont liés aux mauvais réglages et au mauvais entretien des pulvérisateurs. Pendant les 3 années du projet, les pulvérisateurs des viticulteurs qui participent sont donc nettoyés et réglés au début de saison de traitement de chaque année, et une formation est faite en parallèle.

*** Développé par le partenaire VOE Développement suivant cahier des charges défini par le Cemagref

Optimiser les pratiques de pulvérisation en vigne avec les TIC pour limiter la contamination de l'environnement

Nous abordons différents aspects qui entrent en jeu lors du traitement : orientation des jets, nettoyage et entretien du pulvérisateur entre chaque traitement, réglage des débits de produit. L'objectif est d'aider les viticulteurs à contrôler parfaitement leur outil quotidien de travail. Si le principe de fonctionnement des pulvérisateurs est simple (envoyer une solution d'eau et de produit de la cuve vers la vigne), son réglage nécessite une certaine expérience et une compréhension de tous les points-clés de l'outil (régulateur de pression, taille des buses, orientation des jets, etc.), et un suivi régulier des pièces le constituant.

Acquisition des données

■ Caractérisation du bassin versant

Un système d'information géographique (SIG) a été mis en place pour créer, collecter et représenter l'ensemble des données utiles au projet : délimitation du bassin versant, parcelles des viticulteurs, réseau hydrographique, relief, produits phytosanitaires appliqués etc. Nous sommes donc en mesure de produire des cartes et des analyses spatiales sur le bassin versant.

■ Suivi des pratiques des viticulteurs

En 2006, durant la période végétative de la vigne, Montpellier SupAgro en partenariat avec le Cemagref a réalisé un état des lieux des pratiques d'application des pesticides sur le bassin versant de la Vaillèle. L'objectif était de bien connaître l'état initial pour ensuite pouvoir quantifier en année 2007 et 2008 l'impact du changement des pratiques des viticulteurs sur l'état de la qualité de l'eau.

Une enquête auprès de chacun des 15 viticulteurs du groupe a été réalisée. Les thèmes suivants ont été abordés : le raisonnement des traitements, la prise de décision, la « discipline » que les viticulteurs s'imposent vis à vis de leur matériel et leur volonté d'évoluer. C'est donc l'ensemble des phases relatives au traitement phytosanitaire qui a été étudié, du remplissage au nettoyage du pulvérisateur.

■ Mesure de la pollution de l'eau de surface

Pour ce, il a d'abord fallu connaître le comportement de la rivière, qui dépend

L'outil embarqué développé par le Cemagref et ERECA permet de visualiser en temps réel les paramètres essentiels de fonctionnement du pulvérisateur et les de corriger facilement si besoin est.

■ Information des agriculteurs sur la pollution de l'eau

Depuis le début du projet, plusieurs réunions ont été organisées, à la cave de Neffiès, par le Cemagref et le CA34 pour mobiliser, informer, sensibiliser et former les du bassin versant... Ainsi 15 viticulteurs adhérents au projet.

■ Accompagnement des agriculteurs pour qu'ils adoptent les outils et les méthodes

des conditions climatiques très irrégulières dans les milieux méditerranéens. Nous avons installé un préleveur automatique dans la partie amont du bassin versant de la Vaillèle.

Des analyses d'eau ont été faites à niveau de l'exutoire du bassin versant après chaque épisode pluvieux significatif ainsi qu'au point de captage d'eau potable de la commune.

Sur l'ensemble des analyses, ce sont principalement les herbicides qui contaminent les eaux souterraines ou superficielles sur le bassin versant de la Vaillèle. Aux herbicides s'ajoutent quelques fongicides uniquement pour les prélèvements réalisés sur la Vaillèle. De la "desethyl terbutylazine" dérivé de la terbutylazine est présente dans la nappe qui alimente le captage en eau potable de Neffiès. L'évolution de ces teneurs est à surveiller.

■ Connaissance des données météorologiques

Une station météo est installée au cœur du bassin versant considéré pour connaître les conditions climatiques et les apports en eau de pluie. En outre, les pulvérisateurs sont équipés de mini stations météo permettant à chaque agriculteur de connaître les paramètres instantanés, vent, température, hygrométrie etc.

■ Collecte des données en 2^{ème} et 3^{ème} années avec les changements des pratiques

En 2007 et en 2008, les systèmes embarqués sur les pulvérisateurs don-

neront des données fiables sur les conditions et les paramètres des opérations de pulvérisation. Des enquêtes seront menées auprès des viticulteurs pour évaluer l'acceptabilité des systèmes d'enregistrement et des modifications des pratiques proposées.

■ Mesures des quantités de pesticides déposées au sol et sur la plante

L'objectif du projet étant de lier les quantités de produits phytosanitaires épanchés lors des traitements et les quantités retrouvées dans les eaux de surface, nous devons pour cela connaître la répartition des produits lors de l'application entre la plante, le sol et l'air. En effet, nous considérons au cours de notre étude que l'essentiel de la pollution de l'eau est lié à l'entraînement des molécules par ruissellement ou par infiltration lors des pluies. Montpellier SupAgro en partenariat avec le Cemagref ont mis au point un protocole scientifique pour caractériser la part de produits phytosanitaires qui arrivent au sol lors d'une application dans les conditions réelles avec 3 types de pulvérisateurs différents, afin de valider les études déjà menées en 2000/2002 en conditions expérimentales contrôlées.

Les premiers résultats obtenus confirment les mesures effectuées auparavant, à savoir des pertes non négligeables variant suivant les appareils (pertes sol : 7 à 15%, pertes air : 14 à 40% en fonction des stades végétaux).

Traitement de l'information

■ Etude du transfert des pesticides au sol et dans l'eau

L'objectif est d'utiliser le modèle de transfert des pesticides et de l'eau « Mhydas » conçu par l'UMR Lisah pour étudier l'impact des pratiques réelles de pulvérisation sur la pollution de l'eau. Cette action a nécessité l'adaptation du modèle Mhydas au contexte du bassin versant de Neffiès.

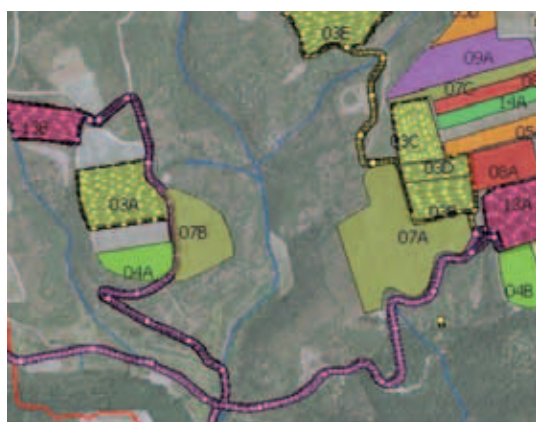
■ Traitement des données d'application des produits

Les systèmes embarqués ont un double rôle : aider le travail du viticulteur au moment du remplissage du pulvérisateur et de l'application du produit à la parcelle, et enregistrer automatiquement la traçabilité du traitement phytosanitaire. Cette traçabilité est intra-parcellaire, puisque le GPS permet de différencier les rangs des parcelles de vigne.

Les informations collectées et enregistrées chaque seconde sont : la position

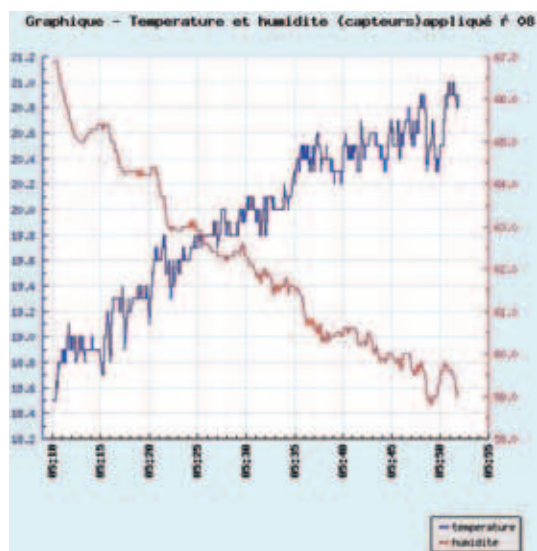
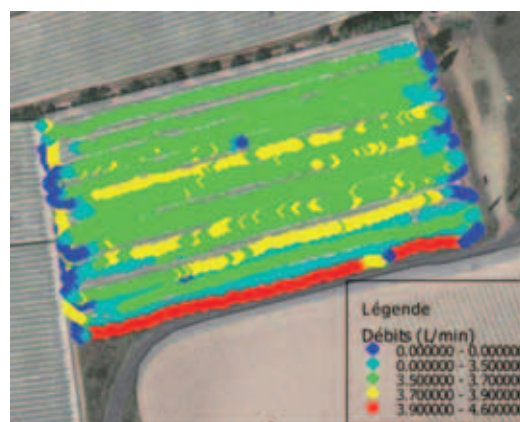
du pulvérisateur par GPS (précision submétrique), les débits gauche et droit, le volume de bouillie restant dans la cuve et les conditions météorologiques (température, hygrométrie et vitesse et direction du vent).

Les informations relatives à chaque parcelle sont extraites des parcours à partir d'un SIG puis une analyse croisée des données permet de donner les critères essentiels d'analyse et décision.



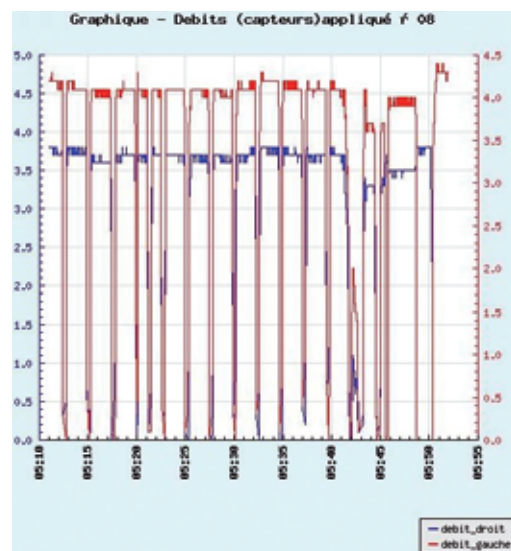
Extrait d'une vue du bassin-versant avec les trajets de 2 pulvérisateurs vers les parcelles sur un fond photographique (© IGN 2002)

Exemple de représentation des débits lors d'un traitement sur une parcelle dans un logiciel SIG



Courbes de température et d'humidité pour un traitement sur une parcelle donnée

Courbe des débits pour ce même traitement



Le projet Aware est un projet innovant qui utilise des outils issus des NTIC pour étudier un problème concret sur un bassin versant. De nombreuses données vont être produites au cours du projet :

- Données automatiques issues des systèmes embarqués sur les pulvérisateurs,
- Données sur les viticulteurs (enquêtes) et traçabilité déclarative (papier) des interventions de pulvérisation,

- Données météorologiques issues de la station météorologique,
- Données issues du préleveur automatique,
- Données caractéristiques du bassin versant (relief, contour des parcelles, réseau hydrologique, contour du bassin versant, emplacement des prélèvements, de l'exutoire, des captages, etc.)

Une fois l'ensemble de ces données collectées, elles sont communiquées aux

agriculteurs via un site Intranet d'échange de données (VOE Développement) sous forme de résultats didactiques définis en commun leur permettant une interprétation aisée. Ils pourront ainsi visualiser, interpréter et modifier au mieux leurs pratiques.

Par exemple, pour évaluer l'impact des traitements phytosanitaires, il peut être intéressant de calculer et représenter graphiquement l'ensemble des doses de

Optimiser les pratiques de pulvérisation en vigne avec les TIC pour limiter la contamination de l'environnement

produit contenant la matière active X sur les parcelles situées à moins de 50m du cours d'eau pour une période de temps donnée, ou bien de savoir quelles parcelles ont été traitées avec un pulvérisateur de

Diffusion et communication

■ Communiquer vers les principaux acteurs

L'un des objectifs majeurs est de communiquer nos résultats auprès des acteurs de la filière, (Agence de l'eau, DIREN, CA de la région, DDASS, DRASS, DDAF, DRAF, CG34, association de défenses de l'environnement, ministères, etc...).

Un site internet permet de suivre les avancées du projet (<http://www.lifeaware.org>). Diverses communications, films et conférences

type "jet porté" contre une maladie Y, etc.

Cet outil est la clé de voûte du projet, car c'est la première fois qu'une traçabilité fine des conditions de l'application et des doses épandues est réalisée automatiquement à l'échelle d'un bassin versant sur un ensemble de viticulteurs pendant 3 ans. L'analyse de cette traçabilité nous

permettra à la fin du projet de mieux connaître les pratiques réelles des viticulteurs, et nous pourrions mettre au point un cahier des bonnes pratiques sur la base de ces observations. Nous étudierons aussi comment ce type de matériel est accepté et utilisé, et ce qu'il apporte aux viticulteurs en qualité et efficacité du travail.

ont eu lieu et sont programmées en France et en Italie et Espagne. Nous en élaborerons un guide de bonnes pratiques d'application des pesticides en vigne tenant compte des données et de la technologie employée.

■ Transfert du système et de la méthodologie en Espagne et Italie

Le système doit être installé en Espagne pour y être testé dans son intégralité

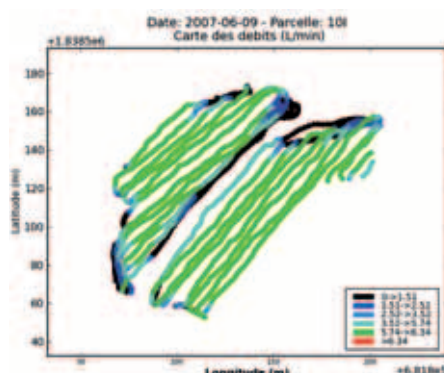
dans une exploitation viticole. Il sera étudié la possibilité d'en faire de même en Italie. Ce projet permettra donc de développer un système embarqué sur les pulvérisateurs de mesure des principaux paramètres de la pulvérisation et la génération de données permettant de comprendre les mécanismes de contamination des milieux aquatiques par les produits phytosanitaires afin de réduire à la source les émissions de ceux-ci dans l'environnement. ■

ANNEXE : Exemple de données du cahier parcellaire

Le traitement de données génère automatiquement le cahier parcellaire. Celui-ci

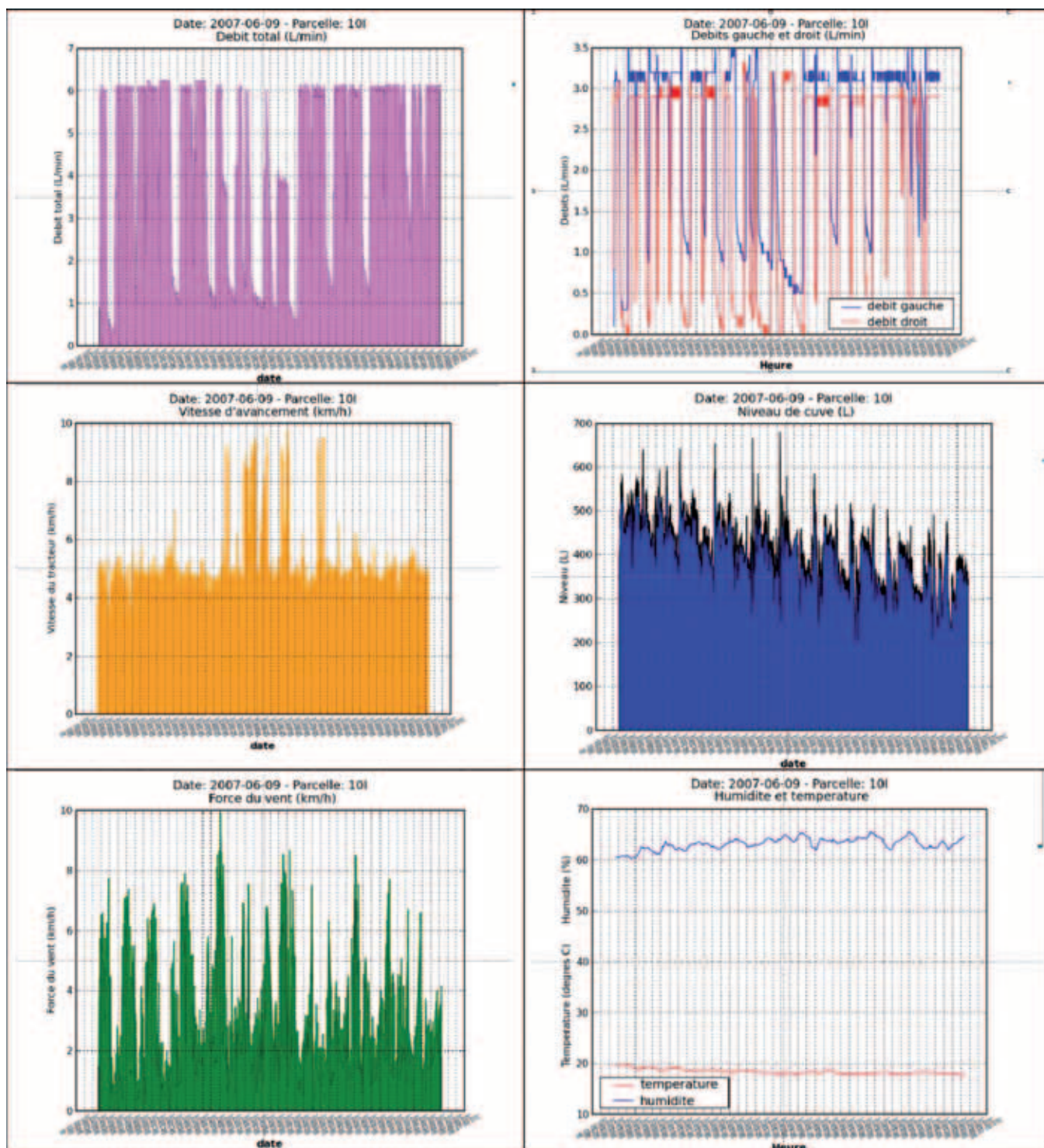
peut s'adapter aux différentes formes de représentations afférentes aux dé-

marches de cultures raisonnées comme TERRAVITIS par exemple.



	Traçabilité automatique	Traçabilité papier	Comparaison
Date du traitement:	2007-06-09	2007-06-09	OK
Parcelle traitée	101 (surface déclarée=0.99Ha, interrang=2.25m, intercep=1.2m)		
Produits utilisés			
Produit 1:	None : None	vivum flash (2000321) à 1.0 kg/ha	
Produit 2:	None : None	cascade (8900291) à 0.4 l/ha	
Produit 3:	None : None	collis (2060085) à 0.4 l/ha	
Produit 4:	None : None	0:à	
Produit 5:	None : None	0:à	
Produit 6:	None : None	0:à	
Caractéristiques du traitement			
Vitesse de fonctionnement	4.7 km/h	4.8 km/h,	-2.08 %
Débit gauche de fonctionnement	3.14 L/min	différence gauche-droite:	
Débit droit de fonctionnement	2.9 L/min	0.24	
Débit total de fonctionnement	6.04 L/min	5.4	11.05 %
Passes tous les :	1.7 rangs	2 rangs	-15.0 %
Volume de bouillie pulvérisé	165.76 L	-	
Surface traitée	1.09 / 1.15 Ha	-	
Volume de bouillie par hectare	152.0 L/ha	150.0 l/ha,	1.33 %
Conditions météorologiques			
Force du vent moyen	3.1 km/h (1.0)	1 : tres legere brise	dif=0.0
Force du vent maximum	9.9 km/h (2.2)	-	
Température moyenne	18.4 °C	-	
Température maximum	19.8 °C	-	
Humidité moyenne	63.0 %	-	
Humidité minimum	60.0 %	-	

Représentation des différents paramètres



Partenaires

Bernadette RUELLE – Michael DOUCHIN (Cemagref)

En France : CEMAGREF-UMR ITAP, SUPAGRO, LISAH-INRA,
Conseil Général 34, Chambre d'Agriculture 34, ERECA, VOE développement

En Europe : IRTA (Espagne), CISA (Italie)

Partenaires associés

Mairie de Neffiès et la Cave Coopérative Viticole de Neffiès

Etude technico-économique de différentes stratégies de désherbage mécanique

Christophe Gaviglio

IFV Midi-Pyrénées

V'innopôle - BP 22 - 81310 Lisle/Tarn

Tel : 05.63.33.62.62 – christophe.gaviglio@vignevin.com

Avant-propos

La protection de l'eau dans les bassins de production viticole ou plus généralement agricole est aujourd'hui une préoccupation importante. Les principales molécules utilisées en désherbage – ou leurs métabolites – sont retrouvées dans l'eau. Certaines ont déjà été retirées du marché et on peut s'attendre à ce que le législateur finisse un jour par bannir tout herbicide. Les viticulteurs vont alors devoir se tourner vers des solutions dites alternatives, et c'est dans l'objectif de préparer ce changement que l'IFV étudie les stratégies de désherbage mécanique sous le rang. En viticulture, le désherbage se raisonne dans l'inter-rang et sous le rang. Dans l'inter-rang, la suppression des herbicides est souvent réalisée par le semis d'un enherbement entretenu. Sous le rang, la problématique est plus délicate car il faut travailler entre les souches.

■ Caractéristiques du désherbage mécanique et enjeux des stratégies employées.

Le désherbage mécanique est :

- lent
- très dépendant des facteurs climatiques après passage
- très dépendant du facteur état du sol avant passage
- très dépendant du facteur développement des adventices avant passage
- d'une efficacité limitée dans le temps.

Dans un objectif de pratiques économiquement viables, les stratégies employées visent donc à :

- limiter le nombre de passages
- maximiser la vitesse de ceux-ci.

■ Quels sont les outils à disposition du vigneron ?

Il existe trois grandes familles d'outils intercepts :

- les outils rotatifs
- les outils à lame intercept simples
- les décaillonneuses

Ces outils ont un impact de désherbage assez variable selon leur conception et leur mode opératoire. On distinguera ainsi

les outils à fort impact, tels que les décaillonneuses ou certains rotatifs. Les premiers retournent une bande de terre en mettant à nu les racines, les seconds sectionnent et éparpillent les adventices. Les outils d'entretien qui ont une efficacité limitée sur une flore très développée mais qui peuvent apporter une vitesse d'exécution des travaux supérieure, appréciable pour les passages d'entretien. On trouve dans cette catégorie les lames et certains outils rotatifs peu puissants. Et enfin, les outils polyvalents qui permettent à la fois d'avoir un impact suffisant pour un premier passage et qui sont aussi adaptés en entretien régulier. Il s'agit principalement des outils rotatifs.

La plupart des constructeurs de matériels proposent un porte-outil équipé du système d'effacement devant les souches, qui permet d'adapter plusieurs types d'outils ou de socs et de répondre ainsi aux différents besoins d'une stratégie de désherbage mécanique tout au long de l'année.

vants sont réalisés avec une lame intercept, sur adventices peu développées, avec une vitesse de passage sensiblement plus importante.

Matériels et méthodes

■ Situation de l'essai

Les expérimentations ont été mises en place sur trois sites différents : le domaine expérimental du vignoble tarnais (DEVT), la ferme expérimentale d'Anglars (Lot), et le Château de Mons (Gers). Le matériel a été mis à disposition par les constructeurs suivants : Pellenc (Tournesol), Humus Hugg Interplanet et lame, Soulikoff (Décalex, Binalex), Boisselet (Starmatic, Cutmatic). De cette manière les trois sites étaient équipés de manière autonome pour le passage des outils. Nous développerons plus particulièrement les stratégies mises en place sur le DEVT.

■ Les différentes stratégies de désherbage mécanique mises en place sont

- 1) Rotatif toute l'année : l'utilisation d'un outil rotatif tout au long de la saison de désherbage, ici le Tournesol Pellenc, qui est conçu pour cet usage et dont le prix élevé dissuade de s'équiper d'un autre outil.
- 2) Rotatif + lame : le premier désherbage de la saison viticole est réalisé avec un outil rotatif, ici l'interplanet Humus Hugg, dans l'objectif d'ameublir le sol en même temps, et les passages sui-

- 3) Déca + lame : le premier passage de la saison est réalisé avec une décaillonneuse légère dont l'objectif est d'obtenir un désherbage durable en retournant une mince couche de terre et en enfouissant les adventices. Les passages suivants devront contribuer à renvoyer cette bande de terre sous le rang et à la fractionner afin de passer une lame en entretien de manière rapide.

4) Déca + rotatif : comme précédemment, la bande de terre retournée par le premier passage est à fractionner et à renvoyer sous le rang pour un entretien plus aisé, avec un outil rotatif (interplanet)

5) Témoin désherbage chimique.

■ Mesures

Chaque stratégie a été étudiée sur le plan de son efficacité de désherbage et de son coût, même si l'expérimentation en petite parcelle ne permet pas de prendre en compte toutes les contraintes liées à l'organisation du travail qui est

inévitablement modifiée. L'impact de la technique sur la production est également analysé.

La différenciation du nombre de passages par stratégie se fait en fonction du niveau de repousse des adventices. Les mesures de surface couverte sont effectuées avant passage des outils et après pour déterminer une efficacité de désherbage. Les mesures sont effectuées sur 20 plaquettes entre souches par modalité. La fréquence des interventions nécessaires est également un indicateur d'efficacité.

L'observation du comportement des matériels dans les différentes situations d'enherbement et de sol est également primordiale.

Un suivi météorologique complet est réalisé sur l'ensemble des sites.

L'impact de la technique sur la vigne est contrôlé par des analyses classiques avant récolte, des pesées de rendement par souche et une mesure de vigueur par la pesée des bois de taille. Des mini-vinifications sont réalisées pour les modalités désherbées chimiquement et mécaniquement. Elles seront suivies de dégustations avec analyse statistique.

Résultats

■ Efficacité de désherbage des outils et des stratégies

Les précipitations fréquentes n'ont pas permis de réaliser des stratégies systé-

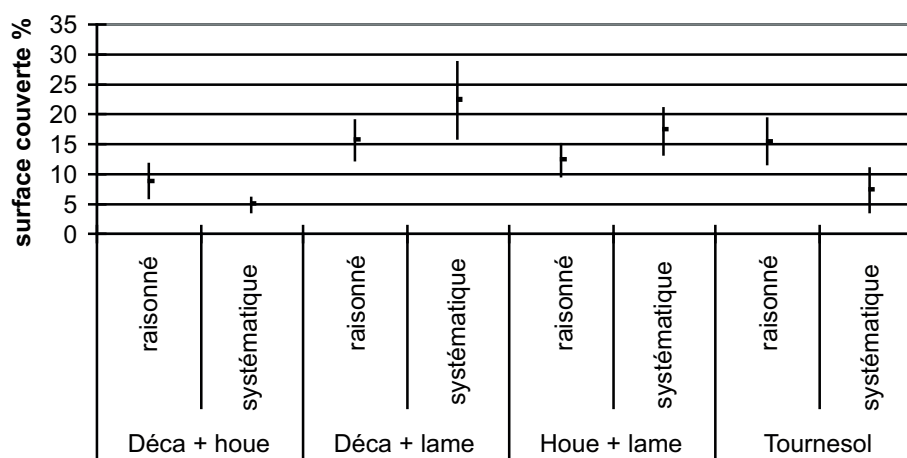
matiques et raisonnées pour toutes les modalités. Seules les stratégies utilisant le Tournesol Pellenc et la houe rotative Humus Hugg, bénéficiant d'une meilleure

tenue du désherbage, ont vraiment pu être dédoublées.

Déca + lame		Déca + rotatif		Rotatif + lame		Tournesol	
raisonné	systématique	raisonné	systématique	raisonné	systématique	raisonné	systématique
4	4	3	4	4	5	3	5

Nombre de passages par type de stratégie testée

surface couverte par les adventices avant récolte selon les modalités



On voit assez nettement que le nombre de passages a un impact réel sur la couverture du sol par les adventices, en particulier pour les modalités "Déca + houe" et "Tournesol". Les deux autres modalités utilisant la lame obtiennent des résultats moins différenciés et

un peu surprenants puisque la couverture adventice est légèrement supérieure avec plus de passages (Houe rotative + lame). On peut expliquer cela par la plus grande difficulté à obtenir un résultat durable avec une lame intercep simple, dont l'effet peut

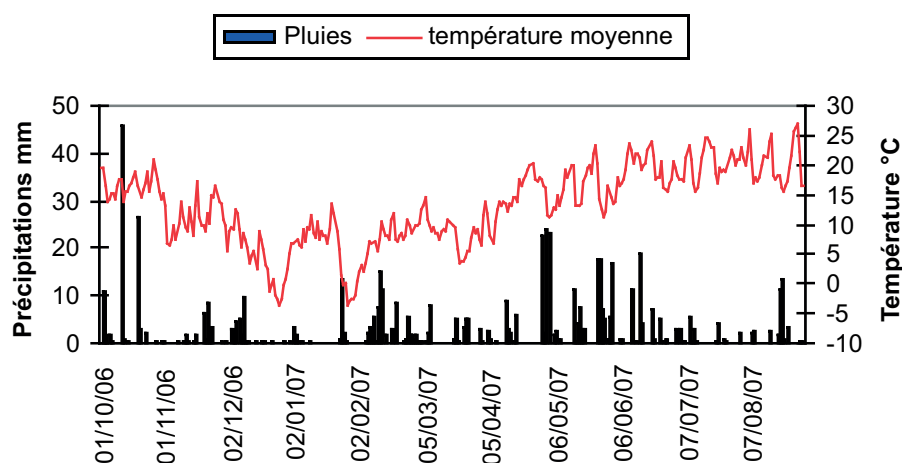
vite être annulé si les conditions sont défavorables.

■ Pluviométrie et températures observées par site

L'année 2007 aura été marquée par un cumul de précipitations particulièrement

Etude technico-économique de différentes stratégies de désherbage mécanique

Météo DEVT



important associé à des températures élevées au printemps, période de pousse des adventices. De plus, la fréquence élevée des pluies ne donnait pas de

bonnes conditions de séchage des adventices, obligeant à renouveler les interventions fréquemment pour un bon résultat. Lors d'un millésime présentant

une fréquence d'épisodes pluvieux moins importante, on peut imaginer gagner un à deux passages selon les modalités.

■ Temps passé pour les différentes stratégies de désherbage

Les modalités Déca + rotatif et Déca +

lame semblent les plus intéressantes du point de vue du temps de travail. On note que pour un temps de travail

légèrement supérieur, l'outil rotatif donne un meilleur résultat final.

Déca + lame		Déca + rotatif		Rotatif + lame		Tournesol	
raisonné	systématique	systématique	raisonné	raisonné	systématique	raisonné	systématique
6,18 h		8,2 h	6,38 h	6,55 h	7,64 h	6,55 h	10,9 h

Temps nécessaire en heures par ha, prenant en compte les vitesses de passage des outils et le nombre de passages réalisés.

	Déca + lame		Déca + rotatif		Rotatif + lame		Tournesol	
	raisonné	systématique	systématique	raisonné	raisonné	systématique	raisonné	systématique
Temps	6,18 h		8,2 h	6,38 h	6,55 h	7,64 h	6,55 h	10,9 h
Main d'œuvre (€)	105		139	108	111	130	111	185
Traction (€)	80		107	83	85	99	85	142
Matériel (€)	57		57	57	57	57	86	86
Total (€)	243		303	249	254	286	282	413

Coût des différentes stratégies par ha

Coût horaire de la traction : 13 €

Coût horaire de la main d'œuvre, charges comprises : 17 €

Le coût du matériel correspond à l'amortissement complet du matériel sur 7 ans et 20 ha.

A titre indicatif, le désherbage chimique sous le rang, réalisé à 5 km / h en deux passages prend 2,2 heures par ha. Avec un programme de désherbage pré + post levée dont le coût oscille entre 60 et 150 € par ha, nous arrivons à total de 137 à 227 € par ha.

■ Observations sur les matériels

Le choix du moment du premier passage est primordial quels que soient les outils pour faciliter le succès des opérations ultérieures.

La conformation des ceps et l'attache des souches sur guyot sont deux éléments très importants pour le passage des outils car il faut un minimum de résistance du tronc pour déclencher l'effacement des outils.

Le Tournesol Pellenc peut être très gêné par des touffes de graminées et des dicotylédones érigées suffisamment lignifiées, mais il demeure plus efficace que

beaucoup d'outils rotatifs dans des conditions de couverture importante par les adventices. Il présente en outre l'avantage de travailler sur une largeur assez importante et de bénéficier d'un recentrage automatique sur le rang.

La houe rotative interplanet Humus Hugg, comme beaucoup d'outils de cette catégorie, réalise un très bon travail d'entretien, lorsqu'il y a peu de couverture par les adventices. Sa largeur de travail est un peu faible.

La lame Humus Hugg est intéressante car polyvalente : lors d'un premier passage au printemps, à vitesse réduite, elle joue

le rôle d'une décavaillonneuse légère; par la suite, passée à plus grande vitesse, elle se comporte comme une lame intercep simple, déplaçant peu de terre et fractionnant ce qu'elle soulève. Dans cette dernière configuration, elle s'est avérée beaucoup plus efficace lorsque le premier passage était effectué avec un outil rotatif.

Un outil rotatif passé après un premier passage de décavaillonneuse est efficace, mais insuffisant pour renvoyer l'intégralité de la terre déplacée sous le rang. Cela impose un passage complémentaire à l'automne avec un disque par exemple pour réaliser ce travail.

Perspectives

La notion de seuil d'acceptabilité du niveau d'enherbement de la parcelle est sans doute à étudier auprès des viticulteurs, car il nous apparaît presque impossible de maintenir les parcelles aussi propres qu'avec un désherbage chimique, et cela constitue sans doute un frein au

développement du désherbage mécanique, sans compter l'augmentation des temps de travaux.

Pour limiter l'utilisation des herbicides lorsque cela est possible, nous devons aussi explorer d'autres pistes : l'enher-

bement sous le rang par exemple avec des espèces peu concurrentielles et poussant peu, est une voie de recherche. Un tel enherbement serait associé à du matériel d'entretien spécifique, que l'on peut déjà trouver dans le domaine de l'arboriculture. ■

Etat des lieux des stimulateurs de défense de la vigne contre les maladies

Xavier Daire
INRA Dijon

17 rue Sully BP 86510, 21065 Dijon cedex
Tel : 03 80 69 30 00 – xavier.daire@dijon.inra.fr

Les plantes, à l'instar des animaux, ont acquis au cours de l'évolution la capacité de se défendre contre les agents pathogènes. Ces défenses sont efficaces contre la majorité des agresseurs potentiels, excepté contre ceux qui causent les maladies. Dans le cas de la vigne, il s'agit de parasites pour la plupart originaires d'Amérique du nord (mildiou, oïdium...), introduit fin XIX^{ème} contre lesquels la vigne n'a pas "eu le temps" de développer des défenses adaptées.

On distingue couramment deux grandes

catégories de défense : les barrières physiques, constituées par la cuticule et la paroi cellulaire, et les réactions de défense. Dans le premier cas on parle de défense constitutive, dans le second, de défense inductible.

Ces défenses inductibles sont déclenchées lors de l'attaque, lorsqu'un composé émanant du pathogène est reconnu par un récepteur de la plante. Il s'ensuit une série de signaux intracellulaires qui conduit à la production de défense et qui s'oppose au développement du parasite (figure 1). L'agent pathogène

peut également partiellement décomposer la paroi végétale, ce qui engendre la production, par exemple, de fragments de pectine qui déclenchent aussi les réactions de défense. On appelle éliciteur (to elicit : permettre), au sens large, toute substance capable de déclencher les réactions de défense de la plante. Ce qui correspond dans la terminologie phytosanitaire au terme « stimulateur de défense des plantes (SDP) ou "inducteur de résistance".

Les éliciteurs se trouvent dans des familles chimiques diverses : lipides (stérols), pro-

Figure 1 : Schéma simplifié des réactions de défense

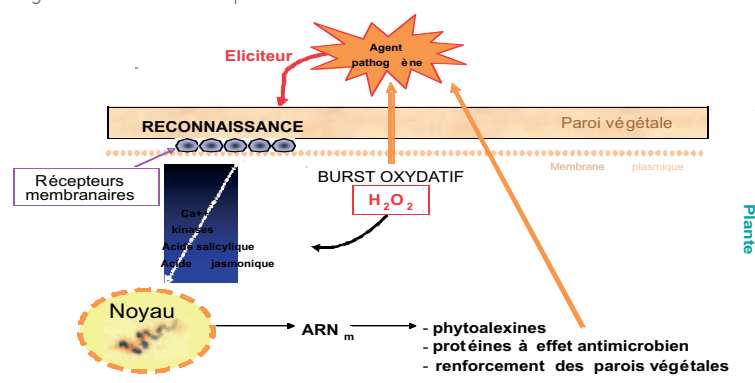
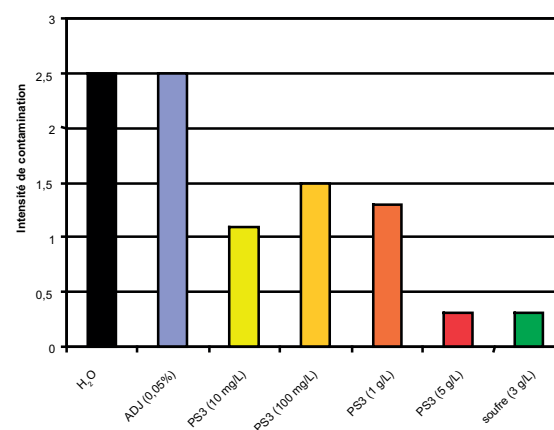


Figure 2

essais sous serre UMR INRA Dijon



téiques (élicitines, harpines), dérivés de l'acide salicylique, jasmonique... Les oligosaccharides, polymères glucidiques de faible taille, issus de microorganisme ou de plante, ont fait l'objet de nombreuses études en tant qu'éliciteurs. Les oligosaccharides présentent l'avantage d'être peu ou pas toxiques, biodégradables et relativement facile à produire. Notre laboratoire, en collaboration avec les laboratoires Goëmar, a montré que plusieurs d'entre

eux pouvaient activer les réactions de défense de la vigne et augmenter sa résistance au mildiou, à l'oïdium et à la pourriture grise.

La figure 2 montre un essai sous serre contre l'oïdium avec PS3, un oligosaccharide sulfaté.

Les essais au vignoble avec ce produit contre l'oïdium sont prometteurs.

En conclusion nos travaux, ainsi que ceux de nombreuses autres équipes, montrent que la stimulation des défenses des plantes est une réelle possibilité pour augmenter la résistance des plantes contre les maladies. Pour l'instant, sur vigne les meilleurs résultats concernent l'oïdium sur lequel les meilleurs produits ont des efficacités de 50 à 80%. Il convient de mener des expérimentations visant à les associer à des fongicides à dose réduite. ■

Méthodes alternatives à l'utilisation des produits phytosanitaires

Jean-Louis Brosseau¹ & Michel Badier²

pour les Chambres d'Agriculture du Val de Loire

¹ Château de la Frémoire - 44120 Vertou
Tél. 02 40 80 14 76 - jean-louis.brosseau@loire-atlantique.chambagri.fr

² Rue Gutenberg - ZA - 41140 Noyers/Cher
Tél. 02 54 75 12 56 - michel.badier@loir-et-cher.chambagri.fr

■ Pourquoi ?

- Besoin de nouvelles solutions de protection dans le cadre de la Viticulture Durable
- Engagement fort des Chambres d'Agriculture vis à vis des démarches Terra Vitis, agriculture raisonnée, et haute qualité environnementale
- Une attente sociétale forte
- Être en adéquation avec les conclusions du Grenelle

■ Les pistes...

- Renforcer l'utilisation des outils d'aide à la décision notamment la Modélisation des risques parasitaires (réseau IFV Val de Loire ...)
- Inventaire de toutes les alternatives à la protection chimique classique
- Chercher dans les autres approches de protection (Bio ...) des techniques alternatives efficaces ...

■ Exemples vis à vis des maladies de la vigne

- SDN ou éliciteurs de type algues marines ...
- Phosphite de type PK2 ...
- Engrais foliaires ...
- Composés d'argile de type poudre de roche ...
- Purins, décoctions et infusions de plantes ...
- etc. ...

Quelques résultats en 2005 - CA41...

Modalité 1	Programme viti avec 5 traitements
Modalité 2	2 SDN : à 40 j + 59 j (Algues marines) + 1 cuivre
Modalité 3	Programme viti à 1/2 dose + SDN

Programme d'intervention

■ Résultats en intensité

- Modalité SDN a "décroché" en fin de saison (fin août) mais uniquement sur

partie haute du feuillage
- SDN n°2 fait à 59 j

■ Résultats en fréquence en % d'organes atteints

- Jusqu'au 16.08.05 : peu de différences significatives
- Fréquence toujours à - 1 %

■ Conclusions 2005

- Pression forte Mildiou - résultats SDN très satisfaisants

Quelques résultats en 2006 - CA41...

Modalité 1	Programme viti avec 7 traitements
Modalité 2	3 SDN : à 40 j (Algues marines) + 1 cuivre
Modalité 3	6 Mycosin (Composé d'argile ...) + 1 cuivre

Programme d'intervention

■ Résultats en intensité

- Modalité SDN a "décroché" en fin de

saison mais uniquement sur partie haute du feuillage

■ Résultats en fréquence en % d'organes atteints

- Virulence Mildiou en 2006 : Faible
- Peu de différence entre les modalités

■ Conclusions 2006

- SDN et Mycosin : très satisfaisants

Projets CA41 - CA44 en 2008...

■ SDN Mildiou

- Tester des produits alternatifs de type Phosphite et poudre de roche

- Algues marines : adapter la cadence d'intervention à la pression maladie 15 j ou 20 j ou 30 j ou 40 j

- Vérifier l'incidence de ces produits sur les autres maladies : black rot...

Bien régler son pulvérisateur

François Cornuault

Chambre d'Agriculture du Maine et Loire

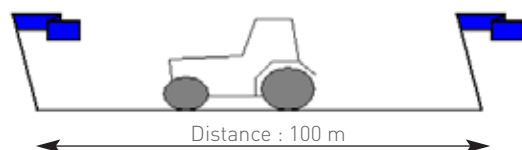
14 Avenue Joxé - CS 80646 - 49006 ANGERS CEDEX 01
Tél 02 41 96 75 00 - francois.cornuault@maine-et-loire.chambagri.fr

Le régime de la turbine

- La turbine a un fonctionnement optimal au régime normalisé de prise de force de 540 tr/min.
- La plupart des appareils actuels offre le choix de 2 vitesses de turbine
 - Petite vitesse : à utiliser en faible surface foliaire
 - Grande vitesse : à utiliser avec une surface foliaire importante

La vitesse d'avancement

- La vitesse à rechercher est entre 4 et 7 km/h.
- Il faut trouver le rapport de boîte de vitesse qui corresponde avec le régime moteur pour que la prise de force tourne à 540 tr/min.
- Chronométrer le tracteur sur 100 m (surface identique à ce que l'on trouve dans les vignes).



$$V \text{ (km/h)} = 360 / \text{Temps (s) pour parcourir 100 m}$$



Choix du calibre des pastilles

- Le débit optimal par diffuseur se situe entre 0,5 L/min et 1 L/min (rapport volume de bouillie/volume d'air).
- Calibrage : (ex : Albusz)
 - AMT 16008 ou 18008
 - 0,68 L/min à 5 bars

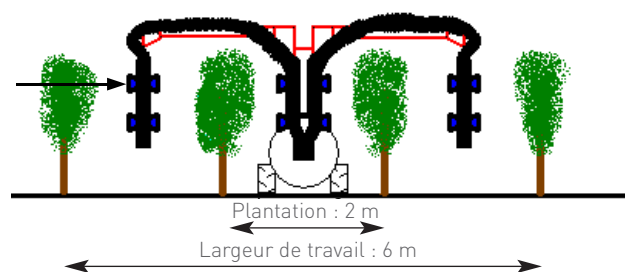
- Calcul du débit :

$$D = \frac{Q \times L \times V}{600 \times N}$$

Exemple :

$$D = \frac{120 \times 6 \times 7}{600 \times 12}$$

D = 0,7 L/min



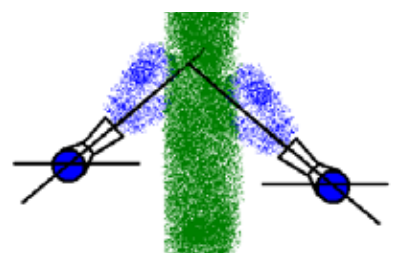
- Q = Volume de bouillie en L/ha
- L = Largeur de travail en mètre
- V = Vitesse en Km/h
- N = Nombre de pastilles
- D = Débit en L/min

- Contrôle du débit : Débrayer la turbine, mettre au régime PDF, ouvrir tous les tronçons et contrôler sur un

demi-rang pendant une minute, comparer avec le débit recherché, augmenter ou diminuer la pression

si cela est nécessaire.

Réglage des diffuseurs

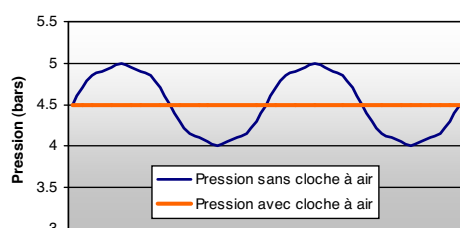


- La distance entre l'extrémité du diffuseur et la cible doit être d'au moins 50 cm. Sinon il y a risque de plaquage des feuilles si la vitesse de l'air est supérieure à 40 km/h.
- La vitesse de l'air conseillé est comprise entre 3 m/s et 14 m/s
- Les diffuseurs doivent être orientés de 5° à 10° vers l'avant.

L'idéal pour créer un maximum de turbulence est de décaler légèrement les diffuseurs l'un par rapport à l'autre afin que le flux d'air ne s'annule pas.

Réglage de la cloche à air

- La cloche à air permet de réguler la pression de la pompe afin d'obtenir une pression constante.
- Réglage de pression de la cloche à air : 1/3 à 1/2 de la pression de pulvérisation
- Afin de préserver la membrane de la cloche à air, il est préférable de gonfler la cloche avec une pompe à vélo.



Le pulvérisateur : réglementation et normes

Gérard Besnier

Chambre d'Agriculture de Loire Atlantique

La Tardivière - 44170 Nozay

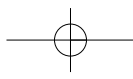
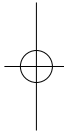
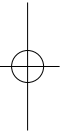
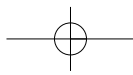
Tel : 02 40 79 32 60 – gerard.besnier@loire-atlantique.chambagri.fr

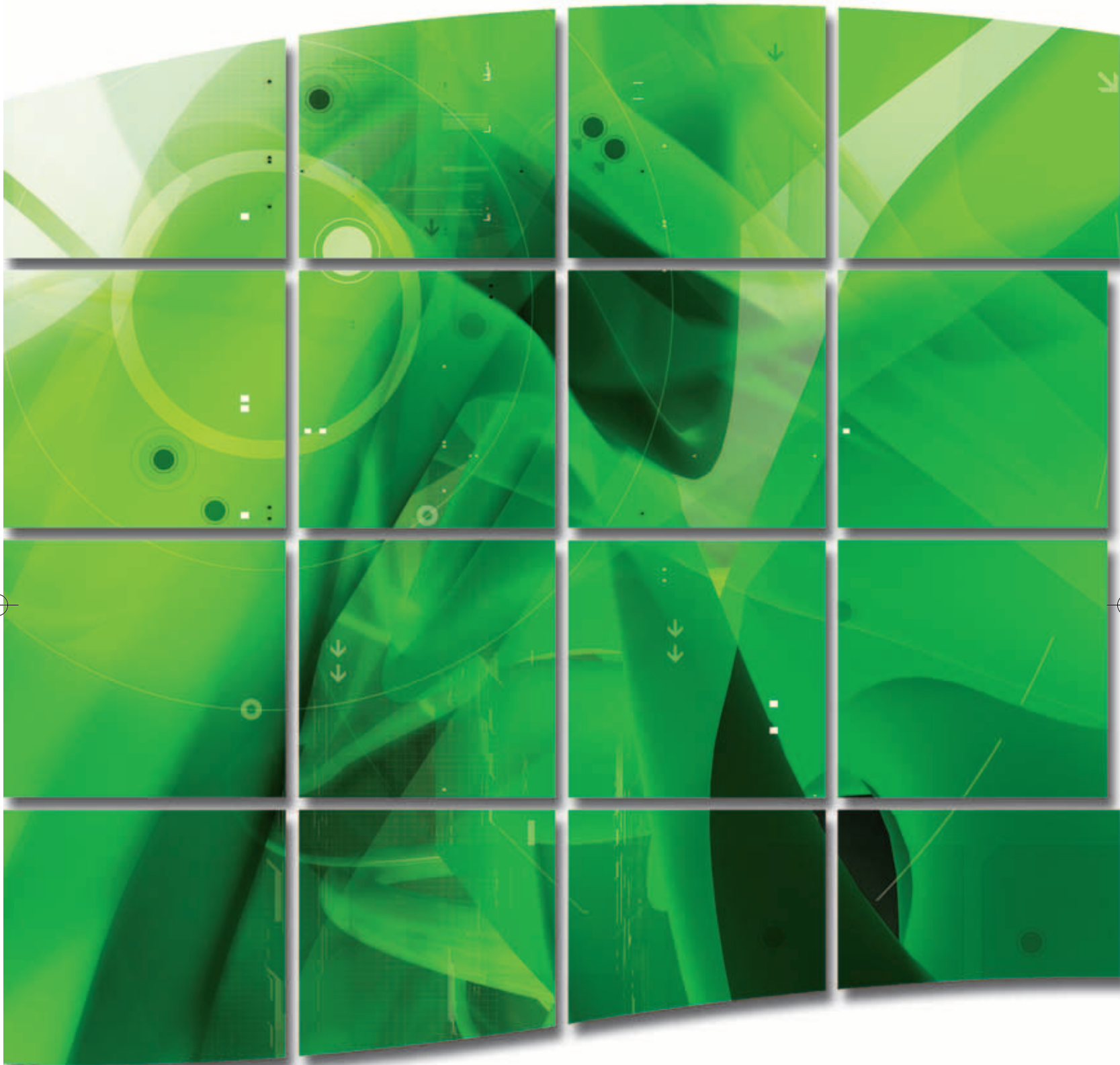
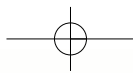
Le pulvérisateur doit répondre à plusieurs critères

- à la sécurité de l'utilisateur et des travailleurs de proximité (réf. Code du travail, mise en conformité des machines mobiles, normes CE ...)
- au déplacement sur la voie publique (réf. Code de la route, signalisation...)
- à la diminution du risque potentiel de la contamination de l'environnement par des produits phytosanitaires (réf. arrêté du 12 septembre 2006, normes constructions ...)
- à une bonne maîtrise de la pression parasitaire avec le plus faible apport de produits phytosanitaires (réf. contrôle obligatoire des pulvérisateurs échéance : 1^{er} janvier 2009)

Pratiquement, sur votre appareil les points suivants devront être conformes et feront l'objet du futur contrôle :

- CHASSIS, STRUCTURE ET ATTELAGE : déformations, corrosion, jeux aux articulations, présence organes de sensibilité au repos
- ORGANES DE TRANSMISSION : protection cardan, fixation boîtiers, état limiteurs de sécurité
- CUVE DE LIQUIDE DE PULVERISATION : fixation, endommagement de structure, étanchéité, indicateur de niveau, fonctionnalité de l'incorporateur de produit et du rince bidon, bidon lave-mains
- FLEXIBLES ET CANALISATIONS : pliures, usure, fuite
- FILTRAGE : adapté, vérifié, nettoyé
- RAMPES : symétrie, déformation, jeux aux articulations, état des organes de réglage (hauteur)
- SOUFFLERIE : état du caisson, des pales, des gaines de distribution, diffuseurs en bon état et bien orientés
- BUSES/PASTILLAGES : adaptés, symétrie, mesure de l'égouttement (antigoutte), usure $\leq 15\%$ par rapport au débit nominal ou 10% par rapport au débit moyen
- DISTRIBUTION : uniformité des jets de pulvérisation, différence débit côté gauche/côté droit $\leq 10\%$, différence de pression à l'entrée des sections 15%
- SYSTEMES AMELIORANT LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT :
 - cuve de rinçage (tableau de méthode de dilution)
 - système de pulvérisation limitant la dérive (le face/face)
 - contrôleur de volume/ha, système de régulation DPAE ...





InterLoire -Service Technique
La Godeline - 73 rue Plantagenêt
BP 52327 - 49023 Angers Cedex 02
Tél. 02 41 87 74 64

