



HAL
open science

Pratiques culturelles pour la réduction des intrants phytosanitaires en vigne périurbaine

Francis Macary

► **To cite this version:**

Francis Macary. Pratiques culturelles pour la réduction des intrants phytosanitaires en vigne périurbaine. *Agronomie, Environnement & Sociétés*, 2017, 7 (2), pp.75-83. hal-01819323

HAL Id: hal-01819323

<https://hal.science/hal-01819323>

Submitted on 20 Jun 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Décembre 2017
volume n°7 / numéro n°2
www.agronomie.asso.fr

Agronomie

environnement & sociétés

La revue de l'association française d'agronomie



Les ateliers Terrain, Pour une démarche participative en agronomie clinique



Agronomie, Environnement & Sociétés

Revue éditée par l'Association française d'agronomie (Afa)

Siège : 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.

Secrétariat : 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2.

Contact : afa@supagro.fr, T : (00-33)4 99 61 26 42, F : (00-33)4 99 61 29 45

Site Internet : <http://www.agronomie.asso.fr>

Objectif

AE&S est une revue en ligne à comité de lecture et en accès libre destinée à alimenter les débats sur des thèmes clefs pour l'agriculture et l'agronomie, qui publie différents types d'articles (scientifiques sur des états des connaissances, des lieux, des études de cas, etc.) mais aussi des contributions plus en prise avec un contexte immédiat (débats, entretiens, témoignages, points de vue, controverses) ainsi que des actualités sur la discipline agronomique.

ISSN 1775-4240

Contenu sous licence Creative commons



Les articles sont publiés sous la *licence Creative Commons 2.0*. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

Directeur de la publication

Marc BENOÎT, président de l'Afa, Directeur de recherches, Inra

Rédacteur en chef

Olivier RÉCHAUCHÈRE, chargé d'études Direction de l'Expertise, Prospective & Etudes, Inra

Membres du bureau éditorial

Pierre-Yves LE GAL, chercheur Cirad

Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en ligne

Danielle LANQUETUIT, consultante Triog et webmaster Afa

Comité de rédaction

- Marc BENOÎT, directeur de recherches Inra
- Gérard CATTIN, retraité de la chambre d'agriculture de la Marne
- Joël COTTART, agriculteur
- Thierry DORÉ, professeur d'agronomie AgroParisTech
- Sarah FEUILLETTE, cheffe du Service Prévision Evaluation et Prospective Agence de l'Eau Seine-Normandie
- Yves FRANCOIS, agriculteur
- Jean-Jacques GAILLETON, inspecteur d'agronomie de l'enseignement technique agricole
- Laure HOSSARD, ingénieure de recherche Inra Sad
- Marie-Hélène JEUFFROY, directrice de recherche Inra et agricultrice
- Aude JOMIER, enseignante d'agronomie au lycée agricole de Montpellier
- Christine LECLERCQ, professeure d'agronomie Institut Lassalle-Beauvais
- Francis MACARY, ingénieur de recherches Irstea
- Adeline MICHEL, Ingénieure du service agronomie du Centre d'économie rurale de la Manche
- Marc MIQUEL, consultant
- Bertrand OMON, Chambre d'agriculture de l'Eure
- Thierry PAPILLON, enseignant au lycée agricole de Laval
- Philippe POINTEREAU, directeur du pôle agro-environnement à Solagro
- Philippe PRÉVOST, Chargé des coopérations numériques à Agreenium
- Guy TREBUIL, Cirad
- Anne VERDENAL, agricultrice
- Jean-Marie VINATIER, Responsable Agro-Environnement, Chambre d'agriculture Auvergne-Rhône Alpes

Secrétaire de rédaction

Philippe PREVOST

Assistantes éditoriales

Sophie DOUHAIRIE et Danielle LANQUETUIT

Conditions d'abonnement

Les numéros d'AE&S sont principalement diffusés en ligne. La diffusion papier n'est réalisée qu'en direction des adhérents de l'Afa ayant acquitté un supplément

(voir conditions à <http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>)

Périodicité

Semestrielle, numéros paraissant en juin et décembre

Archivage

Tous les numéros sont accessibles à l'adresse <http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/>

Soutien à la revue

- En adhérant à l'Afa via le site Internet de l'association (<http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>). Les adhérents peuvent être invités pour la relecture d'articles.
- En informant votre entourage au sujet de la revue AE&S, en disséminant son URL auprès de vos collègues et étudiants.
- En contactant la bibliothèque de votre institution pour vous assurer que la revue AE&S y est connue.
- Si vous avez produit un texte intéressant traitant de l'agronomie, en le soumettant à la revue. En pensant aussi à la revue AE&S pour la publication d'un numéro spécial suite à une conférence agronomique dans laquelle vous êtes impliqué.

Instructions aux auteurs

Si vous êtes intéressé(e) par la soumission d'un manuscrit à la revue AE&S, les recommandations aux auteurs sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/pour-les-auteurs/>

À propos de l'Afa

L'Afa a été créée pour faire en sorte que se constitue en France une véritable communauté scientifique et technique autour de cette discipline, par-delà la diversité des métiers et appartenances professionnelles des agronomes ou personnes s'intéressant à l'agronomie. Pour l'Afa, le terme agronomie désigne une discipline scientifique et technologique dont le champ est bien délimité, comme l'illustre cette définition courante : « *Etude scientifique des relations entre les plantes cultivées, le milieu [envisagé sous ses aspects physiques, chimiques et biologiques] et les techniques agricoles* ». Ainsi considérée, l'agronomie est l'une des disciplines concourant à l'étude des questions en rapport avec l'agriculture (dont l'ensemble correspond à l'agronomie au sens large). Plus qu'une société savante, l'Afa veut être avant tout un carrefour interprofessionnel, lieu d'échanges et de débats. Elle se donne deux finalités principales : (i) développer le recours aux concepts, méthodes et techniques de l'agronomie pour appréhender et résoudre les problèmes d'alimentation, d'environnement et de développement durable, aux différentes échelles où ils se posent, de la parcelle à la planète ; (ii) contribuer à ce que l'agronomie évolue en prenant en compte les nouveaux enjeux sociétaux, en intégrant les acquis scientifiques et technologiques, et en s'adaptant à l'évolution des métiers d'agronomes.

Lisez et faites lire AE&S !

Sommaire

Avant-propos

P7 - O. RÉCHAUCHÈRE (Rédacteur en chef) et M. BENOÎT (Président de l'Afa)

Éditorial

P9 - PREVOST, A. MICHEL, P.Y. LE GAL, G. CATTIN (coordonnateurs du numéro)

Les ateliers Terrain : pour une agronomie en situation

P13 – Une brève histoire de l'agronomie clinique depuis le XIX^{ème} siècle. Trois pratiques de l'observation in situ : les conférences agricoles, les tours de plaine et les ateliers Terrain

M. BENOIT et F. KNITTEL

P19 - Les ateliers Terrain de l'Afa : objectifs, méthodes et mise en pratique

A. MICHEL et G. CATTIN

La gestion des ressources naturelles

P23 - Biodiversité tellurique et pratiques culturelles

J.R. MORONVAL

P29 - Les pratiques de gestion de l'activité biologique du sol en viticulture méditerranéenne

P. PREVOST

P33- Gérer la biodiversité dans les espaces agricoles : quelles connaissances utiles pour l'action ?

H. GROSS

P41 – Mesures in situ de la lixiviation des nitrates et pesticides en situation agricole : fiabilité et ergonomie

M. BENOIT, M. PITREL, R. CHERRIER et A. GOBILLOT

P49- Enjeux et défis de l'irrigation en France : points de vue de l'Association Française pour l'Eau, l'Irrigation et le Drainage (AFEID)

S. BOUARFA, G. BELAUD, A. BOUTTHIER, J.Y. GROSCLAUDE, B. LACROIX, B. MOLLE, D. ROLLIN, J. TOURNEBIZE, C. SERRA WITTLING et B. VINCENT

L'évolution des techniques culturales et des systèmes de culture

P57 - Le semis direct sur couverture végétale

P. POINTEREAU

P65 - Evolution des techniques d'implantation des cultures

C. LECLERCQ et V. CORFDIR

P75 - Pratiques culturales pour la réduction des intrants phytosanitaires en vigne périurbaine

F. MACARY

P85 - Diminution de la part d'azote minéral dans les systèmes de culture champenois

G. CATTIN

P91 - Evolution des systèmes de culture en région céréalière : exemple de deux exploitations agricoles dans la Vienne

J.L. FORT et S. MINETTE

P97 - La reconception d'un système de culture en arboriculture fruitière

P. PREVOST

P107 - Intérêts agronomiques des associations productions animales-productions végétales : réflexions à partir d'une étude de cas d'une exploitation en polyculture-élevage de l'Ouest de la France

J. BOIFFIN, B. DROUIN, A. MICHEL et T. PAPILLON

P115 - Evolutions récentes des pratiques de grande culture en France métropolitaine : techniques de raisonnement et usages des intrants

R. REAU, V. DEYTIEUX, L. GUICHARD, C. MIGNOLET, M.S. PETIT, C. SCHOTT

La relation agricultures-territoires

P129 - La prise en compte des potentialités agronomiques des terres dans les logiques d'acteurs : l'atelier Terrain « un pour tous, tous autour du sol »

A. GOSSELIN

P141 - Réaménagement foncier territorial et agro-écologique dans la vallée de la Bruche : le paysage au cœur des enjeux comme outil et projet

R. AMBROISE, M. BENOIT et J.S. LAUMOND

P149- Agricultures et territoires : parcours insolites et permanences inattendues

S. LARDON

Note de lecture

P159 - Comprendre et accompagner l'évolution des stratégies de conduite des vergers dans les exploitations arboricoles. Application à la protection phytosanitaire de la pomme en France

S. PISSONNIER et P.Y. LE GAL



Pratiques culturelles pour la réduction des intrants phytosanitaires en vigne périurbaine

Francis MACARY*

*Ingénieur-chercheur en agroenvironnement - Irstea, Centre de Bordeaux - UR ETBX - 50, avenue de Verdun - Gazinet 33612 Cestas Cedex - Téléphone : 05 57 89 08 45 - Courriel : francis.macary@irstea.fr

Résumé

L'usage des produits phytosanitaires en agriculture et particulièrement en viticulture est devenu un sujet sociétal prégnant. Les questions de santé humaine et de qualité environnementale sont au cœur des débats, ce d'autant plus que le vignoble se situe dans un périmètre proche de riverains.

Les professionnels viticoles conscients de ces enjeux redoublent d'efforts pour réduire les quantités épandues (herbicides, fongicides, insecticides). Malgré des résultats actuels très insuffisants du Plan Ecophyto, l'adaptation des pratiques de production ne cesse d'évoluer (désherbage mécanique, outils d'aide à la décision dans l'optimisation des traitements, utilisation de pulvérisateurs performants par leurs systèmes antidérive, usages de molécules plus respectueuses de l'environnement et de l'humain, mise en œuvre des techniques de biocontrôle,...). La recherche travaille à l'élaboration de cépages résistants aux principaux fléaux du vignoble : mildiou et oïdium.

Cet atelier terrain dans le Bordelais réunissant professionnels praticiens, conseillers, enseignants, scientifiques, a pu permettre de faire le point sur la plupart de ces sujets et de favoriser des débats très constructifs entre tous les participants.

Mots-clés

Produits phytosanitaires, viticulture, pratiques agricoles, Bordeaux, périurbain.

Problématique de l'atelier

et atelier terrain a été organisé en juin 2013, au Château Dillon, exploitation viticole du lycée agro-viticole de Blanquefort, l'un des trois établissements de l'EPLFPA¹ de Bordeaux-Gironde et site expérimental du VINOPOLE² de Bordeaux, situé dans l'agglomération bordelaise. La problématique de l'atelier visait à analyser les contraintes particulières liées à l'application des intrants phytosanitaires dans le vignoble, notamment en zone périurbaine, voire urbaine pour certains châteaux du Bordelais, et les perspectives de leur réduction.

Concernant la réduction de l'usage des traitements phytosanitaires :

En France, les résultats de la consultation nationale sur la problématique environnementale dans le cadre du Grenelle de l'Environnement (MEDDTL, 2007) avaient été traduits, en ce qui concerne la protection des milieux naturels, dans la loi n° 2009-967 de programmation, avec un objectif de réduction de moitié des usages de produits phytopharmaceutiques et des biocides en dix ans (JORF, 2009 ; MEDDTL, 2010). Ces dispositions ont été mises en œuvre dans le cadre d'un premier Plan Interministériel français Ecophyto I, en 2008 (MAP, 2008). Ce plan contenait un ensemble de mesures destinées à réduire progressivement et de façon significative l'usage des produits phytosanitaires. La viticulture (second rang des quantités consommées au niveau national) et l'arboriculture sont les productions qui utilisent le plus d'intrants phytosanitaires : l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT)³ Total (herbicides, fongicides, insecticides) sur vigne est proche de 16 en moyenne en Bordelais. Une telle orientation politique en vue de passer d'un système global productiviste à un système plus durable nécessite de profondes mutations dans les pratiques de protection phytosanitaire et de façon plus globale, de production (Butault et al., 2010 ; MAAPRAT-MEDD, 2011). Fin 2012, le Ministre en charge de l'Agriculture a lancé le projet agroécologique pour la France en ciblant vers le retour de l'agronomie au cœur des processus, en relation avec la prise en compte de l'Écologie afin de valoriser au mieux les agroécosystèmes. Compte tenu de l'échec en termes de résultats du Plan Ecophyto I, celui-ci a d'abord été renforcé afin d'aboutir à la réduction attendue des pesticides (MAAF, 2012), puis réadapté en 2015 (Ecophyto II).

Depuis quelques années, les publications scientifiques et la presse internationale, nationale, régionale, ne cessent de pointer du doigt les effets néfastes des produits phytosanitaires, notamment les produits organiques de synthèse sur l'environnement (Beernaerts et al., 2001 ; Barriuso, 2004 ; Aubertot et al., 2005 ; Butault et al., 2010 et sur la santé humaine (Baldi et Lebailly, 2007 ; Lebailly et al., 2008 ; Baldi et al., 2012 ; Zhoukan, 2012). Elles impulsent une orientation forte vers leur réduction drastique, voire suppression à terme.

Concernant la problématique de la vigne péri-urbaine ou intra-urbaine :

La particularité du Bordelais, tout comme bien d'autres grands vignobles AOP⁴, tient également à la présence d'une viticulture péri-urbaine, voire intra-urbaine. La vigne se trouve alors étroitement liée au monde urbain qui l'enserme avec pour conséquences des contraintes pour les riverains liées aux émanations atmosphériques de produits phytosanitaires lors des traitements, des nuisances sonores notamment par le fonctionnement des turbines des pulvérisateurs, une inquiétude des urbains quant à l'usage de produits agro-chimiques sans en connaître clairement les enjeux et les objectifs. La mise en œuvre de la protection phytosanitaire sur vigne dans un tel contexte nécessite une

¹EPLFPA : Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricoles.
²VINOPOLE de Bordeaux-Nouvelle Aquitaine : il est formé par la Chambre d'Agriculture de la Gironde, l'Institut Français de la Vigne et du Vin et l'Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricoles de Bordeaux-Gironde (EPLFPA). Son objectif est de mutualiser les compétences des trois partenaires dans leurs travaux de recherche appliquée, d'expérimentation et de diffusion des résultats.
<http://www.vinopole.com/>

³Indice de Fréquence de Traitement (IFT= est le nombre de doses homologuées appliquées /ha/par campagne)

⁴AOP : Appellation d'Origine Protégée

réflexion approfondie autour de la conduite du vignoble et des pratiques phytosanitaires, ainsi qu'une dimension sociétale dans la relation avec les riverains.

Objectifs de l'atelier :

Cet atelier de terrain Aquitain visait à partager des connaissances et des expériences permettant d'abord de mieux cerner les conséquences des pratiques phytosanitaires, impacts sur l'environnement et sur la santé humaine, puis des dispositions pratiques pouvant contribuer à la réduction de leurs usages. Il a permis de réunir des agronomes praticiens sur le terrain, œnologues, cabinet-conseil, conseillers de la profession agricole et Institut technique de la vigne et du vin, enseignants dans les écoles d'agriculture et agronomique, chercheurs dans les Instituts publics et universitaires dont l'INRA, Irstea, représentants des services de l'État. La particularité du sujet traité nécessitait d'élargir le champ des compétences dans ce contexte à des non agronomes. Ainsi les débats ont été enrichis par des représentants de la protection environnementale, de la protection de la santé humaine, de l'écotoxicologie, de la sociologie, sans oublier des agronomes retraités en qualité de citoyen riverain des vignobles.

Caractéristiques de la situation d'observation

Cet atelier a été organisé au Château Dillon à Blanquefort : l'une des trois exploitations des lycées viticoles girondins (Blanquefort, Libourne-Montagne et Sauternes) et des sites expérimentaux du VINOPOLE de Bordeaux - Nouvelle Aquitaine.

Compte tenu de la particularité et de l'étendue du sujet, l'atelier avait été organisé en deux séances :

Matin : après une présentation de l'Afa et de ses différentes activités, dont les ateliers terrain par Francis Macary, cinq exposés introductifs sur les thématiques abordées et témoignages de responsables d'exploitations viticoles concernées, dont celles des établissements d'enseignement agricole (Château Dillon, Château du Luchey de Bordeaux Sciences Agro) ont permis des échanges entre participants, illustrant des regards différents :

- Pierre Dariet (Directeur d'exploitation du Château Luchey-Halde, Bordeaux Sciences Agro) : problématique de la protection phytosanitaire du vignoble périurbain, voire intra-urbain ;
- Isabelle Baldi (Professeuse Université de Bordeaux, Praticien Hospitalier. Laboratoire Santé Travail Environnement - ISPED- Université Victor Segalen Bordeaux 2) : impacts des pesticides sur la santé humaine ;
- Marie-Hélène Devier (Enseignant-Chercheur - UMR EPOC - CNRS - Université Bordeaux) : impacts des pesticides sur les écosystèmes ;
- Marc Raynal (Vinopôle de Bordeaux-Aquitaine : IFV-Chambre d'agriculture de la Gironde-EPLEFPA de Gironde) : des outils d'aide à la décision pour réduire les intrants phytosanitaires sur vigne ;
- Isabelle Ladeveze (Ets Bayer - UIPP) : préconisations des industriels des produits phytosanitaires.

Après-midi : visite de parcelles expérimentales au Château Dillon, dans le cadre de la réduction des intrants

phytosanitaires, sous la conduite d'Amélie Rochas et Rémi Jacquemain (EPLFPA) et discussions entre les participants. L'activité du Château Dillon comprend l'exploitation d'un vignoble de 39 hectares de vignes. 36,6 ha sont plantés de cépages rouges traditionnels de l'AOP Haut-Médoc : 16,5 ha de Merlot noir, 11 ha de Cabernet Sauvignon, 3,3 ha de Cabernet franc, 5 ha de petit Verdot, 0,8 ha de Malbec et Carménère.

Par ailleurs, l'exploitation compte aussi 2,4 ha de vignes en blanc, en production : 80% correspondent à du Sauvignon blanc et gris et le reste est planté en Sémillon et Muscadelle. La production d'un vin blanc sec d'appellation Bordeaux est d'ailleurs une particularité en Haut-Médoc. La présence de cette partie du vignoble en blanc représente une opportunité pour les élèves en formation au Lycée Viticole.

Les vignes sont basses et étroites. Le mode de conduite de la vigne est traditionnel, avec une densité de plantation de 6 666 pieds par hectare, soit un écartement de 1m50 entre les rangs et 1 mètre entre les pieds. Le palissage est plan avec des fils de maintien de façon à pouvoir mécaniser la plupart des travaux, notamment la récolte des raisins.

Deux systèmes de taille sont utilisés à part égale : la taille en Guyot double aussi appelée « taille longue » traditionnelle et celle en cordon, plus récente, appelée taille courte. Au printemps et en été, les travaux en vert sont effectués : épamprage, levage, rognage et effeuillage de façon systématique. Selon les années, un éclaircissage, appelé vendanges en vert, est pratiqué sur des pieds trop chargés en vendange, de façon à ce que le rendement estimé corresponde aux objectifs de production.

Les vignes sont enherbées entre rangs et désherbées chimiquement sous le rang (cavaillon). Plusieurs expérimentations sont menées sur cette exploitation afin de réduire à court terme, voire supprimer ultérieurement, l'usage des produits phytosanitaires organiques de synthèse.

Ainsi plusieurs parcelles d'essai permettent :

- D'observer un témoin non traité,
- De tester la réduction drastique des intrants phytosanitaires donc de l'IFT,
- D'expérimenter le désherbage mécanique sur le cavaillon.

Connaissances agronomiques sur le sujet

Le transfert des produits phytosanitaires depuis les parcelles agricoles, viticoles vers les écosystèmes : sols, eaux et atmosphère ainsi que leur degré de contamination sont étroitement liés aux pratiques culturales sur ces parcelles, lesquelles influent souvent simultanément sur plusieurs facteurs majeurs de contamination (Voltz et Louchart, 2001 ; Gril et Lacas, 2004). Ces facteurs principaux liés à la pression anthropique sont les quantités de produits épandus, le mode pulvérisation, notamment en viticulture, l'état de couverture du sol au moment de l'application, la structure du sol, le niveau de matière organique dans le sol. Compte tenu du taux moyen d'exportation des pesticides vers les eaux, la dose d'apport influence directement les résidus mesurés dans les eaux. Hormis les cas de pollutions ponctuelles, l'essentiel de la contamination se fait par voie diffuse lors de l'épandage des produits (Voltz et Louchart, 2001).

La toxicité des molécules pour les utilisateurs, les consommateurs, ainsi que les milieux biotiques est désormais avérée. De nombreuses études en témoignent désormais (Beernaerts et al., 2001 ; Barriuso, 2004 ; Aubertot et al., 2005 ; Butault et al., 2010), et mettent en évidence leurs conséquences toxicologiques (Rivière, 2001 ; Carvalho, 2006 ; AFSSET, 2009 ; Bonnefoy et al., 2012) et écotoxicologiques (Babut et al., 2001 ; Morin et al., 2009).

Ces composés en raison de leur persistance et/ou de leur toxicité peuvent faire peser un risque sur la santé et la pérennité des écosystèmes naturels. Ces molécules ont des comportements dans l'environnement et des modes d'action très variés (Stenersen, 2004). La grande diversité des molécules utilisées, les interactions moléculaires, la présence de produits de dégradation constituent autant de facteurs de risque pour les organismes qui sont exposés dans leur milieu aux pesticides.

Des pesticides organiques de synthèse sont potentiellement dangereux pour l'homme, leur toxicité dépend notamment du mode de pénétration dans l'organisme. De multiples travaux scientifiques depuis une quinzaine d'années (Zahm et al., 1997 ; Alavanja et al., 2004 ; AFSSET, 2009) ont montré que l'exposition à certaines molécules chez l'homme est corrélée à diverses pathologies majeures : cancers associés à la suppression immunitaire, multiples réactions allergiques, réponses auto-immunes et suppression de la fonction immunitaire, enfin une plus grande sensibilité aux agents pathogènes. Aussi, la préoccupation des politiques et des gestionnaires des points de captages des eaux brutes en vue de la potabilité est d'autant plus justifiée. Elle impose de comprendre les modes de transferts des pesticides vers les eaux, mais surtout les modifications de pratiques agricoles nécessaires à l'échelle de bassins versants pour réduire la contamination de ces points de captage. Plusieurs ouvrages du CORPEN font référence en matière d'usages des produits phytosanitaires (CORPEN, 1997, 2003, 2007).

Malgré toutes les actions de politiques publiques mises en œuvre pour réduire les intrants phytosanitaires, les constats de la pollution des milieux régulièrement publiés suite aux synthèses des différents acteurs sur le terrain (Agences de l'eau, Agences Régionales de santé) présentent un bilan très lourd de cette situation récurrente depuis les dernières décennies (CGDD, 2013). Selon ces observations, la présence des pesticides est généralisée dans les eaux de surface (91% des points de mesure en contiennent) et dans les eaux souterraines (pour 55% des points) sur l'ensemble du territoire métropolitain. Ainsi, 36% des points en eaux de surface ont une qualité moyenne à mauvaise (CE, 2000), et 25% pour les eaux souterraines présentent une qualité médiocre à mauvaise (CGDD, 2013).

La pression phytosanitaire dépend très directement de la nature des productions agricoles faisant l'objet d'une protection face aux adventices au regard de leur concurrence hydrique et en alimentation minérale, aux agressions cryptogamiques et de divers ravageurs, particulièrement accentué dans le contexte viticole de production de vins de qualité qui nécessitent une production de raisins sains jusqu'à leur maturité physiologique. La diminution des intrants phytosanitaires semble avoir atteint ses limites dans le contexte d'une agriculture conventionnelle et viticulture de qualité. Dès

lors, un changement de paradigme conduisant à valoriser les écosystèmes au sein des agrosystèmes permet d'envisager une évolution supplémentaire à la réduction des pesticides (Colenne-David et al., 2012; Barbier et Goulet, 2013). Cela se traduit par une modification des modes de production traditionnels.

Ainsi, apparaissent des démarches, méthodes, pratiques dans le but de réduire l'utilisation des pesticides et leur impact sur les écosystèmes, la faune et les humains :

- Réduction du nombre de traitements fongicides et insecticides, conseils aux agriculteurs à partir de systèmes de suivi et d'information en utilisant des outils d'aide à la décision, dont des témoins non traités pour connaître et suivre la pression parasitaire, des pièges à insectes afin de réaliser des comptages, des suivis de l'état sanitaire de parcelles traitées, des bulletins de préconisations techniques des professionnels agricoles, des modèles épidémiologiques (oïdium, mildiou, cochylys, (Epicure, POD Mildium) (Delière et al, 2008 ; Raynal et al, 2010) ;

- Adaptation des doses de pesticides, fondée sur le stade phénologique, la pression des ravageurs réelle, et la surface foliaire à protéger : méthode OPTIDOSE (Raynal et al, 2003 ; Davy, 2012) ;

- Biocontrôle des ravageurs, fondé sur la gestion des équilibres des populations d'agresseurs, notamment grâce à la confusion sexuelle (phéromones), des substances naturelles, voire des micro-organismes (champignons, bactéries, virus) pour stimuler les défenses de la plante ;

- Suppression des herbicides par contrôle mécanique des mauvaises herbes, entre les rangs et sur le rang (cavaillon) ;

- Utilisation de matériels de pulvérisation mieux adaptés : mode confiné avec des panneaux récupérateurs, traitant face par face afin de limiter, voire supprimer la dérive et donc les quantités de produits présents dans l'air et le sol ;

- Préservation des zones non traitées (ZNT) au voisinage des cours d'eau ;

- Remplacement de molécules actives avec moins de produits nocifs pour l'environnement

Toutes ces méthodes ont déjà été testées et montré leur efficacité. L'intérêt de l'atelier était de pouvoir en débattre entre praticiens, conseillers et scientifiques afin de mieux connaître certaines limites, par exemple l'imprécision des informations sur le BSV⁵ liées à la localisation géographique des parcelles témoins d'observation, limite du biocontrôle dans le cas de fortes infestations, vitesse d'avancement réduite pour le désherbage mécanique du cavaillon, difficulté de nettoyage des pulvérisateurs en mode confiné et parfois problèmes de bouchage des buses...

Echanges au sein de l'atelier, arguments, solutions

Durant la matinée, les présentations introductives par des chercheurs et professionnels de la conduite du vignoble ont nourri de multiples échanges entre la trentaine de participants.

Pierre Dariet (*Directeur d'exploitation du Château Luchey-Halde, Bordeaux Sciences Agro*) (Fig 1) explique la problématique de la protection phytosanitaire dans un

⁵BSV : Bulletin de Santé du Végétal

vignoble périurbain, voire intra-urbain, à partir de son expérience. Ce vignoble de 23 ha est ouvert au public en plein cœur de la commune de Mérignac. Les pratiques phytosanitaires sont conduites en mode raisonné : les traitements sont optimisés. La plantation de haies en bordure du vignoble a permis de développer une biodiversité d'espèces végétales et des prédateurs aux insectes nuisibles du vignoble favorable à la maîtrise des traitements insecticides.



Fig 1. Pierre Dariet (Directeur d'exploitation du Château Luchey-Halde Bordeaux Sciences Agro)

Les échanges avec les participants ont porté sur la nature du questionnement des riverains à l'égard des produits phytosanitaires. En fait, P. Dariet explique que la question de leur toxicité (à ce moment) ne relève pas d'une priorité pour les citadins, mais le principal souci évoqué est celui du bruit, compte tenu du démarrage matinal des traitements.

Le pulvérisateur utilisé est un appareil aéro-convecteur à jets portés sur rampe permettant de traiter simultanément 5 rangs. Dans les échanges, la question du matériel utilisé, notamment de l'usage d'appareil en mode confiné a été abordée. En réponse, ce type d'appareil n'est pas adapté aux vignes étroites du Luchey, ni aux contraintes de traitement rapide des parcelles, car il ne traite que deux rangs à la fois avec une vitesse d'avancement modérée.

P. Dariet précise qu'il n'y a pas de tension sociétale avec le voisinage du Luchey, du fait de la bonne communication des travaux viticoles avec les riverains et de leur accès dans les parcelles de vigne notamment lors de leur jogging ou promenades en famille, leur permettant de voir concrètement ce qui est fait. Les riverains sont prévenus à l'avance des traitements phytosanitaires. De plus, un intervenant, enseignant-chercheur à Bordeaux Sciences Agro, précise que l'ancien Directeur de l'école, lors de la réflexion du projet de création d'un vignoble à BSA sur un terrain inutilisé appartenant précédemment à l'armée, avait mobilisé une association écologique localement afin de renforcer l'initiative de mise en place d'un îlot de verdure paysager en milieu urbain.

Isabelle Baldi (Professeur Université de Bordeaux, Praticien Hospitalier, Laboratoire Santé Travail Environnement - ISPED- Université Victor Segalen Bordeaux 2) (Fig 2) évoque la question des impacts des pesticides (de synthèse) sur la santé humaine, encore plus prégnante en milieu urbain. Les premières personnes concernées sont évidemment les applicateurs et celles qui travaillent dans le vignoble.



Fig 2. Isabelle Baldi (Professeur Université de Bordeaux, Praticien Hospitalier. Laboratoire Santé Travail Environnement - ISPED- Université Victor Segalen Bordeaux 2)

Les effets pathogènes sont multiples : troubles aigus (empoisonnements, intoxications collectives...) pouvant conduire au décès dans les cas extrêmes ; maladies neurologiques ; pathologies respiratoires ; pathologies dermatologiques ; troubles immunologiques ; cancers ; troubles de la reproduction. Mais la population est soumise à différents effets provenant des pesticides, outre la période de la protection phytosanitaire agricole : les pratiques de désherbage des espaces verts par les collectivités locales, celle des voiries et des voies SNCF, les traitements de protection du bois, contre divers insectes dans les espaces habités (fourmis, guêpes), les jardins familiaux...

La question de la formation des médecins généralistes aux troubles résultant de l'usage des pesticides a été abordée. I Baldi précisait qu'il n'y a pas de cours spécifiques à la faculté de médecine. Certains médecins en milieu rural et des médecins du travail notamment à la MSA⁶ suivent particulièrement cette question.

L'un des participants soulevait la difficulté de porter les vêtements spéciaux de protection, notamment en période chaude. Cela est une réalité, néanmoins tout contact cutané avec les molécules phytosanitaires doit être évité. Les études épidémiologiques d'exposition des personnels travaillant au contact des molécules, lors de la mise en œuvre des traitements, voire du travail en vert dans les parcelles ont mis en évidence des niveaux significatifs d'exposition à partir de patchs répartis sur le corps de ces personnes lors de leurs travaux.

Marie-Hélène Devier (Enseignant-Chercheur - UMR EPOC - CNRS - Université Bordeaux) (Fig 3) participe à des projets de recherche relatifs à la problématique environnementale des pesticides, ciblée sur les écosystèmes.



Fig 3. Marie-Hélène Devier (Enseignant-Chercheur - UMR EPOC - CNRS Université Bordeaux)

⁶MSA : Mutualité Sociale Agricole

Compte tenu de la diversité des structures moléculaires, du nombre important de matières actives et de la forte présence des métabolites, de la multiplicité des sources, la contamination des compartiments aquatiques, des sols et dans l'atmosphère, présente de fortes variabilités spatiales et temporelles.

Les échantillonneurs passifs, notamment par l'usage des POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler) permettent désormais de capter les molécules présentes dans les divers compartiments et de mieux comprendre les processus de transferts. Cette approche analytique améliore la compréhension des contaminations des milieux écosystémiques et par voie de conséquence, devrait contribuer à l'amélioration du conseil en matière de pratiques de traitements.

Si l'écotoxicité des molécules fait l'objet d'études spécifiques, un participant évoquait le sujet des métabolites souvent plus présent dans les milieux que les molécules mères. MH Devier précisait que la caractérisation écotoxicologique des métabolites (ex AMPA dérivant du glyphosate) dans les milieux était alors encore en phase débutante, mais que cette préoccupation était bien établie. Une question portait également sur les différents réseaux locaux d'évaluation des pollutions liées aux pesticides. MH Devier a rappelé l'existence du réseau RAPSODI (réseau Aquitain de pollution des sols par les pollutions diffuses) et le programme ARENBI (Analyse des Risques ENVironnementaux, Biodisponibilité et Impacts liés aux pollutions diffuses (sites ateliers : château Dillon et château Luchey-Halde).

Marc Raynal (Vinopôle de Bordeaux-Aquitaine : IFV-Chambre d'agriculture de la Gironde-EPLEFPA de Gironde) présente des outils fonctionnels d'aide à la décision pour la réduction d'intrants phytosanitaires sur vigne :



Fig 4. Marc Raynal (Vinopôle de Bordeaux-Aquitaine : IFV-Chambre d'agriculture de la Gironde-EPLEFPA de Gironde)

EPICURE qui est une plateforme SIG Web participative de modélisation du système Climat x Plante x Parasite, dont l'objectif est de fournir aux viticulteurs et leurs conseillers un outil d'aide à la décision en matière de traitements phytosanitaires à l'échelle de la petite région viticole par la prévision des risques de développements épidémiques au vignoble :

Les radars météorologiques permettent de fournir des données pluviométriques suffisamment fines aux modèles épidémiologiques pour calculer le risque de développement

des pathogènes. Des enregistrements de l'état sanitaire des plantes sont désormais effectués sur le terrain par les professionnels et les données sont transmises à la plateforme via un applicatif géoréférencé fonctionnant sur téléphone mobile.

OPTIDOSE permet de moduler les doses de produits à la parcelle suivant la densité de végétation et le risque phytosanitaire dans le but de diminuer les quantités utilisées tout en assurant une protection efficace. Le modèle se base sur la biomasse appréciée par la Surface Foliare Totale (SFT) et l'indice de végétation de la différence normalisée (NDVI) basé sur une combinaison des réflectances mesurées dans le rouge et le proche infra-rouge qui traduit l'état de vigueur de la plante, ainsi que sur la sensibilité parcellaire dont le zonage est établi par TNT. La relation entre la NDVI et la SFT devient intéressante à partir d'une valeur de la SFT égale à 2m² / m² de sol.

Dans ce programme OPTIDOSE, la qualité de la pulvérisation intervient aussi fortement, d'où la nécessité de contrôler la performance du pulvérisateur. La dose est ainsi modulée à la parcelle mais il n'est pas actuellement possible de le faire en intra-parcellaire.

Le Processus Opérationnel de Décision POD MILDIMUM (Delière et al., 2008) a pour objectif d'optimiser la réduction des apports de fongicides à partir d'une évaluation visuelle du risque à la parcelle.

Lors des débats, des praticiens ont souhaité connaître les modalités d'accès à ces outils d'aide à la décision ainsi que la fréquence des conseils. M. Raynal précisait que la plateforme EPICURE est en accès libre sur le site Web de l'IFV, les conseils participent à l'élaboration hebdomadaire du bulletin de santé du végétal (BSV).

Isabelle Ladeveze (Ets Bayer - UIPP) (Fig 5) rappelle les préconisations des industriels des produits phytosanitaires afin de réduire les risques toxicologiques et écotoxicologiques. Les entreprises recherchent des formulations de plus en plus sécurisées et conditionnées dans des emballages sans opercules et facilitant les opérations de rinçage.



Fig 5. Isabelle Ladeveze (Ets Bayer - UIPP)

Elles développent également des outils d'aide à la décision permettant de mieux positionner les applications de produits.

Ainsi par exemple Positif[®] (modèle agro-climatique permettant de mieux cibler les interventions fongicides contre le mildiou) ; Movidia[®] (outil d'aide au raisonnement de la protection contre le mildiou et l'oïdium) ; Règles de décision "In vino qualitas" pour la protection contre l'oïdium ; AgroMétéo[®] (prévisions avec plages de pulvérisation optimales).

La stratégie consiste également à développer des méthodes de confusion sexuelle pour lutter par exemple contre les tordeuses de la grappe (Eudémis et Cochylys); des méthodes complémentaires utilisables en lutte biologique tel que l'insecticide Spinosad issu d'une bactérie ou des fongicides également issus de bactéries (Sérénade Max ou de champignons (Esquive WP).

L'UIPP (Union des Industriels de la Protection des Plantes) participe également à la récupération des emballages vides et des produits périmés dans le cadre du programme d'ADIVALOR (Agriculteurs, Distributeurs, Industriels pour la Valorisation des déchets agricoles). Elle intervient dans la promotion des dispositifs de gestion des effluents phytosanitaires (Osmofilm[®], Phytobac[®], Héliosec[®] ...).

Enfin l'UIPP, via son site web et les guides destinés aux applicateurs, informe sur les risques liés au stockage, à l'épandage des produits et à l'élimination des effluents et emballages.

Compte tenu du temps imparti, les questions complémentaires à l'exposé d'I. Ladevèze ont fait l'objet d'échanges lors du repas commun au Lycée agricole de Blanquefort, clôturant ainsi une matinée très riches en interventions et débats.

Durant l'après-midi, Amélie Rochas et Rémi Jacquemain (EPLFPA) ont conduit la visite de parcelles expérimentales sur le site de Dillon. (Fig. 6). L'exploitation viticole de Dillon permet la réalisation de multiples expérimentations dans le but notamment de réduire les intrants phytosanitaires, en collaboration avec les services du ministère de l'agriculture et ceux de l'écologie, des Universités, des écoles supérieures d'agronomie, des Instituts de recherche, de l'Institut technique de la Vigne et du Vin et professionnels agricoles de la filière, notamment dans le cadre du VINOPOLE de Bordeaux.



Fig 6. Amélie Rochas et Rémi Jacquemain (EPLFPA) présentent l'exploitation du Château Dillon et les parcelles expérimentales

La première parcelle (7ha) visitée était dédiée à un essai de désherbage mécanique sur toute la surface. Un appareil

comportant une lame centrale permet de tondre l'herbe sur le rang et les deux lames sur les côtés destinées à tondre l'herbe sur le cavaillon (Fig. 7, 8). Tous les rangs sont enherbés, mais dans les situations de stress hydrique trop élevés, il est envisageable de travailler un rang sur deux de façon à limiter la concurrence pour l'eau.



Fig 7. Expérimentation de désherbage mécanique



Fig 8. Machine expérimentale de tonte d'herbe sous le cavaillon

Si ce mode de désherbage mécanique présentait un intérêt certain pour les divers intervenants, la question majeure récurrente était liée à sa mise en œuvre. R. Jacquemain précisait que la principale limite à cette opération résidait dans une vitesse d'avancement très lente et son coût trop élevé.

D'ailleurs, depuis cet atelier, cette parcelle a été arrachée, et le prototype de désherbage mécanique abandonné, à cause du coût de maintenance trop élevé, et de la vitesse d'avancement trop réduite pour être efficace sur le domaine de près de 40 ha. Aujourd'hui, le désherbage mécanique sur le cavaillon est effectué par une lame intercept.

La seconde parcelle (4 ha) dans le cadre du réseau DEPHY⁷ intègre les règles de décisions des programmes OPTIDOSE et MILDUIUM pour optimiser l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) ou le nombre de doses homologuées appliquées / ha, suivant les recommandations de l'IFV et de l'INRA (Fig.9). Les diverses questions ont porté sur l'efficacité de ces programmes. Amélie Rochas et Rémi Jacquemain ont précisé que ces programmes permettaient de bien raisonner l'application des produits phytosanitaires,

⁷Réseau DEPHY : réseau de Démonstration, Expérimentation et Production de références sur les systèmes économes en phytosanitaires constitue une action majeure du plan Écophyto.

mais que la saisie de multiples paramètres était chronophage.



Fig 9. Parcelle expérimentale d'étude de la réduction de doses et dérive du pulvérisateur

A ce jour, le programme OPTIDOSE est toujours très utilisé et extrapolé au niveau du Château Dillon, alors que le projet Mildium a été abandonné par manque de disponibilités des agents pour renseigner les multiples indicateurs observés sur le vignoble, nécessaires à son fonctionnement.

La troisième parcelle (0,5 ha) est conduite suivant une diminution très forte de l'IFT, au-delà des préconisations de traitement par les modèles, de façon à évaluer les pertes potentielles liées à un excès de diminution des traitements et des doses appliquées (en moyenne -50% IFT). Les questions des participants concernaient la faisabilité de cette pratique sans changer de mode de production. Rémi Jacquemain précisait que cette gestion optimisée de la protection phytosanitaire (réduction de 50% de l'IFT sur Dillon) est très délicate, demande également beaucoup de temps d'observation et n'est pas extrapolable au niveau de l'ensemble du Domaine.

La quatrième parcelle (0,3 ha) représente un témoin non traité conduit en désherbage mécanique en inter-rangs et chimique sur le cavaillon. Elle présente une sensibilité face à l'oïdium, mais semble un peu plus tolérante au mildiou au cours des années climatiques moins favorable à l'extension du pathogène. Ce témoin sert de référence pour les techniciens du VINOPOLE chargés de recueillir les informations nécessaires à l'établissement du Bulletin de Santé du Végétal, et les chefs de culture.

Conclusions et perspectives

Cette journée d'atelier agronomique fut très riche en apports de connaissances et en échanges entre participants venant d'horizons divers. Des solutions existent pour réduire l'usage des pesticides : le mode d'exploitation conventionnel a déjà évolué vers un mode raisonné par rapport à l'emploi de molécules organiques de synthèse. La viticulture conduite en mode biologique, voire biodynamique progresse pour atteindre près de 10% des surfaces en France. La production intégrée combinant les différentes techniques de production n'est pas très développée en viticulture, contrairement à l'arboriculture. Les pratiques mises en œuvre dans le cadre du projet agroécologique vont dans ce sens.)

La recherche avance vers la production de nouveaux cépages résistants particulièrement au mildiou, principal fléau du vignoble notamment en zone atlantique et quelques-uns sont en cours d'expérimentation avant inscription au catalogue des obtentions.

Les viticulteurs sont aujourd'hui très sensibilisés à la problématique des pesticides en lien notamment avec la santé humaine et la qualité environnementale. Depuis quelques mois, les médias ne cessent de produire articles sur articles et documentaires TV pour montrer du doigt les conséquences de l'usage des produits phytosanitaires, notamment en vigne sur la santé humaine. Cette pression grandissante y compris auprès de différentes associations environnementalistes et de consommateurs impulse une dynamique vers un nouveau paradigme en termes de production viticole.

La santé humaine est désormais au cœur des préoccupations dans un débat devenu sociétal. De nombreuses études scientifiques en témoignent au cours de ces dernières années (Baldi et Lebailly, 2007 ; Lebailly et al., 2008 ; Baldi et al., 2012 ; Aurias et al., 2016) sur la relation entre cancers, maladies neuro-dégénératives (maladie de Parkinson,...) et usage des pesticides. Les associations telles que Générations Futures publient régulièrement des résultats d'analyse, notamment de résidus de pesticides sur cheveux (Hasendahl, 2013). Les professionnels victimes des pesticides se regroupent également en association tel P. François, Président de Phyto-victimes (France agricole, 2013) ayant gagné son procès face au géant de l'agrochimie Monsanto (Cour d'appel Lyon, 2015). Plus récemment en Gironde, la presse régionale faisait écho d'une étude publiée sur le nombre anormalement élevé de cancers développés par des enfants de l'école d'un village viticole (Mateus, 2015). Par ailleurs, dans un autre village viticole girondin, des écoliers et leur institutrice avaient été intoxiqués en 2014 après un épandage de fongicides sur une parcelle de vigne attenante à l'école (Loury, 2016). A Bordeaux, une manifestation contre les pesticides dans les vignobles avait réuni plusieurs centaines de militants dans les rues (Valo, 2016).

En premières réponses, le Préfet de la Région Nouvelle-Aquitaine avait publié une première carte des lieux (écoles) exposés aux produits phytosanitaires, sur 128 communes concernées, le 08 avril 2016 (Darcy, 2016), puis des établissements présentant une sensibilité majeure (crèches, maisons de retraite,...). Le Président du CIVB⁸ annonçait le 26 avril 2016 le souhait de l'interprofession de la sortie de l'agrochimie à terme en Gironde (Lherm, 2016).

Ainsi, au-delà des efforts des pouvoirs publics dans le cadre du Plan Ecophyto, dont les résultats ne sont pas encore à la hauteur des attentes, tous les acteurs de la filière sont désormais pleinement mobilisés pour aboutir à une réduction significative des quantités de produits utilisés, et dans de meilleures conditions, parallèlement à la volonté affichée de parvenir dans le futur à une suppression des intrants phytosanitaires de synthèse dans le vignoble.

⁸CIVB : Conseil Interprofessionnel des Vins de Bordeaux.

Références bibliographiques

- AFSSET (2009) Mieux connaître les usages de pesticides pour comprendre les expositions, *Colloque de l'Observatoire des résidus de pesticides*, AFSSET, Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, Paris, pp. 1-20.
- Alavanja, M. C. R., Hoppin, J. A., Kamel, F. (2004) Health Effects of Chronic Pesticide Exposure: Cancer and Neurotoxicity - *Public Health* - Vol. 25, pp. 155-197.
- Aubertot, J.-N., Barbier, J.-M., Carpentier, A., Gril, J. J., Guichard.
- Atigue-Cazcarra, E., 2015. Cancers et pesticides : une réunion très discrète mercredi en Gironde, *Sud-Ouest*, 15/09/2015.
- Lucas, P., Savary, S., Savini, I., Voltz, M. (Eds), 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective INRA-Cemagref, Paris.
- Aurias, A. et al., 2016. Pesticides et santé. Un dossier accablant. *La recherche*, mars 2016, N°509, pp. 34-54.
- Babut, M., Flammarion, P., Garric, J. (2001) Les conséquences biologiques des produits phytosanitaires dans les cours d'eau - *Ingénieries-EAT* - Vol. Phytosanitaires, N° spécial 2001, pp. 5-13.
- Baldi, I., Lebaillly, P., 2007. Cancers et pesticides - La revue du praticien - Vol. 57, n° 15 juin, pp. 40-44.
- Baldi I. et al., 2012. Levels and determinants of pesticide exposure in operators involved in treatment of vineyards: results of the PESTEXPO Study - *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 1-8.
- Barbier, J.-M., Goulet, F., 2014. Moins de technique, plus de nature : pour une heuristique des pratiques d'écologisation de l'agriculture. *Natures Sciences Sociétés*, 200-210, in cairn.info, 13p.
- Barriuso, E. (Eds), 2004. Estimation des risques environnementaux des pesticides. INRA éditions, Paris, 113 p.
- Beernaerts, S., Debongnie, P., De Vleeschouwer, C., Delvaux, A., Pussemier, L. (2001) Réduction de la présence de résidus de produits phytosanitaires dans un petit bassin agricole belge - *Ingénieries-EAT* - Vol. Phytosanitaires, n° spécial 2001, pp. 135-142.
- Bockstaller, C., Guichard, L., Makowski, D., Aveline, A., Girardin, P., Plantureux, S., 2008. Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems. A review - *Agronomy for Sustainable Development* - Vol. 28, pp. 139-149.
- Bonnefoy, N., et al. (2012) *Rapport d'information sur les pesticides et leur impact sur la santé et l'environnement*, Sénat, 348 p.
- Butault, J. P., Dedryver, C. A., Gary, C., Guichard, L., Jacquet, F., Meynard, J. M., Nicot, P., Pitrat, M., Reau, R., Sauphanor, B., Savini, I., Volay, T. (2010) *Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Synthèse du rapport d'étude INRA*, 90 p.
- Carvalho, F. P. (2006) Agriculture, pesticides, food security and food safety - *Environmental Science & Policy* - Vol. 9, n° 7-8, pp. 685-692.
- CE (2000) Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, JOCE n° L 327 du 22/12/2000, Bruxelles, 72 p.
- CE, 2009a. Directive 2009/128/CE du Parlement européen et du Conseil, du 21 octobre 2009, instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable, JOCE n° L309 du 21/10/2009, Bruxelles, 16 p.
- CE, 2009b. Règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil, JOCE n° L 309 du 24/11/2009, Bruxelles, 50 p.
- CGDD, 2013. Contamination des cours d'eau par les pesticides en 2011, Commissariat Général au Développement Durable. MEDD, 7 p.
- Colenne-David, C., 2012. Concilier performances environnementales et rendements élevés : premières évaluations de systèmes de culture innovants sous contraintes. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 62, décembre 2012, pp 5-18.
- CORPEN (Eds), 1997. Produits phytosanitaires et dispositifs enherbés. Ministères en charge de l'agriculture et de l'environnement, Paris, 88 p.
- CORPEN (Eds), 2001. Diagnostic de la pollution des eaux par les produits phytosanitaires. Bases pour l'établissement de cahiers des charges des diagnostics de bassins versants et d'exploitations. Ministères en charge de l'agriculture et de l'environnement, Paris, 34 p.
- CORPEN (Eds), 2003. Diagnostic régional de la contamination des eaux liée à l'usage des produits phytosanitaires : éléments méthodologiques. Ministères en charge de l'agriculture et de l'environnement, Paris, 84 p.
- CORPEN (Eds), 2007. Les fonctions environnementales des zones tampons. Protection des eaux Ministères en charge de l'agriculture et de l'environnement, Paris, 177 p.
- Cour d'Appel de Lyon, 2015. Arrêt du 10 septembre 2015. Jugement MONSANTO, affaire Paul François.
- Darcy, S., 2016. Pesticides : les sites sensibles, *Sud-ouest* 08/04/2016, pp 16/17.
- Davy A., 2012. Optidose® : un outil d'aide à la décision pour moduler les doses de fongicides. In : *Le Paysan du Midi*, spécial Euroviti 2012, p2.
- Delière L., Cartolaro P., Naud O., Léger B., Goutouly J.P., Davidou L., Brosse E., Guisset M., 2008. Mildiou et oïdium de la vigne - pour des décisions coordonnées : Conception et évaluation de Mildium+, un processus opérationnel de décision pour une gestion fongicide coordonnée à apport réduit, *Phytoma - La Défense des Végétaux*, n°621, pp.20-24.

France Agricole, 2013. Phytos et santé : vous êtes en première ligne, N° 3503, pp 37-56.

Gouy, V., Gril, J. J., 2001. Diagnostic de la pollution diffuse par les produits phytosanitaires et solutions correctives - Ingénieries-EAT - Vol. Phytosanitaires : transferts, diagnostic et solutions correctives, n° Spécial 2001, pp. 81-90.

Gril, J. J., Lacas, J. G. (2004b) *Intérêt des zones tampons enherbées et boisées pour limiter le transfert diffus des produits phytosanitaires vers les milieux aquatiques - De l'état des connaissances aux recommandations pratiques*, Rapport pour le MEDD et le MAAPAR-DGFAR, 37 p.

Hasendahl, S., 2013. Générations Futures dénonce l'exposition des salariés viticoles aux pesticides, le quotidien du médecin.fr, 19/02/2013.

Lebailly, P. et al., 2009. Exposure to Pesticides in Open-field farming in France. *British Occupational Hygiene Society*, Vol 53, N°1, pp69-81.

Lherm, D., 2016. Pesticides : le CIVB veut en sortir, Sud-ouest, 26/04/2016.

Loury, R., 2016. Pesticides : information judiciaire pour des écoliers intoxiqués en Gironde, 11/01/2016.

MAAF, 2012. Agricultures, produisons autrement : projet agro-écologique pour la France, Ministère en charge de l'agriculture, 16 p.

MAAPRAT-MEDD (2011) Guide pratique pour la conception de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires. Application aux systèmes de polyculture, Ministères en charge de l'agriculture et de l'écologie, 116 p.

MAP, 2008. Plan Ecophyto 2018 de réduction des usages de pesticides 2008-2018, Ministère de l'agriculture et de la pêche, 21 p.

Mateus, C., 2015. Pourquoi tant de cancers chez les enfants de Preignac ? Aujourd'hui en France N° 5048, p 12.

MEDDTL, 2007. Le Grenelle de l'Environnement. Synthèse, rapport du groupe n°4 : adopter des modes de production et de consommation durables, Ministère français de l'Écologie du Développement Durable des Transports et du Logement, 167 p.

MEDDTL, 2010. Le Grenelle de l'Environnement. Loi Grenelle 2. Mode d'emploi. Ce que dit la loi, Ministère français de l'Écologie du Développement Durable des Transports et du Logement, 11 p.

Morin, S., Bottin, M., Mazzella, N., Macary, F., Delmas, F., Winterton, P., Coste, M. (2009) Linking diatom community structure to pesticide input as evaluated through a spatial contamination potential (Phytopixel): a case study in the Neste river system (South-West France) - *Aquatic Toxicology* - Vol. 94, n° 1, pp. 28-39.

Raynal, M., Claverie M., 2003. "Application de produits phytosanitaires: quelles pistes pour améliorer la pulvérisation." Banque de données des matériels viti-viticoles, Chambre d'Agriculture de Gironde - IFV, 4p.

Raynal M., C. Debord, Guittard, S., Vergnes, M., 2010. Epicure, a geographic information decision support system

applied on downy and powdery risks of mildews epidemics on the Bordeaux vineyard, proceedings of the sixth international workshop on the grapevine downy and powdery mildew, Bordeaux, France, 4-9 July 2010, INRA-ISVV, 144-146.

Rivière, J.-L. (2001) Ecotoxicologie et toxicologie des produits phytosanitaires. De l'obligation réglementaire à la protection des milieux - Ingénieries-EAT - Vol. Phytosanitaires : transfert, diagnostic et solutions correctives, n° spécial 2001, pp. 23-27.

Stenersen, J., 2004. "Mode of Action and Toxicology", Chemical Pesticides CRC Press, 296p.

Tisseyre, B., Ojeda, H. and Taylor, J., 2007. "New technologies and methodologies for site-specific viticulture." *International Journal of wine and vine research* 41(2), 63-76.

Valo, M., 2016. A Bordeaux, une manifestation contre les pesticides dans les vignobles, *le Monde*, 14/02/2016.

Voltz, M., Louchart, X. (2001) Les facteurs-clés de transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface - Ingénieries-EAT - Vol. Phytosanitaires : transfert, diagnostic et solutions correctives, n° spécial 2001, pp. 5-13.

Zahm, S. H., Ward, M. H., Blair, A. (1997) Pesticides and cancer - *Occupational medicine (Philadelphia, Pa.)* - Vol. 12, n° 2, pp. 269-289.

Zhoukan, X., 2012. Des pesticides en infusion - *Courrier international*, N°1147.

Remerciements : Nous remercions tous les intervenants et participants à cet atelier ainsi qu'Amélie Rochas, Rémi Jacquemain et les collègues de l'EPLEFPA de Gironde pour nous avoir accueilli dans d'excellentes conditions au Château Dillon.



Fig 10. Présentation de l'Afa et de l'atelier : Francis Macary