



**HAL**  
open science

## Ripp-Viti: un projet ECOPHYTO pour réfléchir à la réduction d'usage et d'impact des produits phytosanitaires en viticulture méridionale à l'échelle territoriale

Marc Voltz, Cécile Dagès, Laure Hossard, Aurélie Metay, Carole Bedos, Xavier Delpuech, Jean Paul Douzals

### ► To cite this version:

Marc Voltz, Cécile Dagès, Laure Hossard, Aurélie Metay, Carole Bedos, et al.. Ripp-Viti: un projet ECOPHYTO pour réfléchir à la réduction d'usage et d'impact des produits phytosanitaires en viticulture méridionale à l'échelle territoriale. 15ème Journée Scientifique Vigne et Vin, Institut Agro, Montpellier, 2024. hal-04504840v1

**HAL Id: hal-04504840**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04504840v1>**

Submitted on 14 Mar 2024 (v1), last revised 14 Mar 2024 (v2)

**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.

# Ripp-Viti: un projet ECOPHYTO pour réfléchir à la réduction d'usage et d'impact des produits phytosanitaires en viticulture méridionale à l'échelle territoriale

M Voltz<sup>1</sup>, C. Dagès<sup>1</sup>, L. Hossard<sup>2</sup>, A. Metay<sup>3</sup>, C. Bedos<sup>4</sup>, X. Delpuech<sup>5</sup>, J.-P. Douzals<sup>6</sup>

<sup>1</sup> UMR LISAH, Univ. Montpellier, AgroParisTech, INRAE, Institut Agro, IRD, 2 place Viala, 34060 Montpellier, France

<sup>2</sup> UMR Innovation, Univ. Montpellier, INRAE, CIRAD, Institut Agro, 2 place Viala, 34060, Montpellier, France

<sup>3</sup> UMR AbSys, Uni. Montpellier, INRAE, CIRAD, Institut Agro, 2 place Viala, 34060, Montpellier, France

<sup>4</sup> UMR ECOSYS, Uni. Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, 78850 Thiverval-Grignon France

<sup>5</sup> IFV, Domaine de l'Espiguette, 30240 Le Grau-du-Roi, France

<sup>6</sup> UMR ITAP, Univ. Montpellier, INRAE, Institut Agro, F-34060, Montpellier, France

Contact : [marc.voltz@inrae.fr](mailto:marc.voltz@inrae.fr)

## Contexte et objectifs

Le plan Ecophyto, établi par le gouvernement en 2008, à la suite du Grenelle de l'Environnement en 2007, ambitionne une baisse de 50% de l'utilisation des produits phytosanitaires (PP) en France. Cette baisse devait être opérée initialement à l'horizon 2018, et est à présent envisagée à l'horizon 2030 dans le cadre d'une révision de la stratégie Ecophyto. Un récent rapport parlementaire sur le plan (C.E. Ecophyto, 2023) constate que les indicateurs d'usage des PP sont au même niveau qu'en 2009 avec toutefois une avancée liée au retrait des molécules les plus dangereuses, à savoir les molécules CMR à risques carcinogène-mutagène-reprotoxique.

Le secteur viticole est concerné, car malgré les différentes incitations à réduire l'usage des PP, il reste très consommateur en PP, avec un IFT moyen de 15,3 en 2016 et de 12,4 en 2019 à l'échelle nationale (Agreste 2019, 2021). Cet usage est important et correspond à environ 20% de la consommation totale de pesticides pour moins de 3% de la SAU française (C.E. Ecophyto, 2023). On constate corrélativement des niveaux de pollution de l'air et des eaux élevés dans les zones viticoles. Les prélèvements référencés dans la base de données PhyAtmo provenant de sites viticoles indiquent une contamination saisonnière de l'air avec jusqu'à 24 ng/m<sup>3</sup> en cumul hebdomadaire moyen des concentrations toutes substances confondues au mois de juin (ANSES, 2017). Une étude récente montre une contamination de l'air ambiant proche d'écoles situées à proximité de vignes, avec des concentrations jusqu'à plus 20 ng/m<sup>3</sup> (Raherison et al., 2019). Les sources de composés vers l'atmosphère sont identifiées : dérive des gouttelettes pendant l'application, volatilisation ou érosion éolienne en post-application. Par ailleurs, la contribution de la dispersion atmosphérique à l'exposition des personnes ou des écosystèmes non cibles est reconnue. Pour les ressources en eau, il est avéré que dans les zones viticoles sont observées des contaminations significatives des eaux par les pesticides, et notamment par les herbicides utilisés en vigne (ex. AERMC, 2007; SOEs-CGDD, 2014, AERMC, 2022).

Malgré les efforts réalisés, notamment par la mise en place de mesures agri-environnementales (MAET, MAEC), l'usage des pesticides, en zone viticole, évolue peu. Les MAE sont effectivement reconnues comme limitant les usages en viticulture (Kuhfuss et Subervie, 2018), mais la proportion d'agriculteurs les adoptant ne semble pas suffisante (comm. pers. FREDON 2019). Par ailleurs, il a été analysé par simulation que la diminution d'usage permise par des pratiques proches des MAE proposées en viticulture ne permet pas nécessairement une diminution d'impact suffisante en termes de contamination des eaux de surface (Biarnes et al., 2017). L'enjeu est donc d'engager des stratégies de réduction d'usage à la fois plus nettes et à capacité d'adoption élargie afin d'aboutir à des diminutions d'usage et d'impacts à l'échelle de territoires dans leur ensemble.

La possibilité de telles stratégies existe telle que montrée par le réseau des fermes Dephy qui vise depuis plus de 10 ans à produire des références sur les systèmes agricoles économes en PP. La

synthèse récente des données de ce réseau pour les fermes viticoles (C.A.N. Dephy, 2023 ; L. Delière dans ce séminaire) montre en effet qu'entre l'état initial des fermes et la moyenne des campagnes 2018 à 2020, une baisse moyenne de 24% de l'IFT hors biocontrôle est observée sans qu'il y ait d'impact négatif sur la maîtrise des bioagresseurs. Ces résultats encourageants sont toutefois obtenus à l'échelle d'un réseau d'exploitations volontaires. Ils ne peuvent donc pas directement présager d'évolutions potentielles pour l'ensemble des exploitations d'un territoire, dont la diversité des modes de production viticole peut différer de celles des exploitations DEPHY. De surcroît les résultats des fermes DEPHY ne concernent que la réduction d'usage des PP et n'établissent pas de lien avec une réduction des impacts environnementaux et sanitaires des usages.

Dans ce contexte, le projet RIPP-Viti, soutenu de 2020 à fin 2023 par le plan Ecophyto II dans le cadre de ses appels à projets de Recherche et Innovation, a visé l'élaboration et l'évaluation de stratégies de réduction des usages des PP mais aussi des impacts des usages à l'échelle d'un territoire viticole. L'hypothèse majeure du projet est qu'il est possible d'atteindre des objectifs significatifs de réduction d'impact des PP à l'échelle de tout un territoire en élaborant des stratégies de réduction adaptées aux différentes contraintes parcellaires, d'exploitations et de filières présentes sur le territoire.

Dans la suite sont présentés la démarche du projet, le terrain d'étude, ainsi que les outils opérationnels et enseignements majeurs issus du projet pour concevoir et évaluer des stratégies de réduction d'usage et d'impact des PP en viticulture méridionale. Quatre interventions complémentaires, présentées lors de cette 15<sup>ème</sup> JSVV détaillent les résultats du projet selon les 4 thématiques suivantes : l'application d'une démarche par jeu sérieux pour réfléchir à la conception de stratégies de réduction des usages et impacts (Hossard et al.), l'évaluation des impacts environnementaux de stratégies de protection phytosanitaire viticole (Dagès et al.), l'évaluation de l'exposition des riverains de la protection phytosanitaire en viticulture (Bedos et al.), l'évaluation de la durabilité de systèmes de culture viticole en évolution (Metral et al.).

## Démarche du projet

La démarche, résumée dans la figure 1, a été menée en trois étapes principales.

- **Un diagnostic initial des exploitations viticoles existantes sur un territoire d'étude**, le bassin du Rieutort (voir description plus loin). Cette étape a permis de caractériser la situation viticole de référence du territoire et d'élaborer une typologie des exploitations selon leurs caractéristiques propres, notamment label de production (HVE, Bio...), mode de valorisation du raisin (cave particulière, cave coopérative), taille et structure d'exploitation, pratiques de gestion des bioagresseurs.
- **La mise en place d'une approche participative** pour réfléchir et élaborer des stratégies de réduction des usages et impacts des PP adaptées aux différents types d'exploitation viticoles en fonction de leurs contraintes spécifiques (par ex. main d'œuvre, sols...). L'approche participative a été menée en parallèle avec un groupe d'experts (acteurs de la filière viticole et du conseil, gestionnaires des ressources en eau, chercheurs) et deux groupes d'acteurs viticoles (producteurs, conseillers viticoles) du bassin du Rieutort. Le choix d'opérer l'approche participative avec plusieurs groupes de natures différentes avait pour objectif de favoriser une diversité d'ambitions et de points de vue dans la conception des stratégies. Il en ressort plusieurs options de stratégies d'évolution des pratiques et de réduction des usages pour chaque type d'exploitation identifié lors de l'étape de diagnostic.
- **L'évaluation approfondie des stratégies élaborées aux plans de la durabilité des exploitations et des impacts environnementaux**. Cette étape a fait l'objet de nombreux développements méthodologiques. Une paramétrisation de l'outil d'analyse multicritère DEXiPM Vigne® a été menée pour les types d'exploitations viticoles identifiés sur le bassin du Rieutort. Un modèle original de simulation, MIPP-V1, a été constitué pour simuler dans un paysage viticole hétérogène les nombreux processus de dispersion des PP depuis leur lieu d'épandage vers l'environnement, afin de pouvoir estimer quantitativement les conséquences des pulvérisations de PP sur la

contamination des eaux, des sols et de l'air en milieu viticole. Ces travaux d'évaluation ont conduit à une estimation de la durabilité des exploitations et des impacts en cas d'application des stratégies élaborées par les groupes ayant utilisé le jeu sérieux. Ils ont donc permis de mesurer si les réductions d'usage des PP posent ou non des problèmes de durabilité des exploitations et dans quelle mesure des réductions d'impact apparaissent et sont suffisantes au regard des normes environnementales en cours.

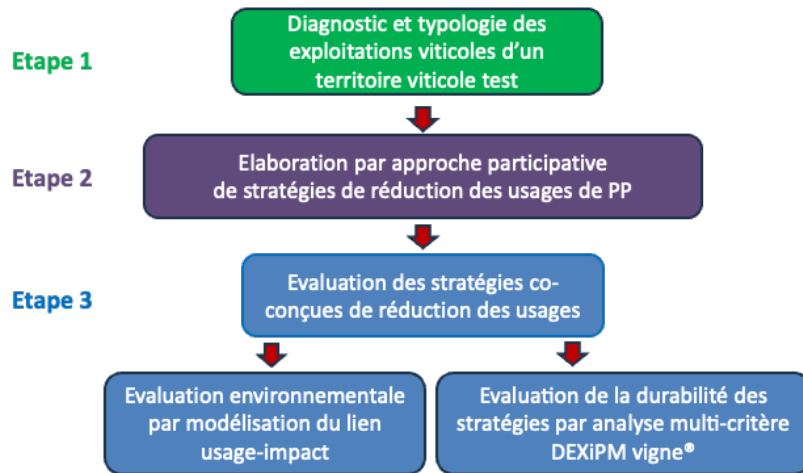


Figure 1 : Démarche du projet RIPP-Viti en 3 étapes

Pour l'élaboration des stratégies durant le jeu sérieux un ensemble de leviers de réduction des usages ou d'impact ont été proposés pour adoption par les joueurs du jeu. Ils ont concerné tant des leviers de gestion de la culture (pulvérisation, gestion du sol, mode de protection phytosanitaire, substitution de substances) que de gestion paysagère (implantation de zones ou d'infrastructures tampons, modification des pratiques selon la proximité d'habitations).

### Le site du bassin du Rieutort

Le bassin viticole choisi pour la mise en œuvre du projet Ripp-viti a été le bassin du Rieutort. Localisé en grande partie dans la plaine viticole héraultaise, en bordure des premiers contreforts du Massif Central, ce bassin s'étend sur 45 km<sup>2</sup>, dont 15,4 km<sup>2</sup> sont consacrés à la culture de la vigne (voir figure 2). Il présente une grande diversité de sols (sols d'alluvions récentes et anciennes, sols calcaires sur dépôts miocène et éocène, sols superficiels acides sur schistes...), de terroirs viticoles (AOP Languedoc strict ou AOP Saint-Chinian et Faugères) et de modes de production associés (IGP, AOP en caves coopérative ou caves particulières). Le bassin du Rieutort regroupe une large gamme des situations de production viticole que l'on peut rencontrer en zone languedocienne. Il constitue ainsi un modèle pertinent pour l'étude de stratégies d'évolution des pratiques d'usage des produits phytosanitaires à l'échelle d'un territoire. De surcroît, il représente une zone à enjeu au plan de l'impact des usages de PP puisqu'il fait partie du bassin d'alimentation du captage d'alimentation en eau Potable (AEP) du Limbardie sur la commune de Murviel les Béziers, qui avait été classé en 2009 comme « captage grenelle » dans la liste des captages les plus menacés par les pollutions diffuses ([http://www.deb.developpement-durable.gouv.fr/telechargements/ouvrages\\_grenelles.php](http://www.deb.developpement-durable.gouv.fr/telechargements/ouvrages_grenelles.php)). Le Rieutort fait ainsi l'objet d'animations agri-environnementales par l'Etablissement Public Territorial de Bassin Orb et Libron, qui stimule et appuie le déploiement de MAEC par les viticulteurs et de qualifications type Terra Vitis et Haute Valeur Environnementale par les filières de production présentes (AOP, IGP, caves coopératives...).

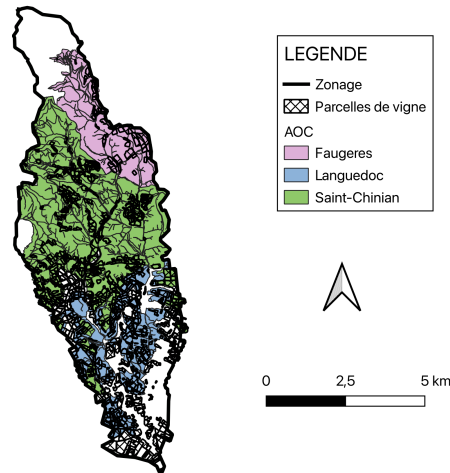


Figure 2: Carte des zones viticoles et de leurs appellations sur le bassin du Rieutort .

### Les outils opérationnels développés ou testés par le projet

- **Un jeu sérieux** pour réfléchir à des stratégies de diminution des usages et impacts des pesticides: Le jeu sérieux a été construit par une approche participative avec des viticulteurs et d'autres acteurs du conseil et de la filière. Il considère toutes les cibles des PP, ainsi que des contextes d'exploitation variables tels que rencontrés sur un territoire viticole (ici, le bassin du Rieutort). Sous réserve de plusieurs adaptations identifiées avec des conseillers de la Chambre d'Agriculture de l'Hérault, ayant testé le jeu (ex. typologie d'exploitation, modes de protection fongique, "jouabilité", celui-ci pourrait être déployé en accompagnement de groupes de viticulteurs (ex. groupes Dephy) pour appuyer leurs réflexions.
- Un outil d'aide à la décision **DEXiPM Vigne**<sup>®</sup> Metral et al. (2015) qui évalue la contribution des systèmes de culture à la durabilité des exploitations agricoles pour ses trois piliers économique, social et environnemental. Entièrement qualitatif, ce modèle d'analyse multicritère se renseigne à dire d'experts. Il note de 0 à 5 la durabilité des exploitations agricoles selon les trois piliers.
- **Un ensemble de fiches** pour faciliter l'appropriation des résultats du projet par les professionnels (viticulteurs, conseillers techniques, animateurs de collectif...). Deux types de fiches le composent:
  - Des fiches "Leviers" décrivent les intérêts agronomiques et environnementaux de chaque levier de réduction d'usage des PP proposé dans le jeu sérieux.
  - Des Fiches "Exploitations" détaillent et évaluent les combinaisons de leviers proposées lors du jeu sérieux pour chaque exploitation type du bassin versant. Les professionnels peuvent ainsi consulter la fiche de l'exploitation la plus proche de la leur et s'approprier les résultats, tout en se référant aux fiches leviers pour plus d'information.Les fiches sont consultables en ligne (<https://vignevin.github.io/ripp/>) et téléchargeables en pdf.

### Les enseignements principaux du projet

#### *Des stratégies d'évolution permettant la réduction des usages à l'échelle d'un territoire*

- Les stratégies consistent en une déclinaison spatiale d'un ensemble de leviers parcellaires et extra-parcellaires de réduction des usages et/ou de dispersion dans l'environnement des PP. Les leviers sont différenciés en fonction des contraintes paysagères, des structures d'exploitation et de la variabilité d'objectifs de production viticole. Co-construites avec les acteurs du terrain d'étude, les stratégies représentent pour l'essentiel des évolutions réalistes des systèmes de culture viticole actuels. Elles sont adaptées à la diversité de situations d'exploitation et de milieu que l'on rencontre à l'échelle d'un territoire viticole.

- Les stratégies conduisent à une diminution potentielle significative de l'usage des PP sur le territoire étudié, une diminution d'environ 39% d'IFT. Elles intègrent des pratiques différenciées à IFT fortement réduit pour les parcelles avoisinant des zones habitées.
- La durabilité des exploitations n'est pas affectée par l'évolution des pratiques telles que définies dans les stratégies co-conçues. Elle n'est jamais réduite et est souvent améliorée, principalement au niveau du pilier environnemental et parfois également au niveau économique et social.

### ***Une diminution globale des impacts environnementaux mais variable entre exploitations et à poursuivre***

- A l'échelle territoriale la réduction d'usage permise par les stratégies élaborées pour chaque type d'exploitation aboutit à une réduction globale des impacts environnementaux. Mais, pour certaines stratégies, réduction d'IFT ne conduit pas à une réduction de tous les impacts. Ceci est lié à l'influence déterminante du profil de toxicité des substances actives, qui diffèrent entre les stratégies initiales et celles co-conçues pour réduire l'usage.
- Les impacts d'une stratégie varient fortement selon les compartiments environnementaux considérés. De surcroît, selon le compartiment, ce ne sont pas les mêmes substances actives qui contribuent le plus fortement aux impacts estimés. Il est donc très difficile d'identifier une gamme de substances actives, qui tout en assurant une protection phytosanitaire optimale, limite significativement les impacts environnementaux sur un ensemble d'organismes non cibles.
- L'adoption de stratégies de protection phytosanitaire particulières aux parcelles proches d'habitation telles que conçues dans le projet est un moyen pertinent pour limiter significativement les risques de contamination des riverains aux zones viticoles. Il est aussi montré que ce levier peut être très positivement complété par l'emploi de méthodes de pulvérisation anti-dérives (buses anti-dérives, panneaux récupérateurs) mais cela suppose des investissements ad hoc.

### ***Des limites identifiées aux travaux menés***

- Un certain nombre de leviers de réduction d'usage n'ont pas été intégrés dans les stratégies co-conçues ou leur évaluation malgré leur bénéfice potentiel en termes de réduction d'usage ou d'impact des PP. A l'échelle de l'exploitation, on peut notamment citer l'investissement dans des pulvérisateurs plus performants. Malgré un intérêt net pour ce levier, les joueurs du jeu sérieux ne l'ont in fine pas adopté car les subventions proposées n'étaient pas suffisantes en regard de l'investissement requis. A l'échelle territoriale les rôles tampons des fossés et des haies vis à vis de la contamination des eaux et de l'atmosphère, bien qu'envisagées par les joueurs, n'ont pu être considérés dans l'analyse environnementale réalisée car les capacités d'évaluation quantitative de leurs bénéfices nécessitent encore d'être confortées.
- L'évaluation environnementale n'a porté que sur les molécules mères et n'a donc pas intégré les risques de contamination liés aux produits de dégradation, dont certains présentent également des toxicités ou éco-toxicités significatives. Il n'y a pas eu non plus d'évaluation des transferts érosifs des molécules du fait des limites actuelles de la modélisation environnementale appliquée.

### **Conclusion**

- Le projet Rip-Viti a développé une approche originale visant à réfléchir à des stratégies durables d'évolution des pratiques à l'échelle d'un territoire viticole hétérogène afin de réduire l'usage et l'impact des produits phytosanitaires. Le projet s'est appuyé sur une démarche prospective, basée sur une approche participative et des méthodes de modélisation du fait de l'impossibilité d'expérimentation réelle à une échelle territoriale.
- Le projet indique des possibilités d'évolution très positives des systèmes de production. Les évolutions correspondent essentiellement à ce stade à des ajustements des systèmes de culture mais sans réelle rupture dans la conception des systèmes. Or, les évolutions envisagées ne sont

pas suffisantes pour permettre le respect de toutes les normes environnementales en cours. Une phase d'évolution supplémentaire est donc à étudier avec les acteurs de terrain pour intégrer des leviers de réduction complémentaires ou réfléchir à de nouveaux systèmes de production en réelle rupture avec les précédents. Cela imposera toutefois aussi de prendre en compte les possibilités d'évolution du contexte économique, ce qui n'a pas été réalisé dans ce projet.

- L'analyse effectuée permet aussi d'anticiper certains impacts environnementaux potentiels des substances en cours d'usage. Leurs impacts ne sont pas observés à ce jour soit en raison des limites inhérentes aux réseaux d'observation soit parce que les substances concernées ne sont épandues que sur des surfaces encore mineures.

## Remerciements

Le projet RIPP-Viti est une action pilotée par les Ministères de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (MASA), de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires (MTECT), de la Santé et de la Prévention (MSP) et de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (MESR), avec l'appui financier de l'Office Français de la Biodiversité, dans le cadre de l'APR « Produits phytopharmaceutiques : de l'exposition aux impacts sur la santé humaine et les écosystèmes », grâce aux crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto II+.

L'équipe du projet RIPP-Viti remercie sincèrement les viticulteurs du bassin du Rieutord, la cave coopérative de Murviel les Béziers, l'EPTB Orb&Libron, les conseillers de la Chambre Agricole de l'Hérault et de l'AOP Saint-Chinian pour leur accueil sur le terrain et leur aide précieuse lors des différentes étapes du projet. Nous remercions aussi les représentants de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, de Captages d'Eauccitanie et de la Chambre d'Agriculture Occitanie pour leur participation au comité de pilotage du projet.

Enfin, le projet RIPP-Viti a bénéficié de nombreuses contributions permanentes ou plus ponctuelles. Nous remercions donc l'ensemble des personnes concernées, présentées ici par ordre alphabétique : A. Benmimou, N. Beudez, C. Charlet, G. Coulouma, D. Crevoisier, C. Decuq, R. De Lange, X. Devos, M. Djourhi, J. Dollinger, C. Doré, B. Durand, J.-C. Fabre, M. Faucher, H. Fernandez-Mena, L. Garcia, A. Garsia, C. Jean-Louis, S. Grimbuhler, O. Huttel, F. Lafolie, P. Lagacherie, B. Loubet, S. Negro, E. Personne, A. Samouëlian, C. Schneider, A. Sicard, A. Thoni, S. Troaino, N. Van Hanja, F. Vinatier.

## Références

AERMC, 2007. Pesticides dans les eaux superficielles et souterraines des bassins Rhône-Méditerranée et de Corse. Données 2006-2007. Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Lyon, 20 pages

AERMC, 2022. L'état des eaux des bassins Rhône-Méditerranée et de Corse. Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Eaux&Connaissances, 42 pages. <https://www.eaurmc.fr/upload/docs/application/pdf/2022-11/rapportetatdeseaux-situation2022.pdf>

Agreste, 2019. Enquêtes Pratiques phytosanitaires en viticulture en 2016. Agreste, les Dossiers n°2019-2.

Agreste, 2021. Enquêtes Pratiques phytosanitaires en viticulture en 2019. Agreste, Chiffres et Données, n°19.

ANSES, 2017, Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant, rapport d'expertise collective. <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0200Ra.pdf>

Aubertot, J.N., Barbier, J.M., Carpentier, A., Gril, J.N., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., Voltz, M., 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Expertise scientifique collective INRA-Cemagref, 902p.

Biarnès, A., Andrieux, P., Barbier, J.M., Bonnefoy, A., Compagnone, C., Delpuech, X., Gary, C., Metay, A., Rellier, J.-P., Voltz, M. 2017. Evaluer par modélisation des stratégies de réduction des usages d'herbicides dans les bassins versants viticoles. Innovations Agronomiques 57, 1-11.

CAN Dephy (Cellule d'Animation nationale DEPHY Ecophyto) 2023. Synthèse nationale des données DEPHY Ferme Viticulture sur la période 2017-2020, 62 pages. (consulté le 13/02/24 à <https://ecophytopic.fr/dephy/protger/synthese-nationale-des-donnees-dephy-ferme-viticulture>)

CE Ecophyto (Commission d'enquête sur les causes de l'incapacité de la France à atteindre les objectifs des plans successifs de maîtrise des impacts des produits phytosanitaires sur la santé humaine et environnementale et notamment sur les conditions de l'exercice des missions des autorités publiques en charge de la sécurité sanitaire), 2023. Assemblée Nationale, Rapport d'enquête 2000 Tome 1, 407 pages.

Kuhfuss, L. And Subervie, J., 2018 Do European Agri-environment measures help reduce herbicide use? Evidence from viticulture in France. *Ecological Economics*. Volume 149, pp 202-211.

Metral, Raphaël, Morgane Dubuc, Laurent Deliere, David Lafond, Morgane Petitgenet, et Christian Gary. 2015. « Dexipm-Grapevine : a multicriteria assessment tool of the sustainability for grapevine farming systems ». In 19. Journées Internationales de Viticulture GIESCO, 810 p. Comptes-rendus GIESCO. Gruissan, France. <https://hal.science/hal-01506482>.

Raherison, C., Baldi, I., Pouquet, M., Berteaud, E., Moesch, C., Bouvier, G., Canal-Raffin, M., 2019. Pesticides Exposure by Air in Vineyard Rural Area and Respiratory Health in Children: A pilot study. *Environmental Research* 169, 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.002>

SOeS-CGDD, 2014. L'Environnement en France- Edition 2014. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Service d'observation et des Statistiques, Paris, 384 pages.

---