



**HAL**  
open science

## Evaluation environnementale de stratégies de protection phytosanitaire viticoles

Cécile Dagès, Marc Voltz, David Crevoisier, Carole Bedos, Nicolas Beudez, François Lafolie, Erwan Personne, Guillaume Coulouma, Meriem Djouhri, Jean Paul Douzals, et al.

### ► To cite this version:

Cécile Dagès, Marc Voltz, David Crevoisier, Carole Bedos, Nicolas Beudez, et al.. Evaluation environnementale de stratégies de protection phytosanitaire viticoles. 15ème Journée Scientifique de la Vigne et du Vin, Institut Agro, Mar 2024, Montpellier, France. hal-04505443v2

**HAL Id: hal-04505443**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04505443v2>**

Submitted on 20 Mar 2024

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

2024

JOURNÉE SCIENTIFIQUE VIGNE - VIN

# 15<sup>ème</sup> Journée Scientifique VIGNE - VIN

Le 7 mars 2024 | L'Institut Agro Montpellier



## CONCILIER PRODUCTION ET PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES EN VITICULTURE

Enseignements issus de projets méditerranéens sur les effets des intrants et leur maîtrise



INRAE

L'INSTITUT agro Montpellier

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER



## Evaluation environnementale de stratégies de protection phytosanitaire viticoles

C. DAGÈS<sup>1</sup>, M. VOLTZ<sup>1</sup>, D. CREVOISIER<sup>1</sup>, C. BEDOS<sup>2</sup>, N. BEUDEZ<sup>3</sup>, F. LAFOLIE<sup>3</sup>, E. PERSONNE<sup>2</sup>, G. COULOUMA<sup>1</sup>, M. DJOUHRI<sup>1</sup>, J.-P. DOUZALS<sup>4</sup>, J.-C. FABRE<sup>1</sup>, M. FAUCHER<sup>1</sup>, C. JEAN-LOUIS<sup>1</sup>, B. LOUBET<sup>2</sup>, P. LAGACHERIE<sup>1</sup>, L. PRÉVOT<sup>1</sup>, A. THONI<sup>1</sup>, F. VINATIER<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> UMR ECOSYS, Uni. Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, 78850 Thiverval-Grignon France

<sup>3</sup> UMR EMMAH, Avignon Université, INRAE, 84914 Avignon Cedex 9, France

<sup>4</sup> UMR ITAP, Uni. Montpellier, INRAE, Institut Agro, F-34060, Montpellier, France

**Contact** : cecile.dages@inrae.fr

La réduction des usages des produits phytosanitaires (PP) de synthèse est un objectif de nombreuses politiques publiques dans les pays européens en raison des impacts environnementaux constatés de ces usages. Ainsi, le plan Ecophyto en France ou le projet de pacte vert européen (Green Deal) ont intégré des objectifs chiffrés de réduction des usages des PP de l'ordre de 50%. Le lien entre réduction d'usage et réduction d'impact, qui est l'objectif réel recherché, n'est toutefois pas trivial au plan scientifique. D'une part, il y a un débat en cours sur la manière même de quantifier la réduction des usages. Le débat porte tant sur la référence initiale considérée que sur les indicateurs à considérer, tels que NODU, IFT, HRI. D'autre part, l'impact ne dépend pas seulement de la dose appliquée ou du nombre de traitements, mais aussi des propriétés intrinsèques des substances actives épandues (mobilité et dégradabilité dans l'environnement, toxicité vis à vis des organismes non cibles), et des conditions de milieu dans la zone d'épandage. Ainsi, même s'il est pertinent, de manière générale, de supposer qu'une réduction d'usage conduit à une réduction d'impact, l'intensité de cette dernière est actuellement difficile à apprécier sans analyser de manière approfondie les influences spécifiques des propriétés des substances actives utilisées et des conditions locales du territoire concerné. A cet effet, nous développons depuis plusieurs années une modélisation, nommée MIPP, simulant les processus de dispersion des pesticides depuis leur lieu d'épandage vers l'écosystème avoisinant afin d'estimer l'évolution de leurs concentrations dans les compartiments sol, eau et air à l'échelle d'un paysage viticole.

Dans le cadre du projet Ecophyto RIIPP-Viti (Voltz et al. dans ce séminaire), nous avons appliqué la modélisation MIPP à l'évaluation des impacts environnementaux de stratégies de protection phytosanitaire et de gestion des sols visant la réduction de l'usage des PP en viticulture méridionale (voir Hossard et al. dans ce séminaire). Nous présentons ici les principes de l'évaluation ainsi que les résultats majeurs en termes de risques d'exposition des organismes du sol, des organismes aquatiques et de risques sur la potabilité de l'eau. L'évaluation des risques d'exposition par voie aérienne de riverains des parcelles traitées est présentée dans un autre exposé (Bedos et al. dans ce séminaire).

### La modélisation de l'exposition aux pesticides dans les compartiments sol, eau et air.

La modélisation MIPP initiée par un consortium d'Unités Mixtes de Recherche INRAE (Voltz *et al.*, 2021) décrit mathématiquement les processus majeurs de dispersion et de rémanence des substances phytosanitaires. Il permet ainsi de représenter l'évolution temporelle et spatiale des concentrations en pesticides dans le sol, les eaux superficielles et l'air à l'échelle d'un territoire hétérogène au plan des caractéristiques de milieu (nature des sols, parcellaire, réseau

hydrographique, relief) et de gestion agricole (gestion des sols, programme de traitements phytosanitaires). Il s'agit à ce stade d'un modèle de recherche car il exige pour son application des ressources informatiques importantes et un travail d'acquisition d'informations géographiques et agronomiques sur le terrain d'application, qui ne sont pas compatibles avec une utilisation dans un cadre opérationnel. Des travaux complémentaires sont toutefois en démarrage pour élaborer à terme des versions simplifiées de ce type de modélisation à des fins d'application opérationnelle.

### La démarche menée d'évaluation des impacts

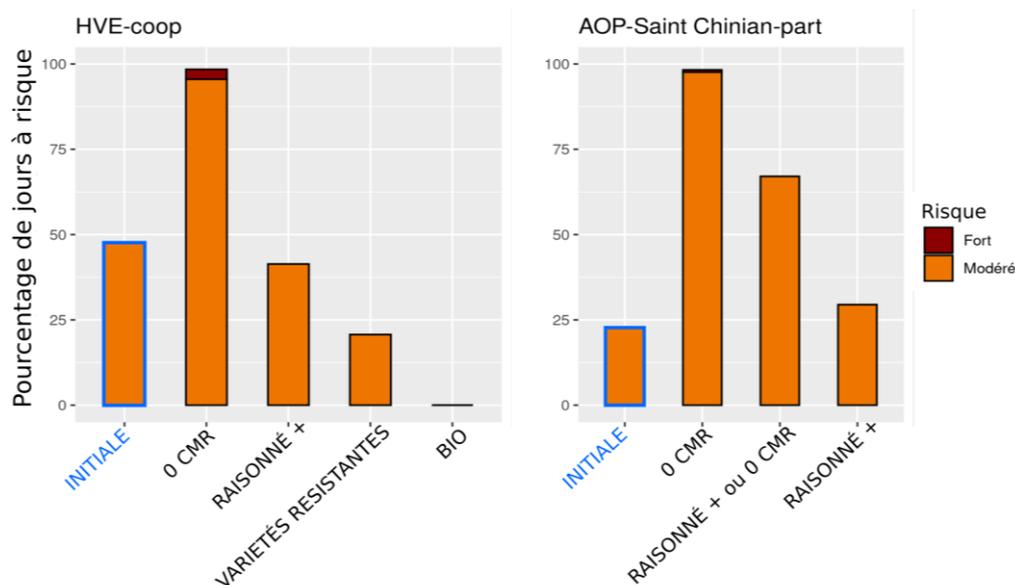
La modélisation précédente a été appliquée pour simuler l'impact environnemental pour les exploitations viticoles du bassin du Rieutort (Hérault) (voir description dans Voltz et al dans ce séminaire) de leurs stratégies de protection phytosanitaire et de gestion des sols. Deux types de stratégies ont été considérées : celles initiales enquêtées pour les saisons culturales 2019 et 2020 et celles co-construites par approche participative pour identifier des stratégies permettant une réduction des usages et des impacts des PP par type d'exploitation viticole (voir Hossard et al. dans ce séminaire). Pour chaque type d'exploitation (HVE coop, AOP-Saint-Chinian-part et Bio-Saint-Chinian-part), plusieurs stratégies de réduction d'usage ont été co-construites. Elles sont identifiées de manière simplifiée dans la suite selon leur mode de protection fongique 0 CMR, Raisonné+, Bio, Bio+, variétés résistantes. Elles se différencient toutefois également par d'autres leviers adoptés concernant la protection contre les insectes, la gestion des sols, l'implantation et la gestion d'infrastructures paysagères (haies, fossés), les techniques de pulvérisations. Elles sont décrites par Hossard et al. dans ce séminaire. Pour les évaluations d'impact à l'échelle du bassin du Rieutort, nous avons considéré que toutes les stratégies co-construites étaient plausibles et avons donc supposé que leur implémentation sur les territoires occupés par chaque type d'exploitation était équiprobable. L'évaluation a été menée pour 20 années climatiques afin de rendre compte de la variabilité de l'impact en fonction des conditions climatiques extrêmement variables en milieu Méditerranéen. Les substances pesticides considérées dans l'évaluation d'impact sont les substances organiques de synthèse ; leurs métabolites n'ont pas été intégrés dans l'analyse à ce stade. Les substances de bio-contrôle et le soufre n'ont pas été évalués car supposés avoir un impact environnemental faible. Les substances à base de cuivre ne l'ont pas été non plus car le cuivre est déjà présent en grande quantité dans les sols viticoles ce qui rend difficile l'évaluation des impacts spécifiques dues aux apports actuels ou envisagés.

### Risques d'impact sur les organismes du sol

L'impact est mesuré par le nombre de jours pendant lesquels en moyenne à l'échelle annuelle ces organismes sont confrontés dans la couche du sol à des concentrations de PP proches (risque modéré) ou supérieures (risque élevé) aux concentrations seuil à partir desquelles un risque d'impact biologique est supposé possible au regard des références expérimentales actuelles. La **figure 1** montre la variabilité du nombre de jours estimés par modélisation pour les stratégies initiales et les stratégies de réduction d'usage des PP identifiées par jeu sérieux sur les sols des 2 types d'exploitations du bassin du Rieutort pour lesquelles un risque au moins modéré a été estimé. Il faut toutefois préciser que les risques estimés ne concernent que les substances actives synthétiques et donc que les risques liés à l'utilisation du cuivre, notamment en AB, n'ont pas été quantifiés dans la mesure où toutes les types d'exploitation y sont confrontés par l'important stock de cuivre existant dans les sols viticoles.

On observe que le risque d'impact biologique est très majoritairement modéré en ce qui concerne les organismes du sol. Il est très similaire pour les exploitations HVE-coop et AOC-St-Chinian. Il est évidemment inexistant pour les exploitations en AB en ce qui concerne les substances de synthèse. La comparaison effectuée montre également dans le cas des organismes du sol que la réduction d'usage, qui est manifeste en termes d'IFT, ne se traduit pas nécessairement par une réduction de risque. On peut noter notamment que les stratégies excluant l'usage de substances CMR présentent un risque accru pour les organismes du sol car cela a entraîné l'usage de molécules

avec une toxicité accrue pour les organismes du sol. Cela est notamment dû à l'emploi de la difenoconazole comme fongicide. Les autres molécules contribuant fortement aux risques d'impact sont le glyphosate et la spiroxamine.



**Figure 1. Pourcentage annuel moyen de jours à risque écotoxique modéré ou fort pour les organismes du sol selon les stratégies initiales ou les stratégies co-construites de réduction d'usage des PP synthétiques pour les exploitations viticoles de type HVE-coop et AOP-Saint Chinian-part.** (N.B. ne considérant ici que les substances de synthèse, le risque estimé pour les exploitations en AB est nul et donc non représenté).

### Contamination des eaux et risques d'impacts sur les ressources en eau potables

L'analyse du risque d'impact sur les ressources en eau est effectuée à l'échelle de l'ensemble des eaux superficielles produites par le bassin du Rieutort. En effet ce sont elles qui par infiltration sont susceptibles d'affecter la qualité des captages d'eau potable situées à l'exutoire du bassin.

On observe dans la **figure 2** une forte variabilité inter-annuelle des contaminations de l'eau en lien avec la forte variabilité des cumuls de pluie. En effet, pour les années à cumuls de pluie élevés le risque de proximité temporelle entre pluie et épandage de PP est accru et par voie de conséquence le risque de forts lessivages des substances épandues vers les eaux de ruissellement. Ce résultat illustre bien la difficulté de mesurer l'impact réel des usages sur la qualité des eaux superficielles à partir d'observations in situ limitées dans le temps. On observe aussi que pour la grande majorité des années la contamination est au-dessus de 0,5 µg/L qui constitue la limite fixée de potabilité des eaux. Cela signifie que les eaux superficielles issues du territoire viticole exercent potentiellement une pression polluante continue sur les captages qu'elles rechargent. Cette pression ne peut toutefois aboutir à une contamination problématique du captage que si la recharge par les eaux du Rieutort est prépondérante par rapport à d'autres sources de recharge peu ou pas contaminée.

La mise en place des stratégies de réduction des usages spécifiques à chaque type d'exploitation du bassin du Rieutord limite significativement la contamination des eaux, qui en termes de concentration est diminuée en moyenne de 35% (**figures 2 et 3**). Cette réduction ne suffit toutefois pas à éliminer le risque de pollution des captages car les concentrations restent toujours bien au-dessus de 0,5 µg/L. Les substances principales à la source des contaminations sont les herbicides et majoritairement le glyphosate, qui contribue à plus de 50% à la concentration totale toutes substances confondues (**figure 3**). On notera toutefois que les fongicides contribuent aussi de

manière non négligeable mais que leur impact est réparti entre de nombreuses molécules dont les principales sont le metiram, le folpet, le fluopicolide et le tebuconazole.

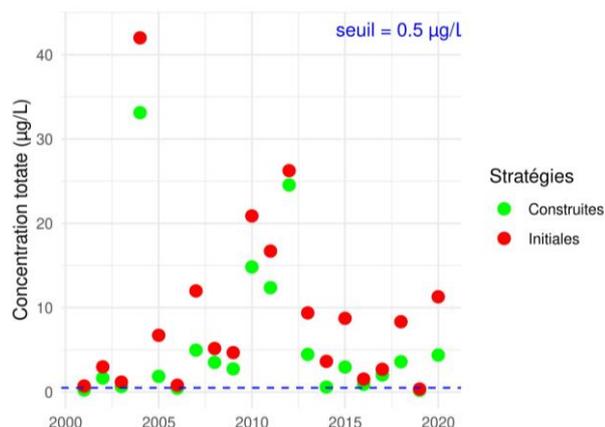


Figure 2. Evolution inter-annuelle simulée de la concentration totale moyenne en substances actives de synthèse dans les eaux superficielles du bassin du Rieutord selon les stratégies initiales des exploitations (points verts) ou les stratégies co-construites par approche participative (points rouges).

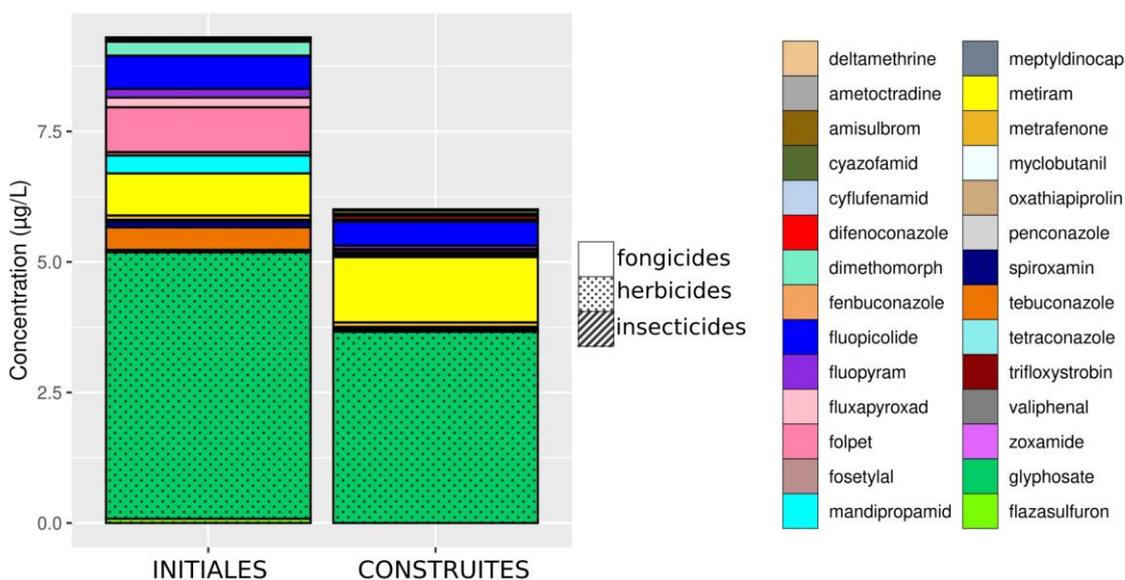
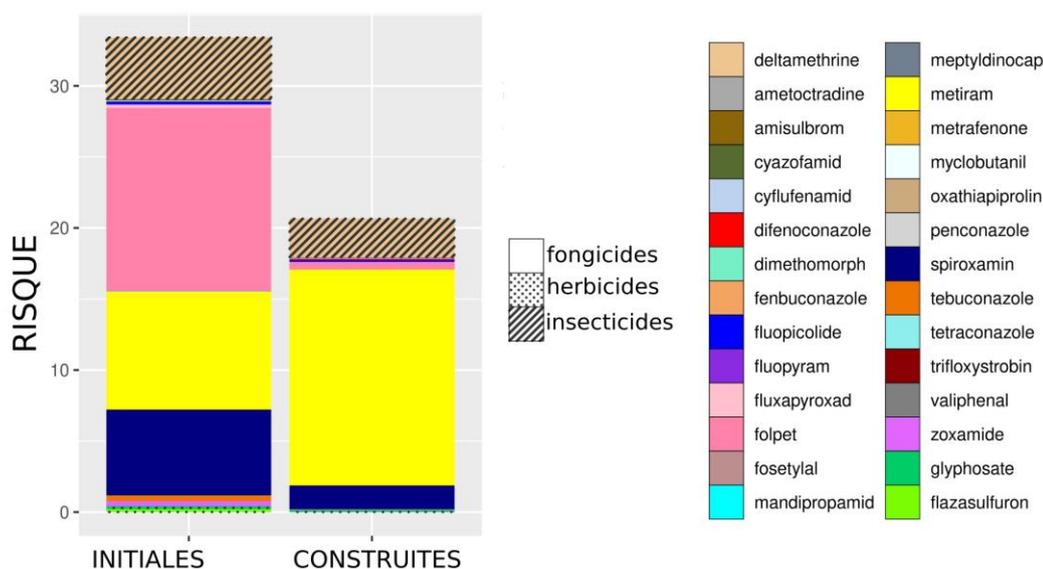


Figure 3. Contribution des différentes classes de substances actives aux concentrations totales simulées dans les eaux superficielles du bassin du Rieutord pour les stratégies de protection phytosanitaire initiales des exploitations ou les stratégies co-construites par approche participative.

### Contamination des eaux et risques d'impact sur les organismes aquatiques

Pour analyser les risques d'impact sur les organismes aquatiques, nous avons comparé les concentrations moyennes annuelles estimées des substances actives dans les eaux superficielles aux seuils de non impact biologique pour ces organismes, tels que déterminés en laboratoire. Le risque estimé n'est donc qu'indicatif car le cas du régime très intermittent d'une rivière méditerranéenne est très différent des conditions des modèles expérimentaux en laboratoire. Le risque toutes substances confondues est exprimé par la somme des ratios entre les concentrations de chaque

substance et leur seuil d'écotoxicité. Il est ainsi supposé que le risque lié à l'exposition des organismes à un cocktail de substances est la somme des risques liés à chaque substance. Si la somme des ratios est supérieure à 1 on considère qu'il y a un risque élevé d'impact biologique. La **figure 4** indique que les risques d'impact biologique sont très élevés bien supérieur à 1 tant pour les stratégies initiales que pour celles conçues pour réduire les usages de PP. On remarque cette fois que ce sont essentiellement les molécules fongicides et insecticides qui sont à l'origine du risque, dont notamment metiram, folpel, spiroxamine, deltaméthrine. A nouveau, les stratégies de réduction des usages minimisent le risque sans toutefois l'éliminer.



**Figure 4. Risque estimé d'impact biologique sur les organismes aquatiques de la contamination des eaux par les substances phytosanitaires de synthèse épandues sur le bassin du Rieutort selon les stratégies initiales des exploitations ou les stratégies de réduction envisagées par approche participative.**

### Conclusions : messages-clefs

- Les stratégies actuelles de protection phytosanitaires en viticulture conventionnelle présentent un risque modéré d'impact biologique sur les organismes du sol, mais un risque élevé d'impact sur les organismes aquatiques et un risque élevé sur la potabilité des ressources en eau.
- Les réductions d'usage telles qu'envisagées par une approche participative conduisent à des changements d'impact environnemental variable. Pour la contamination des ressources aquatiques, elles permettent d'aboutir à l'échelle du territoire considéré à une réduction des risques de pollution et d'impact d'environ 35% pour une réduction d'IFT d'environ 39%. Mais cette réduction n'est pas suffisante car les risques de contamination des eaux et d'impact sur les organismes aquatiques restent élevés. Pour les organismes du sol, les réductions d'usage envisagées sont plutôt défavorables en raison des substitutions de molécules opérées.
- Les substances actives problématiques en termes d'impacts écotoxicologiques ne sont pas les mêmes selon la cible biologique ce qui rend délicat le choix des substances pour un objectif de préservation de l'environnement.
- En climat méditerranéen, l'évaluation de l'impact environnemental des pratiques phytosanitaires devrait être menée de manière pluri-annuelle pour éviter un biais d'évaluation lié à la variabilité climatique forte et la variabilité consécutive des risques de contamination des eaux entre années. La modélisation peut aider à cela.

---

## 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+. Les auteurs remercient Colette Bertrand (INRAE – ECOSYS) et Clémentine Fritsch (CNRS – Chronoenvironnement) pour leurs conseils sur la démarche d'évaluation du risque pour les organismes du sol.

## Références

- INERIS, 2011. Méthodologie utilisée pour la détermination de normes de qualité environnementale (NQE). Rapport d'étude DRC-11-118981-08866A
- Voltz M., Bedos C., Crevoisier, D., Dagès C., Djouhri M., Fabre J.C., Lafolie F., Loubet B., Personne E., Bankwal P., Barriuso E., Benoit P., Brunet Y., Casellas E., Chabrier P., Chambon C., Chataignier M., Douzals J.P., Drouet J.L., Mamy L., Moitrier N., Pot V., Raynal H., Ruelle B., Samouëlian A., Saudreau M. 2021. Modélisation Intégrée du devenir des Pesticides dans les Paysages agricoles. Colloque annuel de la Société d'Ecotoxicologie Fondamentale et Appliquée, 28-29 juin 2021, <https://hal.inrae.fr/hal-03303236>.