
**DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DES COMMUNAUTÉS ADVENTICES
EN REPONSE AUX PRATIQUES DE GESTION DES SOLS ET CONSEQUENCES
POUR LES PROCESSUS DE RECYCLAGE DE LA MATIERE ORGANIQUE
DANS LES VIGNOBLES : UNE APPROCHE FONCTIONNELLE**

Thèse de Marie-Charlotte **BOPP**¹

Analysée par Jacques **GASQUEZ**²

Directrice de thèse : Elena **KAZAKOU**, Professeure, Institut Agro Montpellier

Codirecteur de thèse : Guillaume **FRIED**, Chargé de projet de recherche, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses)

La thèse de Marie-Charlotte BOPP vise à identifier les effets des pratiques de gestion sur les propriétés fonctionnelles des communautés d'adventices des vignobles français, dans le cadre de la variabilité spatio-temporelle des contextes pédoclimatiques selon une hiérarchie d'échelles, et d'en dériver les effets sur des processus clés des agroécosystèmes viticoles comme la décomposition de la litière et la dynamique de l'azote.

La thèse est une contribution originale à la discipline de l'écologie des adventices et, au-delà, à la théorie de l'écologie fonctionnelle. Les agroécosystèmes présentent des caractéristiques qui leur sont propres et qui posent la question de la transférabilité directe des connaissances acquises en écologie fonctionnelle depuis les milieux (semi) naturels. En appliquant l'approche de l'écologie fonctionnelle aux agroécosystèmes viticoles, Marie-Charlotte BOPP apporte des éléments de réponse à la question de l'état de la connaissance de l'organisation fonctionnelle des communautés végétales adventices. À travers le document, il faut souligner le niveau et la qualité des représentations graphiques des résultats complexes dans des figures synthétiques très lisibles. La bibliographie, en plus de celle de chaque article, est rapportée au chapitre correspondant.

La thèse est composée en quatre parties : une introduction générale synthétique, deux parties expérimentales abordant chacune les deux questions clés de la thèse à travers cinq chapitres sous forme de trois articles publiés, dont deux en premier auteur, et deux en préparation, et enfin une discussion-synthèse générale. L'ensemble forme un tout cohérent, avec des liens inter-chapitres détaillés faisant référence régulièrement à un schéma conceptuel détaillant les modèles étudiés, les facteurs considérés et les échelles spatiales de chaque étude.

¹Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'Institut Agro Montpellier et de l'Université de Montpellier, en Écologie fonctionnelle et Sciences Agronomiques, École doctorale GAIA Portée par le Centre d'Écologie fonctionnelle et Évolutive. Présentée et soutenue le 9 février 2023

² Directeur de recherches honoraire de l'INRAE, membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, section 1 « Productions Végétales »

L'introduction est très plaisante à lire : elle est très claire, bien structurée et non dénuée d'humour. L'ensemble est remarquablement bien illustré, avec notamment des figures synthétiques qui reprennent les principaux résultats de façon très pédagogique. Elle donne un très bon aperçu de l'état de l'art et des manques de connaissances sur le sujet et ainsi amène bien les principales questions abordées dans la thèse. L'introduction apporte les éléments et cadres conceptuels soutenant les questions et hypothèses scientifiques (adventices, théorie des filtres, cadre réponse-effet, composition-diversité fonctionnelle...). La notion d'adventice est également bien introduite. La liste des hypothèses abordées pendant la thèse est également très utile, même si certaines de ces hypothèses apparaissent un peu déconnectées de l'introduction et donc pas toujours simples à comprendre (par exemple l'effet de l'échelle spatiale d'étude, peu abordée dans l'introduction). De plus, la multiplication des hypothèses et des questions énoncées dans « Hypothèses générales de la thèse » perdent un peu le lecteur.

Chapitre 1

Bopp, M.-C., Kazakou, E., Metay, A., & Fried, G. (2022). Relative importance of region, seasonality and weed management practice effects on the functional structure of weed communities in French vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 330, 107892.

Ce chapitre étudie, à grande échelle, l'influence relative de la localisation géographique (régions viticoles), du climat et des pratiques de gestion sur la structure fonctionnelle des communautés d'adventices. C'est un travail ambitieux et original, du fait du croisements des facteurs, qui s'appuie sur un impressionnant jeu de relevés de la flore dans trois grandes régions viticoles françaises.

À l'échelle nationale, il apparaît que les filtres pédoclimatiques expliquent une plus grande part de variabilité fonctionnelle que les pratiques de gestion des adventices, à l'opposé des résultats à l'échelle régionale. À l'échelle du réseau national Biovigilance, les communautés adventices issues de parcelles travaillées ont des hauteurs maximales et des capacités de propagation latérale plus élevées que les communautés issues de parcelles désherbées chimiquement.

Chapitre 2

Fried, G., Blanchet, C., Cazenave, L., Bopp, M., Kazakou, E., Metay, A., Christen, M., Alard, D., Cordeau, S., 2022. Consistent response of weeds according to Grime's CSR strategies along disturbance and resource gradients in Bordeaux vineyards. *Weed Res.*

Dans le Chapitre 2, Marie-Charlotte BOPP qui est coauteur de l'article, reconnaît elle-même que l'étude spécifique au Bordelais n'est pas vraiment nécessaire à la compréhension de la thèse, n'apportant que des éléments cohérents. La référence aurait pu simplement être présentée en annexe. Dans le Bordelais, les communautés issues de parcelles travaillées sont moins compétitives et plus rudérales que les communautés issues de parcelles tondues.

Chapitre 3

Bopp M.-C., Kazakou E., Metay A., Maillet J., Quidoz M.-C., Genty L., Fried G. 40-year changes in weed community properties induced by management and climate change in Mediterranean vineyards.

Article en cours de préparation

Le Chapitre 3 examine la variation temporelle de la structure fonctionnelle des communautés d'adventices en lien avec les évolutions des pratiques de gestion et du climat sur une période

de 40 ans, à l'échelle intrarégionale dans le Montpelliérais. Il est rare de disposer de séries temporelles aussi précises et à cette échelle sur l'évolution des communautés végétales. Il a été démontré que le changement climatique (+2°C de température estivale) a induit des communautés adventices caractérisées par un score de stress-tolérance 34% plus élevé depuis 2020 que dans les années 1980, tandis que la diversification des pratiques de gestion a favorisé des communautés 20% moins compétitives. Les communautés adventices actuelles sont 41 % plus abondantes et 24 % plus riches qu'il y a 40 ans, témoignant d'une certaine résilience face aux changements de pratiques agricoles et climatiques.

Parmi la diversité des paramètres climatiques examinés, seule la variation d'amplitude thermique a été retenue comme facteur d'évolution du climat pour les analyses. En ce qui concerne le caractère de stress tolérance, il aurait pu être utile de tester l'évolution des périodes de sécheresse, de température extrêmes... Dans la caractérisation des pratiques, le nombre d'interventions sur l'année n'est pas pris en compte.

Chapitre 4

Bopp, M.-C., Fried, G., Metay, A., Bastianelli, D., Bonnal, L., & Kazakou, E. (2022). Linkages between traits and decomposition of weed communities along a soil management and pedoclimate gradient in Mediterranean vineyards. *Annals of Botany*

Le chapitre 4 teste les liens entre contextes pédoclimatique/pratiques de gestion – composition et diversité fonctionnelle des communautés d'adventices – et un processus clé de l'écosystème : la décomposition de la litière. L'approche est intéressante et pertinente. Les liens directs entre propriétés fonctionnelles des communautés et processus écosystémiques sont rarement étudiés directement et encore moins en lien avec les variations des pratiques de gestion. La gestion des adventices affecte de manière significative les stratégies souterraines des adventices : l'application d'herbicides pendant au moins cinq ans filtre les communautés adventices caractérisées par des stratégies « *do-it-yourself* », c'est-à-dire d'exploration des ressources du sol *via* de longues racines à faible masse sèche (« Specific Root length » élevé, SRL, soit le rapport longueur sur masse sèche des racines), tandis que le travail du sol et la tonte sélectionnent des communautés d'adventices dont la stratégie d'acquisition de ressources repose sur la collaboration avec les champignons mycorhiziens.

Chapitre 5

Bopp, M.-C., Kazakou, E., Fried, G., Metay, A., Fort, Moinet, G., F., Fromin, N., Buatois, B., De Deyn, G., Lammert, B., Zwetsloot, M. Impact of weed management on weed communities and soil microbial nitrogen-cycling properties in French Mediterranean vineyards using a trait-based approach.

Article en cours de préparation

Ce chapitre vise à comprendre les effets indirects des pratiques de gestion, de fertilisation et des conditions pédoclimatiques sur les potentiels d'activités microbiennes *via* leurs effets sur les propriétés fonctionnelles aériennes et racinaires des communautés adventices viticoles. Ce chapitre présente de nombreux résultats qui ouvrent des questions pour de futurs développements. Le pas de temps des méthodes de gestion forcément limité (cinq ans) ne correspond pas forcément à la dynamique temporelle de réaction des communautés microbiennes liées au cycle de l'azote

Le travail du sol et la tonte filtrent des communautés adventices plus décomposables par rapport aux communautés issues de parcelles viticoles désherbées chimiquement (16% et 8% de perte de masse supérieure après deux mois de décomposition, respectivement). L'analyse

de pistes sélectionne le type de pratique de gestion des adventices comme le facteur principal déterminant la perte de masse *via* son effet sur les propriétés fonctionnelles, tandis que le pédoclimat a des effets mineurs. Le désherbage chimique favorise les communautés ayant un investissement plus élevé dans les feuilles résistantes (par exemple, 38% de lignine:N en plus, 22% de teneur en azote foliaire en moins), ce qui entraîne une perte de masse plus faible par rapport aux communautés issues de parcelles viticoles travaillées et tondues. Si les pratiques affectent significativement la diversité fonctionnelle foliaire des communautés adventices, cette dernière n'est pas significativement reliée à la décomposition potentielle.

Discussion générale

Cette partie présente une excellente synthèse des nombreux résultats mis en évidence dans la thèse et démontre que la diversité des patrons observés ne constitue pas une simple variation spécifique à chacun. Ainsi, dans un tableau général qui établit le phénotype fonctionnel des adventices en lien avec les trois grands modes de gestion à partir des résultats des différents chapitres, cette synthèse globale se trouve bien illustrée. Cela démontre l'importance de développer les études d'écologie fonctionnelle dans les milieux agricoles qui présentent des pressions qui leur sont spécifiques par rapport aux milieux naturels.

La synthèse permet également de questionner la vision historiquement rudérale des adventices dans les systèmes viticoles (et de l'utilisation du triangle de Grime dans les agroécosystèmes) et de réinterroger l'interprétation des modes de gestion comme liés essentiellement à une dynamique de perturbation. Une autre force de la discussion générale est de faire clairement le lien avec les hypothèses proposées en introduction du travail, identifiant les hypothèses non ou partiellement validées, et proposant des hypothèses alternatives.

En conclusion, Marie-Charlotte BOPP, dans sa thèse d'une grande qualité, démontre une grande maturité scientifique, une maîtrise des concepts théoriques complexes de l'écologie fonctionnelle, une capacité de mise en relation de ces concepts pour concevoir des hypothèses originales, et une qualité d'écriture très agréable à lire.

Cette thèse montre que, dans le vignoble, la pratique de tonte constitue une très bonne alternative à l'usage des herbicides. Elle favorise des communautés adventices deux fois plus riches que dans les autres modes de gestion, qui assurent un meilleur retour de la matière organique au sol grâce à des couverts décomposables, à teneur en azote et biomasse microbienne du sol environ deux fois plus élevées que les autres pratiques. Cette thèse démontre ainsi que la gestion des adventices des agroécosystèmes viticoles sans herbicides constitue un important levier d'action dans le contexte de la transition agroécologique.

La qualité du travail de Marie-Charlotte BOPP mérite que cette analyse figure sur le site de l'Académie d'agriculture de France et dans le Mensuel, à titre de valorisation.

Elle a également le souci de diffuser des résultats acquis dans sa thèse au-delà de la sphère académique, comme en témoignent deux articles de vulgarisation dans des revues destinées à la profession viticole, tirés de ses articles scientifiques, ainsi qu'un exemple de fiches qui sont fournies aux viticulteurs, permettant ainsi un retour personnalisé des observations dans leurs parcelles.

Articles de vulgarisation

Bopp, M.-C., Fried, G., Metay, A., & Kazakou, E. (2021). L'approche fonctionnelle appliquée au cas des adventices des vignobles. *Revue Des Oenologues*, 191, 22–23.

Impact des pratiques de gestion des adventices sur la flore des vignes de trois grandes régions viticoles françaises

Exemple d'une fiche synthétisant les résultats sur les adventices, les activités microbiennes et l'analyse de sol restitués aux viticultrices et viticulteurs du réseau de parcelles viticoles du Montpelliérains