

## ➤ WATERSEED

### ➤ Rôle de l'eau dans la structuration spatiale de la biodiversité végétale des milieux viticoles

## Métaprogramme BIOSEFAIR

**Bilan de projet : 2021 - 2024**

**Juillet 2024**

Afin de limiter les effets négatifs de l'intensification agricole, il est nécessaire de repenser la place des éléments interstitiels dans les agroécosystèmes, ces trames vertes et bleues (fossés, inter-rangs de cultures pérennes, talus) abritant une végétation spontanée et sauvage fournissant de nombreux services écosystémiques de régulation et d'auto-entretien et participant à la circulation de l'eau dans les paysages. Les connaissances empiriques manquent sur les facteurs et mécanismes hydrologiques expliquant les patrons de biodiversité végétale dans ces éléments, de la banque de graine à sa dispersion, afin d'évaluer leur potentiel de réhabilitation écologique.

En faisant l'hypothèse que l'eau est un facteur déterminant de la structuration des communautés végétales en région méditerranéenne, le projet WATERSEED a eu pour objectifs (i) de mieux comprendre les déterminants de la structuration de la biodiversité végétale potentielle dans les réseaux hydrographiques, (ii) d'analyser les facteurs de dispersion des graines par hydrochorie, et (iii) d'intégrer les connaissances acquises dans un modèle simulant la dispersion et la croissance des couverts végétaux spontanés afin de tester des scénarios de réaménagement des espaces interstitiels pour maximiser les fonctions écosystémiques des couverts végétaux.

En s'appuyant sur des parcelles et domaines expérimentaux (Domaine de la Jasse et Observatoire de Roujan) du LISAH, nous avons mis en évidence l'augmentation de la diversité

végétale et une plus grande importance des modes de dispersion hydrochore et zoochore dans les réseaux de fossés par rapport aux parcelles viticoles. A partir d'une expérimentation en conditions réelles, nous avons montré la variabilité des facteurs de dispersion des graines, selon des facteurs intrinsèques liés (forme, flottabilité) et extrinsèque (microtopographie, densité du couvert végétal) des milieux. Enfin, le modèle construit sur la base des acquis des observations et expérimentations précédentes, a permis de justifier l'importance des pratiques de gestion des couverts pour améliorer la résilience des systèmes viticoles face aux extrêmes hydroclimatiques.

Ce projet a ré-interrogé la place de l'eau dans les agroécosystèmes comme facteur de structuration de la biodiversité végétale. Il plaide pour une meilleure connaissance des propriétés fonctionnelles de la végétation en lien avec les écoulements afin de choisir des solutions maximisant la ressource en eau et la biodiversité.

## Résultats

### Analyse banque de graine

Elle a mis en évidence l'influence de l'hétérogénéité intraparcellaire (variabilité des pratiques d'enherbement entre les rangs et alternance parcelle/tournière/fossé) sur la composition et la richesse spécifique de la banque de graines, avec une augmentation de ces indicateurs au sein des espaces non cultivés limitrophes (tournière et fossés).

Elle a aussi mis en évidence des interactions entre le mode de dispersion spatiale des graines et leur fréquence au sein de la banque de graines du sol, avec par exemple une proportion plus élevée d'espèces zoochores (i.e. dispersées par les animaux) au sein des espaces non cultivés (Fig. 1). Bien qu'étudié ici au niveau de la parcelle, ces résultats suggèrent l'importance des surfaces non productives au sein du paysage dans la composition et la richesse spécifique de la banque de graines du sol.

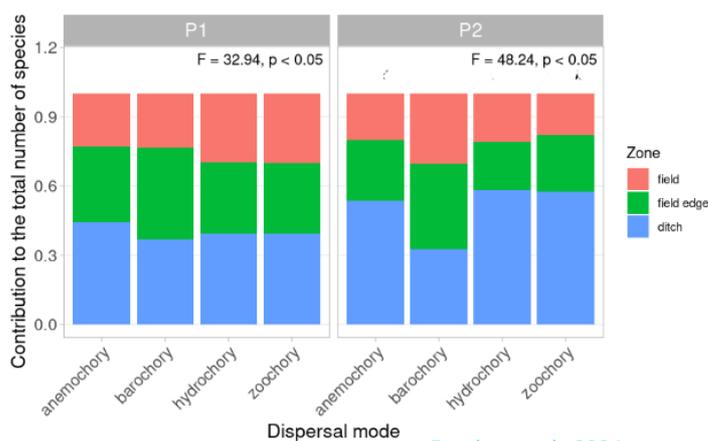


Figure 1. Proportion d'espèces présentes dans la banque de graines du sol de chaque espace non cultivé échantillonné, en fonction de leur mode de dispersion principal selon la base de données TRY (Kattge et al., 2020). Les données en rouge représentent les échantillons prélevés dans la parcelle de vigne, les données en vert représentent les échantillons prélevés dans la bordure de la parcelle, et les données en bleu correspondent aux échantillons prélevés dans le fossé agricole attenant à la parcelle.

### Expérimentation de dispersion par hydrochorie

La morphologie des graines joue un rôle dans leur potentiel dispersif lors d'événements de dispersion secondaire, avec une susceptibilité accrue des graines les plus sphériques d'être déplacées avec la lame d'eau ruisselée. Les morphologies de graines comportant des appendices (crochets, poils, ...) étaient plus sensibles aux propriétés de surface du sol facilitant leur piégeage (rugosité, couverture végétale).

Le rôle de la dispersion secondaire est donc important pour le maintien de la biodiversité végétale au sein des agroécosystèmes, voire son augmentation sans intervention directe de l'humain.

Un résultat saillant est la quasi-absence de déplacement des graines au sein des inter-rangs les plus enherbés (47 graines déplacées contre plus de 1000 dans les inter-rangs labourés). Les résultats de cette tâche mettent donc en lumière le besoin de mécanismes complémentaires pour assurer le développement d'un couvert végétal par l'intermédiaire de la dispersion spatiale des graines. Par exemple, il est probable que la diminution de la dispersion par hydrochorie causée par la présence d'un couvert végétal puisse être compensée par l'augmentation de la dispersion des graines par les animaux profitant du corridor écologique que constitue un espace enherbé au sein d'une parcelle.

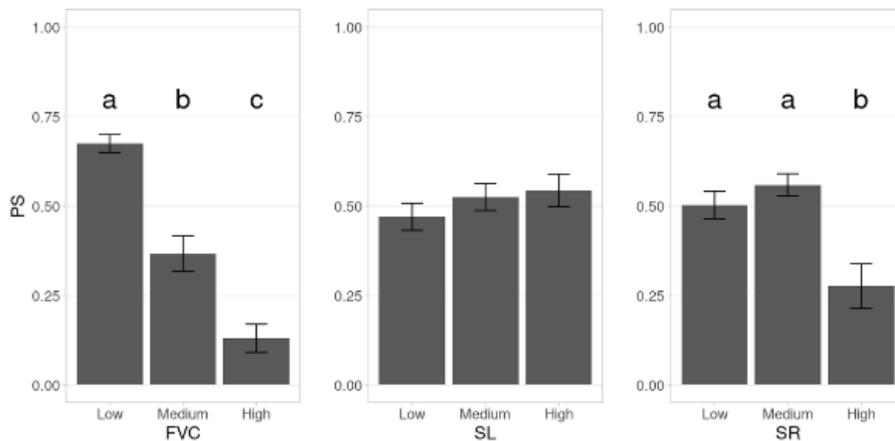


Figure 2. Perméabilité de la surface à la dispersion par hydrochorie (PS) en fonction des classes de valeurs pour trois propriétés de surface du sol : couverture végétale (FVC), pente (SL), et rugosité (SR)

### **Modélisation mécaniste**

Un module de croissance végétale plurispécifique dans un environnement pouvant être sujet au stress hydrique a été développé. Ce module s'est appuyé sur les travaux de Celette et al. (2010) dans le cadre du modèle WaLIS, et sa calibration a été réalisée grâce à des données récoltées pendant le projet.

Un second module a ensuite été développé pour simuler la friction du couvert végétal sur la lame d'eau ruisselée. Enfin, un troisième module de transfert des graines produites par le couvert végétal simulé a été développé en s'appuyant sur les données de transfert de graines de la parcelle vers le fossé, ainsi que sur des travaux des membres de l'équipe pour les transferts au sein des fossés. Une exploration numérique du modèle a débuté pour étudier l'influence des variables climatiques (température, pluie, ET0) sur la friction générée par le couvert végétal sur la circulation de l'eau (coefficient n de Manning).

Afin d'explorer le comportement du couvert végétal face au changement climatique, des projections tirées du modèle régional de climat ALADIN dans le cadre du scénario d'émission

de gaz à effet de serre le plus pessimiste établi par le GIEC en 2019 ont été extraites. La friction calculée par le modèle de croissance végétale pour ces scénarios climatiques futurs sera comparée à la friction simulée par le modèle pour des années climatiques passées, qui serviront de référence. Les premiers résultats de cette exploration numérique tendent vers une augmentation de la friction générée par le couvert végétal dans les années à venir, probablement consécutive à un développement plus rapide et plus important du couvert végétal lors des périodes de pluie intense (Fig. 3).

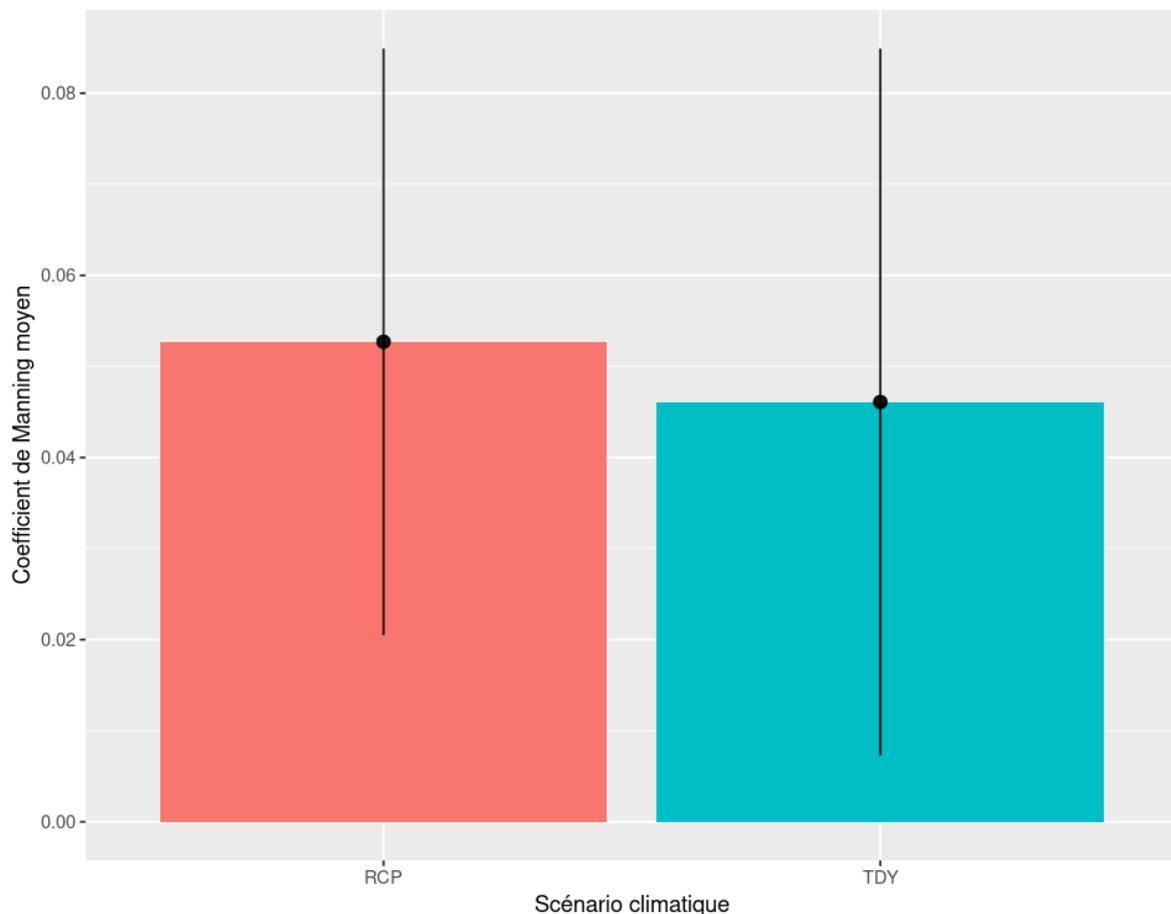


Figure 3. Comparaison du coefficient  $n$  de Manning moyen entre les simulations réalisées sur les projections climatiques de réchauffement du scénario RCP (en rouge), et les simulations réalisées sur des années climatiques passées au sein du bassin versant de Roujan (en bleu)

### Perspectives scientifiques

WATERSEED a soulevé de nouvelles questions de recherche qui seront explorées dans les années suivantes. Au vu des manques de connaissances identifiés lors de la phase de modélisation mécaniste du système, il s'avère important de poursuivre les expérimentations pour :

- établir un modèle générique de transfert des graines dans les paysages, sur la base des facteurs intrinsèques et extrinsèques identifiés, pouvant s'appliquer à tous les milieux.
- hiérarchiser les autres facteurs de dispersion des graines: zoochorie (dont myrmécochorie), anémochorie et barochorie.

- hiérarchiser l'importance des déterminants des communautés végétales: effets de la dispersion, de la compétition entre espèces et de la filtration par les pratiques, la niche hydrologiques et les autres conditions de milieu.
- relier la biodiversité végétale des réseaux hydrographiques à la biodiversité animale inféodée.

L'étape de modélisation mécaniste a permis de créer un premier prototype permettant de répondre à des questions plus appliquées, par exemple : Comment utiliser le modèle comme laboratoire virtuel pour tester de nouvelles organisations spatiales et temporelles des éléments paysagers, afin de maximiser la ressource en eau et la biodiversité végétale ?

Le suivi du développement des espèces pour identification dans la tâche **Banque de graine** a permis de collecter un jeu de données original rassemblant des photos de développement de plantules, à la base d'une collaboration de recherche avec l'équipe PI@ntNet pour proposer un service dédié à la reconnaissance précoce des espèces sauvages.

### Valorisation

Faucher, Martin, Séraphine Grellier, Clémence Chaudron, Jean-Louis Janeau, Gabrielle Rudi, et Fabrice Vinatier. 2024. « Mediterranean vineyard soil seed bank characterization along a slope/disturbance gradient: Opportunities for land sharing ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 361 (février):108821. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108821>. (hal-04300713)

Dagès C.\*, Voltz M., Crevoisier D., Bedos C., Beudez N., Lafolie F., Personne E., Coulouma G., Djouhri M., Douzals J. P., Fabre J.-C., **Faucher M.**, Carmelo J.-L., Loubet B., Lagacherie P., Prevot L., Thoni A., **Vinatier F.** (2024-03-07). Evaluation environnementale de stratégies de protection phytosanitaire viticoles. Presented at 15ème Journée Scientifique de la Vigne et du Vin, Montpellier, France (2024-03-07), <https://hal.inrae.fr/hal-04505443>