

Evaluation environnementale des solutions de protection antigel viticoles en Val de Loire

Projet ABRIGEL (2022-2025) :



Avec le financement de :



Auteurs : Vincent Baillet et Christel Renaud-Gentié, ESA

Les solutions actives de protection antigel montrent des performances environnementales contrastées, et qui varient différemment selon la fréquence du gel. Malgré leur coût et les contraintes d'utilisation, ces **solutions sont souvent nécessaires pour une protection optimale des parcelles les plus sensibles** lors d'épisode gélifs intenses.

La figure ci-dessous compare les performances environnementales des solutions actives employées **en Val de Loire sur 1 ha pendant la période d'avril à mai 2021, printemps particulièrement gélif dans la région**. Ces solutions reposent sur différents principes tels que le brassage des couches d'air (tour à vent), le chauffage direct (bougie antigel), le transfert de chaleur thermodynamique (câble chauffant), la réduction des pertes de chaleur par rayonnement (voile), et l'irrigation par aspersion (De Melo-Abreu et al., 2016; Rochard et al., 2019).

Evaluation environnementale des solutions de protection antigel viticoles en Val de Loire

Comparaison des solutions actives contre le gel en Val de Loire pendant la saison gélive de 2021 (Avril - Mai)

	Bougie Antigél	Tour à vent fixe	Tour à vent fixe avec brûleur	Chaufferette au fioul	Chaufferette au bois	Câble chauffant électrique	Aspersion	Voile d'hivernage
Changement climatique	Orange	Vert	Vert clair	Rouge	Jaune	Vert clair	Vert clair	Jaune
Ressources fossiles et nucléaires	Orange	Vert	Vert clair	Rouge	Jaune	Jaune	Vert clair	Jaune
Ressources minérales	Rouge	Vert	Vert clair	Orange	Jaune	Vert clair	Vert	Jaune
Acidification terrestre	Rouge	Vert	Vert clair	Rouge	Orange	Jaune	Jaune	Vert clair
Occupation des terres	Jaune	Vert clair	Jaune	Jaune	Rouge	Vert clair	Vert	Jaune
Ressources en eau	Jaune	Vert	Vert	Vert clair	Vert clair	Jaune	Rouge	Jaune

Performance environnementale :



Evaluation environnementale des solutions de protection antigel viticoles en Val de Loire

La comparaison s'appuie sur des **indicateurs d'analyse du cycle de vie** : la contribution au changement climatique, l'utilisation des ressources fossiles, minérales et en eau, l'acidification terrestre, et l'occupation des sols. **Les Tours à vents fixes montrent la meilleure performance environnementale** sur le changement climatique, l'utilisation des ressources fossiles, l'acidification terrestre et l'utilisation des ressources en eau. **Suivies de près par l'aspersion** sur le changement climatique et l'utilisation des ressources fossiles, celle-ci présente la meilleure performance pour l'utilisation des ressources minérales et l'occupation des terres. Néanmoins, elle montre la plus faible performance sur l'utilisation des ressources en eau. **A l'opposé, les chaufferettes au fioul ont l'impact le plus élevé sur le changement climatique,**

l'utilisation des ressources fossiles et nucléaires, et l'acidification des terres, suivies de très près sur ces mêmes trois indicateurs par les bougies antigel. Les bougies antigel présentent le score le plus bas sur l'utilisation des ressources minérales. Les chaufferettes au bois montrent la performance la plus faible concernant l'indicateur d'occupation des terres liée à la consommation de bois. **Les scores environnementaux des câbles chauffants et du voile d'hivernage sont proches et se situent dans la moyenne par rapport aux autres solutions.** Les performances environnementales des solutions éphémères (bougies antigel et chaufferettes au fioul) sont extrêmement variables en fonction de la fréquence des événements gélifs sur une année. L'augmentation de leurs impacts avec l'augmentation des heures de gel est bien plus rapide que les autres solutions.



Evaluation environnementale des solutions de protection antigel viticoles en Val de Loire

Les solutions pérennes comme l'aspersion et les tours à vent sont les solutions présentant les meilleures performances, notamment lorsque les fréquences de gel sont fortes dans l'année. Ceci est dû à la consommation plus faible en ressources minérales, fossiles et nucléaires, et une combustion moindre par rapport à la surface protégée comparée aux autres solutions. En revanche, l'indicateur de consommation des ressources en eau montre un point de vigilance envers l'aspersion qui nécessite l'utilisation de grande quantité d'eau en fonction de la fréquence d'évènements gélifs.

Ces travaux sont menés dans le cadre de la thèse « ABRIGEL » s'inscrivant dans un projet de recherche et développement financé par la région pays de la Loire, et ont été réalisés au laboratoire GRAPPE de l'Ecole Supérieure des Agricultures à Angers.

La méthodologie multicritère d'Analyse de Cycle de Vie (ACV), référence en évaluation environnementale depuis 2006 (Jolliet et al., 2010), a été utilisée pour sa robustesse et son consensus scientifique. La comparaison des solutions actives, allant des infrastructures pérennes aux consommables, est complexe car leur utilisation varie selon différents facteurs (température, humidité relative, vitesse du vent). **Un cadre d'analyse a été défini, intégrant un mésoclimat et des conditions précises d'activation pour chaque solution, permettant une comparaison sur 1 ha et pour un nombre d'heures de gel défini** (Baillet et al., 2024). Sur la base d'entretiens (viticulteurs équipés, conseillers, fabricants), une diversité de solutions actives a été évaluée dans le contexte des vignobles du Val de Loire et de Champagne à travers plusieurs indicateurs environnementaux

Evaluation environnementale des solutions de protection antigel viticoles en Val de Loire

(Baillet et al., 2025). Pour affiner ces comparaisons, la prochaine étape consistera à intégrer ces solutions dans un itinéraire technique viticole entier, afin d'évaluer leurs impacts environnementaux potentiels au sein des autres pratiques et opérations.

Références :

- Baillet, V., Pauthier, B., Payen, A., Naviaux, P., Symoneaux, R., Chassaing, T., & Renaud-Gentié, C. (2025). Life cycle assessment of active spring frost protection methods in viticulture in the Loire Valley and Champagne French regions. *Oeno One*, 59(1). <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2025.59.1.8408>
- Baillet, V., Symoneaux, R., & Renaud-Gentié, C. (2024). Life cycle assessment of active spring frost protection methods in viticulture: A framework to compare different technologies. *Cleaner Environmental Systems*, 14, 100209. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2024.100209>
- De Melo-Abreu, J. P., Villalobos, F. J., & Mateos, L. (2016). Frost Protection. In F. J. Villalobos & E. Fereres (Eds.), *Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture* (pp. 443-457). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46116-8_29
- Jolliet, O., Saadé, M., Crettaz, P., & Shaked, S. (2010). *Analyse du cycle de vie: comprendre et réaliser un écobilan* (Vol. 23). PPUR Presses polytechniques.
- Rochard, J., Monamy, C., Pauthier, B., & Rocque, A. (2019). Stratégie et équipements de prévention vis-à-vis du gel de printemps et de la grêle. Perspectives en lien avec les changements climatiques, projet ADVICLIM. *BIO Web Conf.*, 12, Article 01012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191201012>

