

Modélisation du risque de gel : premier bilan des travaux conduits

Ce premier volet du projet SICTAG consiste à appréhender, par modélisation, le risque de gel sur les parcelles, selon différentes situations de gel. Cette démarche est un préalable indispensable à l'élaboration d'une stratégie de couverture du risque, quels que soient les moyens de lutte engagés.

CARACTÉRISER LE RISQUE

Les travaux ont consisté à réaliser une étude de caractérisation du risque de gel à partir d'outils de modélisation et des données météorologiques existantes. L'objectif principal était de déterminer le positionnement optimal des tours / dispositifs anti-gel et des capteurs « gel » à l'aide d'un zonage climatologique du territoire étudié. Les livrables attendus étaient une cartographie des risques de gels sur le vignoble de Quincy, ainsi qu'une méthode de modélisation des situations de risque de gel transposable sur d'autres terroirs.

PLUSIEURS ACTIONS RÉALISÉES AVEC SUCCÈS

- Le recensement des connaissances «terrain» et le retour d'expérience des vignerons de Quincy,
- La modélisation des données météo, comprenant :
 - *la collecte et le traitement des historiques météo, identification des événements météorologiques marquant rencontrés lors du projet (Weather Measures et CUMA des Vignobles),
 - *le choix d'implantation des capteurs de gel suivant un protocole expérimental et le retour des vignerons (Weather Measures et CUMA des Vignobles),
 - *la mesure du gradient vertical de température au sein du vignoble via un mât de 20 mètres,
 - *la modélisation du risque gélif par simulateur expérimental climatique (Dalkia),
 - *la modélisation micro-météorologique d'évènements gélifs en fonction du relief et des types de couvert pour le vignoble de Quincy avec le modèle PALM (INRAe / CNRS et Weather Measures),
- La validation des modèles et outils grâce à la cartographie par drone des impacts de gel effectifs et mesure des impacts réels dans le vignoble (Scanopy).



TOUTE UNE BATTERIE DE CAPTEURS ET DES ÉQUIPES MOBILISÉES

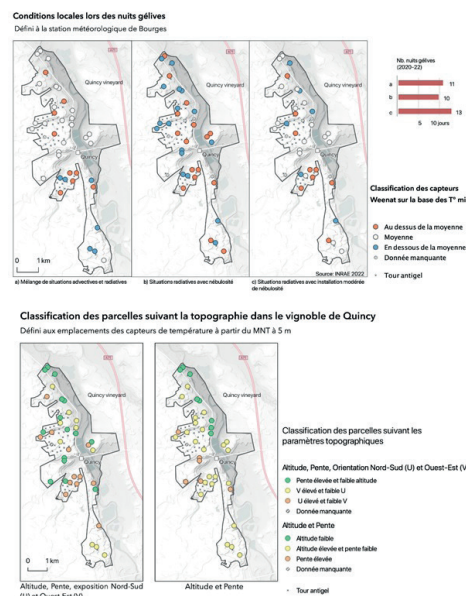
Plusieurs campagnes expérimentales ont pu être menées dès le printemps 2020, avec le déploiement d'un réseau de capteurs Gel dans le vignoble de Quincy. Le développement des 15 stations météo spécifiques pour le projet a mis plus de temps qu'initialement prévu, et elles n'ont pu être déployées qu'à partir du printemps 2021.

Un rover avec un mât de 10 mètres a également été développé pour capturer les variations verticales de la température et du vent au sein d'une parcelle.

Tous les partenaires du volet 1 ont mis à disposition une équipe technique et scientifique de haut niveau et complémentaire afin de remplir les objectifs attendus.

RÉALISATION D'UNE CARTOGRAPHIE DES RISQUES GÉLIFS

Des méthodes d'analyse par Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont été appliquées en prenant en compte la météo synoptique, la topographie du vignoble, et les températures minimales locales enregistrées par sondes de température réparties sur le territoire. Cette analyse a permis d'identifier les zones froides « à risque » en fonction de la situation synoptique et de mettre cette cartographie du risque gélif en perspective vis-à-vis de l'implantation actuelle des tours antigel. Une méthodologie pour l'implantation des tours a priori et exportable à d'autres territoires a pu ainsi être proposée.



La cartographie du risque gélif doit également s'appuyer sur l'estimation de la cartographie des températures minimales.

Pour ce faire, des techniques d'interpolation avancées prenant en compte des données supplémentaires, comme la topographie particulièrement bien résolue, ont commencé à être mises en œuvre mais sont encore au stade du test avec des premiers résultats encourageants et visuellement spectaculaires.

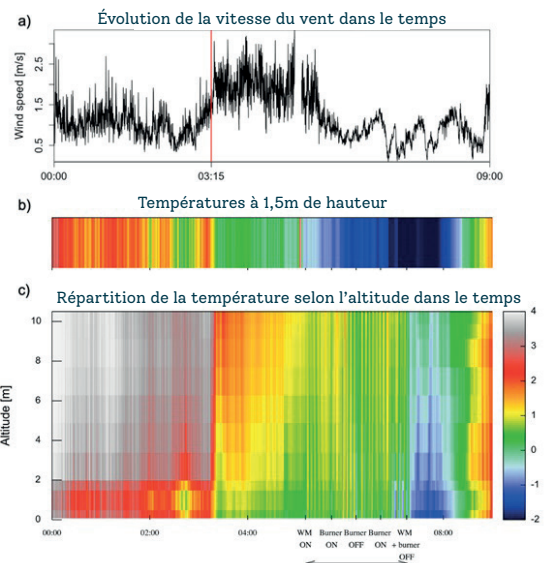
PREMIERS ESSAIS DE SIMULATION NUMÉRIQUE

Enfin, les simulations numériques de la micro-météorologie à l'échelle du vignoble permettant d'établir un lien entre la répartition de la température et la topographie doivent être approfondies. Le modèle PALM semble être le bon candidat pour de telles simulations, les simulations réalisées se focalisent pour l'instant plus sur les écoulements générés par la tour antigel que sur les écoulements micro-météorologiques. Des travaux complémentaires sont en cours sur le premier semestre 2023.

En parallèle, une modélisation en chambre climatique a été réalisée sur le refroidissement et le

réchauffement de la vigne et du bourgeon. Plusieurs paramètres clés ont pu être mis en avant sur les seuils sensibles et les vitesses de refroidissement.

De la même manière, une étude expérimentale sur une parcelle a mis en œuvre différents procédés de mesure du végétal pour essayer d'estimer la protection spatiale de la vigne par une tour antigel. Les conclusions montrent que les indices de végétation 3D sont très fortement corrélés au niveau du gel subi par le végétal, et que la meilleure période pour discriminer les dégâts dus au gel se situe après le débourrement, au moment où les bourgeons secondaires des zones sinistrées commencent à se développer.



CLARA, DOCTORANTE SUR LE PROJET

Depuis 3 ans, Clara Le Cap participe aux travaux expérimentaux conduits dans le cadre de SICTAG, un travail et une étape indispensables pour apporter des réponses aux questions posées par les vignerons.

Interview par Emmanuel BUISSON

BONJOUR CLARA, PEUX-TU TE PRÉSENTER BRIÈVEMENT ?

«Je m'appelle Clara Le Cap, je suis doctorante à l'INRAE UR OPAAL à Rennes. C'est une thèse portée également par la société Weather Measures et qui est à la croisée de plusieurs domaines : mécanique des fluides, géographie, sciences atmosphériques. Il vise à étudier les tours antigel qui protègent le vignoble de Quincy des gelées printanières et se découpe en trois grands objectifs :

- Comprendre comment les températures gélives se répartissent à travers le vignoble suivant la situation météorologique et la topographie à partir d'outils statistiques.
- Caractériser le jet produit par la tour via des mesures de terrain.

- Initier un modèle numérique du fonctionnement de la TAG sous conditions gélives permettant de pousser les analyses.»

PEUX-TU NOUS PRÉSENTER CE QUE TU AS FAIT DURANT TA THÈSE DANS LE CADRE DE SICTAG ?

«La première partie sur la compréhension de la variabilité spatiale des températures lors d'épisodes gélifs a été réalisée en mettant en place une analyse statistique basée sur 3 types de données différentes :

- des données météorologiques à grandes échelles
- des données topographiques du vignoble de Quincy
- des données des températures minimales à travers le vignoble via un réseau de capteurs gel Weenat disséminés sur le territoire.

La seconde partie, qui est aussi celle qui a demandé le plus d'investissement, comprenait l'élaboration et la réalisation de diverses expérimentations sur le terrain. Cela induit notamment de :

- trouver le matériel adéquat à de telles mesures et le prendre en main (matériel résistant pour être éprouvé dehors et assez puissant pour capturer les plus petites fluctuations induites par la TAG)
- élaborer les mesures (emplacement du matériel, fréquence d'acquisition, durée de la mesure ...)
- les réaliser dans des conditions météo favorables (trop de vent biaise les mesures et peuvent empêcher la mise en route des TAG)
- faire parler les données via des analyses en post-traitement

Enfin, la troisième partie sur la modélisation numérique a été réalisée sur PALM, un code de calcul dédié aux écoulements atmosphériques micro-échelles. Cette partie a permis de:

- développer un modèle de TAG dans l'outil
- modéliser une nuit de gel radiative typique de celles rencontrées par les viticulteurs au printemps

A terme, ce modèle numérique surpassera les possibilités d'analyses des mesures de terrain car son atout est de disposer de l'information en tout point de l'espace, là où les mesures de terrain sont obligatoirement discrètes.»

TU AS EU DE NOMBREUX ÉCHANGES AVEC LES VITICULTEURS, COMMENT CELA S'EST PASSÉ ?

«Les viticulteurs ont été d'une grande aide sur le terrain et leur disponibilité a grandement contribué au bon déroulement des expérimentations. Ils se sont notamment assurés de la mise à disposition d'engins et de personnel pour les manipuler. De plus, ils se sont toujours montrés intéressés par les résultats et ont été force de proposition sur les axes d'améliorations.

Leur retour d'expérience a également été précieux pour comprendre les com-

ment ils envisagent le fonctionnement de la tour antigel et les enjeux qui en découlent.»

TU AS EU L'OCCASION DE PARTIR EN NOUVELLE-ZÉLANDE POUR TRAVAILLER SUR LE GEL, PEUX-TU NOUS DIRE CE QUE TU AS FAIT LÀ-BAS ?

«J'ai eu la chance de faire énormément de choses: randonner dans les montagnes, déguster du vin aux pieds de la vallée viticole, et voir les All Blacks faire le haka.

Entre tout ça j'ai aussi un peu travaillé (c'était quand même le but premier!). J'y allais pour apprendre à utiliser PALM avec une équipe de la School of Earth and Environment de l'Université de Canterbury qui possède une bonne expérience sur l'outil.

La Nouvelle-Zélande fait face aux mêmes problématiques que la France sur le risque gélif, c'est donc un sujet qui intéressait également l'équipe que j'ai intégré.

Cette collaboration m'a permis de développer le modèle de TAG et de me former afin de devenir autonome sur PALM. Mon expérience là-bas a été très positive, tant sur le plan scientifique que humain.»

QUEL REGARD PORTES-TU SUR LE PROJET ET SON INTÉRÊT POUR LES VITICULTEURS ?

«La problématique du gel de printemps m'était totalement inconnue avant ma thèse et je ne savais pas ce qu'était une tour antigel.

Aujourd'hui, à travers le projet et les échanges avec les viticulteurs, je me rends compte des enjeux énormes qui sont derrière (économique mais aussi social). Je suis heureuse de faire partie d'un projet qui répond à une problématique actuelle et j'espère que nos résultats les aideront dans leur manière d'envisager la lutte antigel, que ce soit l'emplacement d'une nouvelle tour antigel ou leur fonctionnement.

Le projet SICTAG a eu un rôle fédérateur entre viticulteurs, entreprises et établissements de recherche autour d'une même problématique.

Le croisement des divers regards a apporté une dynamique incomparable et je pense que c'est ce qui a fait de SICTAG une réussite, car si toutes les questions n'ont pas encore trouvé de réponses, cela a ouvert la voie à un sujet de recherche encore peu exploité où tout est à découvrir.»

