Edition Mars 2023 - N°4

PEI SICTAG

SICTAG' MAG

Les mesures du printemps 2022

Modélisation du risque Gel,
premier bilan des travaux conduits

Présentation et analyse de la météorologie
en période de gel en février 2023

SonoTAG pour évaluer le bruit des tours
(Nouveau projet)

Un atlas agro-climatique
pour la viticulture en val-de-loire

Climenvi : Les impacts du changement climatique sur les exploitations viticoles

Partenaires

Édito

Le projet SICTAG arrive prochainement au terme de son délai de réalisation contraint par le calendrier du FEADER.
Et il est évident que nous ne sommes pas arrivés au bout d'un sujet bien plus complexe à traiter qu'il n'y paraissait a priori.
Le projet SICTAG nous a permis d'avancer sur plusieurs sujets, en particulier :

- La modélisation du risque de gel à l'échelle parcellaire
- La compréhension du fonctionnement de la tour anti-gel

Mais nous sommes bien conscients que des connaissances, fondamentales et indispensables pour aller plus loin, ne répondent pas directement et dans l'immédiat aux questions concrètes posées par les vignerons.
Un travail complémentaire est nécessaire et des mesures ont été réalisées ce printemps en ce sens, mais il faudra développer de nouveaux travaux pour enfin pouvoir aider les vignerons à préserver leurs récoltes.
Une réflexion sur ces travaux à conduire a donc été engagée dès 2022. Elle a notamment abouti à la mise en place d'un programme complémentaire, soutenu par le Conseil Régional.
Le projet SonoTAG démarre dès 2023 et permet de traiter la question du bruit et de l'acceptabilité sociale des Tours anti-gel.
Un sujet délicat mais devenu incontournable face au développement des implantations à proximité de zones urbanisées.

Ce projet vous est présenté et nous reviendrons prochainement, comme nous le faisons depuis le début du projet, sur les avancées et résultats obtenus.

Suivez toute l'actualité
du projet sur : **sictag.fr**

SICTAG MAG'
SOMMAIRE













03 | **Les temps forts** du projet SICTAG en 2022
04 | **Mesures du printemps 2022**
07 | **Modélisation du risque gel :** premier bilan des travaux conduits
10 | **Présentation et analyse de la météorologie** en période de gel en février 2023
12 | **Sonotag** pour évaluer le bruit des tours anti-gel et sa perception par les riverains
15 | **SOA,** spécialiste des pâles pour tours anti-gel
16 | **Un atlas agro climatique** pour la viticulture en val-de-loire
18 | **Climenvi :** les impacts du changement climatique sur les exploitations viticoles

SICTAG est un projet reconnu Partenariat Européen pour l'Innovation et qui bénéficie à ce titre du soutien financier du Conseil Régional Centre-Val de Loire (20%) et du fonds européen de développement agricole pour le développement rural FEADER (80%).

Revue éditée par **FRCUMA Centre - Val de Loire** • Adresse : 1 avenue de Vendôme - 41 013 Blois Cedex • **Conception graphique & impression :** Accessprint 02 48 75 00 93 • **Crédits photos :** FRCUMA • Nombre de tirage : 2 500 ex. ISSN 2827-3451

CLIMENVI : les impacts du changement climatique sur les exploitations viticoles

Le projet de Partenariat Européen pour l'Innovation (PEI) CLIMENVI, a été mené par la Chambre d'Agriculture du Loir-et-Cher pendant quatre années pour répondre à la question « comment intégrer le changement climatique dans le pilotage des exploitations viticoles du Centre-Val de Loire ? »
Ce projet avait été présenté lors de la journée de lancement de SICTAG et il nous a semblé important de partager largement cette démarche complémentaire à nos travaux et qui intéresse l'ensemble des 1800 vignerons de notre région !

Brieuc MENAGER, Chambre d'Agriculture du Loir-et-Cher

PREMIÈRE ÉTAPE : LA PROJECTION CLIMATIQUE

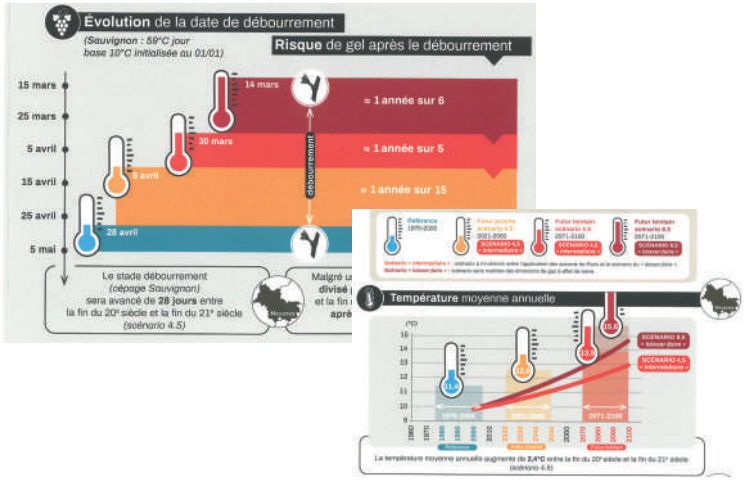
CLIMENVI s'inscrit dans la continuité d'une réflexion engagée dès 2015 par la Chambre d'Agriculture du Loir-et-Cher autour du changement climatique, complété par un travail régional en 2016 à la demande du Conseil Régional.
La première phase du travail a consisté à lister les indicateurs climatiques et agro-climatiques nécessaires à décrire les impacts du changement climatique sur les vignobles. Ces indicateurs sont applicables sur tous les vignobles.
Ainsi, 6 indicateurs climatiques ont pour but de décrire les tendances générales du climat (températures, pluviométrie, ETP, …). 18 indicateurs agro-climatiques sont liés aux stades phénologiques de la vigne (indice de Winkler, déficit hydrique, risque de gel au débourrement, …).
Un Outil d'Aide à la Décision sous forme d'application web a été conçue pour permettre aux vignerons de projeter les évolutions sur leur vignoble. Cet OAD est disponible.

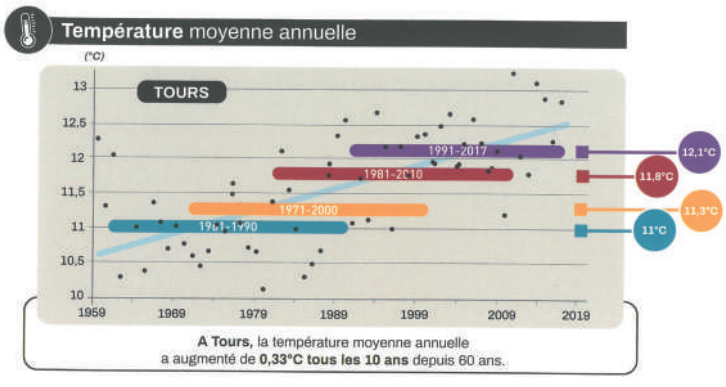
QUE SE PASSERAIT-IL SI ON NE CHANGE RIEN ?

Une des actions du projet a consisté à simuler le scénario de non-adaptation en appliquant les conditions climatiques envisagées à moyen terme en 2030 et à long terme en 2050 sur le fonctionnement de trois entreprises viticoles situées sur 3 terroirs de la région : Sancerre (18), Chinon (37) et Meusnes (41).
Cet exercice théorique avait pour objectif d'identifier les impacts sur les entreprises et sur la filière afin de mieux cibler les leviers d'action. Ces impacts ont été regardés selon 4 thématiques : terroir et matériel végétal / viticulture / œnologie / organisation du travail, évalués selon 3 axes : environnement / financier / émissions de gaz à effet de serre, et selon 3 gradients.

QUELS LEVIERS D'ADAPTATION ?

Les voies d'adaptations sont multiples. CLIMENVI les a hiérarchisées selon leur pertinence, faisabilité technique et économique, et selon le PAS de temps de leur mise en œuvre et de leur impact. Des scénarios sont pu être co-construits avec les vignerons.
Ces travaux ont abouti à la création d'outils intégrés dans le conseil stratégique proposé aux vignerons, ainsi qu'aux formateurs et étudiants. Des formations « intégrer le changement climatique dans la stratégie de mon entreprise viticole » sont maintenant proposées aux vignerons.





Le groupe opérationnel du PEI CLIMENVI comprenait : la Chambre d'agriculture du Loir-et-Cher, Météo France, IFV, l'Université de Tours, le VinOpôl et Cerfrance.

Un Atlas agroclimatique pour la viticulture du Val de Loire

En ce début d'année 2023, la filière viti-vinicole, et son interprofession Interloire, se munissent d'un nouvel outil pédagogique : l'Atlas Agroclimatique. Ce dernier est disponible librement sur le site de la filière techniloire.com. Cet outil est très complémentaire des travaux conduits dans le projet Sictag.

Hervé Quénol(1), Raphaël Suire(2), Etienne Neethling(3) et Etienne Goulet(2)

1 UMR6554LETG du CNRS, Université Rennes 2, Place du recteur Henry le Moal, 35043 Rennes
2 InterLoire, Interprofession des Vins du Val de Loire, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé
3 ESA, USC 1422 GRAPPE-INRAE, Ecole Supérieure des Agricultures, 55 rue Rabelais, 49007 Angers

L'ATLAS, UN OUTIL AU SERVICE DE TOUS

Il permet à l'utilisateur de visualiser les probables évolutions du climat du Val de Loire grâce à différents indicateurs (températures, pluviométries, nuits de gel, etc…), ainsi que les impacts engendrés sur la vigne (avancées de la floraison, de la maturité…). L'objectif, grâce à cet outil, sera d'éveiller les consciences afin que les acteurs de la filière comprennent et anticipent les contraintes de demain (figure 1).

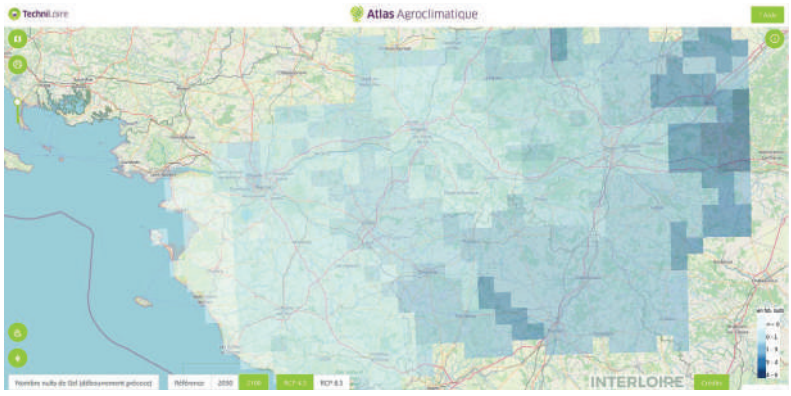


Figure 1 : Screenshot de l'Atlas Agroclimatique interactif proposé par TechniLoire (https://atlasagroclimatique.techniloire.com/)

UNE ÉVOLUTION CLIMATIQUE DE PLUS EN PLUS INQUIÉTANTE

Depuis 1990, le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) nous délivre des rapports faisant état d'une situation climatique de plus en plus inquiétante. Dans le dernier rapport du GIEC (2022), sur l'ensemble des scénarios basés sur différentes trajectoires socio-économiques, deux scénarios opposés sont généralement utilisés : un avec des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) stabilisées (SSP2-4.5 ou RCP4.5) qui prévoit une hausse des températures moyennes de +2,5°C d'ici 2100 ; et un avec des émissions de GES accrues (SSP-8.5 ou RCP 8.5) entraînant des températures allant jusqu'à +5°C d'ici la fin du siècle.
Malgré cela, la prise de conscience collective est loin d'être acquise, certains y voient même encore une « opportunité ». Cet atlas permettra de sensibiliser les acteurs de la filière.

A PARTIR DE PROJECTIONS CLIMATIQUES RÉGIONALISÉES …

L'atlas a été réalisé à partir des données de températures (minimales, maximales et moyennes) et de précipitations journalières issues des projections climatiques régionalisées des modèles français CNRM-Arpège et IPSL. Les données modélisées ont été téléchargées via le portail DRIAS "les futurs du climat" (http://www.drias-climat.fr/).
Ce portail donne accès aux principaux modèles du GIEC avec une résolution spatiale de 8 km correspondant à la maille SAFRAN utilisée sur le territoire français. Les différents traitements ont été réalisés sur 807 points de grille représentant le territoire ligérien étudié.

… ET D'INDICATEURS RELATIFS AU CYCLE DE LA VIGNE

A partir des données de températures et de précipitations, différents indicateurs, en lien avec la croissance de la vigne et la qualité des raisins, ont été calculés sur la période de référence 1985-2006 et les périodes futures 2029-2050 et 2079-2100 selon les scénarios RCP45 et RCP85 :

- différentes variables climatiques comme la température moyenne durant la saison végétative de la vigne (du 1er avril au 30 septembre), cumul de précipitations annuelles et saisonnières, nombre de nuits avec température minimale <0°C au printemps ou nombre de jours avec température maximale >30°C et >35°C en été ;
- l'indice bioclimatique d'Huglin correspondant au cumul de degrés-jours des températures moyennes et maximales sur la période d'avril à septembre et
- les indices écoclimatiques Grapevine Flowering et Véraison (GFV) et Grapevine Sugar Ripeness (GSR) permettant de simuler la date théorique de floraison, de véraison et de maturité (avec un certain de niveau de sucre atteint dans les baies) selon les cépages (Parker et al., 2013 et 2020). Le calcul des indices GFV et GSR ont permis notamment d'estimer l'adéquation des différents cépages pour une viticulture de qualité dans le contexte du changement climatique.

Les cépages étudiés ici sont le Chardonnay, Chenin, Cabernet Sauvignon, Cabernet franc, Pinot noir, Gamay, Cot, Syrah, Grolleau et Sauvignon blanc.

DES CARTES INTERACTIVES DISPONIBLES

Les traitements réalisés sur les 807 points de grille ont été spatialisés avec une résolution spatiale de 8 km et 1 km selon les variables. Les résultats sont présentés sous la forme de cartes interactives réalisées à partir de valeurs moyennes calculées sur les périodes passées (1986-2005) et futures (2029-2050 et 2079-2100).

La figure 2 montre la variabilité spatiale de la date de floraison théorique du Chenin sur la période de référence (1986-2005) et à horizon 2050 et 2100 selon les scénarios RCP4.5 et RCP8.5. Sur la période 1986-2005, la date moyenne de floraison du Chenin varie du 12 juin au 22 juin ce qui représente une variabilité spatiale maximale de 10 jours sur l'ensemble du territoire étudié.

Les secteurs les plus précoces se situent sur la façade Atlantique, plus particulièrement dans les vignobles vendéens et également dans les vignobles en bordure de Loire notamment dans les secteurs d'Angers et de Saumur.

Les secteurs les plus tardifs sont à l'Est, plus particulièrement au Nord-Est et les secteurs à l'ouest de Poitiers. Cette répartition spatiale est similaire pour la véraison mais avec une plus forte variabilité temporelle (plus de 15 jours) : du 21 août (Sud-Ouest et Saumurois) au 6 septembre (Nord-Est et à l'Ouest de Poitiers).

A horizon 2050, selon les deux scénarios, la répartition des dates de floraison et de véraison est similaire avec des dates légèrement plus précoces (1-3 jours) pour le RCP85 : floraison du 8 juin au 18 juin et du 6 juin au 14 juin, puis véraison du 17 août au 19 août et du 15 août au 27 août respectivement selon le RCP45 et RCP85.

A horizon 2100, selon les scénarios RCP4.5, les dates de floraison et de véraison sont plus précoces d'environ une semaine par rapport à la période 2029-2050.

Selon le scénario RCP85, les dates de floraison sont plus précoces de plus de 2 semaines, voire 20 jours pour la véraison par rapport à horizon 2050 : floraison du 27 mai au 2 juin, puis véraison du 30 juillet au 7 aout.

DES TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES À CEUX DE SICTAG

L'approche d'analyse et de modélisation climatique à échelle fine développée dans le cadre du projet SICTAG est très complémentaire avec l'atlas agroclimatique du Val de Loire.

Par exemple, les cartes du nombre de nuits avec une température minimale inférieure à zéro degré au printemps (mars, avril et mai) à différents horizons temporels (passé, futur moyen et long terme) selon différents scénarios, apportent une information sur le risque gélif à une échelle régionale.

Dans le contexte du changement climatique, la connaissance de variabilité spatiale du risque gélif liée aux facteurs locaux (ex : pente, altitude, ...), indispensable pour optimiser l'efficacité des systèmes de lutte antigel, pourra ensuite être acquise avec des expérimentations comme celles développées dans le projet Sictag.

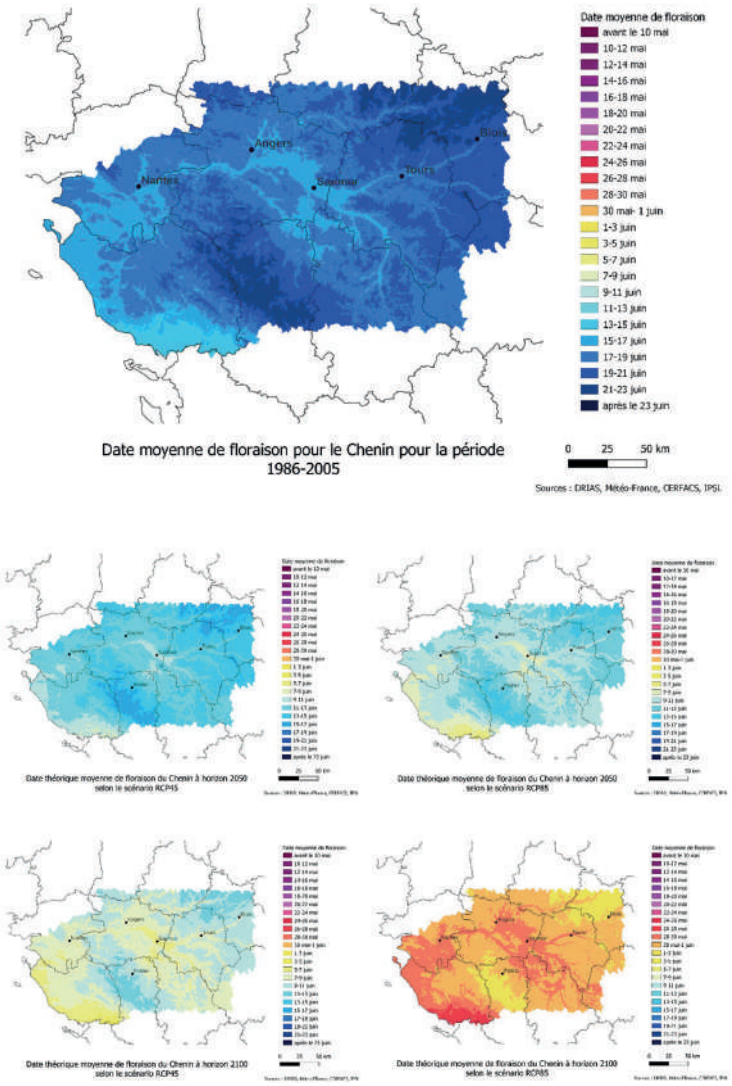


Figure 2 : Dates moyennes de floraison du Chenin sur la période 1986-2005, à horizon 2050 et 2100 selon les RCP4.5 et RCP8.5

Braconnot P., Boucher O. et Salas y Mélia D., 2019 : Changement climatique : les résultats des nouvelles simulations françaises. Conférence de presse, Paris le 17/09/2019.

IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

Le Roux, R., de Rességuier, L., Corpetti, T., Jégou, N., Madelin, M., Van Leeuwen, C., & Quénol, H. (2017). Comparison of two fine scale spatial models for mapping temperatures inside winegrowing areas. Agricultural and Forest Meteorology, 247, 159-169.

Le Roux, R., Katurji, M., Zawar-Reza, P., Quénol, H., & Sturman, A. (2018). Comparison of statistical and dynamical downscaling results from the WRF model. Environmental modelling & software, 100, 67-73.

Parker, A. et al. (2013) 'Classification of varieties for their timing of flowering and veraison using a modelling approach: a case study for the grapevine species Vitis vinifera L, Agricultural and Forest Meteorology, 180, pp. 249–264. doi: 10.1016/j.agrformet.2013.06.005.

Parker, A. K. et al. (2020) 'Temperature-based grapevine sugar ripeness modelling for a wide range of Vitis vinifera L. cultivars', Agricultural and Forest Meteorology, (107902), pp. 1–13.

SOA, spécialiste des pâles pour tours anti-gel

La société SOA "Silent Optimal Airflow" conçoit et fabrique des hélices rapides à usage industriel et agricole. Fournisseur de pâles pour les constructeurs de tours anti-gel, SOA est associée au projet SonoTAG qui bénéficiera ainsi de son expérience.

Samia Krane

UNE EXPÉRIENCE ANCIENNE ET ÉPROUVÉE

SOA bénéficie de l'expérience de plus de 30 années de sa société sœur ATV. Elle était le second producteur mondial de pales d'éolienne dans les années 2000. Son expérience unique dans les conceptions aérodynamiques et structurelles lui permet de se hisser au 1° rang dans la conception d'hélices rapides à usage industriel et agricole.
La production hautement automatisée et robotisée autorise un usage de matériaux de haute technicité (fibre de carbone) et des process de fabrication très performants.

LEADER DU MARCHÉ

Les clients de SOA sont essentiellement les constructeurs de tour antigel. Avec un volume de plus de 700 hélices par an, SOA distribue 40% du marché mondial, grignotant année après année des parts de marché.
Avec sa prochaine installation au Chili, SOA. va développer son activité d'hélice silencieuse en Amérique du Sud, l'Amérique du Nord étant traitée plus spécifiquement avec les constructeurs US.



DES PÂLES MOINS BRUYANTES

L'installation des premières tours antigel sur le territoire de Cognac avait suscité une levée de boucliers compte-tenu des nuisances sonores conséquentes. Face à cela, SOA a développé dès 2020 les premières hélices silencieuses à 3 et 4 pales, pouvant s'adapter sur n'importe quel type de tour antigel : SPAG, GENER, Chinook, Amarillo, Mecagri, Mistral, etc….
Le besoin croissant de moyens de lutte pour la protection des cultures va densifier le nombre d'équipements (tour antigel ou autre), et risque de multiplier les nuisances sonores et visuelles et par conséquent des causes probables de difficultés d'acceptabilité et de conflits de voisinage.

L'INNOVATION FACE AUX DÉFIS

Par son investissement dans la recherche et l'innovation qui a abouti à la conception de ses hélices nouvelles, SOA contribue déjà au mieux « vivre ensemble » par la réduction des nuisances sonores.



Mais d'autres défis restent à relever dans les années à venir. Les nuisances sonores restent un sujet auquel s'ajoutent celui des nuisances visuelles et celles liées à l'usage de moteurs thermiques, bruyants et polluants. L'usage à terme de tels moteurs pourrait être problématique, voire interdit.
Un essai de tour anti-gel électrique a été réalisé.
Par ailleurs, SOA développe depuis 2 ans un tout nouveau concept de gestion des phénomènes agricoles par automatisation et robotisation des traitements, permettant d'imaginer, à l'instar de l'industrie, une agriculture 4.0 Un P.O.C (Proof Of Concept) est mené au cours de cette saison 2022 afin d'en valider le concept. Nous présenterons ce projet prochainement.

SONOTAG

La société SOA est associée à SonoTAG, ce qui permettra au projet de bénéficier de l'expérience de SOA et, en retour, de contribuer à la réflexion et aux travaux de l'entreprise.

Partenaire SonoTAG : Université de Tours, UMR CITERES et CETU ETIcS

Une équipe de sociologues engagée dans le projet SonoTAG

L'Université de Tours comprend une unité de sociologie déjà fortement impliquée dans plusieurs programmes et projets concernant l'agriculture régionale et en particulier la viticulture. C'est donc assez naturellement que le travail d'écoute auprès des acteurs locaux a été confié à cette équipe locale, rompue au travail de terrain.

Christèle Assegond



réunion Sonotag

UN LABORATOIRE ET UN CENTRE D'EXPERTISE IMPLIQUÉS

Le laboratoire CITERES (Cités, Environnement, Territoires et Sociétés) est une Unité Mixte de Recherche associant l'Université de Tours et le CNRS. Il compte quatre équipes pluridisciplinaires qui mènent des recherches sur les dynamiques spatiales et territoriales des sociétés.

Françoise Sitnikoff est maître de conférence, spécialiste en sociologie du travail et des groupes professionnels, ainsi que dans l'analyse des processus d'innovation. Elle participe au sein du VinOpôle aux travaux du défi n° 3 « Vignerons et vigneronnes du futur » depuis 2020 et était auparavant co-animatrice du groupe « Vins, terroirs et patrimoine ».

Le Centre d'Expertise et de Transfert de l'Université CETU ETIcS (Expertise Transfert Ingénierie et connaissance Sociale) est une structure de recherche, de transfert et de valorisation de l'Université de Tours. Adossé au laboratoire CITERES, le CETU, spécialisé en sciences humaines et sociales, collabore avec des laboratoires de recherche, des collectivités et organismes publics, le secteur associatif ou encore les services R&D d'entreprises privées.

La structure est investie sur les questions des transitions énergétique et agroécologique depuis plus de dix ans.



Françoise Sitnikoff



Christèle Assegond



Hélène Chazal

UNE EXPÉRIENCE D'INTERVENTION DANS LE MILIEU AGRICOLE

Françoise Sitnikoff, Christèle Assegond et Hélène Chazal qui interviennent dans le cadre du projet SonoTAG collaborent depuis plusieurs années et ont conduit différentes recherches portant sur l'agriculture, par exemple la recherche SOPHY « Conditions d'acceptabilité des changements de pratiques agricoles » (APR IR 2011-2015) menée dans cinq filières de production végétale présentes en région Centre-Val de Loire, dont la viticulture, ou encore la recherche SEPage « Stratégies de transmission des Exploitations et Pratiques professionnelles en viticulture » (APR IR 2016-2019).

D'autres études ou recherches portent plus spécifiquement sur les processus d'innovation en agriculture, dont la recherche Actifs « Acteurs et enjeux de l'innovation dans la filière Semences et Plants » (APR IR 2021-2024).

LE RÔLE DES SOCIOLOGUES DANS SONOTAG

L'équipe de sociologues réalisera des entretiens auprès de riverains et d'acteurs locaux (vignerons, acteurs institutionnels et professionnels du tourisme) ainsi que des observations sur des territoires accueillant ou susceptibles d'accueillir des tours antigel.

Il s'agira de mettre en évidence les différents facteurs contextuels qui peuvent jouer en faveur ou en défaveur de l'adhésion à l'implantation de tels dispositifs de lutte contre les effets du changement climatique. Une attention particulière sera portée à la question des nuisances sonores et visuelles évoquées par certains riverains, avec l'objectif d'analyser les conditions matérielles et sociales d'une meilleure acceptation des tours antigel dans un contexte de déploiement rapide.

Partenaire SonoTAG : CEREMA et UMRAE

Les spécialistes de l'acoustique pour réaliser des mesures

La réalisation de mesures dans un cadre scientifique est un préalable indispensable à la conception et à la mise en œuvre d'actions d'atténuation ou de correction des pratiques et équipements existants. Le projet SonoTAG a donc fait appel au laboratoire spécialiste régional de l'acoustique, le CEREMA de Bois, associé à l'UMRAE.

Guillaume Litou

LE CEREMA, UNE EXPERTISE AU SERVICE DES TERRITOIRES

Le Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, premier établissement à pilotage partagé entre l'Etat et les collectivités territoriales. Il est présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 500 agents.
Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le CEREMA accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport. Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le CEREMA agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Mer & Littoral et Environnement & Risques, domaines concernés par ce projet.

UNE AGENCE EN RÉGION, À BLOIS

Le CEREMA Normandie-Centre compte 230 agents sur 2 sites, dont celui de l'Agence de Blois, est la porte d'entrée du CEREMA pour les acteurs du territoire Centre-Val de Loire pour l'ensemble des domaines d'activité. L'agence dispose d'une équipe intervenant sur les nuisances environnementales (bruit, vibrations) et propose une expertise technique pour différents maîtres d'ouvrage (État, collectivités, concessionnaires d'infrastructures, etc.) sur des actions opérationnelles, méthodologiques et de conseil : études d'impact acoustique de projet d'aménagement, cartographie européenne du bruit, plan de prévention du bruit dans l'environnement, mesures de bruit, missions d'ingénierie et d'assistance à maîtrise d'ouvrage, appui à la recherche, constituent les interventions les plus courantes de l'agence de Blois.

L'UMRAE, LABORATOIRE SPÉCIALISTE DE L'ACOUSTIQUE ENVIRONNEMENTALE

L'Unité Mixte de Recherche en Acoustique Environnementale (UMRAE) associe l'Université Gustave Eiffel et le CEREMA.
Créée le 1er janvier 2018, l'Unité Mixte de Recherche en Acoustique Environnementale (UMRAE) regroupe des équipes de chercheurs, ingénieurs, personnels techniques et doctorants de ces deux organismes pour effectuer des missions de recherche relatives à la réduction du bruit et de son impact sur l'environnement.



Evaluation sur piste d'essai de dispositifs de contrôle automatique des émissions sonores des véhicules (« radars bruit »)

Ses activités visent notamment à améliorer les connaissances scientifiques en matière de génération, de propagation et de réception du bruit dans l'environnement, à élaborer des outils de prévision acoustique à destination des aménageurs, à développer des méthodes acoustiques de caractérisation expérimentale des matériaux acoustiques et des nuisances sonores, à développer des solutions de réduction des nuisances sonores.
Parmi les interventions récentes, l'UMRAE et l'agence de Blois sont intervenues sur des problématiques liées à l'évaluation des nuisances sonores aux abords des infrastructures ferroviaires, au développement de dispositifs « radars bruit » dans le cadre de Loi d'Orientation des Mobilités, à la mise en œuvre de protocole d'évaluation et de prévision du bruit généré par un parc éolien (projet de recherche ANR PIBE).

MESURE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE

Dans le cadre du projet SonoTAG, le CEREMA de Blois et l'UMRAE interviendront en particulier sur la définition d'un protocole de mesures de l'émission acoustique de différents dispositifs de TAG, ainsi que sur l'évaluation de l'impact acoustique des TAG en façade d'habitations riveraines.





Mesures acoustiques et météorologiques dans un parc éolien (projet ANR PIBE)

SonoTAG, pour évaluer le bruit des tours anti-gel et sa perception par les riverains

En complément du projet de Partenariat Européen pour l'Innovation SICTAG, le projet SonoTAG, porté par la Fédération Régionale des CUMA, permettra de mesurer de manière scientifique le bruit des tours, ainsi que l'impact de leur fonctionnement auprès des riverains. Ces travaux visent à terme à concilier, de manière pratique, l'impératif de protection des récoltes et la qualité de vie locale. SonoTAG est financé par le Conseil Régional Centre-Val de Loire.

Jean-François Méré, FRCUMA

LE BRUIT, UNE CONTRAINTE SUPPLÉMENTAIRE À GÉRER

La réflexion, conduite en 2017 et 2018 et qui a conduit au projet SICTAG, n'intégrait pas l'étude des nuisances sonores et visuelles liées aux tours anti-gel.
Il est vrai qu'à cette époque, environ 150 tours fonctionnaient en Cuma en Centre-Val de Loire ; on en dénombre aujourd'hui plus de 350 … La politique volontariste du Conseil Régional et le plan de relance ont permis cette extension du parc (environ 60% du parc régional est en Cuma) et il existe encore de multiples projets de nouvelles implantations.
La densification du réseau des tours anti-gel pose maintenant la question des nuisances visuelles et sonores. Et l'enjeu est important, car le Val de Loire viticole est une zone à forte densité de population, en partie classée patrimoine mondial par l'UNESCO, et la viticulture ainsi que l'œnotourisme représentent des secteurs économiques majeurs. Plusieurs situations de tensions ont déjà été identifiées. Sécuriser les récoltes est une nécessité pour l'économie locale, mais cela ne peut se faire au détriment de la qualité de vie si prisée en Val de Loire.

LA QUESTION DES TOURS « SILENCIEUSES »

Au niveau du bruit, les constructeurs de tours anti-gel et de pâles commencent à commercialiser de nouveaux modèles dits silencieux qui interrogent les vignerons et les responsables quant à leur performance. Par ailleurs, le fait de limiter le bruit ne limite-t-il pas l'efficacité contre le gel ?
Il apparaît nécessaire d'objectiver par des mesures le bruit effectivement produit par les tours anti-gel et ces nouveaux modèles. Notre objectif est d'être, à terme, en capacité d'apporter un conseil rationnel aux vignerons quant à leurs choix de stratégie de lutte contre le gel.

DES INITIATIVES POUR LIMITER LES IMPACTS

Par précaution, de nombreux vignerons ont déjà fait le choix d'implanter des tours dites « silencieuses », ou plutôt moins bruyantes, pour éviter les soucis de voisinage, malgré un surcoût non négligeable.
Concernant l'impact visuel, plusieurs Cuma ont décidé d'investir dans des tours mobiles, afin d'éviter les possibles remarques de riverains et pour préserver le cadre du Val de Loire très fréquenté par les touristes.
L'étude du ressenti par les riverains permettra aussi d'objectiver et de comprendre les situations dans l'optique de nous aider à trouver les bonnes solutions.

DE NOUVELLES COMPÉTENCES MOBILISÉES

La réalisation du projet SonoTAG repose sur deux partenaires majeurs mobilisés grâce à l'appui du pôle de compétitivité Vegepolys Valley.
Les mesures de bruit seront réalisées par le CEREMA depuis son antenne de Blois. Les entretiens avec les acteurs locaux (riverains, élus, responsables professionnels, …) seront conduits par l'unité de sociologie de l'Université de Tours qui intervient régulièrement en appui de projets viticoles de la région.
SonoTAG est aussi une opportunité de valoriser des compétences régionales au service de la filière viticole et des territoires.
La Société SOA (Silent Optimal Airflow), concepteur de pales pour les tours anti-gel, est associée au projet afin de faciliter l'échange d'expériences.
Le syndicat viticole régional (ARFV) et le VinOpôle d'Amboise sont également associés à ces travaux.

LES TRAVAUX PROGRAMMÉS CE PRINTEMPS

Les premiers travaux sont déjà en cours et plusieurs mesures vont être réalisées sur des tours anciennes, considérées comme bruyantes, en situation de gel de printemps. Le CEREMA réalisera plusieurs mesures en façade d'habitations de riverains. Une mesure comparative sera réalisée avec une nouvelle tour dite « silencieuse ».
En parallèle, le ressenti sera recueilli auprès de différents acteurs par les sociologues. Le bilan de ces premiers résultats nous permettra de définir les travaux complémentaires à conduire le printemps prochain et au-delà. D'autres territoires viticoles régionaux feront l'objet de ces travaux.
L'ambition de ce projet à caractère exploratoire est donc de permettre à la filière de construire une stratégie de lutte efficace et acceptable par son environnement sociétal.



Présentation et analyse de la météorologie en période de gel en février 2023



La mise en fonctionnement de l'unité de supervision expérimentale par Dalkia assure un suivi et un enregistrement permanent des différents paramètres associés au risque de gel sur bourgeons. A terme, cette unité doit permettre d'assurer un pilotage multifactoriel des tours anti-gel. Cette fin d'hiver et ce printemps, les données collectées permettent une lecture et une analyse des données météorologiques et des facteurs influents sur le gel en cette période. La période observée décrite ici court du 24 au 28 février 2023.

Par Christian Rabin et Thierry Cherbonnier

FACTEURS AYANT INFLUENCÉ LE REFROIDISSEMENT ET LE RÉCHAUFFEMENT DE LA VIGNE EN FÉVRIER

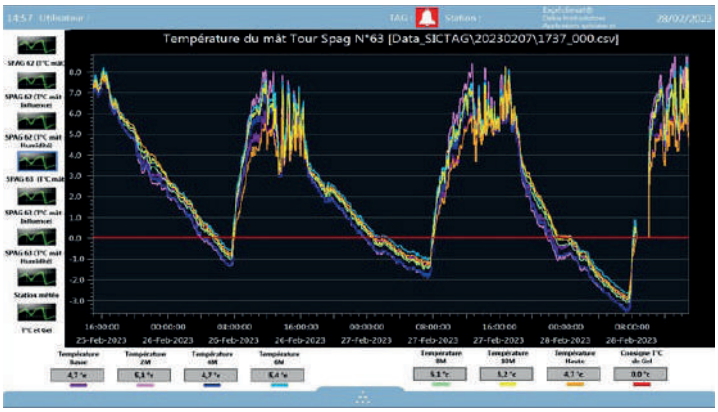
Les enregistrements des sondes situées sur le mât de deux TAG et de la station météo située à proximité montrent, le 24 février par exemple, une évolution de 16h à 22h : on passe de 10°C à 2°C soit -1,44°C/h, vitesse du vent 0km/h, la plante passe de 10°C à 4°C et le sol de 9°C à 6°C. L'ensoleillement maximum est de 10 w/m2, soit 20wxh en cumulé jour.

De 22h à 6h, on passe de 2°C à 5°C soit 0,37°C/h, vitesse du vent 0km/h, la plante de 4°C à 5°C, le sol de 6°C à 6°C. Et le 25 février, de 6h à 12h, on passe de 5°C à 8°C, soit 0,5°C/h, vitesse du vent 6/10km/h, la plante passe de 5°C à 9°C, le sol de 6°C à 8°C. De 12h à 16h, on passe de 8°C à 8°C, soit 0°C/h, vitesse du vent 10km/h, la plante de 9°C à 9°C, le sol de 8°C à 8°C. L'ensoleillement maximum est de 20 w/m2, soit un cumul de 80wxh/jour.

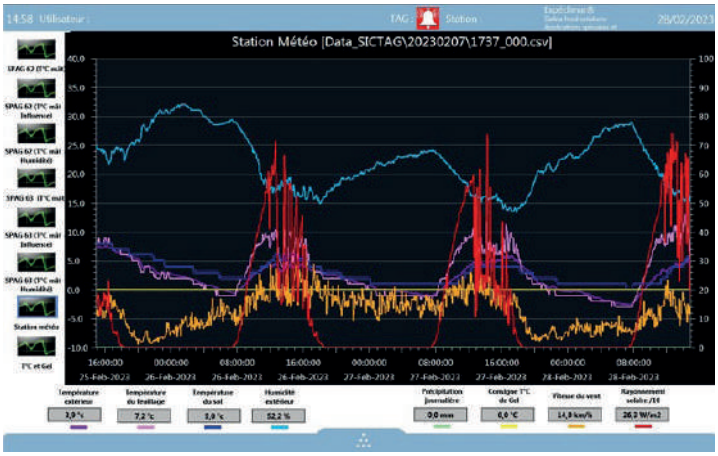
Dans tous les cas, l'écart «température entrée air» et la température de la vigne est proche de 0°C à 1°C.

Du 24 au 25 février, on constate ainsi une phase de réchauffement de 16 à 22 heures, puis une phase de refroidissement. Le jour, on constate une forte influence du rayonnement solaire, impliquant par exemple une remontée en température du sol de 2 à 3°C dans la journée du 26/02 après une descente de 6°C à 1°C pendant les 3 jours précédents. Dans tous les cas, la température de la plante et du sol varient peu.

L'observation montre que les paramètres influents pour la descente en température de la vigne sont : la vitesse du vent, la direction du vent, l'écart de température entre l'air et la vigne ou le sol.



Relevé du mât d'une tour antigel (l'inversion climatique montée et descente des températures de l'air en jour/nuit). Le trait rouge est l'alarme de gel sur l'air réglé par le viticulteur.



Relevé de la station météo de la zone sensible : les précipitations, le rayonnement solaire, la température, l'humidité, la température de la vigne, du sol.

STRATIFICATION DES MASSES D'AIR

La montée en hauteur des masses d'air chaud va permettre par l'action de la tour antigel de disposer d'une chaleur gratuite pour réchauffer les vignes, à l'inverse si on avait du froid en hauteur, on augmenterait le risque de gel par l'action de la TAG sans déclencher le brûleur.
Le gradient de température de l'air reste faible entre le haut et le bas du mât de la tour sur la période d'observation : on a peu d'air chaud stocké en hauteur.
L'effet solaire réchauffe l'air, la vigne et le sol.
La stratification de l'air a lieu, mais elle est aussi tributaire du vent. Si on a un vent faible, on a tendance à stratifier.
On constate que, lorsque le réchauffement solaire est important et supérieur à 10 w/m2, on sort vite de la période critique du gel par le réchauffement rapide de l'air. La vigne réagit assez rapidement en montée de température, le sol remonte plus lentement du fait de son inertie, mais il descend moins vite en température.
Pour remonter en température et sortir de la zone à risque de gel, l'ensoleillement est important ainsi que la température et la vitesse du vent. Si la vitesse est élevée et la température de l'air élevée, on va réchauffer rapidement.
On constate que la valeur d'irradiance du soleil et le cumul de chaleur est un deuxième rempart au gel et permettant la sortie de la zone critique ; en l'absence de soleil, les températures stagnent.



SICTAG
RELEVES 06/03/2023
date 24-26/02/2023

		temp.début mât °c	temp.fin mat °c	évolution °c/h	gradient °c	vitesse vent km/h	irradiance max w/m²	irradiance moy. w/m²	durée h	irradiance cumul w/m² j	temp.début plante°c	temp.fin plante °c	evolution °c/h	temp.début sol °c	temp.fin sol °c	evolution °c/h
24-févr	16h à 22h	10	1	-1,33	1	0	25	1	4	8	13	2	1,83	9	6	0,5
25-févr	22h à 6 h	4	3	0,37	0,7	0	0	0	8	0	2	5	0,375	6	6	0
25-févr	6h à 12h	5	9	0,5	0,8	6 à 10	30	15	6	90	5	9	0,66	6	8	0,33
25-févr	12h à 16h	9	9	0	0,8	10	30	22	4	88	9	9	0	8	8	0
25-26/02	16 h à 8h	8	-1,5	-0,6		10	32	1	16	16	9	-1	0,625	9	3	0,375

date 26-27/02/2023

		temp.mini mât °c	temp.maxi mat °c	évolution °c/h	gradient °c	vitesse vent km/h	irradiance max w/m²	irradiance moy. w/m²	durée h	irradiance cumul w/m² j	temp.mini plante°c	temp.maxi plante °c	evolution °c/h	temp.mini sol °c	temp.maxi sol °c	evolution °c/h
jour	8h à 12h	-2	8	2,5	1	10 à 26	80	50	4	120	2	10	2	1	4	0,75
	17h à 23 h	8	-1	1,5	0,7	20 à 2	45	20	3	60	10	-1	1,83	4	1	0,5
nuit	23h à 1h	-1	-1	0	0,8	2	0	0	0	0	-1	0	0,5	1	1	0
	1 h à 8 h	-1,5	-1	0,35	0,8	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0

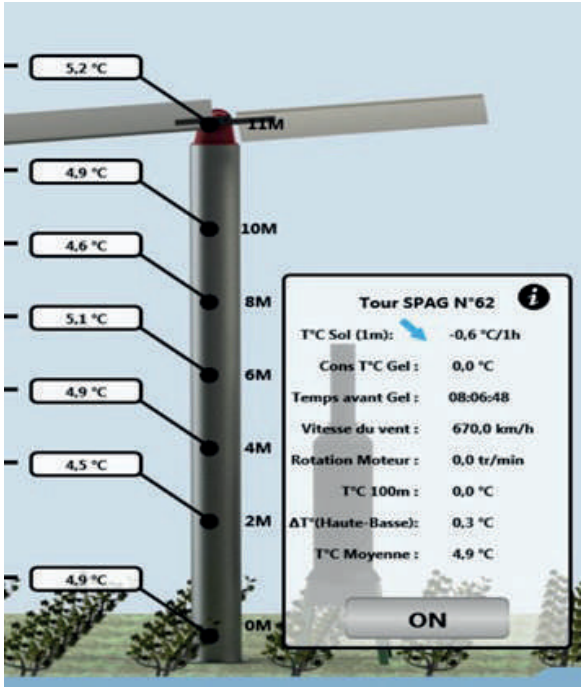
date 27-28/02/2023

		temp.mini mât °c	temp.maxi mat °c	évolution °c/h	gradient °c	vitesse vent km/h	irradiance max w/m²	irradiance moy. w/m²	durée	irradiance cumul w/m² j	temp.mini plante°c	temp.maxi plante °c	evolution °c/h	temp.mini sol °c	temp.maxi sol °c	evolution °c/h
jour	8h à 12h	-1,5	8	2,8	1	5 à 20	60	30	4	120	0	10	2,5	1	2	0,25
	12h à 16h	7,5	8	0	0,5	15	75	45	4	180	10	14	1	2	5	0,75
nuit	17h à 10h	2,5	7,5	2,5	2	15 à 20	20	10	1	10	14	2	3	5	3	1
	10h à 5h	-5,6	2,5	0,67	0,5	15 à 0	0	0	0	0	2	-4	0,66	3	1	0,18

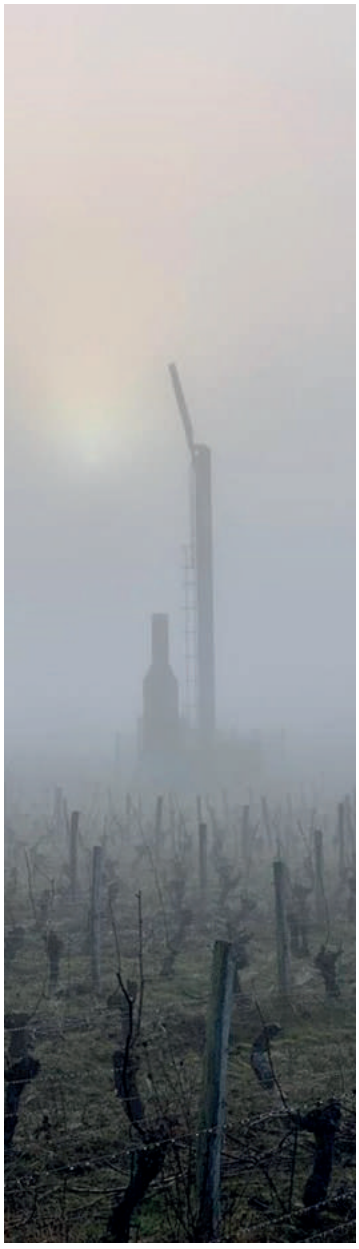
Tableau récapitulatif des évènements climatiques et des données climatiques instantanées et cumulées

DES LAMES D'AIR TRANSVERSALES ALÉATOIRES EN HAUTEUR

Attention, on voit parfois en hauteur des lames d'air froid se déplacer transversalement, en particulier dans certaines zones sensibles, ce qui se caractérise par un gel localisé.
Cela explique tout l'intérêt de mesurer la température de l'air à différentes hauteurs et dans différentes zones géographiques, sur les mâts des TAG, complété par des stations météorologiques déplaçables pour les zone sensibles (les vallons, les hauts de collines).
La connexion des TAG et des stations donne un degré de surveillance et une réactivité supplémentaire.



Gradient de températures d'air observé le 02/03/23 à 18h00 sur un mât de tour anti-gel ; ici on a un faible écart de température: 5,2°C -4,9°C soit 0,3°C



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

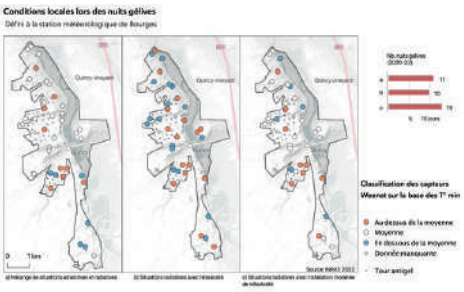
Plusieurs campagnes expérimentales ont pu être menées dès le printemps 2020, avec le déploiement d'un réseau de capteurs Gel dans le vignoble de Quincy. Le développement des 15 stations météo spécifiques pour le projet a mis plus de temps qu'initialement prévu, et elles n'ont pu être déployées qu'à partir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

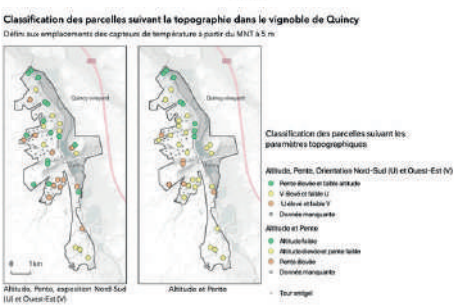
Un rover avec un mât de 10 mètres a également été développé pour capturer les variations verticales de la température et du vent au sein d'une parcelle.

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.

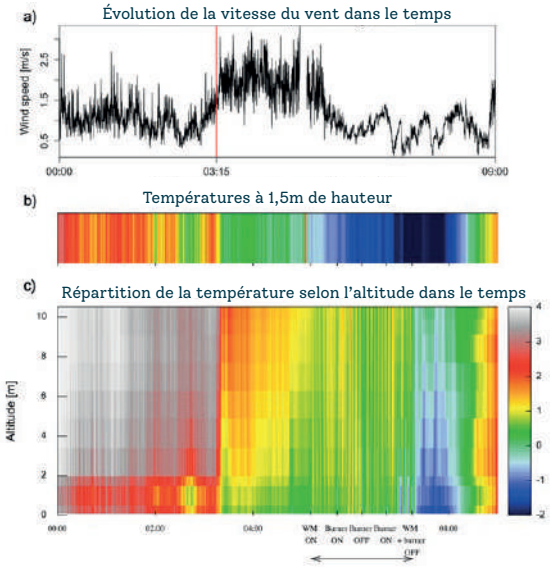
Pour ce faire, des techniques d'interpolation avancées prenant en compte des données supplémentaires, comme la topographie particulièrement bien résolue, ont commencé à être mises en œuvre mais sont encore au stade du test avec des premiers résultats encourageants et visuellement spectaculaires.

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 dûs 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 OPAALE 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 montré 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 comment 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.»



Résultats de mesures réalisées sur les tours antigels installées à Quincy durant le printemps 2022

Par Johan Carlier, Clara Le Cap, Philippe Georgeault et Dominique Heitz

Des expériences de terrain ont été menées durant le printemps 2022 sur les tours antigels (TAG) installées dans le vignoble de Quincy. Ces expériences avaient pour objectifs de caractériser leur souffle en termes de performances aérauliques et, en situation de gel, d'évaluer leur potentielle efficacité pour la protection contre le gel du bourgeon.
Des informations quantitatives sur le souffle de la TAG, essentielles à l'analyse de leurs performances, comme le flux de masse d'air et de quantité de mouvement, ont pu être obtenues. Aussi, un épisode gélif remarquable a été monitoré le 25 février 2022, permettant d'obtenir des informations sur l'efficacité de ce moyen de protection, associé ici à un brûleur. L'analyse de cet épisode, certes isolé (le vignoble de Quincy ayant été épargné par le gel durant la période de débourrement en 2022), montre que l'échange de chaleur au niveau du bourgeon avec l'air environnant est plus complexe qu'attendu, d'où une remise en question de notre façon de considérer les ressorts physiques de l'efficacité des TAG contre le gel du bourgeon.

VUE QUASI – 3D DU SOUFFLE ISSU D'UNE TAG

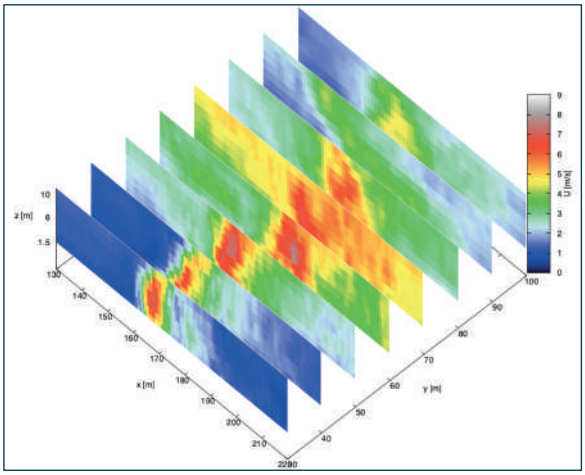


Figure 1 : Cartographies de la vitesse moyenne à différentes distances d'une des TAGs du parc de Quincy, dans un référentiel tournant avec la TAG.

La Figure 1 présente les cartographies de la vitesse moyenne mesurée à différentes distances d'une des TAG du parc de Quincy, dans un référentiel tournant avec la TAG (c'est-à-dire qu'un traitement des données a permis de figer la rotation de 4min30 de la TAG de sorte à faire ressortir la forme moyenne du jet).
Le premier « plan » de mesure se situe à une distance de 30 m de la TAG et le dernier à 100 m. Cette figure quasi-3D, construite à partir de nombreuses mesures ponctuelles (l'expérience a duré environ 10 heures), permet de visualiser le développement du souffle d'air issu de la TAG. Elle montre un souffle moyen relativement circulaire à 30 m, en expansion dans la direction de développement, en interaction avec le sol et qui perdure au-delà de 100 m.
A noter que, durant la mesure entre 50 m et 80 m de la TAG, le vent s'est levé (le niveau de vitesse passe du bleu au vert autour du jet) affectant le développement du souffle (niveau de vitesse rouge) et illustrant une analyse rendue en général difficile de par des conditions expérimentales changeantes, notamment sur des durées d'expérience de terrain longues.

CARACTÉRISTIQUES INITIALES DU SOUFFLE ISSU D'UNE TAG ET IMPLICATIONS

Dans le SICTAG'MAG 3, nous avons vu que le souffle de la TAG est un jet rond qui se caractérise par son flux de masse initiale (son débit massique, en [kg/s]) et son flux de quantité de mouvement initiale (sa poussée aérodynamique, en [Newton]). Le Tableau 1 donne ces caractéristiques aérauliques pour différents modèles de TAG équipant le parc de Quincy.
Ces caractéristiques ont été déduites de mesures de terrain et de traitements informatiques dédiés relativement complexes, dont un exemple est montré Figure 2, mais que nous ne détaillerons pas ici.
Ce tableau reprend également quelques données « constructeur » pour les caractéristiques géométriques des TAG correspondantes, avec le nombre de pales et le diamètre du disque balayé par ces pales.

Le débit volumique donne le flux d'air chaud apporté par une TAG sur la parcelle environnante pour préserver le bourgeon du gel.
Il est ainsi de l'ordre de 300 m^3/s , ce qui représente un volume d'air soufflé par une TAG d'environ 80000 m^3 pendant la durée d'une rotation de 4min30, soit un volume équivalent à un cylindre de 80 m de rayon sur 2 m de hauteur.

Paramètres	Modèle de TAG				
Nombre de Pâle	2	2	2	2	2
Envergure [m]	6.05	5.40	4.80	4.80	5.40
Débit volumique Q_0 [m^3/s]	370	290	310	300	310
Flux de qté de mvt pM_0 [newton]	3900	2600	3000	3000	3100
Vitesse caractéristique [m/s]	8.5	7.3	7.9	8.1	8.1
Diamètre caractéristique [m]	7.4	7.1	7.1	6.9	7

Tableau 1 : Caractéristiques géométriques et aérauliques de différents modèles de TAGs

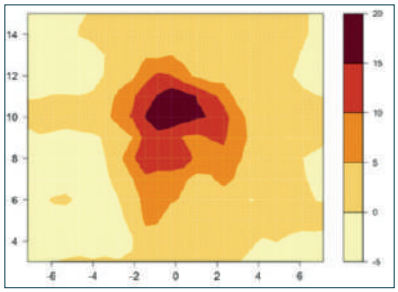


Figure 2 : Cartographie de la vitesse moyenne du souffle d'une TAG à une distance de 10m de celle-ci.
On retrouve une forme de jet relativement circulaire centrée à une hauteur d'environ 10m du sol, et de rayon d'environ 4m

Dans le cas d'une nuit radiative, l'air plus chaud à 10m d'altitude est une réserve de calorie importante. En effet, la puissance calorifique qu'il aurait été nécessaire pour élever 1°C un tel débit d'air de 300 m^3/s est de P = 360 kW, déduit de la formule :

$$P = \rho \cdot Q \cdot Cp \cdot \Delta T$$

avec :
- P, puissance de chauffage en Watt;
- ρ, Masse volumique en kg/m^3 ;
- Cp, chaleur spécifique en J/kg/K ;
- Q, débit volumique en m^3/s ;
- ΔT, écart de température en K ou °C.

A titre de comparaison, un litre de fioul (utilisé comme carburant pour certaines TAG ou certains brûleurs, avec des consommations de l'ordre de quelques dizaines de litres par heure) correspond à 10.4 kWh.

Le flux de quantité de mouvement est issu de la transformation par l'hélice du couple-moteur en poussée aérodynamique.
La relation couple – poussée peut s'écrire simplement avec :

$$\text{Poussée (le flux de qté de mvt } M_0\text{!)} = \eta \frac{2\pi}{\text{pas}} \text{Couple}$$

où Pas est le pas de l'hélice (distance théorique parcourue par l'hélice en 1 tour, ou par analogie, la distance parcourue par une écrou en 1 tour de clé) et η le rendement.

A titre d'exemple, le couple moteur entrainant les pales des TAG à Quincy est typiquement d'environ 800 Newton.m.
En considérant un flux de quantité de mouvement
M_0 = 3000 Newton (valeur mesurée et reportée Tableau 1)

et un rendement de 1, on obtient un Pas d'environ 1.6m. Le débit volumique peut être grossièrement estimé avec le produit du Pas (~1.6m), de la surface balayée par les pales (~3m) et de la fréquence de leur rotation (~10tours/seconde), ce qui donne une estimation de $450m^3/s$, pouvant se rapprocher des $300m^3/s$ en ajustant la valeur du rendement.

Il est donc primordial de disposer d'informations sur la motorisation et sur les pales car celles-ci permettent par de simples calculs d'avoir une idée globale des performances aérodynamiques d'une TAG.

Les flux de masse et de quantité de mouvement initiaux permettent en outre de déduire une vitesse et un diamètre caractéristiques des conditions initiales facilitant la comparaison des performances aérauliques des TAG entre-elles.

En supposant un soufflage uniforme de vitesse à travers un disque de rayon générant un flux de masse et de quantité de mouvement initiaux identiques,
on obtient :

$$\{Q_0 = \pi u_0 R^2_0 \quad M_0 = \pi u^2_0 R^2_0$$

Ces caractéristiques aérauliques sont données dans le Tableau 1. Les vitesses et diamètres caractéristiques de soufflage sont respectivement d'environ 8 et de 7 , avec des valeurs relativement homogènes entre les TAG de Quincy, signifiant des performances relativement équivalentes pour des
modèles de TAG assez similaires.

SUIVI D'UNE PARCELLE PROTÉGÉE PAR UNE TAG ET UN BRULEUR LORS D'UNE NUIT DE GEL RADIATIF

Une nuit de gel radiatif typique a eu lieu dans le vignoble de Quincy, du 25 au 26 février. Cet épisode gélif n'a pas eu de conséquence sur la récolte car hors période de débourrement. La Figure 3 montre l'évolution de la température à hauteur de vigne à une distance de 40m de la TAG. Pour cet essai, la TAG a fonctionné en continu de 5h11 à 7h15 du matin et le brûleur a été allumé par 2 fois pendant 30 min. Les périodes où seule la TAG a été sollicitée sont grisées et les périodes où la TAG et le brûleur ont été utilisés simultanément sont jaunies.

La température au niveau du bourgeon (en vert) est comprise entre la température de la station météo de référence hors de portée de la TAG (en rouge) et la température mesurée à l'extrémité du mât de 10m proche de la température de soufflage de la TAG (en bleu).
Les différents pics de température mesurée au niveau des bourgeons sur la courbe verte correspondent au passage périodique du souffle de la TAG.
Après le passage de chaque rafale d'air chaud prélevé au-dessus de la couche d'inversion, la restratification réapparaît rapidement, en un temps inférieur à la période de rotation du ventilateur de 4min30, mais la température mesurée au niveau du bourgeon ne redescend pas à la température mesurée par la station météo de référence.
A noter qu'après l'arrêt de la tour antigel et du chauffage, à 7h15 du matin, on constate une inertie très faible de la protection, quelques minutes tout au plus.

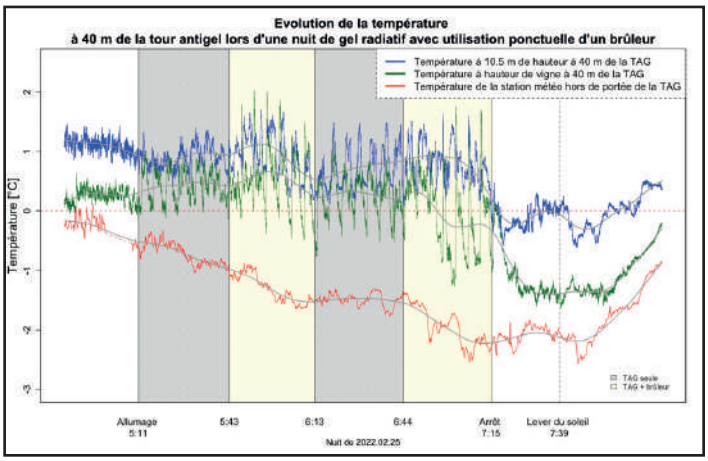


Figure 3 : Evolution de la température à hauteur de vigne à une distance de 40m de la tour antigel.
La TAG a fonctionné en continu de 5h11 à 7h15 du matin et le bruleur a été allumé par 2 fois pendant 30mn. Les périodes où seule la TAG a été sollicitée sont identifiables en gris.
Les périodes où la TAG et le bruleur ont été utilisés simultanément sont visibles en jaune clair.

L'effet du chauffage est perceptible sur la température, avec des valeurs mesurées qui semblent parfois plus élevées. Toutefois, cette représentation « en temps » ne permet pas de façon nette de dissocier la part de la TAG et du brûleur dans le réchauffement, très fluctuant, de l'environnement autour de la TAG pour cette situation de gel radiatif.

La Figure 4 propose une représentation différente de ces mêmes données, sous forme de distributions de température avant le démarrage de la TAG, pendant les 4 périodes consécutives de 30 min (TAG seule, TAG+bruleur, TAG seule, TAG+brûleur), et après l'arrêt de la TAG. Chaque distribution représente le nombre de valeurs de températures mesurée dans des petits intervalles de température compris entre -2°C et 2°C .

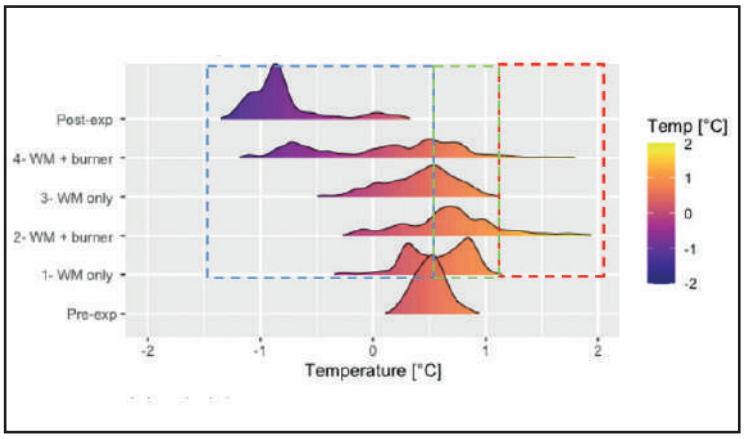


Figure 4 : Distributions de température avant l'expérience et pendant les 4 périodes consécutives de 30mn (TAG seule=WM only, TAG+bruleur=WM+burner)

On peut ainsi constater sur cette figure que :

- Avant démarrage, les mesures de température ne sont pas très étalées et sont centrées sur une valeur de 0,5°C . Il ne gèle pas encore et la stratification n'est pas encore établie.
- Pendant le fonctionnement, on peut identifier différentes plages de température que l'on peut associer :
  - Encadré en vert : aux mesures de température de particules d'air provenant directement de la TAG, car à une température proche de celle mesurée à 10 m d'altitude.
  - Encadrée en rouge : aux mesures de température de particules d'air plus chaudes et donc manifestement issues du brûleur. A noter que le nombre de ces mesures est petit, suggérant une contribution possiblement limitée au réchauffement total.
  - Encadré en bleu : aux mesures de température de particules d'air refroidies par conduction avec le sol gelé, et que le mélange turbulent avec l'air issu de la TAG réussi difficilement à maintenir hors gel. D'ailleurs, pendant la dernière période de 30min (notée 4 sur la figure), TAG et bruleur ne suffisent pas à contrer la « puissance » de refroidissement de l'air par le sol, d'où l'apparition d'un mode relatif à des particules d'air proche de -1°C, en plus du mode relatif au chauffage à 0,5°C et apparaissant probablement uniquement pendant le passage de la rafale.
- Après l'arrêt, les températures mesurées se rassemblent autour de -1°C, même s'il subsiste encore une trace de la protection avec quelques rares valeurs positives.

CONSIDÉRATIONS SUR LE TRANSFERT THERMIQUE

Les expériences montrent qu'une TAG génère de l'agitation, des turbulences, dans l'ambiance qui l'environne. Localement, cette agitation n'est pas maintenue à un niveau constant, mais est fortement marquée par la succession périodique de rafales courtes, rapides et chaudes. Or, le transfert thermique est proportionnel à la différence de température entre le bourgeon et l'air :

$$\Phi = C \cdot S \cdot \Delta T$$

avec :
- C le coefficient de transfert thermique en Wm-2K-1 ;
- S, la surface d'échange en m2 ;
- ΔT, l'écart de température en K ou °C.

La conséquence est un transfert thermique au niveau du bourgeon plus fluctuant qu'attendu lorsqu'une TAG est en fonctionnement, avec possiblement un réchauffement important du bourgeon lors du souffle court (de l'ordre de 20 secondes par rapport au 4min30 de récurrence), chaud et direct de la rafale sur celui-ci.

A ce stade, une étude complémentaire sur la résistivité au gel du bourgeon en phase de débourrement apparaît nécessaire, notamment lorsque la vitesse et la température de l'air qui l'environne ne sont pas stationnaires, avec de possibles implications sur le fonctionnement des TAG pour une meilleure efficacité.

DES MESURES COMPLÉMENTAIRES DURANT LE PRINTEMPS 2023

Cette campagne de mesure est motivée par le besoin d'observer des épisodes gélifs supplémentaires pour conforter l'analyse de l'épisode isolé du 25 février 2022. Elle permettra en outre d'étendre notre compréhension sur le fonctionnement des TAG en mesurant l'effet de la synergie entre les tours et l'hygrométrie.



Les temps fort du projet Sictag en 2022

Deux journées techniques et d'échanges organisées, conception et mise en route du projet SonoTAG, amorce de la réflexion sur la suite du projet, ...l'année 2022 fut dense !

Par Jean-François Méré

LES JOURNÉES TECHNIQUES

Le 20 et 21 juillet, respectivement à Brinay (à côté de Quincy) puis à Amboise, les résultats des travaux réalisés au printemps ont pu être exposés, tels qu'ils sont résumés dans les articles du présent numéro.

A Brinay, un déplacement (à pied) sur la parcelle du pressoir a permis de visualiser sur place les résultats exposés le matin en salle par Scanopy
(voir article du Mag 3 page 7).

La journée du 21 s'est déroulée au lycée viticole et a été organisée en partenariat avec le VinOpôle.
La matinée, un déplacement de l'équipe a permis de voir les premières TAG 5 pâles néo-zélandaises implantées en Centre-Val de Loire à Vouvray
(Cuma de La Chancéenne).



VOUVRAY, LE 21 JUILLET



AMBOISE, LE 21 JUILLET

INTERVENTIONS HORS RÉGION

En février 2023, Anthony Chambrin (FRCUMA) et Guillaume Delanoue (IFV) ont été invités à présenter les résultats du projet par la Chambre d'Agriculture de Gironde lors d'une journée consacrée au gel.

Les échanges avec les pays de Loire se sont poursuivis et une intervention a également eu lieu en Bourgogne, ainsi que par visioconférence avec la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.



INTERVENTION EN GIRONDE



INTERVENTION À VOUVRAY
LE 29 AOUT

PROCHAINES JOURNÉES TECHNIQUES

SAVE THE DATE

La date retenue pour le bilan de clôture du projet Sictag est le **16 novembre**, notez là !

(le lieu et les modalités seront communiqués ultérieurement sur le site www.sictag.fr)

Spécial CUMA

Actimat

FRAIS DE DOSSIERS[1]
OFFERTS
UN TAUX FIXE[2]
PRIVILÉGIÉ
SUR TOUS MATÉRIELS
NEUFS OU D'OCCASION

Retrouvez les infos Viticulture et actualités de la filière sur le site Agri Mutuel en flashant ce code.



Le Crédit Mutuel accompagne les CUMA dans le développement de leur activité

Dans un contexte économique où l'accroissement de la compétitivité est devenue fondamental, l'optimisation de ses investissements par une mise en commun est une solution. La CUMA offre, à ce titre, un cadre juridique intéressant pour pérenniser et optimiser le travail d'équipe. Sensible à vos besoins, le Crédit Mutuel, banque coopérative née par et pour le milieu agricole, a développé une offre pour vous accompagner dans tous vos projets.

VOUS ACCOMPAGNER DANS LA GESTION AU QUOTIDIEN

Pour simplifier et optimiser la gestion des comptes de votre CUMA, optez pour l'Eurocompte Agri, un contrat unique comprenant l'ensemble des services nécessaires :

- compte courant avec chéquier et relevé de compte mensuel,
- frais de gestion forfaitisés,
- accès banque à distance et assurance des moyens de paiement,
- abonnement à la revue AgriMutuel ou VitiMutuel,
- réduction sur de nombreux services complémentaires.

VOUS AIDER AU FINANCEMENT DU MATÉRIEL

Avec le Crédit Mutuel financez[2] votre matériel agricole directement chez votre concessionnaire et bénéficiez de conditions négociées avec de nombreux constructeurs.

Recommandez le Crédit Mutuel auprès des adhérents de votre CUMA[3]

Faites bénéficier un adhérent de votre CUMA des nos offres spécifiques et notre accompagnement au quotidien.

Crédit Mutuel

(1) Actimat est une offre de financement de Crédit Mutuel Bail pour votre matériel agricole ou viticole, proposée directement par votre concessionnaire habituel. Sous réserve d'acceptation de votre dossier, dans la limite de 60 € de frais de dossier valable sur le premier financement. (2) Sous réserve d'acceptation du prêt par votre caisse de Crédit Mutuel. (3) Offres soumises à conditions réservées aux adhérents de CUMA pour toute première entrée en relation d'un nouveau client Crédit Mutuel dans les caisses de Crédit Mutuel participant à l'opération.





CUMA DES VIGNOBLES

Bureau du syndicat viticole
18120 Quincy

Luc TABORDET,
Président

Jean TATIN,
Secrétaire

Vincent NIVET,
Trésorier




FRCUMA

1 avenue de Vendôme
41013 Blois Cedex

frcuma.cvl@Cuma.fr
www.centre-valdeloire.Cuma.fr

Jean-François MÉRÉ,
Directeur

Anthony CHAMBRIN,
Chargé de développement des Cuma viticoles







INRAE

17 avenue de Cucillé
CS 64427, 35044 Rennes Cedex

johan.carlier@irstea.fr
www.irstea.fr

Dominique HEITZ,
Responsable équipe ACTA

Johan CARLIER,
Ingénieur de Recherche

Philippe GEORGEAULT,
Ingénieur d'Etude

Laurence WALLIAN,
Ingénieur d'Etude

Christophe COLLEWET,
Ingénieur d'Etude




WEATHER MEASURES

10 allée Evariste Galois
63000 Clermont-Ferrand

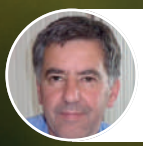
emmanuel.buisson@
weather-measures.com
www.weather-measures.fr

Emmanuel BUISSON,
Président

Clara LE CAP,
Doctorante

PEI SICTAG

Ensemble pour innover !




DALKIA FROID SOLUTIONS

rue Fabien Cesbron
CS 10017 - Saint-Sylvain d'Anjou
49484 VERRIÈRES-EN-ANJOU

christian.rabin@
dalkiafroidsolutions.com
www.dalkiafroidsolutions.com

Christian RABIN,
Directeur Applications Spéciales

Thierry CHERBONNIER,
Automaticien




SCANOPY

3 place de la Mairie
18120 QUINCY

contact@scanopy.fr
www.scanopy.fr

François GALLET, Président

Pierre-Christophe MESNIL,
Directeur technique



IFV

L'espiguette 30240
Le Grau du Roi

Guillaume.DELANOUE@
vignevin.com
www.vignevin.com

Guillaume DELANOUE,
Ingénieur viticulture



VEGEPOLYS VALLEY

AGENCE CLERMONT-FERRAND
Biopôle Clermont Limagne
5 rue Emile Duclaux
63360 SAINT BEAUZIRE

aurelien.lepennetier@vegepolys.eu

Aurélien LEPENNETIER,
Responsable Agence
Centre-Val de Loire
Auvergne-Rhône-Alpes



CNRS

Laboratoire UMR 6554 LEGT
Unviversité Rennes 2
Place Henri le Moal
35043 Rennes

herve.quenol@univ-rennes2.fr

Hervé QUÉNOL,
Directeur de recherche



VINOPOLE

509 Avenue de Chanteloup
37400 Amboise

laurence.guerin@vignevin.com
vinopole-cvdl.com

Melissa MERDY,
directrice

02 48 75 00 93 Vierzon / Conception graphique
ACCESS PRINT

PEI SICTAG