

LEVIERS D'ADAPTATION



CLIMATVEG

VITICULTURE





Introduction

Le projet CLIMATVEG porte sur la transition et la durabilité des systèmes de production végétale face au changement climatique. Dans ce cadre, une action viticulture a été menée, coordonnée par la Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire, l'Unité Mixte de Recherche LETG et l'IFV.

Ce document permet de synthétiser les travaux menés pendant près de 3 années et de souligner l'implication des vignerons et vigneronnes du territoire aux profils météorologiques parfois diamétralement opposés !

Rappelons que cette action du projet ClimatVeg vise à évaluer des leviers d'adaptation au changement climatique en viticulture ligérienne. Les cépages, dont nous héritons des générations nous précédant, font l'objet de toute notre implication à les conserver dans notre nouvelle réalité de production (gel, échaudage, maturité explosive ou lente). Au fil des 3 années, ces leviers ont été testés et validés pour créer un livrable technique directement utilisable par les vignerons des Pays de la Loire, mais aussi des vignobles septentrionaux qui rencontrent les mêmes difficultés.

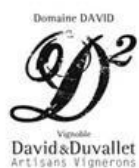
Ambitieux, novateur, composé de focus techniques synthétiques, de liens bibliographiques, de vidéos et de QR codes, ce livrable est construit en 4 chapitres techniques. Les aspects économiques, dans un contexte commercial fluctuant, seront aussi abordés dans un encadré pour chaque levier.

Nous devons saluer et féliciter l'implication de ces vignerons qui, très vite, ont pris conscience du poids et de l'enjeu climatique pour notre filière. La vigne, sentinelle du changement, ne triche pas quand ses stades phénologiques se précipitent, quand elle subit entre 7 à 11 matinées de gel post-débourrement... Sans ces vignerons courageux et animés par la nécessité d'avancer et de s'adapter tout en atténuant leur impact environnemental, ce document n'existerait pas.

Pour conclure et ouvrir simultanément d'autres horizons, vous trouverez des liens vers des sites d'informations complémentaires et une liste de personnes ressources sur le thème. De quoi satisfaire la curiosité, cette énergie qui nous permet d'aller plus loin dans la réflexion et dans la compréhension de cette belle liane vinifera.

Bonne lecture à toutes et à tous !

Merci aux Régions Pays de la Loire et Bretagne pour le financement de CLIMATVEG et aux vignerons et partenaires du projet :





Chapitres

Chapitre 1 :
Limiter l'impact du gel

Chapitre 2 :
Stress hydrique / thermique

Chapitre 3 :
Agroforesterie

Chapitre 4 :
Cartographies et modélisations



Liens utiles

[Changement climatique et viticulture dans le Layon](#)

[Changement climatique et viticulture dans le vignoble nantais](#)

[Evaluation de la sensibilité des modèles climatiques de DRIAS sur les régions Bretagne et Pays de la Loire](#)

[Représentations spatiales du potentiel de maturité des cépages Chardonnay et Chenin en régions Bretagne et Pays de la Loire \(1976-2100\)](#)

[Page CLIMATVEG](#)



LIMITER L'IMPACT DU GEL

- Taille tardive
- Fils infrarouges
- Gestion des couverts végétaux



FICHE TECHNIQUE : TAILLE TARDIVE

Depuis 30 ans, le débourrement du cépage Chenin blanc devient de plus en plus précoce, des phénomènes de faux printemps au mois de février ou mars lèvent la dormance des bourgeons. Déjà historiquement utilisée, la taille tardive est un levier d'adaptation qui fonctionne sur des aléas gélifs de début avril, mais elle atteint ses limites sur du gel arrivant fin avril à début mai.



TAILLE TARDIVE : DOMAINE PATRICK BAUDOUIN 2022

Identité du domaine viticole :

- Domaine Patrick Baudouin (15 ha)
- Chaudfond sur layon, Savennières, Saint-Aubin-de-Luigné (49) en viticulture biologique
- Production de vins secs de gardes et moelleux
- Objectif de rendement : 35 hl / ha
- UTH : 5,5 personnes

Origine de la pratique et cheminement du vigneron :

Le domaine est à 100 % en encépagement Chenin sur des terroirs précoces. La deuxième quinzaine de mars 2021 présentait des températures autour de 25°C pendant quelques jours. De nombreuses nuits de gel ont érodé le potentiel de rendement de l'année. Suite à des échanges avec des vignerons bourguignons, ils souhaitent tester la taille tardive en 2 fois.



Témoignage du chef de culture adjoint, Loïc MOY :

“En 2021, nous avons utilisé des bougies sur 2 hectares. C'est un travail très coûteux financièrement et surtout humainement. En 2022, nous avons mis en place la taille en 2 fois sur l'ensemble du domaine. En 2023 et 2024, nous avons séparé le vignoble en deux îlots suivant leur sensibilité au gel : taille "classique" sur les parcelles non-gélives puis taille en 2 fois. Pour 2025, nous sommes en réflexion sur la poursuite du process. L'efficacité de la taille tardive dépend des années où l'acrotonie est marquée, ça fonctionne bien. Il faut garder en tête que le ratio bénéfice/risque n'est pas toujours au rendez-vous.”



Témoignage du technicien

“Ravaz en 1912 réalisait des essais. Plus récemment, Silvestroni et al. (2018), Palliotti et al. (2017) et Buesa et al. (2020) ont montré des décalages de débourrement jusqu'à 7 jours, mais, dans ces modalités, les pertes de rendement peuvent varier de -10 à -48 % pour une taille à 4 feuilles étalées. Nous préconisons de ne pas tailler après le stade “1 feuille étalée” en bout de sarment. Attention, sur des jeunes vignes n'ayant pas encore leur stock de réserves “adulte”, cela pourrait les épuiser en cas de taille tardive tous les ans. Concernant l'organisation, il faut être en capacité de terminer la taille avant ce stade, au risque de perte en rendement.”

Description de l'expérimentation :

- **Taille hivernale** : le 15 février 2022
- **Taille en 2 fois** : un passage le 14 mars pour conserver les 3 sarments d'intérêt sans les raccourcir, puis un second passage le 14 avril pour tailler les 2 coursons puis la baguette. Attachage sur le fil de la baguette.
- **Taille tardive** : le 14 avril, post débourrement



Typologie du gel du 4 avril 2022 :

Température sèche : **-4°C**
Stade moyen Chenin : **Coton/Éclatement**
Humidité relative : **90 %**
Absence de vent
Gel radiatif avec brise de pente
(parcelle en bas de coteaux)



Test statistique ANOVA : pas de différence significative

Dans le cadre de notre expérimentation et des caractéristiques du gel décrit ci-dessus, les pesées de vendanges furent réalisées.

A la suite d'un millésime 2022 marqué par une sécheresse de longue durée, nous n'observons pas de différences significatives entre les 3 modalités de date de taille.

Echelle SPAD Chenin blanc



Concernant un éventuel impact physiologique de la taille tardive, nous avons réalisé des mesures de SPAD : cet outil donne un indice proportionnel à l'intensité chlorophyllienne des feuilles, un marqueur de l'efficacité du métabolisme primaire de la vigne. Aucune différence significative n'apparaît entre la taille hivernale (28,8), la taille en 2 fois (31,2) et la taille tardive (31).



Analyses œnologiques (23 septembre 2022)

	Taille tardive (14/04)	Taille en 2 fois (14/03 + 14/04)	Taille hivernale (15/02)
Acidité totale (g/L) Titrimétrie potentiométrique manuelle	3.00	2.89	2.91
pH Potentiométrie	3.13	3.12	3.15
Acide malique (g/L) Dosage enzymatique automatique	1.45	1.45	1.34
Réfractomètre (% VOL) Réfractométrie	11.20	11.20	11.80
Azote assimilable (mg/L) Dosage enzymatique automatique	101.40	112.70	76.20
Indice de maturité (%)	63.47	65.88	68.93

110746 / Taille tardive TT RG 5 Conseil client : ammo: 42.8 amin: 58.6
110745 / Taille tardive TT RG 2 Conseil client : ammo: 49.3 amin: 63.4
110744 / Taille tardive TT RG 1 Conseil client : ammo: 23.8 amin: 52.4

Les différences concernant les paramètres œnologiques semblent peu impactées par la date de taille.

Néanmoins, une différence d'azote assimilable est notable à la défaveur de la taille hivernale, dans le cadre de notre expérimentation.

Ce qu'on retient

Taille tardive oui mais taille trop tardive non !

- Ne pas dépasser le stade "1 feuille étalée" en bout de sarment au risque d'épuiser les réserves du bois pour le millésime qui débute : les pertes de rendement sont réelles au-delà.
- Attention sur les jeunes vignes ou vignes à faible vigueur à ne pas systématiser ce levier au risque de les épuiser.
- Le pliage est délicat et le risque de casser les bourgeons est réel.
- Tailler en 2 fois implique un passage supplémentaire : voir ci-contre le focus Coûts.

Focus "Coûts"

Pour le deuxième passage de taille, nous avons estimé à **25-30 h/ha** en plus de la taille "classique". Ce nombre d'heures est cohérent avec des données en Bourgogne (CA 21).



Pour aller plus loin :



Late pruning of the vine | IVES Technical Reviews, vine and wine

In the current climatic context, with milder winters leading to earlier budburst in most wine regions, vines are exposed to the risk of spring frosts for a longer period. Depending on the year, frost can lead to yield...

 ives-technicalreviews.eu



FICHE TECHNIQUE : FILS INFRAROUGES

La lutte antigel par fils chauffants existe depuis les années 2000. Un câble électrique chauffant protège jusqu'à -4°C dans la limite de 4 feuilles étalées. Un raccordement sur le secteur nécessite un transformateur, sinon un groupe électrogène industriel est nécessaire.



Protection contre le gel : fils infrarouge

Identité de la structure

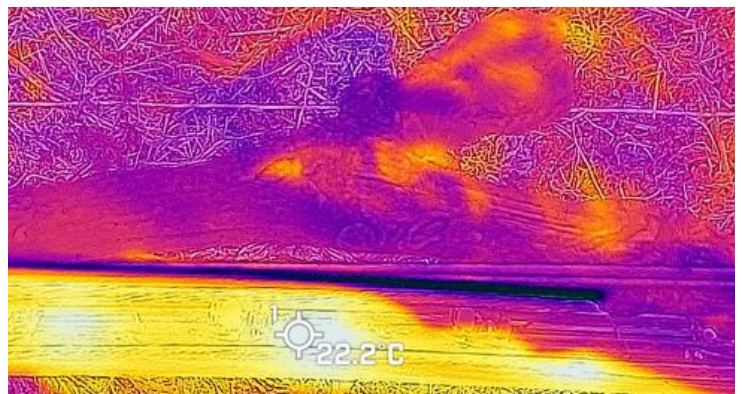
- Domaine Belargus (15 ha)
- Saint-Lambert-du-Lattay, Beaulieu, Quarts de Chaume, Savennières en viticulture biologique.
- Production de vins secs de garde et moelleux
- Objectif de rendement : 35 hl/ha
- UTH = 6,5 personnes

Origine de la pratique et cheminement

Dans le cadre de Climatveg, le domaine est allé voir une installation dans le muscadet.

Une phase de test a été faite en 2022 sur une parcelle sur l'AOP Quart de Chaume puis en 2023, le déploiement sur 7 ha pour le millésime 2023.

Concernant l'efficacité de la protection, nous avons suivi 2 parcelles de Chenin à débourrement précoce en 2023.



Témoignage du chef de culture, Thomas GARDAN :

“Ça prend du temps à installer en amont, mais la nuit du gel, c'est très rapide à allumer et c'est protégé. Un rétro-planning est nécessaire pour s'organiser en amont de la période de risque : travail du sol, taille, pliage, déroulage des fils et test, fixation aux crochets adéquats. La phase d'allumage est rapide, il faut allumer les groupes électrogènes avec possibilité d'allumage automatique (que l'on ne privilégie pas pour l'instant). Point de vigilance sur le délai de raccordement au réseau électrique qui est long et sur la capacité de stockage nécessaire : idéalement rangement sur rack.”



Témoignage du technicien

“L’approche de cette solution de lutte antigel est innovante. Nous sommes allés voir, début 2022, une installation en Loire-Atlantique. Après des mesures à la caméra thermique in situ, nous avons contacté des vignobles champenois l’ayant testée. Le domaine a installé une première parcelle que nous avons suivie, puis en 2024 sur près de 7 ha. L’aspect souple du fil permet de suivre les différentes hauteurs de bourgeons dans des vieilles vignes ou dans des tailles type “courtes baguettes”. L’aspect temporaire de la protection (pose et dépose) est chronophage, mais aucune méthode de protection gel ne présente pas d’inconvénient.”

Pourcentage de bourgeons gelés entre un témoin vs fils infrarouge 2023
AOP Quart de Chaume



Dans le cadre de notre expérimentation et de l’aléa gel décrit ci-dessus, l’efficacité de la méthode de protection est validée dès lors que la modalité protégée par un fil est en dessous de 20 % de bourgeons gelés, seuil de compensation moyen de la vigne après un gel. La caméra thermique montre que les LED chauffent seulement autour de 20-22°C et la conduction de chaleur se diffuse par les points de contact entre le fil chauffant et le sarment ou la baguette.



Typologie du gel du 5 avril 2023 :

Température sèche : **-3,7°C**

Stade moyen Chenin :

Éclatement à 1 feuille étalée

Humidité relative : **93,6 %**

Absence de vent

Gel radiatif avec brise de pente



Ce qu’on retient

Une méthode efficace d’après plusieurs essais mais :

- L’organisation du travail du sol et de fin de taille et pliage doivent être anticipés.
- Le stockage des bobines prend de la place.

L’installation et l’attachage nécessite de la main-d’œuvre.

Focus “Coûts”

Investissement :
19 000 €/ha

Montage/démontage/tes
t/raccordement = 80 h/ha



Pour aller
plus loin :



<https://www.vitisphere.com/actualite-96625-ceci-nest-pas-une-guirlande-de-noel-mais-une-solution-antigel-pour-les-vignes.html>



GESTION DES COUVERTS VÉGÉTAUX

La présence de couverts végétaux dans les vignes et leur mode de destruction peut impacter le risque de gel, voici une évaluation technique de cette interaction.



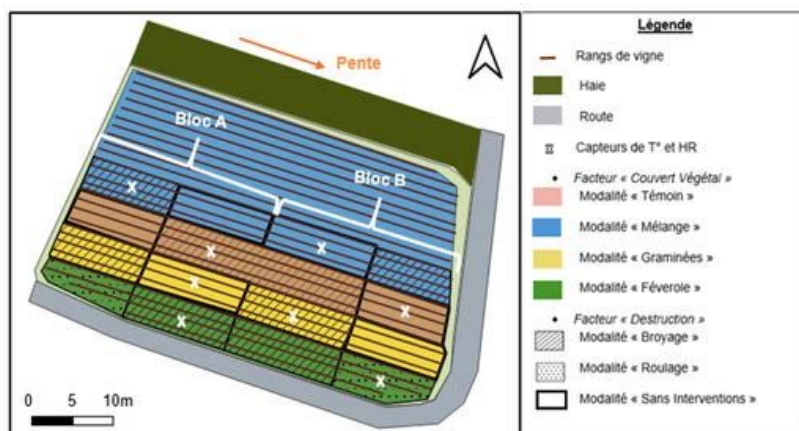
Protection contre le gel : Gestion des couverts végétaux

Identité de la structure

- Domaine du Paradis (20 ha)
- Chaudefonds sur layon en viticulture biologique
- Production de raisins de cuve en viticulture biologique, production de jus de raisin
- Objectif de rendement : 50 hl/ha
- UTH : 5 personnes

Origine de la pratique et cheminement

La problématique du gel récurrent en Anjou nous oblige à nous questionner sur la gestion des couverts végétaux en amont de la période de risque gel d'avril-mai. Marie Dubillot pratique depuis plusieurs années les couverts végétaux, qu'elle produit sur son domaine et veille à la qualité de ses sols. Nous avons voulu faire une modalité féverole, graminée et mélange avec des modes de destruction "roulage" et "broyage" ou sans intervention. Mais l'hiver-printemps 2023-2024 extrêmement arrosé nous a contraints à nous adapter dans l'évaluation du levier d'adaptation !



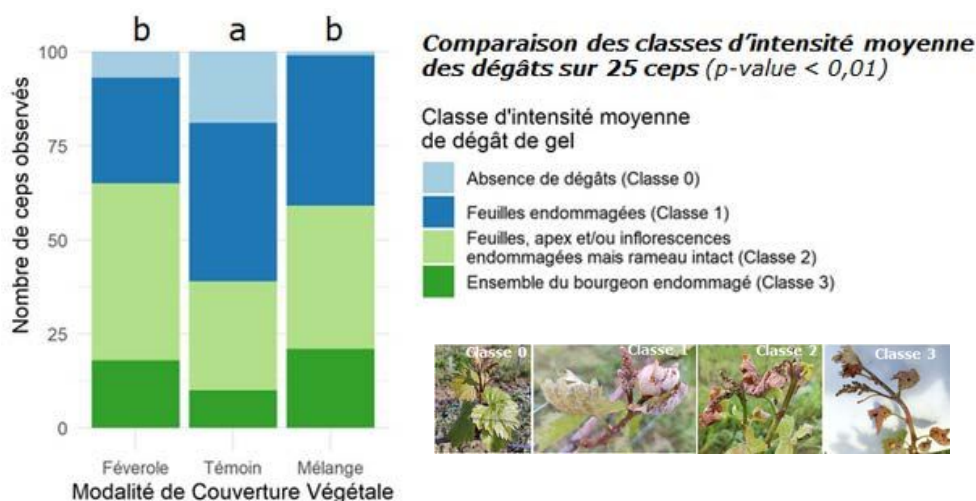
Témoignage de la vigneronne, Marie DUBILLOT :

“Les couverts végétaux sont mis en place depuis 2014, sous l'impulsion de la polyculture, les grandes cultures étant déjà avancées sur ce sujet avant la viti. Suite au gel 2021, j'ai observé que l'impact du gel était majoré dans nos parcelles comparées aux voisins conventionnels au couvert ras. Les points positifs sont la structuration et porosité du sol, nos semences sont autoproduites dans une démarche d'autonomisation. L'effet amendement organique génère moins d'à coup de fertilité, et plus de stabilité dans le temps. Il reste quelques points négatifs comme : un chantier supplémentaire (coût, temps, carburant), des dégâts de sangliers, l'impact gel, l'impact sécheresse en fonction du mode ou de la date de destruction. D'ailleurs, il peut être difficile à détruire si la sortie d'hiver est humide (comme en 2024).”



Dans quelle mesure le choix de la composition des engrais verts et leur mode de destruction impactent-ils le risque de gel dans le vignoble angevin en 2024 ?

Dans les conditions de l'hiver-printemps 2023-24, notre dispositif expérimental a été modifié en enlevant la modalité "graminées pures" s'étant peu développée à cause de l'engorgement en eau du sol. Le roulage n'a pu être fait que sur la modalité Féverole. Le schéma ci-contre présente la chronologie des modes de destruction et l'épisode de gel.



Typologie du gel du 23 avril 2024 :

Température sèche : - 2,7°C

Stade moyen Grolleau :

3/4 feuilles étalées

Humidité relative : 85 %

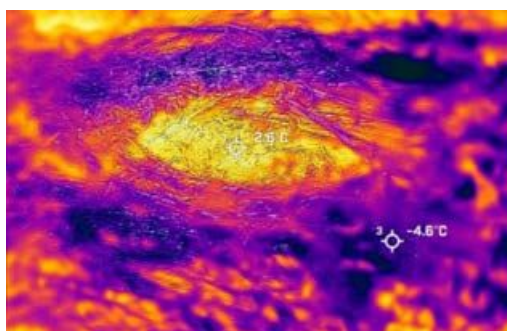
Absence de vent

Gel radiatif avec brise de pente

Attention à la date de destruction !

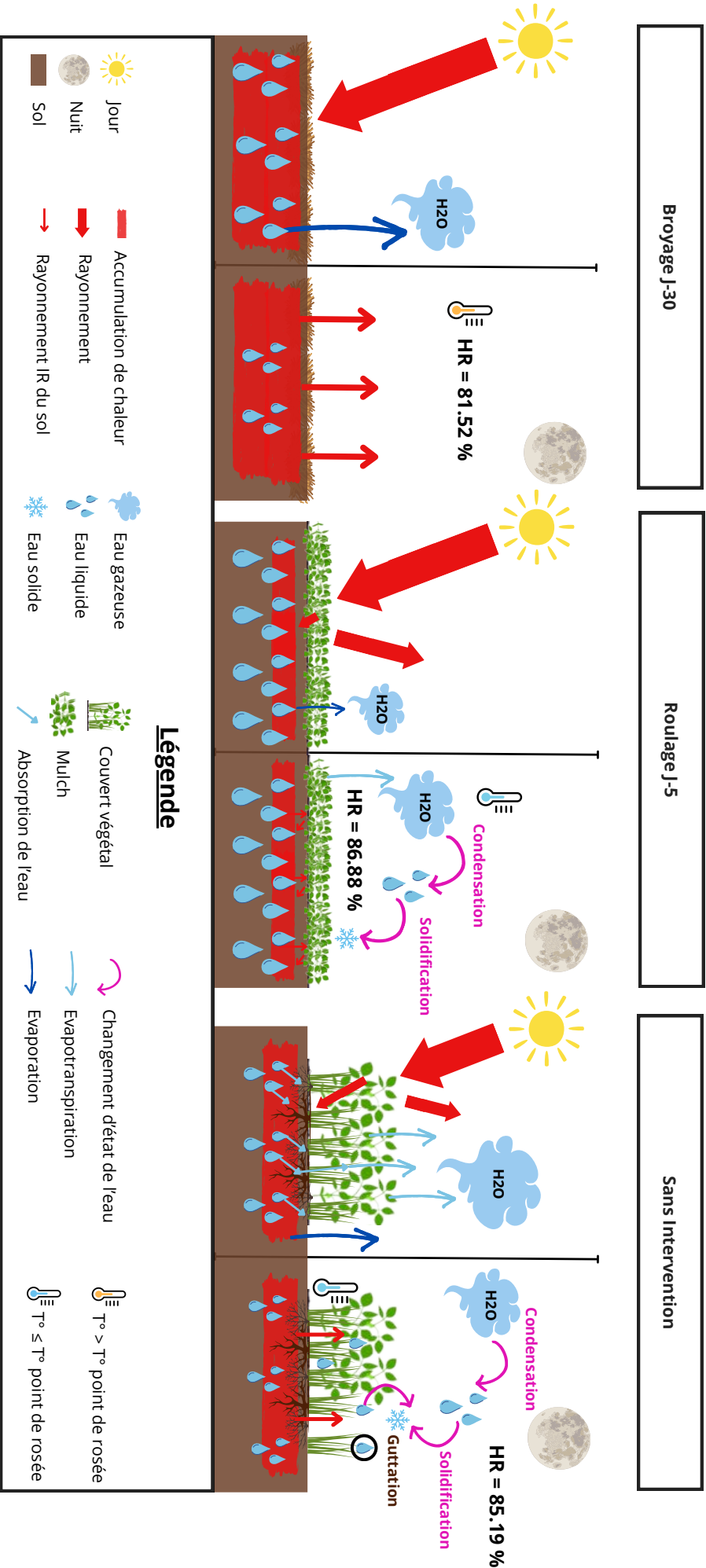
Détruire les couverts végétaux par roulage ou broyage réduit les dégâts de gel de printemps. Cependant, le roulage n'a pu être réalisé que cinq jours avant la date de gel (le 17/04/2024) ; là où le broyage avait eu lieu un mois plus tôt (le 25/03/2024).

Or, **en conditions humides**, comme c'était le cas cette année, il est conseillé de détruire les couverts végétaux au minimum sept jours avant un épisode de gel pour limiter l'augmentation de l'hygrométrie de la parcelle suite à un travail du sol (Projet SICTAG, 2023).



Photographie réalisée à la caméra thermique de la température à la surface du sol, dans la modalité « Féverole Roulée J-5 »

Schéma de comparaison des flux d'énergie thermique et hydrique des inter-rangs, en fonction de la modalité de destruction étudiée et du moment du jour ou de la nuit/matinée de gel radiatif (Bau et Chassaing, 2024)



Modalités	HR moyenne à 60 cm (en %)
Féverole Broyée J-30	80,2 %
Féverole Roulée J-5	86,9 %
Mélange Broyé J-30	78,0 %
Mélange Sans Intervention	85,5 %
Témoin Broyé J-30	84,5 %
Témoin Sans Intervention	85,0 %

Voici les résultats de l'humidité relative mesurée à 60 cm :

Les modalités ayant le moins d'humidité sont la féverole et le mélange broyé 30 jours avant le gel. Les modalités les plus humides sont la "féverole roulée" et "mélange et témoin sans intervention".

Faire son choix de couverts végétaux en fonction des caractéristiques de son vignoble et les détruire au bon moment :

Certes, l'implantation de couverts végétaux et leur destruction sont bénéfiques pour les qualités chimiques, physiques et biologiques des sols viticoles, mais leur choix et leur gestion doivent être réfléchis pour ne pas entraîner des pertes de rendement dues aux dégâts de gel.

Lors d'une nuit de gel, la présence d'engrais verts, plus denses et hauts qu'un enherbement naturel, limite en effet le réchauffement de l'air à proximité des ceps de vigne et du sol, entraînant des dégâts de gel plus importants et plus intenses.

C'est pourquoi, une destruction des couverts végétaux plusieurs jours avant un épisode gélif est recommandée pour limiter les risques sans que cette date ne soit trop proche de la date de prévision du gel, au risque d'augmenter la vulnérabilité des bourgeons au gel par relargage d'humidité et rétention des infrarouges du sol, par la biomasse du couvert.

Comme les épisodes de gel arrivent chaque année sans se ressembler, **les conclusions de cette expérimentation s'appliquent à du gel radiatif en condition humide.**

Le mode de destruction par broyage et enfouissement, aussi utilisé par de nombreux viticulteurs, devrait être étudié en plus des modalités déjà mises en place.

Ce qu'on retient

Mode de destruction : dans des parcelles gélives, le broyage des couverts et/ou enherbements mi-mars est préconisé.

Risque de gel : Plus forte intensité de dégâts dans modalité Couvert roulé et Couvert en place non détruit.

Focus "Coûts"

- Préparation lit de semence : 1 passage stell Air (1 h/ha)
- Semis (trémie montée sur stell Air) : 1 rang sur 2 (1 h/ha)
- Destruction : stell Air au printemps (1h/ha)
Consommation GNR 3-4 l/h avec le fendt vario

Basile Pauthier (CIVC)
Gel et couverts végétaux,
congrès AIC 2024 :



Bau et Chassaing (2025) : Étude de l'effet des couverts végétaux sur le risque de gel dans le vignoble de l'Anjou



Impact assessment of cover crops on the risk of frost in the Anjou vineyard | IVES Technical Reviews, vine and...
The increase in the frequency of spring frosts and the rising precocity of the phenological stages of the vine have been threatening the wine production in the Anjou vineyard for several years (Petitjean et al., 202...
ives-technicalreviews.eu



CLIMATVEG

STRESS HYDRIQUE / THERMIQUE

- Hauteur de tronc
- Réduction de haie foliaire
- Essais de porte-greffe



HAUTEUR DE TRONC

La hauteur du tronc est un levier utilisé de longue date, des mesures en condition de gel et de stress thermique renforcent l'intérêt de ce levier.



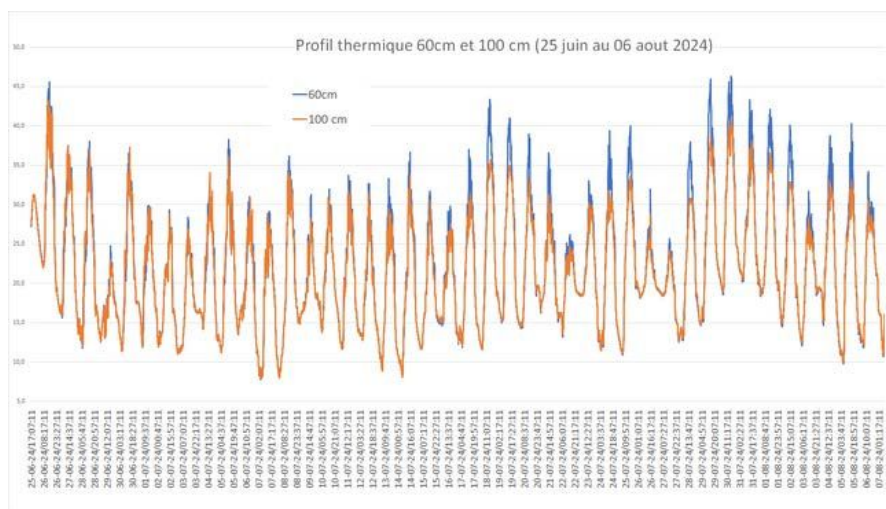
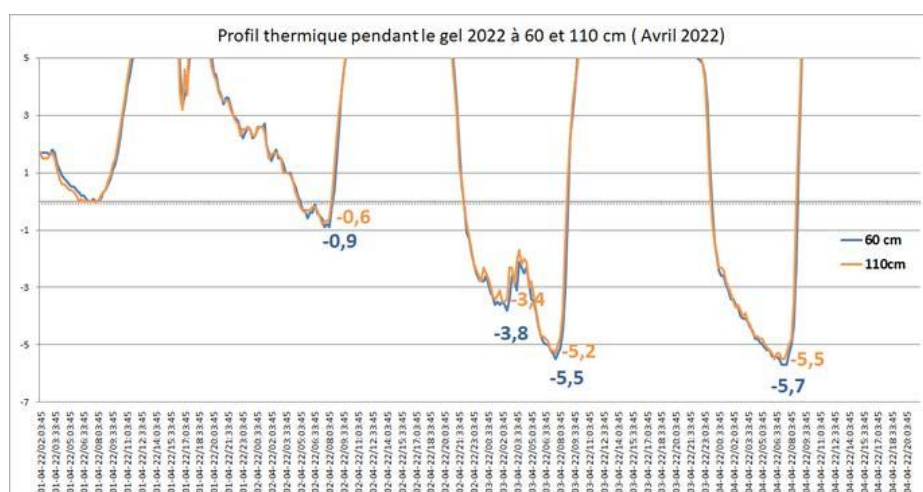
Gestion des extrêmes thermiques (gel et stress thermique)

Identité de la structure

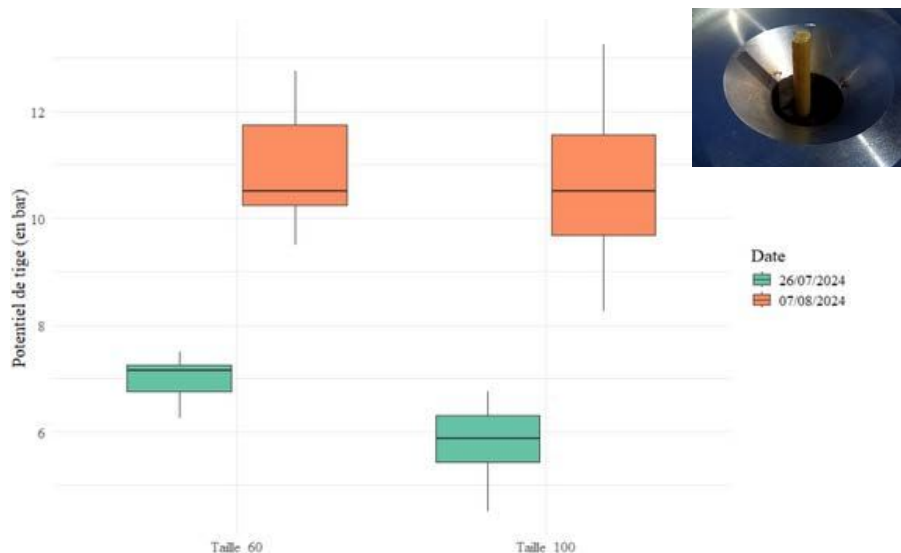
- Domaine du Paradis (20 ha)
- Chaudefonds sur Layon en viticulture biologique.
- Production de raisins de cuve en viticulture biologique, production de jus de raisin
- Objectif de rendement : 50 hl/ha
- UTH : 5 personnes

Origine de la pratique et cheminement

La problématique du gel récurrent en Anjou impose de dessiner l'architecture du végétal et donc la hauteur d'édification du cep de vigne dès 2022. La publication de De Resseguier et al (2023) a conforté nos attentes et les résultats dans la parcelle vont dans le même sens (voir p 17).



Pendant le gel de 2022, une différence entre + 0,2 et +0,4°C est enregistrée à hauteur de bourgeons à 110 cm, de plus qu'à 60 cm. En condition de **stress thermique** estival, des différences entre -2 à -4,9°C en 2023 et -1,9°C à -7,5°C en 2024 ont été mesurées dans la modalité à 110 cm. En éloignant la zone fructifère du rayonnement infrarouge du sol, les grappes se développent dans des températures moins extrêmes.



Durant le millésime 2024, nous avons mesuré le potentiel de tige entre des troncs à 60 et 100 cm.

Une différence à l'avantage des troncs à 100 cm est mesurée au 26 juillet, mais pas de différence au 7 août 2024.

Cela ne nous permet pas de conclure sur le lien entre statut hydrique et hauteur du tronc en l'état actuel de nos connaissances, notamment lors d'un millésime 2024 au régime hydrique très arrosé.

HAUTEUR DE TRONC

Domaine Belargus, parcelle d'expérimentation Zerzilles

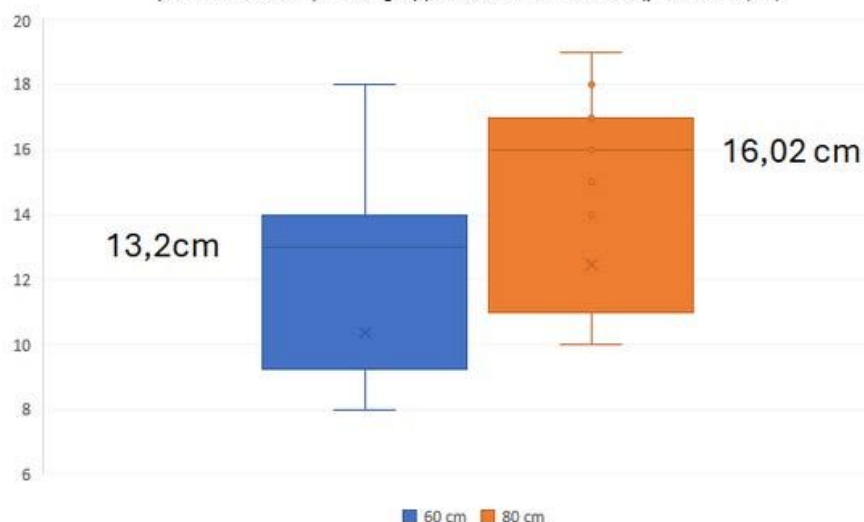


L'objectif de cette parcelle est de tester deux hauteurs de tronc (classique 60 cm et 80 cm) afin d'évaluer l'impact sur la longueur des grappes, leurs profils aromatiques et des paramètres œnologiques. Le suivi s'est réalisé sur 2 millésimes 2023 et 2024.

La cinétique d'accumulation de sucre était identique entre les modalités. Néanmoins, la longueur des grappes (+2,8 cm pour les troncs à 80 cm) a été la surprise de cet essai en 2024 :

Mesure de longueur des grappes :

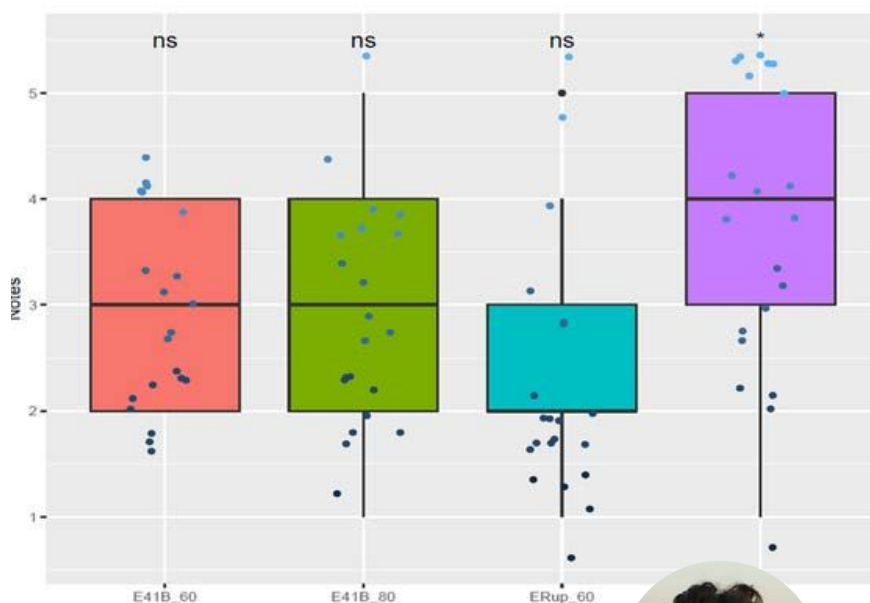
Longueur de la grappe en fonction de la hauteur du tronc (60 cm vs 80 cm) n= 52 grappes. ANOVA 1 facteur (p-value <0,05)



HAUTEUR DE TRONC



Dégustation de baies :



Témoignage de la responsable R&D domaine Belargus, Esther Levêque

“Nous avons choisi de réaliser des essais de hauteur de tronc à 60 cm, hauteur de base de comparaison (témoin) et une hauteur de tronc à 80 cm. Les essais, malgré deux années avec un contexte climatique particulier, ont permis de collecter des données précieuses concernant les effets de deux hauteurs sur la qualité de la récolte. Dès la première année, les deux modalités se distinguent avec une nette différence pour la hauteur de tronc à 80 cm et le porte greffe Rupestris. D’après l’ensemble des résultats obtenus, le rendement est meilleur avec des jus plus qualitatifs (meilleur niveau de maturité à la date de récolte). Les deux années successives fraîches indiquent déjà une tendance à suivre les années chaudes !”

Ce qu'on retient

Hauteur de tronc :

0,4°C en plus en cas de gel à 110 cm

Entre -3 et -5°C si coup de chaud à 110 cm

Allongement à confirmer de la longueur des grappes à 80 cm de 3 cm en 2024.

Focus “Coûts”

Tuteur fibre + clips 1 m en diamètre 8 mm = 0,4 €/pièce

Tuteur fibre + clips 1,5 m en diamètre 8 mm = 0,8 €/pièce

Pour 5 000 pieds/ha = + 2 000 €/ha



Pour aller
plus loin :



Characterisation of the vertical temperature gradient in the canopy reveals increased trunk height to be a...

Given the important role of temperature in vine development and grape composition, climate change has already impacted wine production. Adaptation strategies are needed in order to sustain the production of...

oeno-one.eu



REDUCTION HAIE FOLIAIRE

Baisser la haie foliaire pour ralentir durant les millésimes précoces, le chargement en sucre.



Gestion des extrêmes thermiques (cinétique de maturité)

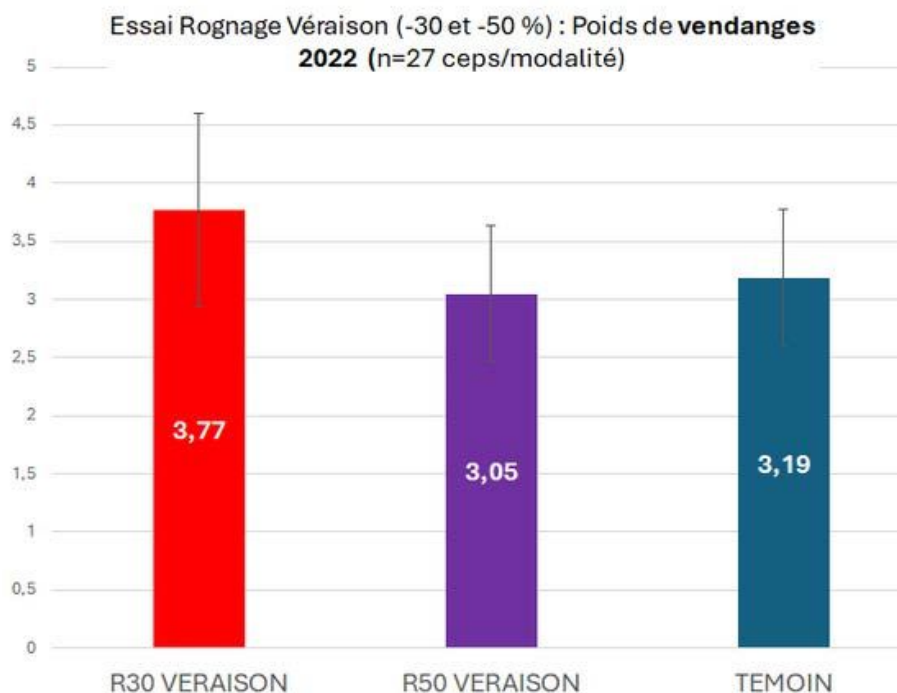
Identité de la structure

- Domaine de la Grange aux Belles (12,5 ha)
- Soulaire sur Aubance en viticulture biologique.
- Production de raisins de cuve en viticulture biologique,
- Objectif de rendement : 50 hl/ha
- UTH : 6 personnes



Origine de la pratique et cheminement

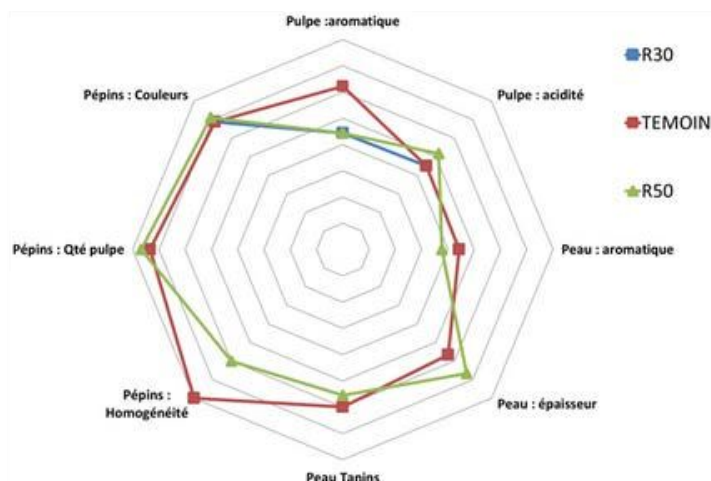
En Loire, les vins ont un profil fruits frais avec des équilibres nécessitant un maintien de l'acidité vis à vis des marchés. La fréquence de millésimes aux étés chauds impacte la composition des raisins comme 2017, 2019, 2020 ou 2022. Suite à des échanges avec Thibaut Verdenal d'Agroscope Changin en Suisse (voir la rubrique "pour aller plus loin" p.19), nous avons évalué ce levier sur Chenin en 2022 et 2023.



Baisser la haie foliaire n'impacte pas le rendement au stade fermeture de la grappe ou Véraison sur Chenin blanc :

En 2022, nous avons testé 3 modalités : un rognage de -30 % de la haie foliaire, un rognage de -50 % et une modalité témoin (140 cm de hauteur x 40 cm d'épaisseur). Suite à une ANOVA, nous n'avons pas d'impact sur le rendement par cep. En 2023, 3 modalités sont mises en place : un rognage de -30 % de la haie foliaire à Fermeture de la grappe et la même réduction de haie foliaire au stade "début Véraison". D'après le test de Kruskal-Wallis, il n'y a pas de différence significative de poids de vendange par ceps.

REDUCTION HAIE FOLIAIRE



Chenin	2022	2023
AT	+0,2	+0,18
AM	+0,55	+0,52
pH	+0,04	+0,03
TAVP	-0,8	-0,9

Réduire la haie foliaire peut maintenir sur Chenin +0,5 g/l d'acide malique. Cette gestion de la canopée réduit entre 0,8 et 0,9° le potentiel d'alcool. Néanmoins, nous n'avons pas vu de différence significative d'azote assimilable dans les moûts.

En 2022, nous avons fait des dégustations de baies à l'aveugle avec le jury de l'ATV49 entraîné à la dégustation de Chenin. Le prélèvement des baies dégustées fut réalisé au moment où le témoin avait atteint sa maturité aromatique. **Seul l'aromatique de la pulpe** présente une différence avec une maturité moindre des deux modalités "Rognage bas".

Les conclusions de cette expérimentation réalisée lors de millésimes à haut potentiel de maturité, ne sont pas à appliquer sur les millésimes tardifs ou frais. (exemple en 2024).



Témoignage du vigneron, Marc HOUTIN :

"Les résultats d'analyses œnologiques sur les modalités "rognage bas" sont très intéressants, quasi 1° d'alcool en moins, c'est significatif. Cette technique pourrait être facilement applicable sur le domaine. Maintenant, on va poursuivre encore 2 ans pour voir l'impact sur les vignes et faire une cuvée à part de ces raisins pour juger sur vin fini, histoire d'intégrer aussi d'éventuelles différences de profil aromatique et d'équilibre des vins."

Ce qu'on retient

- Le rognage à fermeture de la grappe ou véraison ne diminue pas le rendement sur Chenin/riparia.
- Les analyses œnologiques montrent une réduction de 0,8° d'alcool potentiel et +0,5 g/l d'acide malique.
- La baisse de la haie foliaire montre que seule l'aromatique de la pulpe est en retard vis-à-vis du témoin.

Focus "Coûts"

Passage de rogneuse supplémentaire : 0,8 h/ha



Pour aller plus loin :



Thibaut Verdenal : La gestion de la surface foliaire affecte la teneur en azote des raisins

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://live-technicalreviews.eu/article/view/4852/17245&ved=2ahUKewjgksvV7v6JAXWlckQEHSDGAYEQFn0ECBAQAQ&usg=AOvVaw3_cdpGZse3QblzHUIhCpaS

ESSAIS PORTE GREFFE

Comparaison 41B et Rupestris sur Chenin:

2024	TAVP(%)	AT (g/L)	pH	AM (g/L)	Azote (mg/L)	ATT (g/L)
41B	12,2	8,75	2,87	8	64,5	8,2
RUP	11,3	8,05	2,89	7	86,5	9
différence	0,9	0,7	-0,02	1	-22	-0,8

2023	TAVP(%)	T (g/L H2SO4)	pH	AM (g/L)	Azote ass (mg/L)	ATT (g/L)
41B	13,1	6,1	3,09	5,7	99	6,8
RUP	13,6	5,6	3,14	5,1	145	6,6
différence	-0,5	0,5	-0,05	0,6	-46	0,2

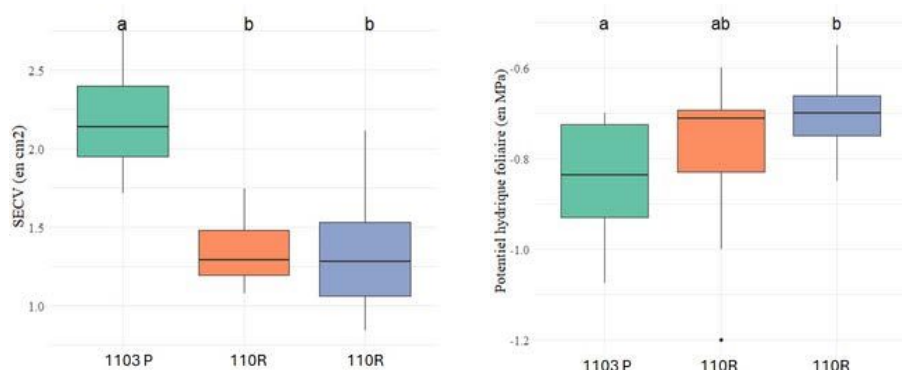
Le porte-greffe influence la composition du moût :

41B présente plus d'acidité totale (AT) et d'acide malique (AM), un pH plus bas, moins d'azote assimilable. Les baies sont plus petites.

Rupestris présente des baies plus grosses, et une concentration plus élevée en azote assimilable.

Une différence de potentiel tige a été mesurée mais sans changement de classe de stress hydrique en 2024.

Comparaison 1103P et 110R sur Chenin :



Ces mesures concernent une jeune vigne en 2e feuille :

Le **1103P** a une canopée deux fois plus développée que 110R au même âge. Le potentiel hydrique est donc plus bas que les 2 rangs de **110R** mesurés.

Peu de conclusion à tirer à ce stade de développement de cette jeune vigne en 2024 entre 110R et 1103P.

Ce qu'on retient

Des différences œnologiques et de taille de baies sont évaluées et mesurées sur 2 millésimes entre 41B et Rupestris.

Entre 1103P et 110R : le 1103P se développe plus rapidement que le 110 R. A suivre...

Focus "Coûts"

Pas de différence de coût entre porte-greffe.

Pour rappel vous devez commander 18 mois à l'avance vos assemblages auprès de votre pépiniériste.



Pour aller plus loin :



Santesteban et al., 2023. The role of rootstocks for grape growing adaptation to climate change. Meta-analysis of the research conducted in Spanish viticulture

<https://oeno-one.eu/article/view/7439/28754>



AGROFORESTERIE

- Biodiversité liée à l'agroforesterie



BIODIVERSITÉ ET AGROFORESTERIE

Favoriser la biodiversité des insectes en intégrant une haie arborée dans les vignes

Identité de la structure

- Domaine des deux moulins (74 ha)
- Juigné-sur-Loire en viticulture biologique
- Production de raisins de cuve en viticulture biologique
- Objectif de rendement : 60 hl/ha
- UTH : 12 personnes

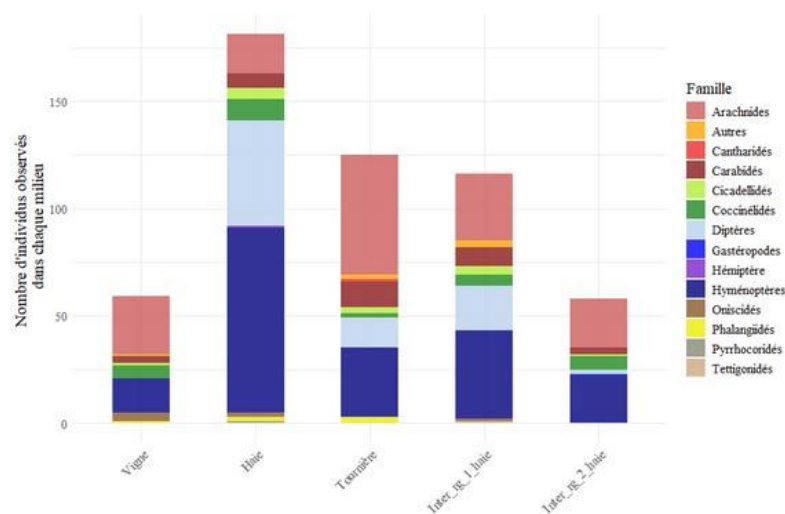
Cette parcelle de 0,8 ha est plantée en 4 cépages méridionaux (Sciaccarellu, Syrah, Tempranillo, Malbec). Entre ces 4 cépages, sont plantées 3 haies arborées composées de poiriers, de cerisiers, de pommiers, d'abricotiers et de petits fruits.

Plusieurs pièges sont disposés au sol pour piéger et estimer le nombre et les familles d'arthropodes au pied de la haie, dans la tournière, et aux milieux des inter-rangs de vignes.

Le graphique ci-contre présente les résultats et on observe un **gradient décroissant de la quantité d'arthropodes de la haie arborée jusqu'aux inter-rangs de vigne.**

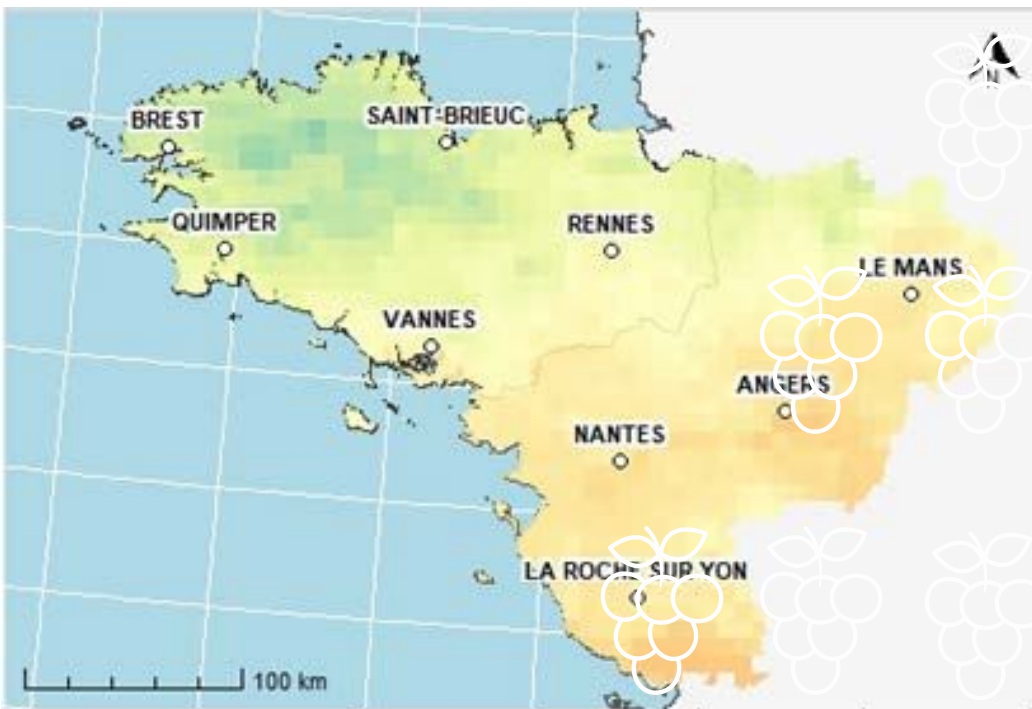
En termes de familles prédominantes, ce sont principalement des **hyménoptères, diptères, arachnides, carabidés et coccinellidés.**

Au regard de ces résultats, les haies arborées intra-parcellaires semblent favoriser la biodiversité en milieu viticole en conditions septentrionales.



Témoignage du vigneron, DANIEL MACAULT :

“En imaginant la parcelle en agroforesterie, nous voulions tester des cépages méridionaux et la plus-value d'intercaler des haies arborées entre les cépages. 5 ans plus tard, les mesures de biodiversité de la faune du sol sont très encourageantes et significatives. Ces résultats vont dans le bon sens, cela nous conforte sur nos choix passés, mais aussi futurs, car nous allons dupliquer ce schéma aux futures plantations du domaine.”



CLIMATVEG

CARTOGRAPHIES ET MODELISATIONS

- Spatialisation agro-climatique passée et future
- Modélisations des systèmes d'adaptation

SPATIALISATION DES INDICATEURS AGRO-CLIMATIQUES

Les données climatiques utilisées pour la spatialisation proviennent des projections climatiques régionalisées à 8 km (jeu DRIAS-2020 du portail Drias : <http://www.drias-climat.fr/>).



Ce travail a été réalisé en utilisant les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 de changement climatique correspondant à un réchauffement en France et en fin de siècle d'environ +2°C et +4°C respectivement par rapport à la période 1976-2005. Les données utilisées sont celles du modèle climatique CNRM-CM5/ALADIN63, modèle médian par rapport à l'ensemble des modèles en termes d'intensité de réchauffement et d'évolution des précipitations sur l'ensemble des deux régions (Bonnardot et al, 2023).

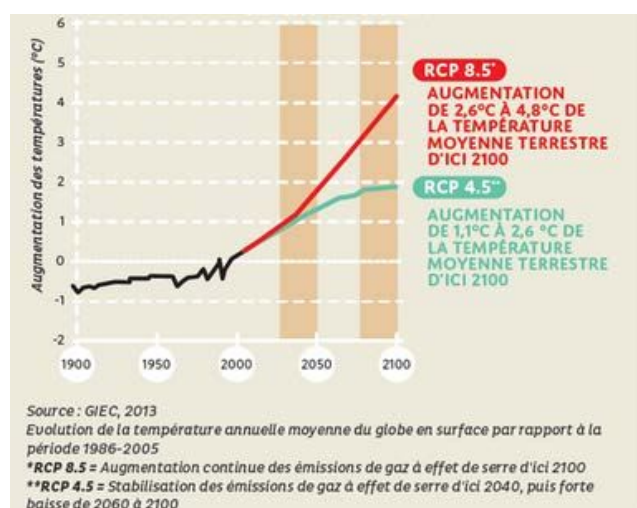
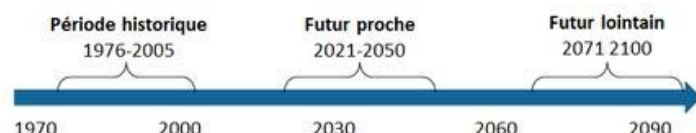
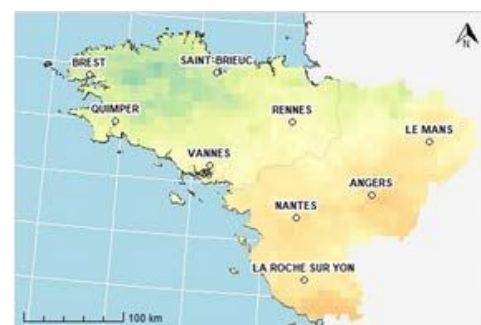


Figure issue du projet LIFE-ADVCLIM, d'après GIEC 2013

La cartographie est réalisée pour le territoire des régions Pays de la Loire et Bretagne et les indicateurs sont calculés sur 3 périodes.



Les résultats présentés ici concernent une sélection de quelques indicateurs avec le scénario RCP8.5. L'ensemble des cartes est accessible sur le site du projet ClimatVeg, dont 25 indicateurs climatiques et 20 indicateurs agro climatiques pour la vigne (Petitjean et al, 2025).



Détails des indicateurs agroclimatiques :



Bonnardot V., Robine-Körmendi E., Tissot C., Quénot H., 2023 : Évaluation de la sensibilité des modèles climatiques de DRIAS sur les régions Bretagne et Pays de Loire. In Actes du 36e colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Bucarest, Juillet 2023. pp33-36.
<https://hal.science/hal-04163390>

Petitjean T., David L., Rouan M., Tissot C., Quénot H. et Bonnardot V., 2025 : Spatialisation d'indicateurs agro-climatiques à l'échelle des régions Pays de la Loire & Bretagne. (Plateforme INDIGEO)
<https://www.vegepolys-valley.eu/projet-climatveg/livrables/>

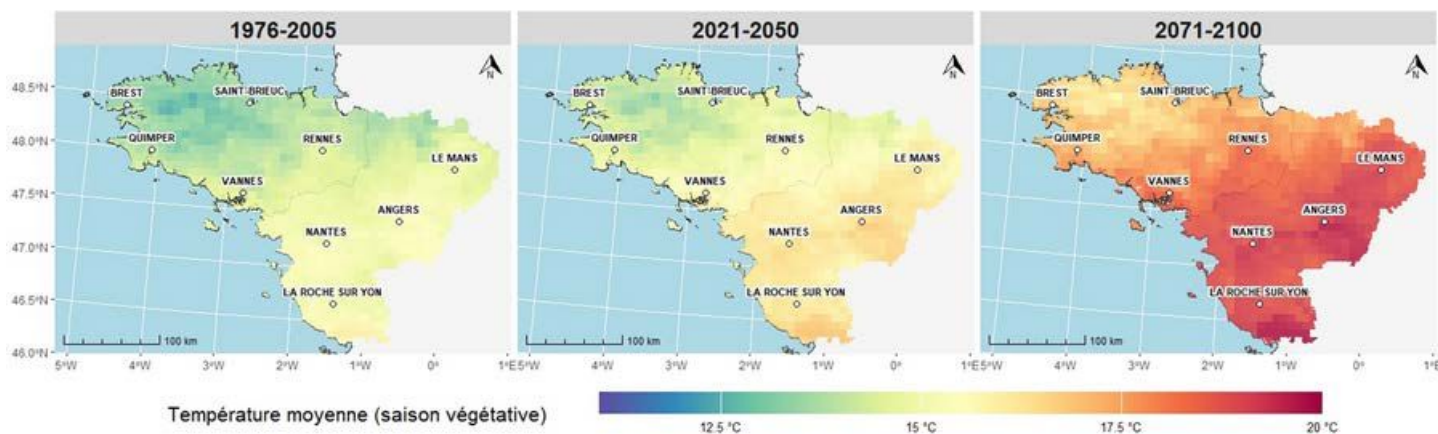
SPATIALISATION DES INDICATEURS AGRO-CLIMATIQUES



Température

Accélération du réchauffement en toute saison

Température moyenne de la saison végétative (mars-octobre)



Quelles valeurs pour le Layon ?

1976-2005	2021-2050	2071-2100
15,6 °C	16,6 °C (+1°C)	19,5 °C (+3,9°C)



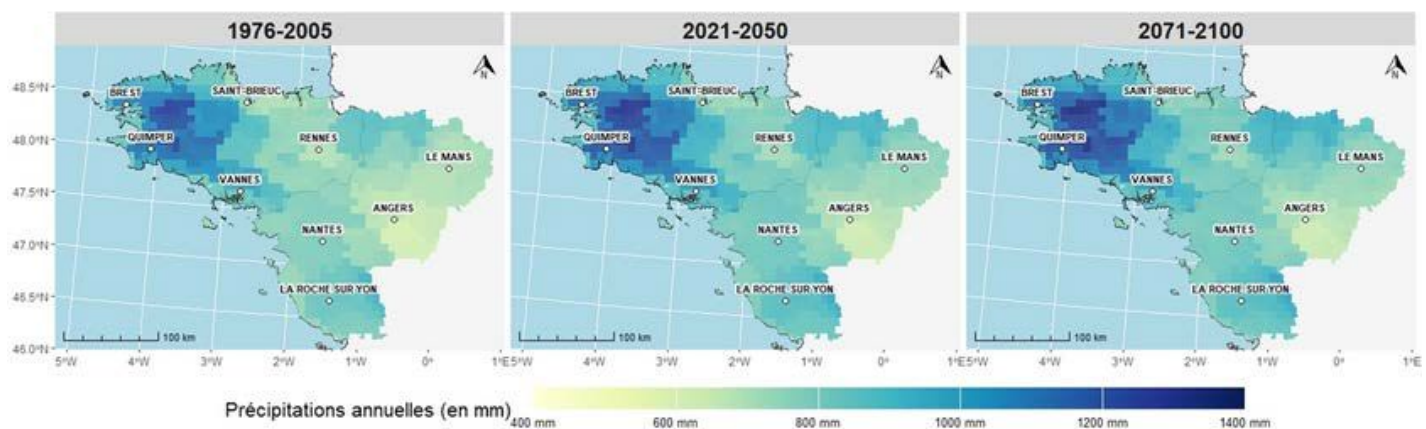
La saison 2022 a été la plus chaude jamais enregistrée en France jusqu'à présent. La température moyenne a atteint 17,2°C à la station d'Angers. Cette valeur correspond à une saison relativement chaude dans le futur proche. Dans un futur lointain, la moyenne projetée de 19.5°C dans le Layon correspond à la valeur enregistrée à la station Météo-France de Montpellier - Fréjorgues en 2024.



Précipitations

Pas de tendance significative à l'année...

Cumul pluviométrique annuel



... mais une accentuation du contraste pluviométrique saisonnier.

De quel ordre dans le Layon ?



SPATIALISATION DES INDICATEURS AGRO-CLIMATIQUES



Risques climatiques : le gel printanier

Le gel printanier a été spatialisé en calculant le % d'années gélives après 3 dates seuils : le 1er mars, le 15 mars et le 1er avril.



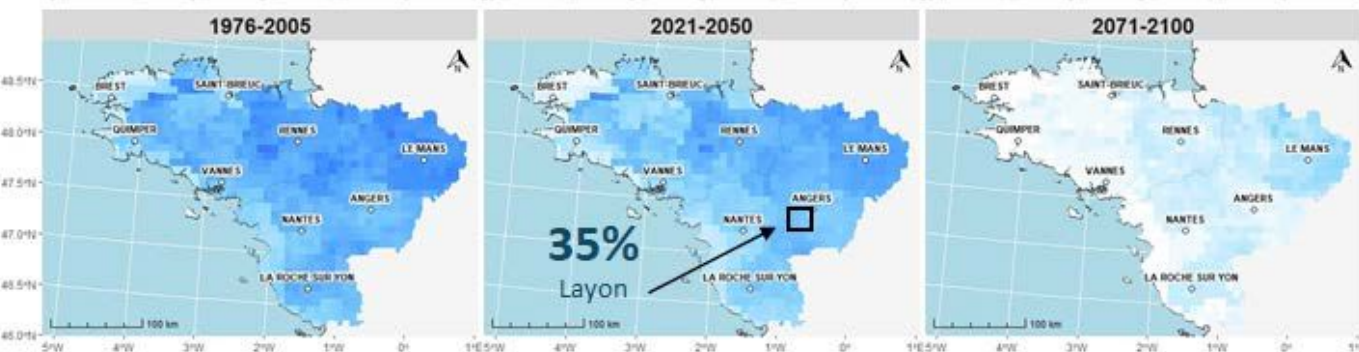
Les données climatiques modélisées diminuent l'intensité des extrêmes climatiques

Pourcentage d'années gélives

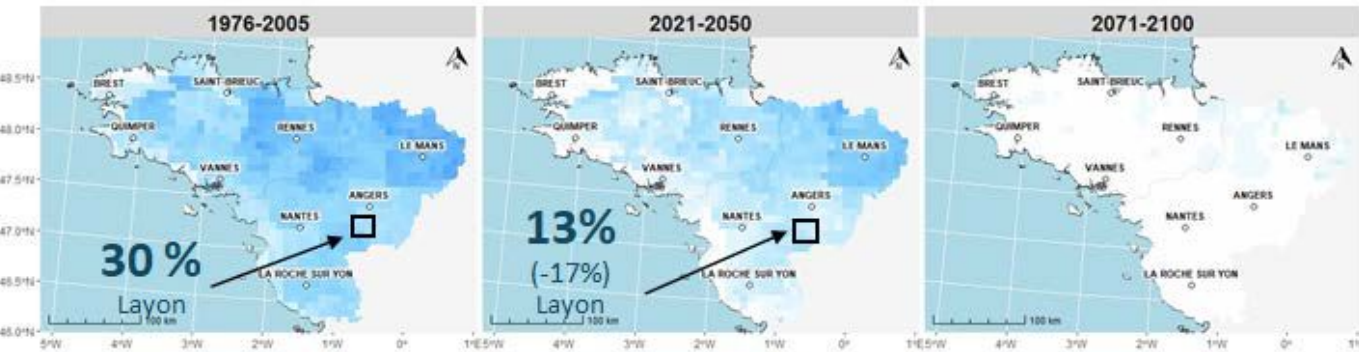
Après le
1^{er} mars



Après le
15 mars



Après le
1^{er} avril



% d'années gélives 0% 25% 50% 75% 100%

L'évolution du risque de gelées de printemps reste incertaine au 21^{ème} siècle

Les épisodes gélifs diminuent dans le futur toutefois, avec le réchauffement, le débourrement sera de plus en plus précoce et le risque gélif au printemps devrait être toujours existant.



La dernière décennie a été marquée par 6 épisodes de gel lors des millésimes 2012, 2016, 2017, 2019, 2021 et 2022 dans le Layon.

SPATIALISATION DES INDICATEURS AGRO-CLIMATIQUES



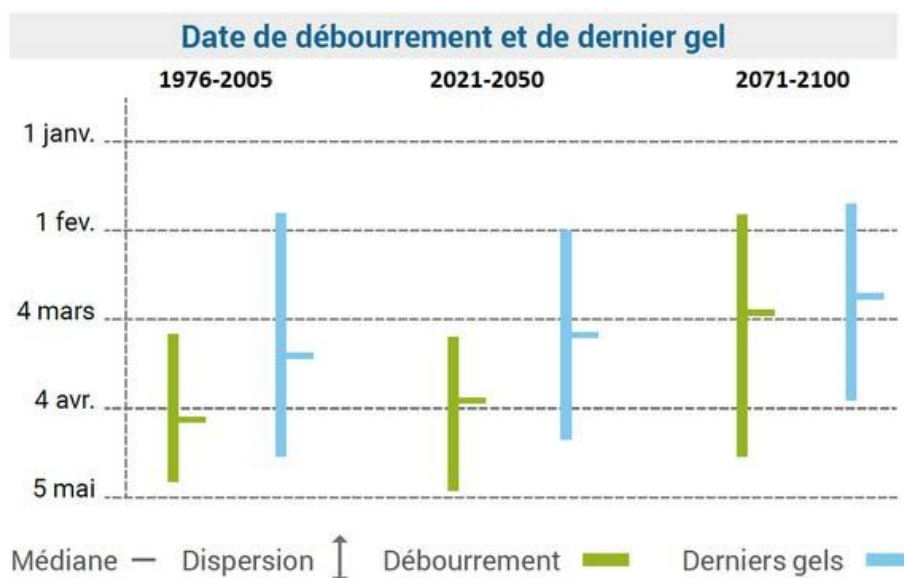
Risques climatiques : gel printanier et débourrement



Les données climatiques modélisées diminuent l'intensité des extrêmes climatiques

La date du débourrement a été modélisée selon la méthode de van Leeuwen et al., (2008) et comparée aux évolutions du dernier jour de gel météorologique.

Sur la période de référence et du futur proche, la dispersion des dates de débourrement est contenue sur les deux mois de mars/avril avec une date médiane située début avril. Parallèlement, la date médiane du dernier jour de gel est située sur la première décennie du mois de mars. Ainsi, dans le futur proche, le risque de gel pour la vigne est plus ou moins similaire à celui de la période de référence.



Sur la période lointaine (2071-2100), le débourrement est plus dispersé (entre début février et mi-avril) et le réchauffement engendre une date médiane de débourrement plus précoce d'un mois (début mars) ce qui augmente la vulnérabilité de la plante. Même si le gel printanier se raréfie, la date médiane d'occurrence du dernier gel est projetée sur la fin février. Par conséquent, les deux dates médianes (de débourrement et de dernier gel) sont plus rapprochées (avec un écart d'une semaine) ce qui engendre un risque plus élevé pour la vigne.

Lien vers le portail INDIGEO :



Bois et al, 2023. L'incertaine évolution des risques de gelées de printemps au vignoble au 21ème siècle. IVES technical review. 2p. <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7514>
Petitjean T et al, 2022. Évaluation spatio-temporelle de l'exposition au gel en régions viticoles traditionnelle (Pays de la Loire) et émergente (Bretagne). 35ième colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 2022, Toulouse.
van Leeuwen C. et al. 2008 : Heat requirements for grapevine varieties is essential information to adapt plant material in a changing climate. Actes du VIIème Congrès International des Terroirs Viticoles (Eds Murisier, F.), pp. 222-227. Nyon, Switzerland: Agroscope Changins-Wädenswil ACW.

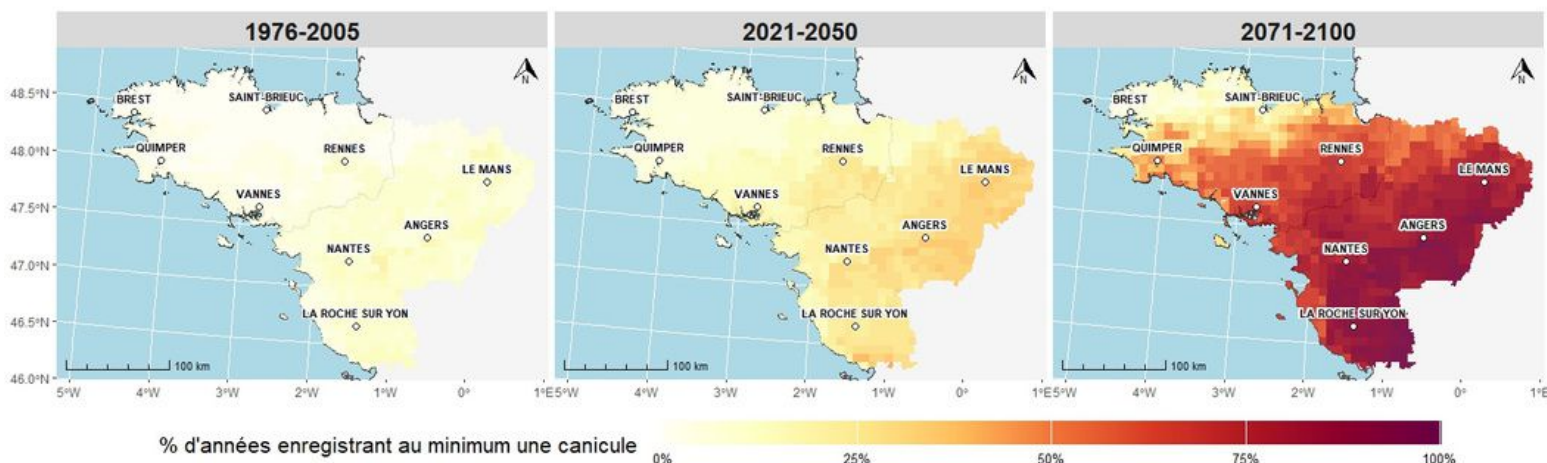
SPATIALISATION DES INDICATEURS AGRO-CLIMATIQUES



Risques climatiques : canicule

Une canicule est définie par une période d'au moins 3 jours caniculaires consécutifs ; un jour caniculaire étant défini avec, à la fois, une température minimale $> 19^{\circ}\text{C}$ et une température maximale $> 33^{\circ}\text{C}$. Cet indicateur permet de mettre en avant les risques liés aux fortes chaleurs tels que l'échaudage, le blocage de maturité ainsi que les risques liés aux nuits chaudes tels que la modification de la composition des raisins.

Pourcentage d'années avec au moins une période de canicule



Le pourcentage d'années présentant au moins une vague de chaleur augmente. Dans le futur lointain, le sud et l'est de la Région Pays de la Loire subiraient plus de 75 % d'années caniculaires. Le Nord-ouest de la Bretagne serait "épargné" avec seulement une canicule tous les 4 ans.

Le nombre de jours caniculaires, quasiment inexistant sur la période référence, augmente fortement, atteignant 20 jours par an dans le sud-est d'Angers sur la période lointaine.

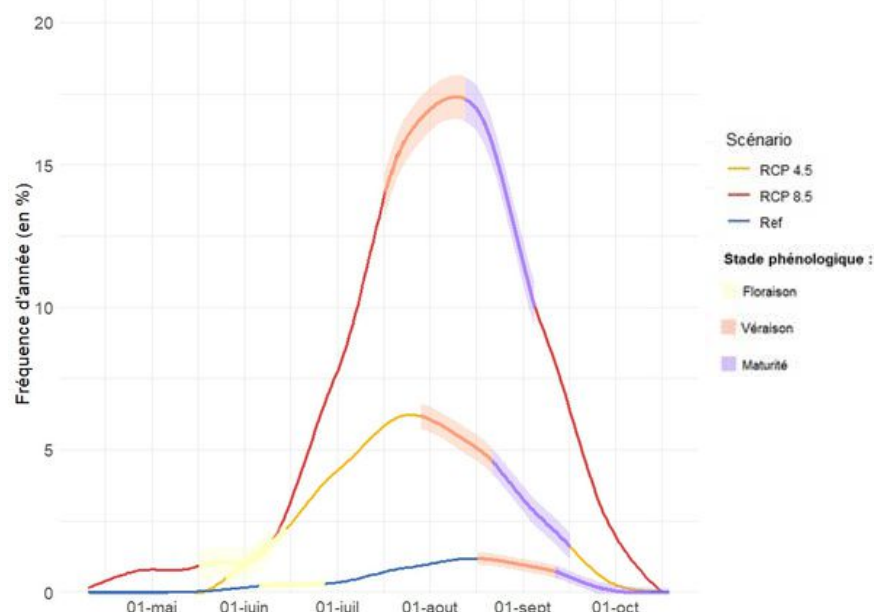
Et dans le Layon ?

Le nombre de jours caniculaires devient de plus en plus fréquent sous les conditions climatiques du RCP 8.5, en particulier durant les périodes de véraison et de maturation des raisins.

Des jours caniculaires pourraient aussi être plus fréquents durant la période des vendanges, modifiant la qualité de la récolte et les conditions de travail des vendangeurs.

Ils pourraient apparaître également précocement durant la période de floraison.

Fréquence du nombre de jours caniculaires



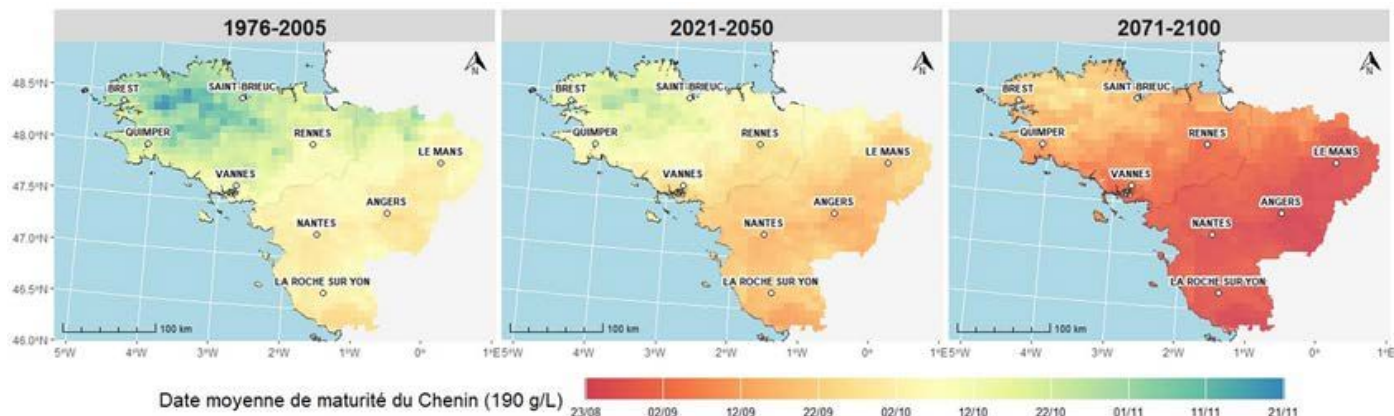
SPATIALISATION DES INDICATEURS AGRO-CLIMATIQUES



Maturité

La date moyenne de maturité ciblée à différents taux de sucre a été calculée pour plusieurs cépages à l'aide de l'indice GSR (Parker et al, 2020). L'exemple ci-dessous illustre l'évolution des dates de maturité du Chenin ciblée à 190 g/L.

Date moyenne de maturité du Chenin ciblée à 190 g/L



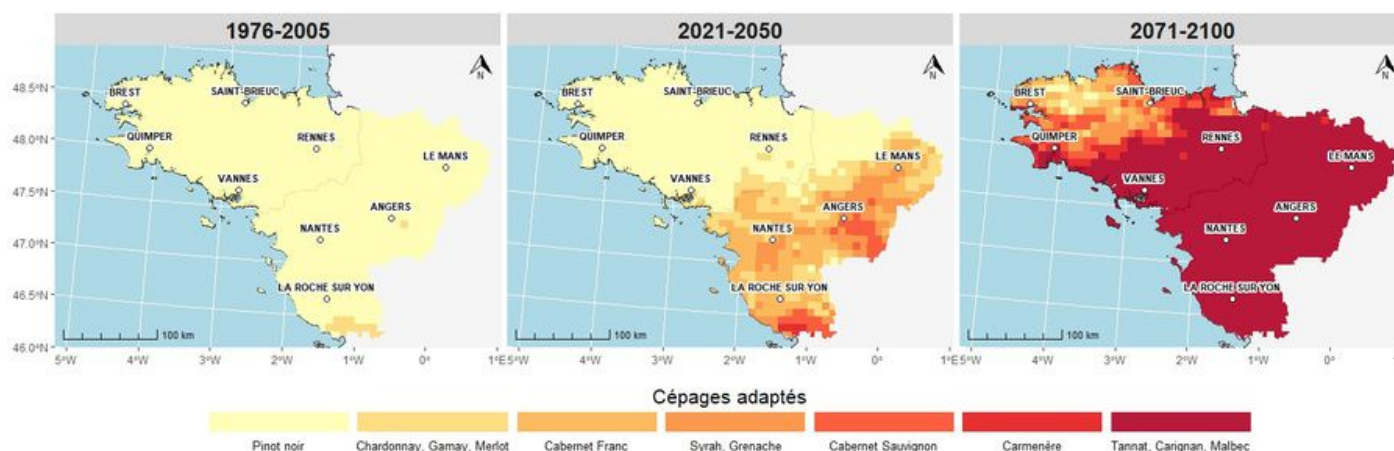
Dans le futur proche, les dates de maturité du Chenin en Val de Loire seraient plus précoces d'une vingtaine de jours par rapport à la référence et dans le futur lointain de plus de 30 jours, intervenant dès la mi-août..

Et dans le Layon ?

	1976-2005	2021-2050	2071-2100
Chardonnay	Mi-septembre	- 18 jours	- 30 jours
Chenin	Fin septembre	- 23 jours	- 36 jours

Vers d'autres cépages ?

Cépages arrivant à maturité (190 g/L) au 15 septembre



Pour aller plus loin :

GFV = 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

GSR = Parker et al., 2020. Temperature-based grapevine sugar ripeness modelling for a wide range of *Vitis vinifera* L. cultivars. *Agric and Forest Meteorology*.

Doi : <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.107902>

Petitjean T et al. 2023. Représentations spatiales du potentiel de maturité des cépages : le cas du chenin dans l'ouest de la France. 36ème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Jul 2023, Bucarest, Roumanie. (hal-04163368)

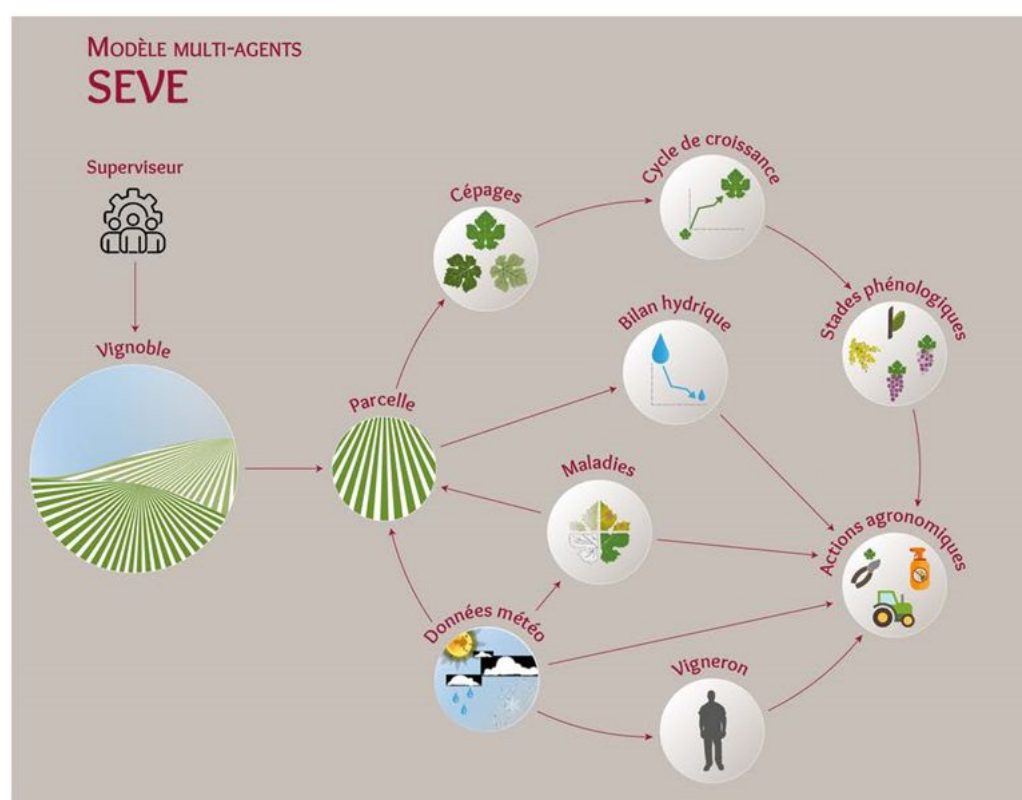
MODELISATION SEVE



Le modèle SEVE

Simulating Environmental impacts on Viticultural Ecosystems (SEVE).

L'approche de modélisation utilisée dans ce projet est basée sur un modèle multi-agents appelé SEVE (Simulating Environmental impacts on Viticultural Ecosystems). SEVE présente un environnement de modélisation générique pour simuler la croissance de la vigne et la maturation des baies dans différentes conditions et contraintes (pente, aspect, type de sol, variabilité climatique, etc.) ainsi que les stratégies de production et les règles d'adaptation en fonction des scénarios de changement climatique. Chaque activité est représentée par un agent autonome capable de réagir et d'adapter sa réaction à la variabilité des contraintes environnementales.



Objectifs :

- **Simuler le cycle phénologique de la vigne** à partir de contraintes spatiales et temporelles (variabilités d'indices bioclimatiques).
- **Simuler les pratiques agronomiques et les stratégies d'adaptation** en fonction de différentes contraintes (environnementales, économiques, socio-techniques).

MODELISATION SEVE

Les données sur l'exploitation, sur la parcelle et sur les choix de l'exploitant ont été obtenues suite à un entretien avec les viticulteurs.



Données climatiques

Scénario DRIAS du changement climatique
(calcul des indicateurs agro-climatiques,
projections des dates de phénologie,...)



Données sur l'exploitation

- Profil de production de l'exploitant
- Profil de l'entreprise viticole
- Perception du changement climatique

Données sur la parcelle

- Sols
 - Topographie
 - Matériel végétal
 - Phénologie
- Bilan hydrique
(modèle WALIS)

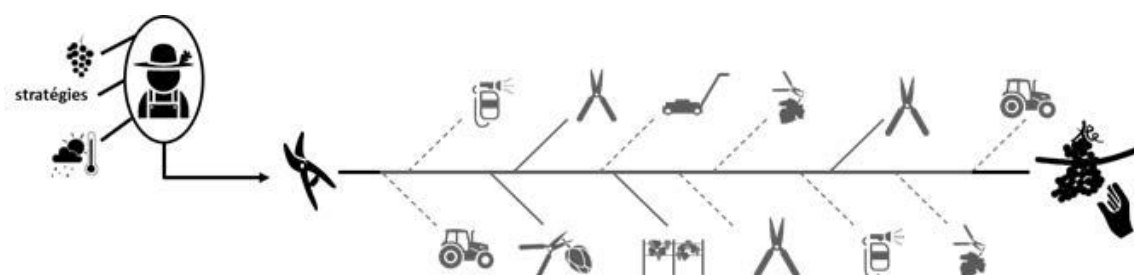


Données sur les choix de l'exploitant

- Itinéraire technique sur la parcelle
- Matériel utilisé (manuel ou mécanisation)
- Hiérarchisation des leviers d'adaptation



Ces données sont utilisées pour modéliser les itinéraires agronomiques à l'échelle annuelle sur la période 2020-2100 pour deux scénarios du changement climatique (RCP 4.5 et RCP 8.5).



Les choix agronomiques dépendent :

- du profil de production (conventionnel, biologique)
- du profil de l'entreprise viticole
- de la stratégie du viticulteur et de sa perception du changement climatique
- de la vulnérabilité de la parcelle aux aléas climatiques

Les stratégies d'adaptation modélisées combinent des stratégies individuelles et des contraintes locales exprimées à travers les entretiens.

MODELISATION SEVE



Résultats

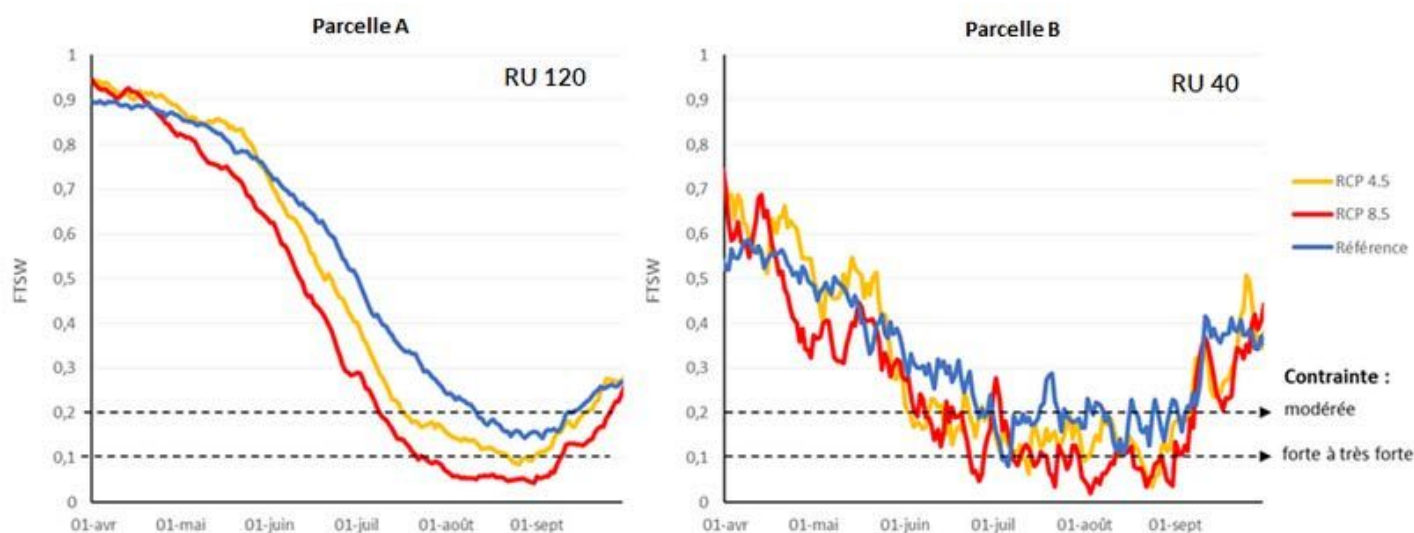
Voici quelques résultats pour deux parcelles situées à quelques km l'une de l'autre.



	Parcelle A	Parcelle B
Année de plantation	2010	2000
Cépage	Chenin	Chenin
Sensibilités climatiques	Gel, stress hydrique	Echaudage
Réserve utile (en cm)	120	40

Stress hydrique

Evolution moyenne du stress hydrique annuel sur la période référence et le futur lointain (2071-2100) pour les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5. Il a été modélisé à partir du modèle Walis (Celette et al, 2010), intégré dans le modèle SEVE, permettant le calcul du FTSW.



Evolution du nombre de jours avec une contrainte hydrique forte ou très forte :

	RCP 4.5		RCP 8.5	
	Flo-ver	Ver-matu	Flo-ver	Ver-matu
Parcelle A	/	+8 jours	+7 jours	+24 jours
Parcelle B	+1 jour	+7 jours	+14 jours	+18 jours

Les jours de stress hydrique seraient de plus en plus fréquents dans le futur, particulièrement pour le scénario RCP 8.5. Sur la parcelle A, on note +32 jours des stress hydrique fort ou très fort, avec une nette augmentation sur le début de l'été, autour des périodes de véraison et de maturité. Une augmentation du nombre de jours de stress hydrique est également à noter pour la parcelle B, particulièrement durant la période de véraison à maturité (+24 jours).



Pour aller plus loin :

Celette F., Ripoche A., Gary C., 2010. WalIS-A simple model to simulate water partitioning in a crop association: the example of an intercropped vineyard. Agric. Water Manage., 97, 1749-1759

MODELISATION SEVE



Résultats

Evolution des profils d'itinéraires agronomiques

Les itinéraires agronomiques ont été regroupés selon 3 profils différents :

- Les itinéraires techniques utilisés sur des années sèches (type millésime 2022)
- Les itinéraires techniques utilisés sur des années pluvieuses (type millésime 2021)
- Les itinéraires techniques intermédiaires

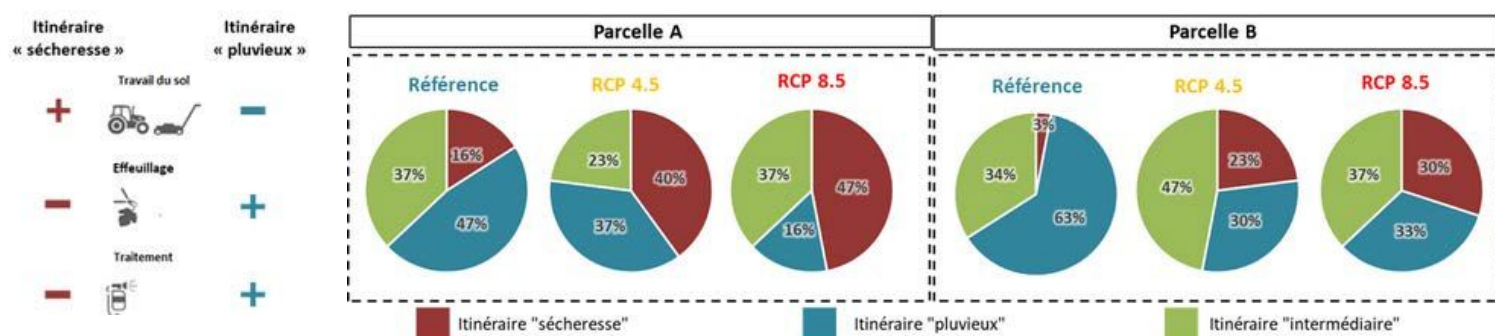
Itinéraire « sécheresse » = millésime 2022

- Année la plus chaude jamais enregistrée en France
 - Températures maximales estivales élevées (+40°C)
 - Déficit de pluie sur toute la période hivernale et la saison végétative
- stress hydrique, échaudage, faible pression maladie, vendange précoce**

Itinéraire « pluvieux » = millésime 2021

- Gel
 - Printemps et début de l'été pluvieux
 - Températures en dessous de la moyenne 1991-2020
- Forte pression maladie**

Les principaux changements de pratiques observés lors de ces années sur l'exploitation enquêtée et modélisés par SEVE sont le travail du sol, l'effeuillage, et le nombre de traitements.



Evolution des types d'itinéraires techniques utilisés (en % d'années sur la période 2071-2100)

	Itinéraire « sécheresse »	Itinéraire « pluvieux »
Parcelle A	+ 31%	- 31%
Parcelle B	+27%	-30%

L'emploi des itinéraires techniques "sécheresse" augmente dans les scénarios futurs de plus de 30 % sur les 2 parcelles. Pour la parcelle A, plus sensible au stress hydrique, cet itinéraire serait utilisé sur 50 % des années pour le scénario RCP 8.5. L'itinéraire "pluvieux" est de moins en moins utilisé avec une diminution de 30 % pour les 2 parcelles.

RETROUVEZ LE WEBINAIRE COMPLET ICI :



Nous remercions les vignerons du projet :

Marie Dubillot, Etienne Dubillot, Patrick Baudouin, Paul Barbazange, Loïc Moy, Christophe Durand

Gérald Peau, Marc Houtin, Caroline Corre, Daniel Macault, Laurent Ligonnière, Yannick Fradin, Ivan Massonat, Adrien Moreau, Thomas Gardan, Esther Levêque, Sébastien Duvallet, Amaury Chartier

Nous remercions les stagiaires, intervenants, chercheurs, partenaires, participants, financeurs :

Laetitia Bau, Fabrice Gasnier, Philippe Chon, Marine Morel, Elisa Marguerit, Agnès Calonnec, Philippe Cartolaro, Agnès Irvin-Destrac, Benoit Vinet, Jean-François Berthoumieu, Virginie Grondain, Laurent Dutruel, Giuseppe Rama, Patrick Marcuzzo, Nicola Belfiore, Federica Gaiotti, Sandro Gini, Franco Meggio, Claudio Francavilla, Elisa de Luca, Loïc Breton, Sarah Colombié, Aline Vandewalle, Lola Séré, Guillaume Gastaldi, Nathalie Thomas, Juliette Svrclin, Antoine Cuegniet, Cécile Moulis, Marie Esmiller, Perrine Dubois, Camille Domez-Moulié, Basile Pauthier, Jouanel Poulmarch, Valérie Bonnardot, Hervé Quénot, Cyril Tissot, Théo Petitjean, David Lafond, Marie-Pierre Cassagne, Henri Freulon, Solen Leherissey et la **région PAYS DE LA LOIRE**.

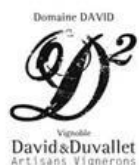
Avec la participation financière de :



Financé par



En partenariat avec :



Contacts :

Thomas Chassaing, pilote de la tache 1.5 ClimatVeg

thomas.chassaing@pl.chambagri.fr

Valérie Bonnardot : Cartographies

valerie.bonnardot@univ-rennes2.fr

Cyril Tissot : Modélisations

cyril.tissot@univ-brest.fr



CLIMATVEG