



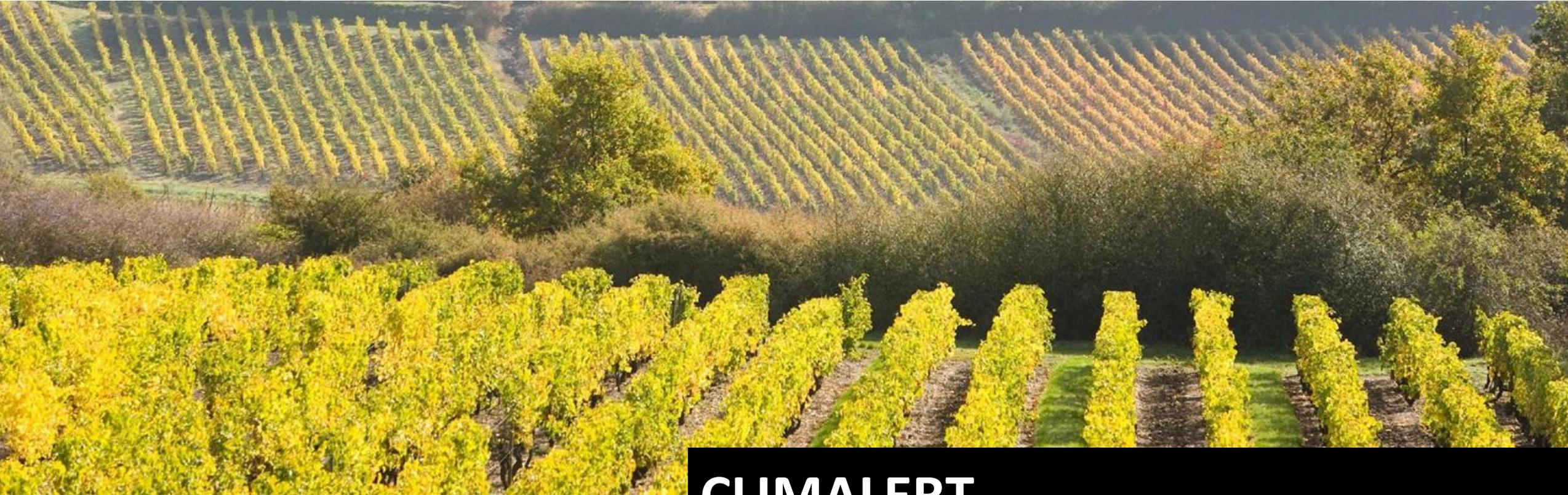
PLAN NATIONAL
DÉPÉRISSEMENT DU  **VIGNOBLE**



COMMENT S'ADAPTER AU RISQUE GEL? **NICOLAS FEDOU – ANNABEL GARÇON- THOMAS CHASSAING**

PNDV TOUR BORDEAUX - 21 NOVEMBRE 2023





CLIMALERT



CLIMALERT



LE PROJET CLIMALERT

Interreg
Sudoe
climalert

SERVICE D'ALERTE PRÉCOCE SUR
LES RISQUES CLIMATIQUES LIÉS
À L'EAU POUR UNE PLUS GRANDE
RÉSILIENCE DU SUDOE

Coût total: 1.486.000€
Projet cofinancé par le Fonds européen de développement
régional (FEDER) dans le cadre du programme Interreg Sudoe

Lutte contre
le changement climatique
La coopération est entre vos mains
www.interreg-sudoe.eu

www.climalert.net

Objectifs

- **Alerte précoce des risques climatiques liés à l'eau (inondations, sécheresses, aléas et incendies) dans le Sudoe**
- **Service d'alerte permettant de simplifier la lecture des risques liés au changement climatique.**
- **Modèles numériques de prédiction et d'informations agro climatiques en temps réel**

CLIMALERT : 6 partenaires qui couvre l'Espagne, le Portugal et le sud de la France

- La plateforme rassemble les données des satellites, les données climatiques de l'air et du sol, les prévisions météorologiques, les cartes des sols et de l'hydrographie
- La plateforme permet d'établir tous les six jours une carte de l'état des cultures et des sols en identifiant les éventuels risques futurs.

- **France:** ACMG (leader), CA24
- **Espagne:** CSIC, 112 Murcia, Imida
- **Portugal:** VISEU





CLIMALERT : La plateforme en ligne

<https://climalert.imida.es/>

Par risque...



Incendie



Inondation



Vent



Vague de
froid



Vague de
chaleur

Par thématique...



Entreprise
s agricoles



Service de
sécurité



Gestionnaires
environnement

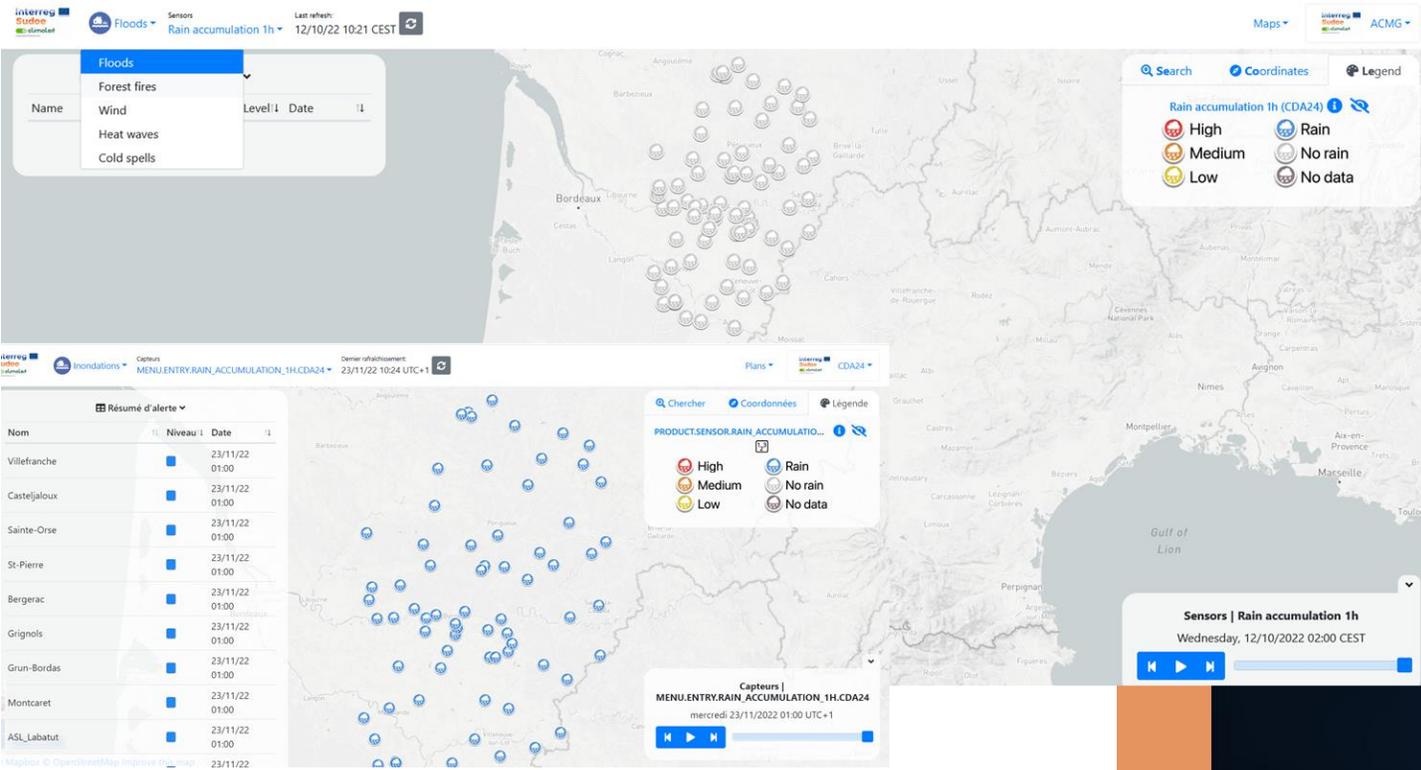


Etat et
collectivités

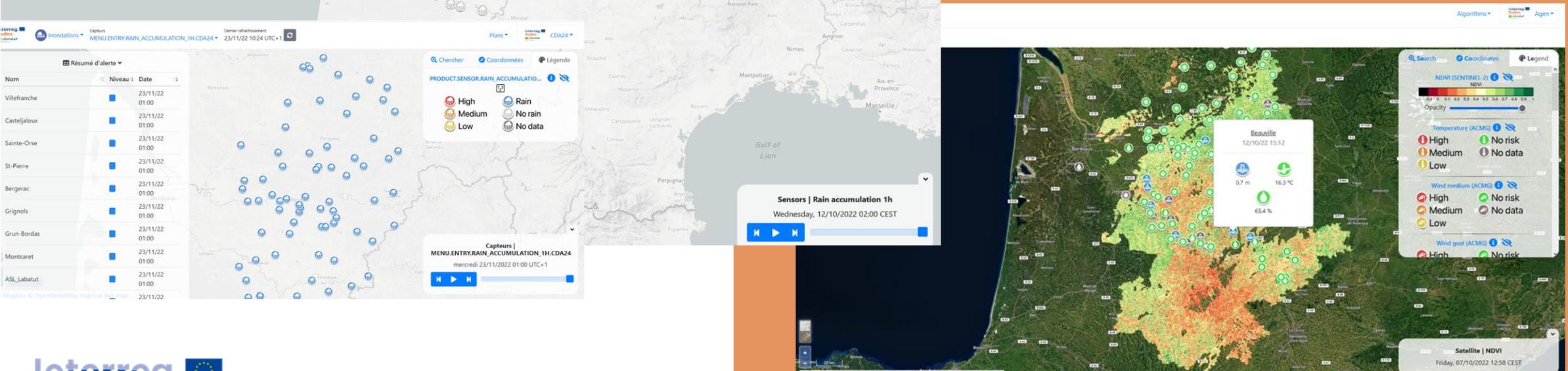


Education

CLIMALERT : Une plateforme transnationale commune au 3 pays



Des mesures locales adaptées aux risques de chaque zone



CLIMALERT : Vague de Froid



interreg Sudoe climalert

Cold spells Warnings - Meteoalarm Low temperature 12/10/22 11:31 CEST

Alert summary

| Name | Level | Date |
|-----------|-------|------|
| No alerts | | |

Search Coordinates Legend

Low temperature (Meteoalarm)

- Extreme risk
- Severe risk
- Moderate risk
- No risk

Chercher Coordonnées Légende

Température (ECMWF)

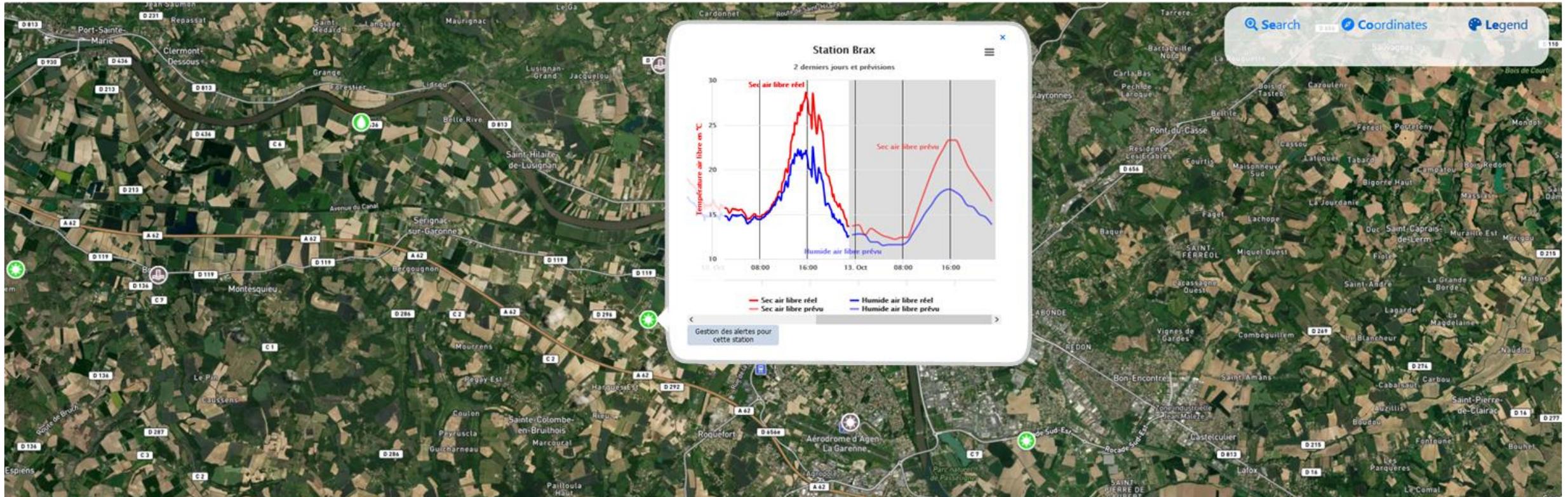
Température (GFS)

Prévisions - ECMWF | Température
mercredi 23/11/2022 13:00 UTC+1

Prévisions - GFS | Température
mercredi 23/11/2022 10:00 UTC+1



CLIMALERT : Risque Gel



CLIMALERT : gestion des alertes et des seuils

Notification d'alerte

Utilisateur: CDA24 Risquer: Vagues de chaleur

| Produit | Aucun email attribué. Attribuer. | | Aucun téléphone affecté. Attribuer. | |
|-------------------------------|--|-------------------------------|---|-------------------------------|
| Température (CDA24) | Niveau d'alerte minimum Pas actif | Période de notification 6h | Niveau d'alerte minimum Pas actif | Période de notification 6h |
| Rayonnement (CDA24) | Niveau d'alerte minimum Pas actif | Période de notification 6h | Niveau d'alerte minimum Pas actif | Période de notification 6h |
| High temperature (Meteoalarm) | Niveau d'alerte minimum Pas actif | Période de notification 6h | Niveau d'alerte minimum Pas actif | |

Seuils par produit

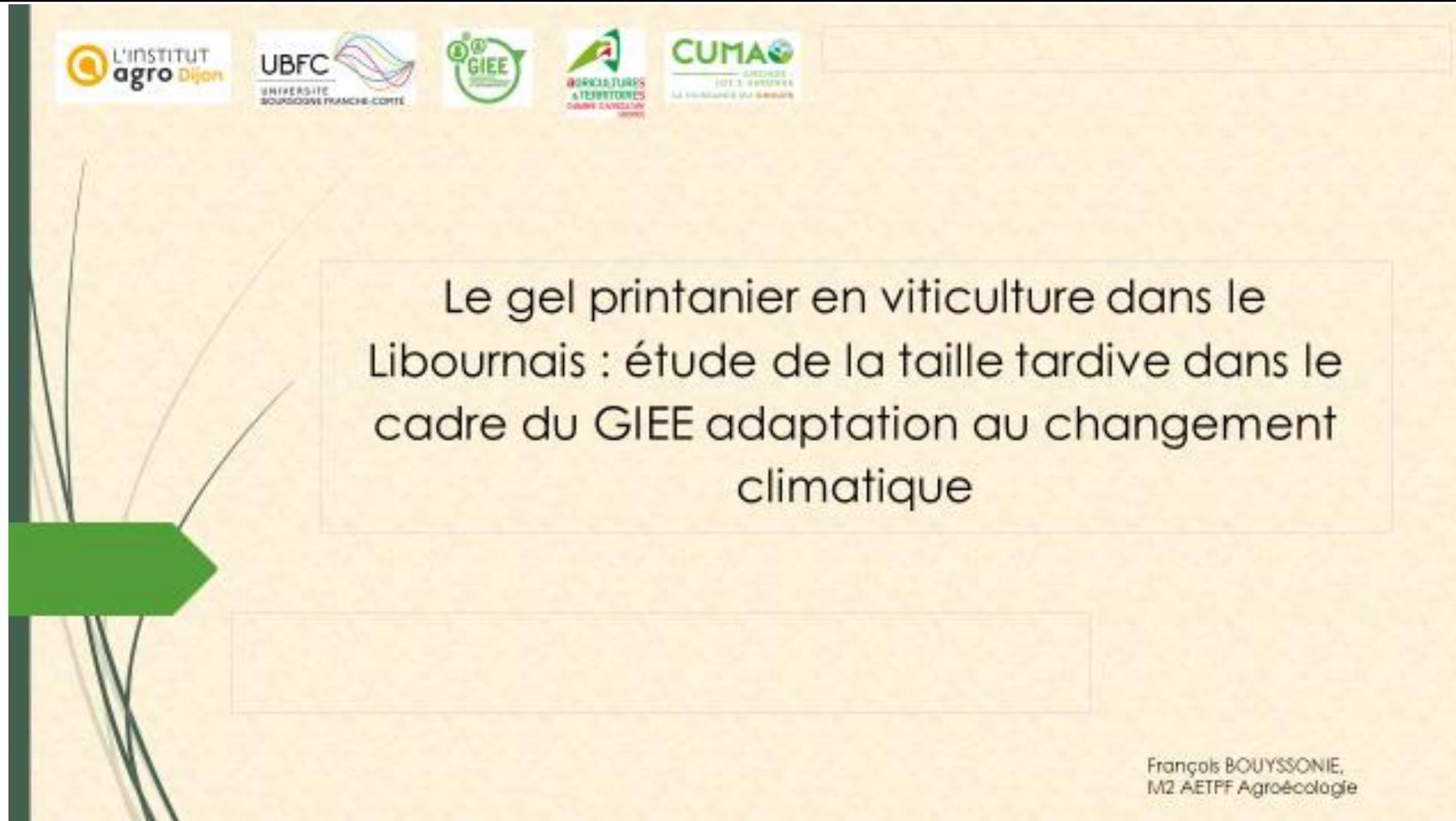
Risquer: Sorts froids Produit: Température (CDA24)

| Élément | Condition | Au seuil bas | Au seuil milieu | Au seuil alto |
|-------------|------------------------|--------------|-----------------|---------------|
| Ambrus | Moins ou égal (≤) | -4 °C | -2 °C | 0 °C |
| Angoisse | Plus grand ou égal (≥) | -6 °C | -3 °C | -1 °C |
| Anzex | Plus grand ou égal (≥) | -1.6 °C | -0.2 °C | 2 °C |
| ASL_Labatut | Plus grand ou égal (≥) | - °C | - °C | - °C |



Optimisation de la lutte passive : retours d'expériences du GIEE adaptation au changement climatique dans le libournais

Optimisation lutte Passive



L'INSTITUT agro Dijon

UBFC
UNIVERSITÉ BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

GIEE

AGRICULTURES & TERRITOIRES
Cohésion Climat 2021

CUMA
GRANDS JOURS
LE PAYSAN DU SAVAIS

Le gel printanier en viticulture dans le Libournais : étude de la taille tardive dans le cadre du GIEE adaptation au changement climatique

François BOUYSSONIE,
M2 AETPF Agroécologie



Optimisation lutte Passive

- Problématique et hypothèses
 - **Quelles sont les pratiques de taille remarquables et efficaces pour lutter contre le gel printanier au sein du GIEE « Adaptation au changement climatique » du Libournais ?**
 - Hypothèse 1: Certaines modalités de taille du GIEE permettent de décaler le développement phénologique des bourgeons de la vigne et d'éviter un impact important du gel printanier sur les bourgeons de la vigne.
 - Hypothèse 2: La période de taille de la vigne a un impact sur la phénologie des bourgeons de la vigne.
 - Hypothèse 3: Le décalage des stades phénologiques induit par la taille permet de limiter les dégâts causés par le gel.
 - Hypothèse 4: L'ébourgeonnage et le pliage permettent de jouer sur la dynamique phénologique des bourgeons de la vigne.

Optimisation lutte Passive

- Indicateurs

- Indicateur phénologique

$$I_p = \frac{(N1 \times V1) + (N2 \times V2) + (N3 \times V3) + (N4 \times V4) + (N5 \times V5) + (N6 \times V6) + (N7 \times V7) + (N8 \times V8) + (N9 \times V9)}{\Sigma Ni}$$

- ❖ Référentiel BBCH Vigne

- Proportion de bourgeons gelés (en %)

$$Pbg = \frac{Ng}{Nt} \times 100$$

| Stade phénologique | Indicateur |
|---------------------------------|------------|
| Dormance | 1 |
| Bourgeon dans le coton | 2 |
| Pointe verte | 3 |
| Sortie des feuilles | 4 |
| 1 ^{ère} feuille étalée | 5 |
| 2 ^{ème} feuille étalée | 6 |
| 3 ^{ème} feuille étalée | 7 |
| 4 ^{ème} feuille étalée | 8 |
| 5 ^{ème} feuille étalée | 9 |

N : nb de bourgeons; V : stade bourgeons

Optimisation lutte Passive

Les modalités d'essais

| Exploitation | | | | EARL Vignobles Chaignaud | SCEA Château Grand Ormeau | Vignobles Bardet | SCEA Château La Grande Clotte | Château Grand Baril | Domaines Bourotte-Audy | SAS Vignobles Carles | SCEA Robert Bertin et Fils | EARL Rospars | EARL les Vignobles Chatenet Goujon |
|--------------|---------|---------------|---------|--------------------------|---------------------------|------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| Modalité | Taille | Ébourgeonnage | Plage | Olivier Chaignaud | Liesel Maurin | Philippe Bardet | Julie Mercier | Lycée | Mathieu Bonté | Pierre Luc Alla | Sarah Vital | Thomas Rospars | Olivier Chatenet |
| Modalité 1 | Janvier | Janvier | Janvier | | | X | | | | | | | |
| Modalité 2 | Janvier | Janvier | Mars | | X | | | | X | | | | |
| Modalité 3 | Janvier | Janvier | Avril | X | | | | | | | | | |
| Modalité 4 | Janvier | Mars | Mars | | X | | | | X | X | | | |
| Modalité 5 | Janvier | Avril | Avril | X | | | | | | | | | |
| Modalité 6 | Mars | Mars | Mars | | X | X | X | X | X | | X | | X |
| Modalité 7 | Mars | Mars | Avril | X | X | | X | | | | | | X |
| Modalité 8 | Mars | Avril | Avril | X | | | X | X | | | X | X | |
| Modalité 9 | Janvier | Mars | Avril | | | | | | | X | | | |
| Modalité 10 | Mars | Avril | Mai | | | | | | | | | X | |



Optimisation lutte Passive

- Résultats intra-parcellaire de la taille tardive

Décalage phénologique entre une taille janvier complète et mars complète

Vignobles Bardet

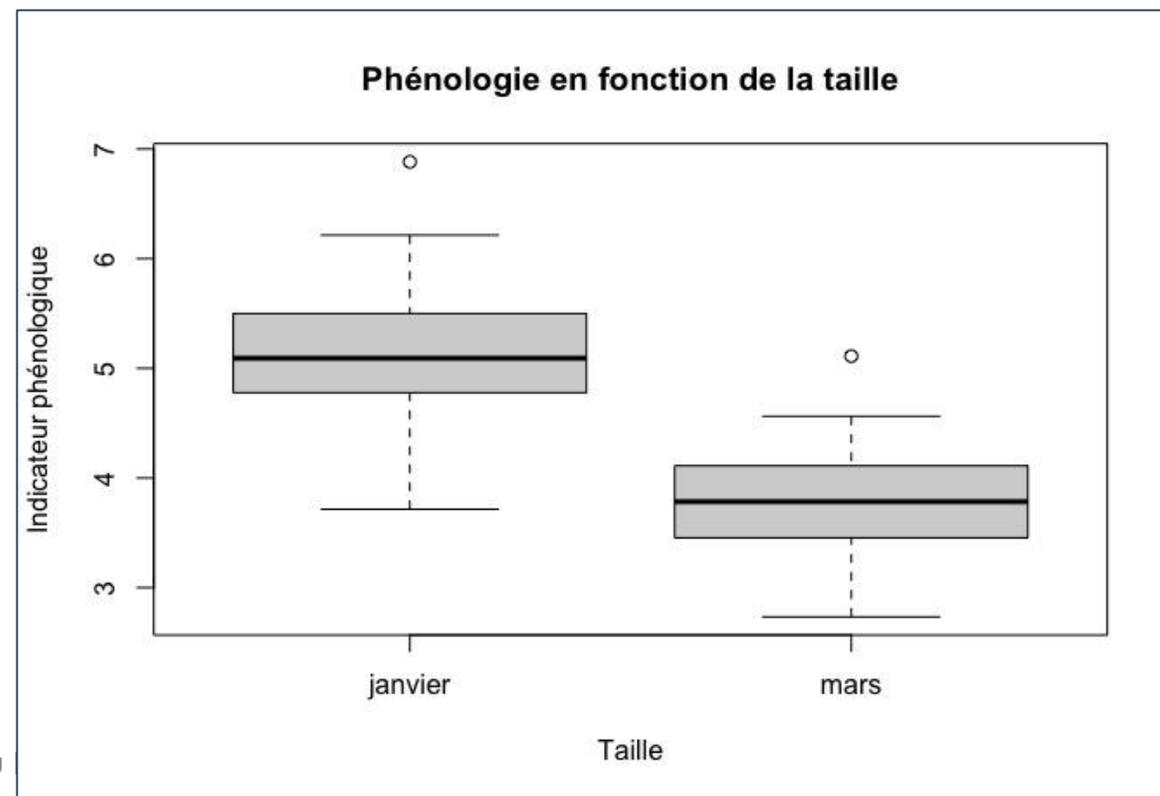
Observation du 20 avril 2023

Variation phénologique
expliquée par la taille = 62,5 %

```
> summary(anova)
```

| | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|----|--------|---------|---------|------------|
| taille | 1 | 49.71 | 49.71 | 163.3 | <2e-16 *** |
| Residuals | 98 | 29.84 | 0.30 | | |

06/11/2023



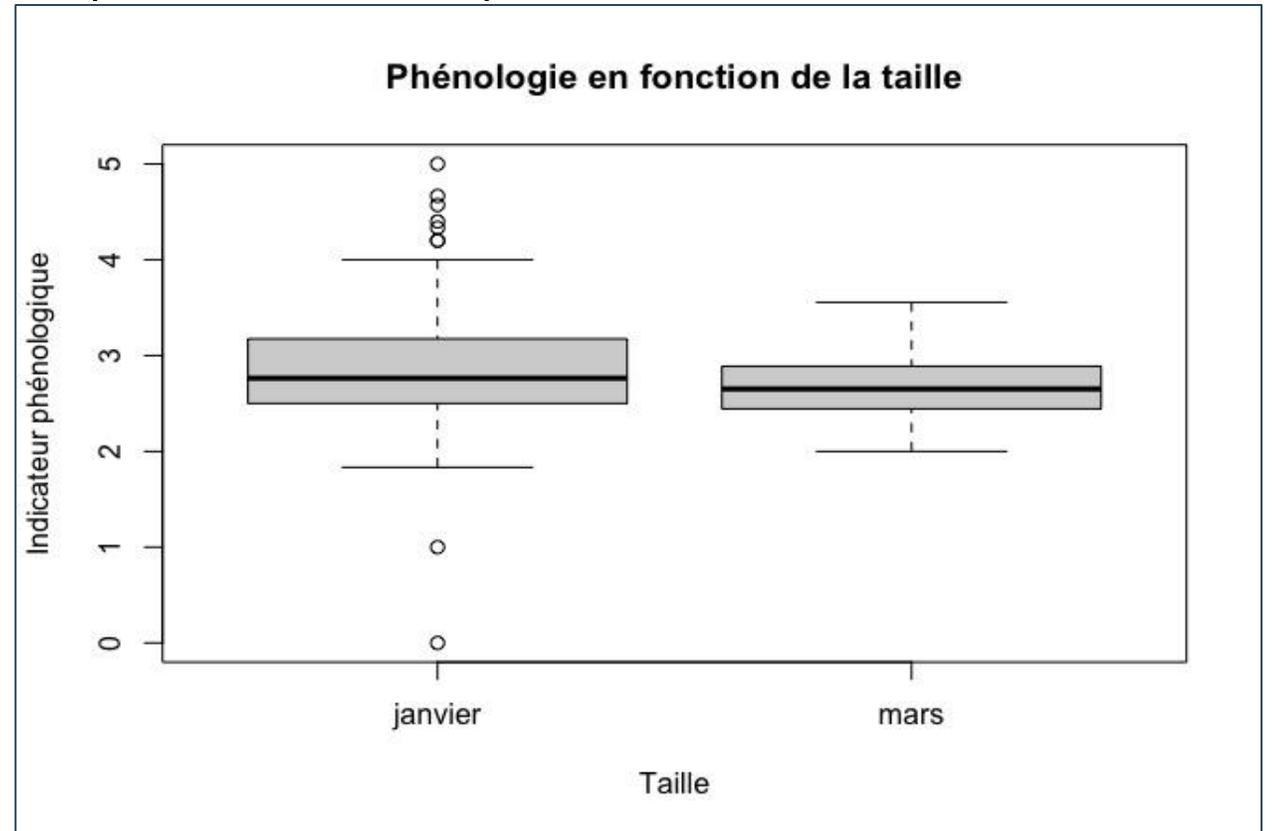
Rendez-vous « 15 du

Optimisation lutte Passive

- Décalage phénologique entre une taille janvier complète et mars complète

Château Bonalgue

Observation du 12 avril 2023



Kruskal-Wallis rank sum test

data: pheno and taille

Kruskal-Wallis chi-squared = 2.4838, df = 1, p-value = 0.115 PNDV Tour Bordeaux 2023

Optimisation lutte Passive

Proportion de bourgeons gelés sur des tailles janvier et mars complète

Vignobles Bardet

Observation du 20 avril 2023

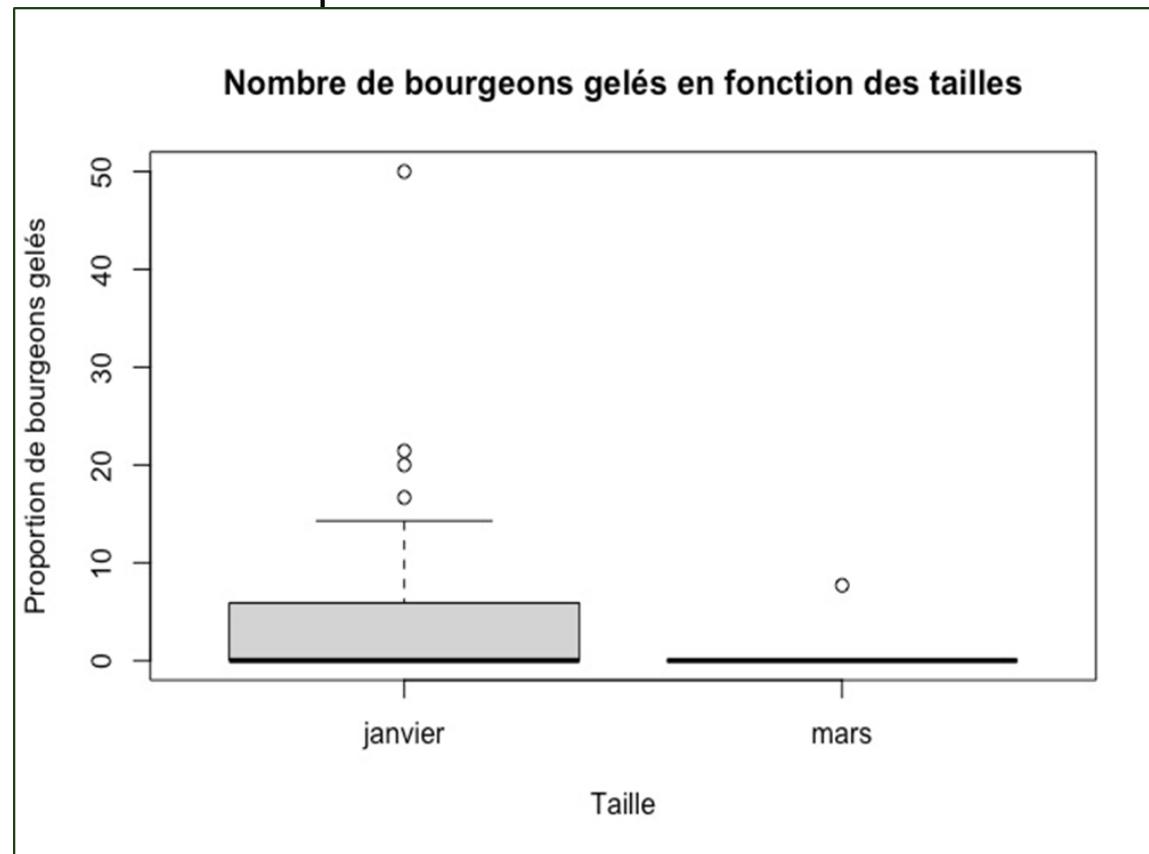
date gelée : 5 avril

Kruskal-Wallis rank sum test

data: prop_gel and taille

Kruskal-Wallis chi-squared = 15.732, df = 1, p-value =

7.298e-05



Optimisation lutte Passive

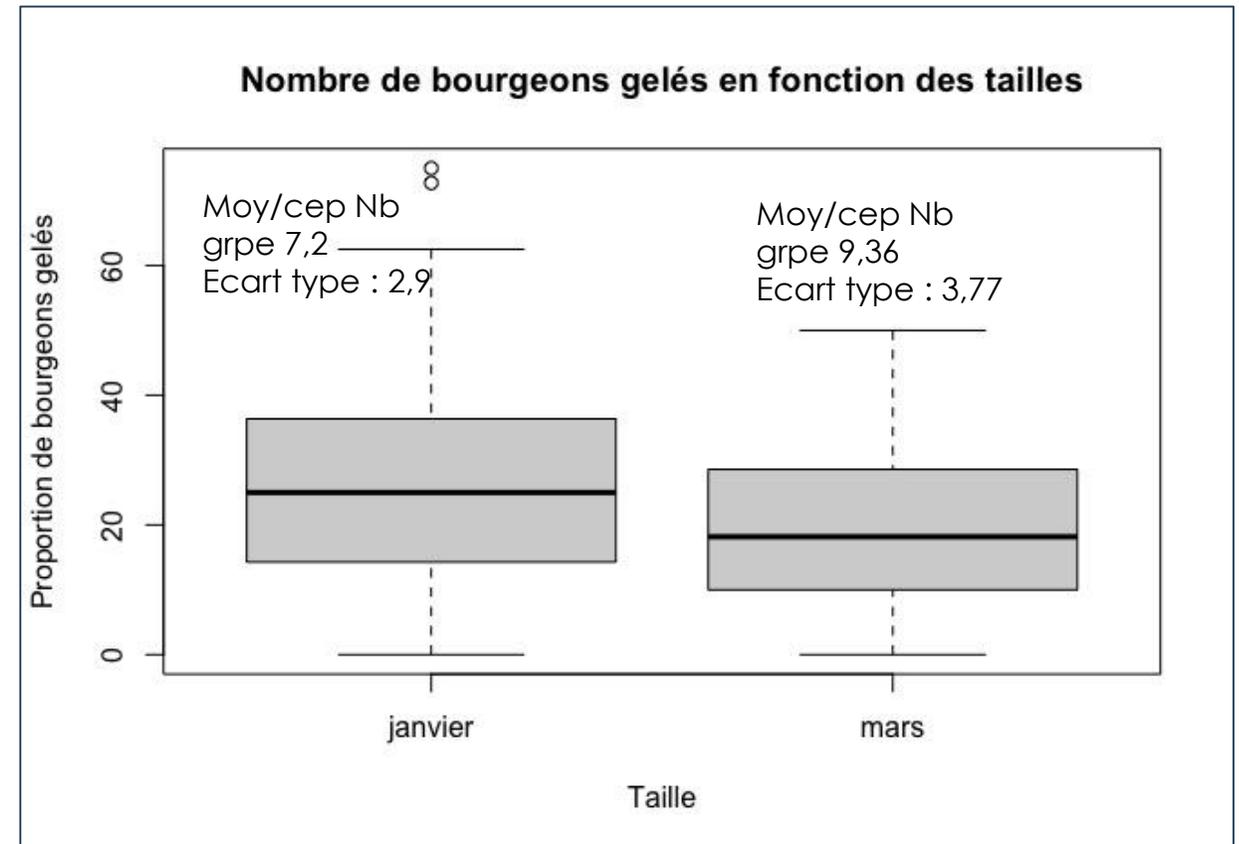
- Proportion de bourgeons gelés sur des tailles janvier et mars complète

Château Bonalgue
Observation du 20 avril 2023

Les comptages de grappes réalisés début juillet confirment ce résultat, avec une un nombre de grappes plus important sur la modalité taillée et ébourgeonnée en mars

Kruskal-Wallis rank sum test

data: prop_gel and taille
Kruskal-Wallis chi-squared = 7.4368, df = 1, p-value = 0.00639



Optimisation lutte Passive

- Décalage phénologique des tailles janvier et mars avec ébourgeonnage
- *Vignobles Chaignaud*

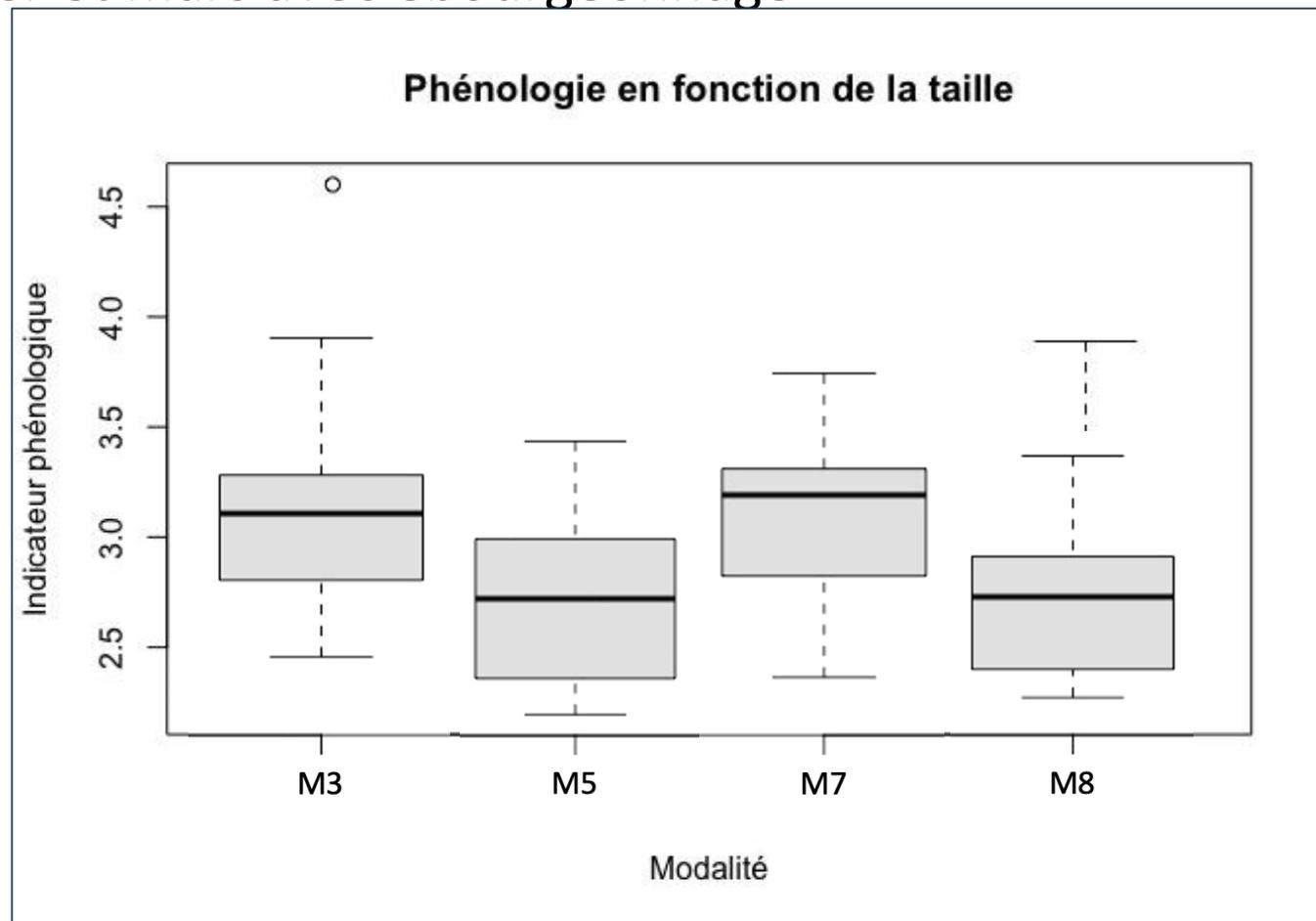
Parcelle Pichon

| Description des modalités | Taille | Nettoyage des lattes |
|---------------------------|-----------------|----------------------|
| M3 | Janvier-Février | Janvier-Février |
| M5 | Janvier-Février | Avril |
| M7 | Mars | Mars |
| M8 | Mars | Avril |

Observation du 17 avril 2023

Kruskal-Wallis rank sum test

data: pheno by treat
 Kruskal-Wallis chi-squared = 25.682, df = 3, p-value = 1.112e-05



Optimisation lutte Passive

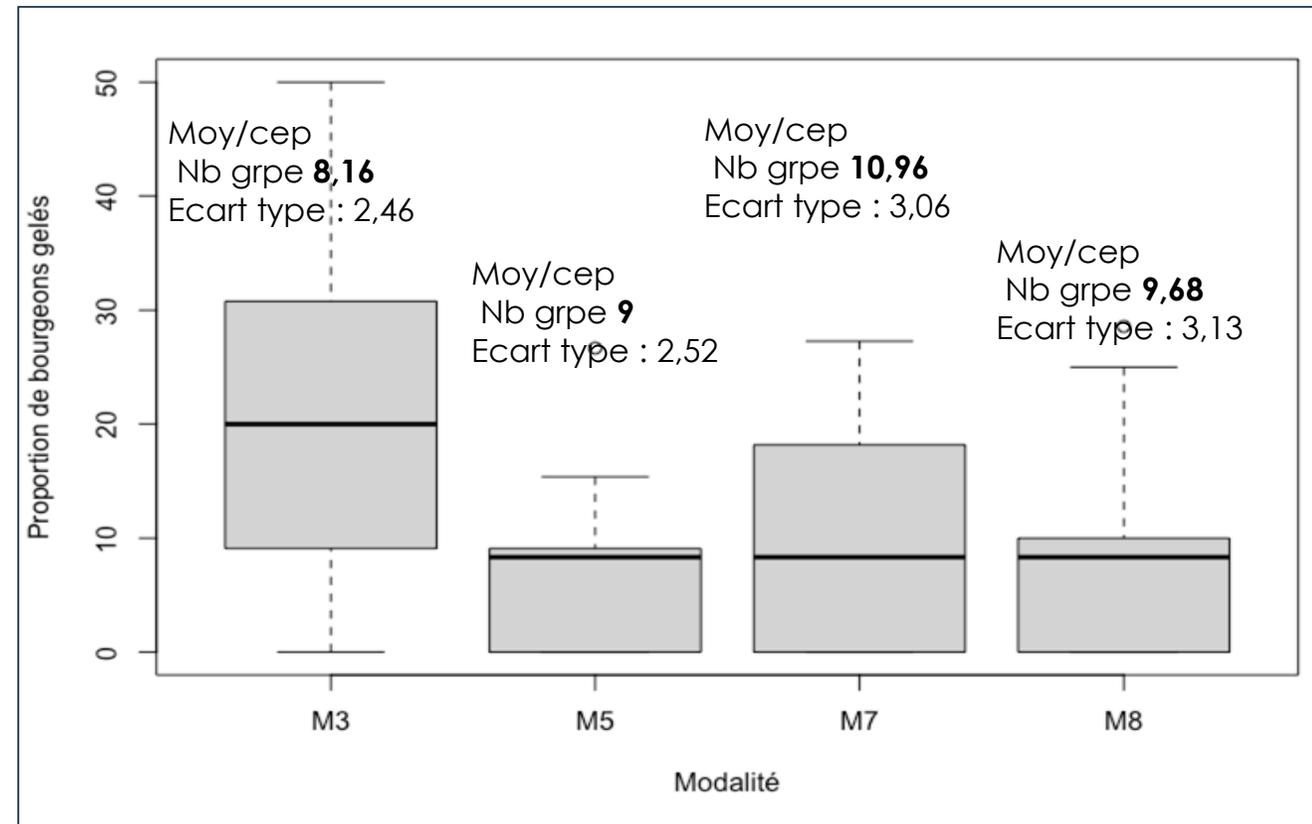
- Proportion de bourgeons gelés des tailles janvier et mars avec ébourgeonnage

Vignobles Chaignaud
Parcelle Pichon

| Description des modalités | Taille | Nettoyage des lattes |
|---------------------------|-----------------|----------------------|
| M3 | Janvier-Février | Janvier-Février |
| M5 | Janvier-Février | Avril |
| M7 | Mars | Mars |
| M8 | Mars | Avril |

Observation du 26 avril 2023

Ebourgeonnage et pliage « post-gel »
Mesure efficacité d'un ébourgeonnage décalé de 1 à 3 mois après la taille



Kruskal-Wallis rank sum test

data: prop_gel and treat
Kruskal-Wallis chi-squared = 18.62, df = 3, p-value = 3.275e-04

Optimisation lutte Passive

- Proportion de bourgeons gelés des tailles janvier et mars avec ébourgeonnage

Château du Grand Ormeau

Ebourgeonnage « pré-gel
Mesure efficacité d'un ébourgeonnage en mars

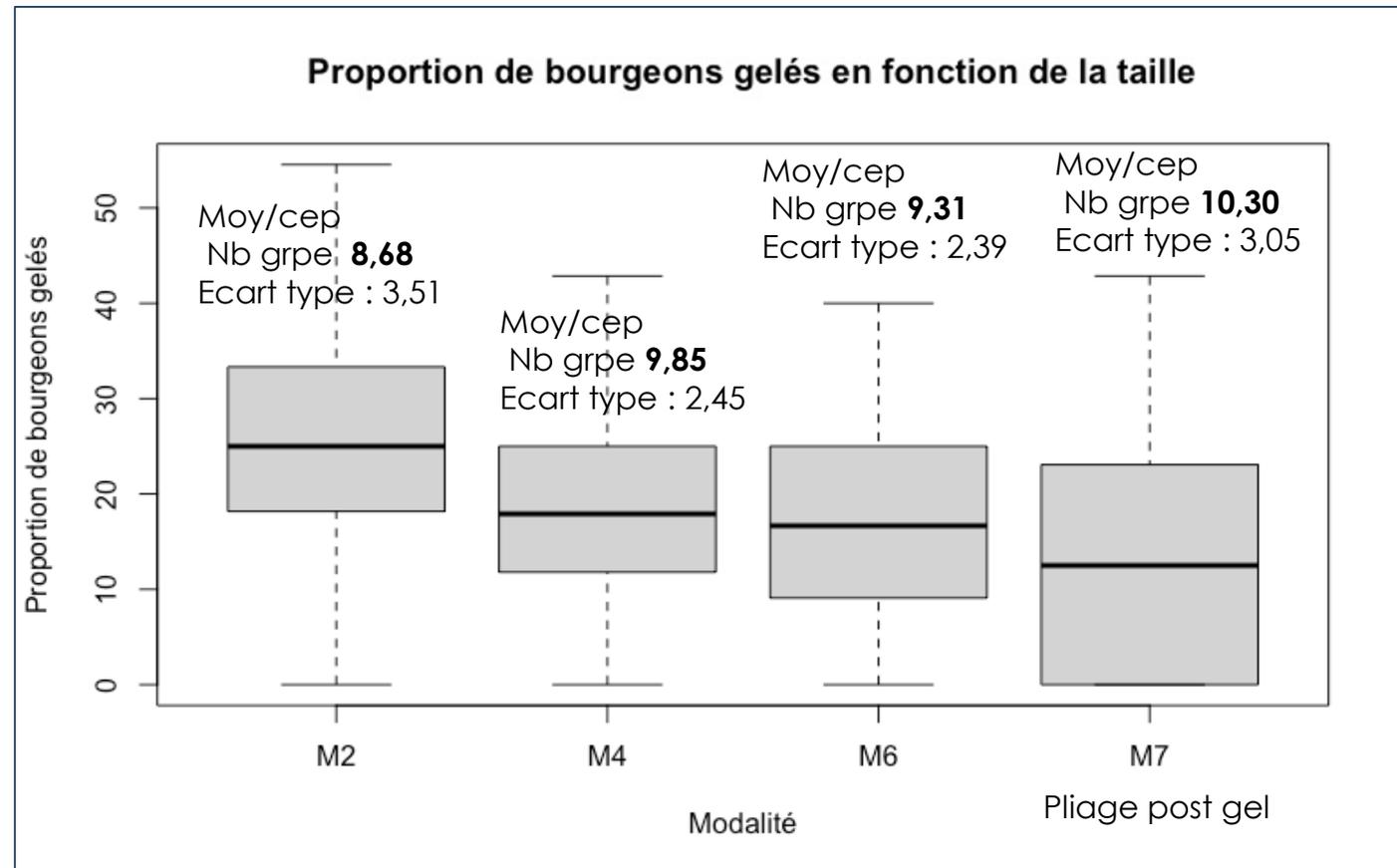
| Description des modalités | Taille | Nettoyage des lattes |
|---------------------------|---------|----------------------|
| M2 | Janvier | Janvier |
| M4 | Janvier | Mars |
| M6 | Mars | Mars |
| M7 | Mars | Mars |

Observations du 28 avril 2023

Kruskal-Wallis rank sum test

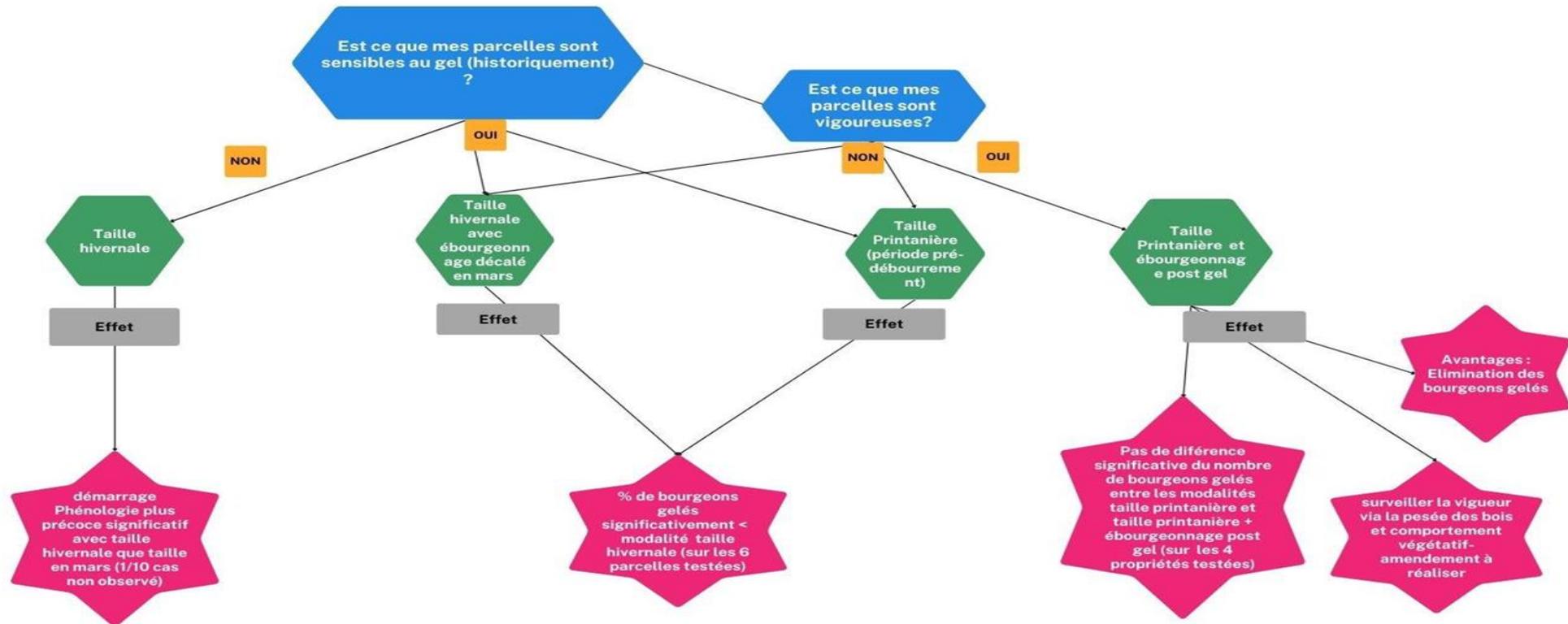
data: prop_gel and taille

Kruskal-Wallis chi-squared = 15.237, df = 1, p-value = 9.481e-05



Optimisation lutte Passive

Quand est il préférable de tailler / ébourgeonner?





Optimisation lutte Passive

• Conclusions

- Ralentissement de la phénologie :
 - taille tardive partielle ou complète en mars(Effet terroir constaté)
 - Ebourgeonnage à partir du mois de mars

- Effet Atténuant du risque gel :
 - Taille tardive, ébourgeonnage pré-gel et post gel

Attention : l'ébourgeonnage post gel impacte la vigueur, et potentiellement le futur rendement



La date de pliage n'aurait pas d'impact sur le décalage de phénologie (sur les modalités taillées et ébourgeonnées en mars et d'après un suivi global du nombre de bourgeon par cep)

Dans le cas d'absence de gel, quels seraient les impacts de ces changements de pratiques?



LUTTE PASSIVE ET VOILE



CONTEXTE LUTTE ANTIGEL



Avancée débournement :
10- 12 jours en 20 ans



Coût éco/humain - Acceptation sociétale - Impacts environnementaux

COMBINER LEVIERS A EFFETS PARTIELS



1
2.9°C





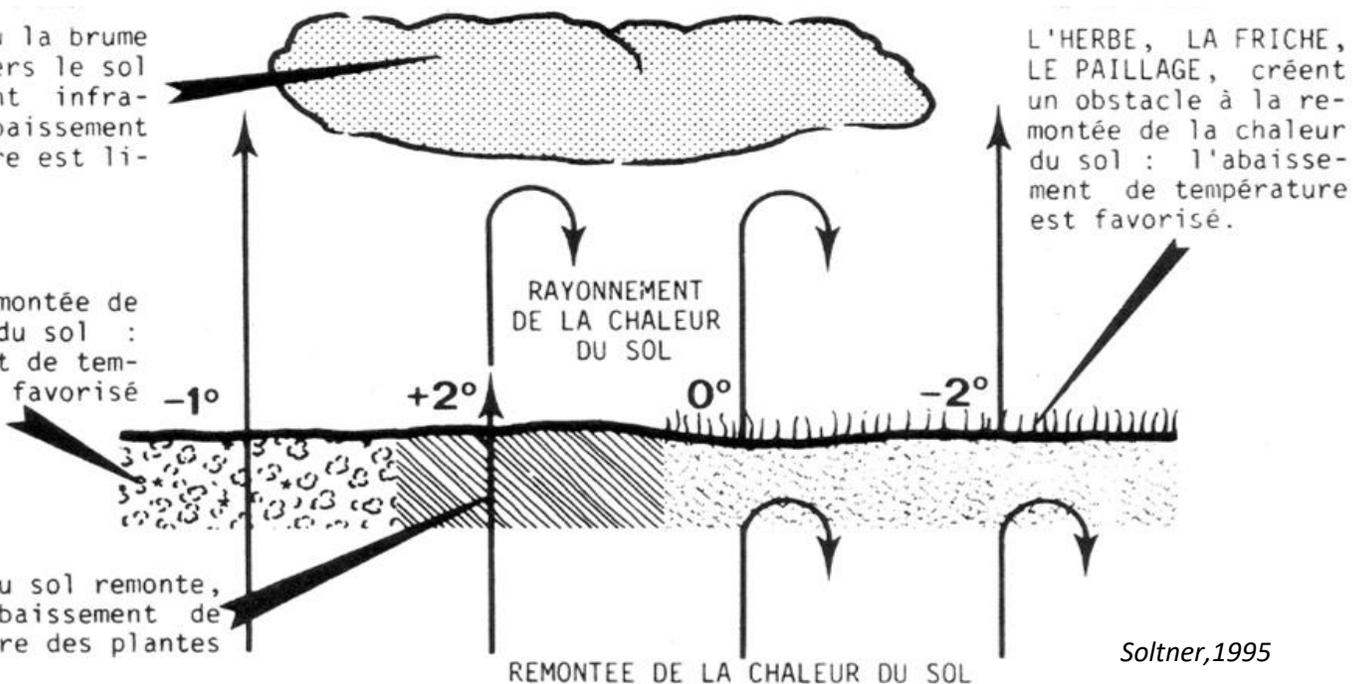
Enherbement : hauteur et espèces



Les nuages ou la brume renvoient vers le sol le rayonnement infra-rouge : l'abaissement de température est limité.

SOL MEUBLE :
mauvaise remontée de la chaleur du sol : l'abaissement de température est favorisé

SOL TASSE :
la chaleur du sol remonte, limitant l'abaissement de la température des plantes



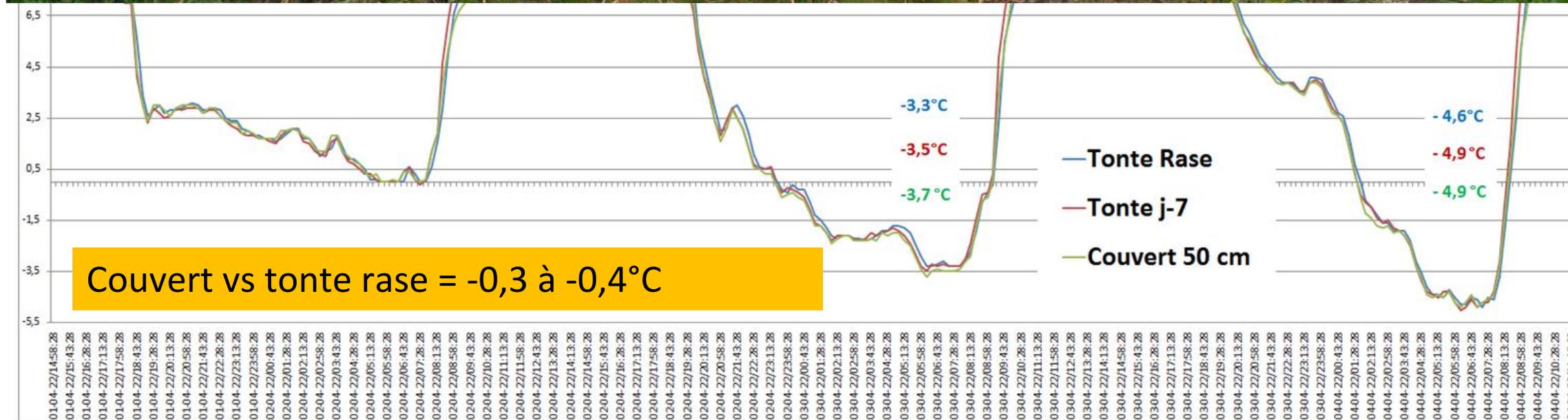
Soltner, 1995

Figure II.8 : Influence de la couverture du sol sur la remontée de chaleur

Essai 2023 CIVC : Témoin (travaillé) 9% dégâts VS Couvert végétaux développés : 40 % dégâts (-3°C dans le couvert)

Pas de travail du sol ni de tonte 3j avant risque de gel en condition sèche / 7j avant en conditions humides (IFV)
Intérêt pour l'écopaturage de Mi-Mars : herbe rase



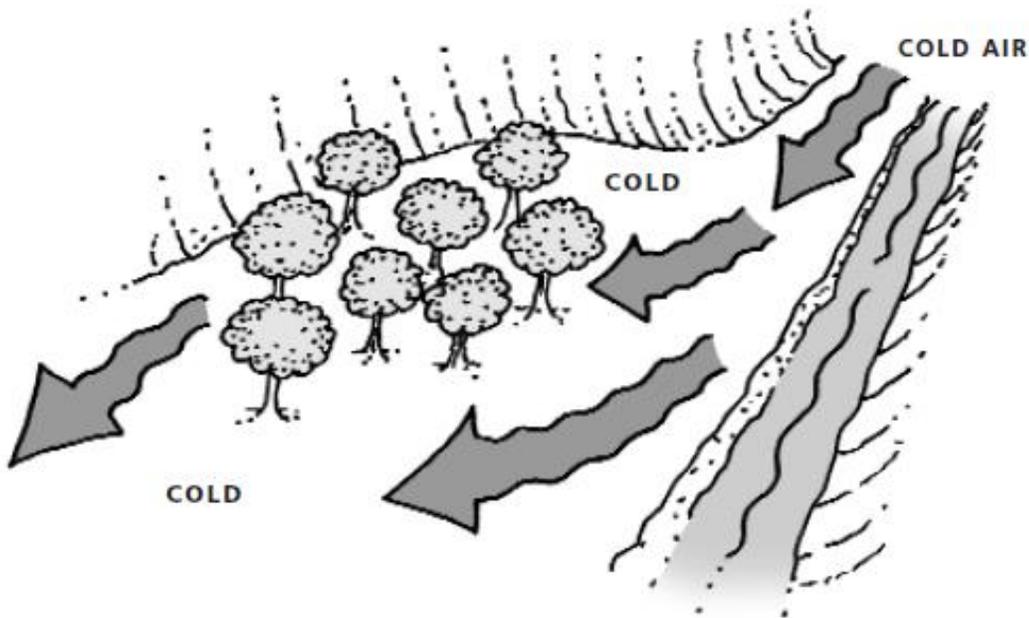


Essai 2017 (CA Tarn) :
 Couvert 80 cm de haut et Couvert vs tonte rase = -0,5 à -0,7°C +9% dégâts dans CV

Dérive catabatique

ou « brise de pente » = vent qui transporte de l'air à haute densité d'une altitude élevée vers le bas de pente. **De la même manière que l'eau s'écoule de la terre.** Même si plat, la dérive sera influencée par la topographie en pente à plusieurs kilomètres de distance.

Cold Air Drainage



Cold air drains down-slope along a river valley and into a crop.

Source : Snyder

Charrondière (2021)

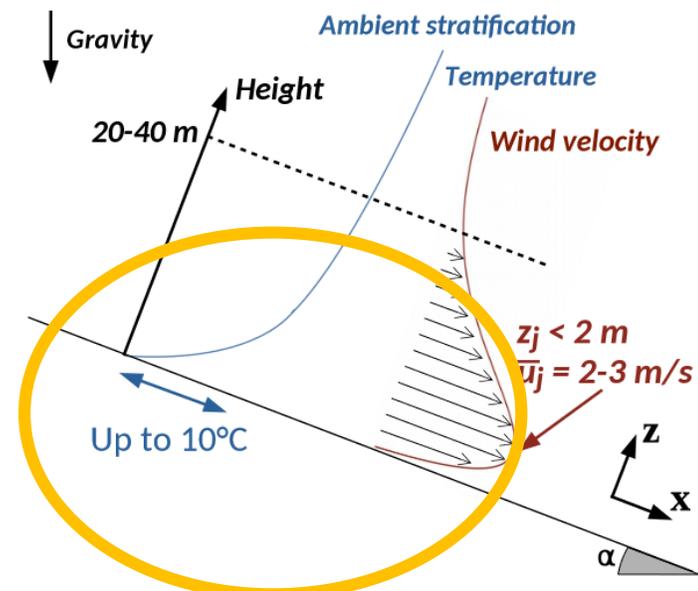
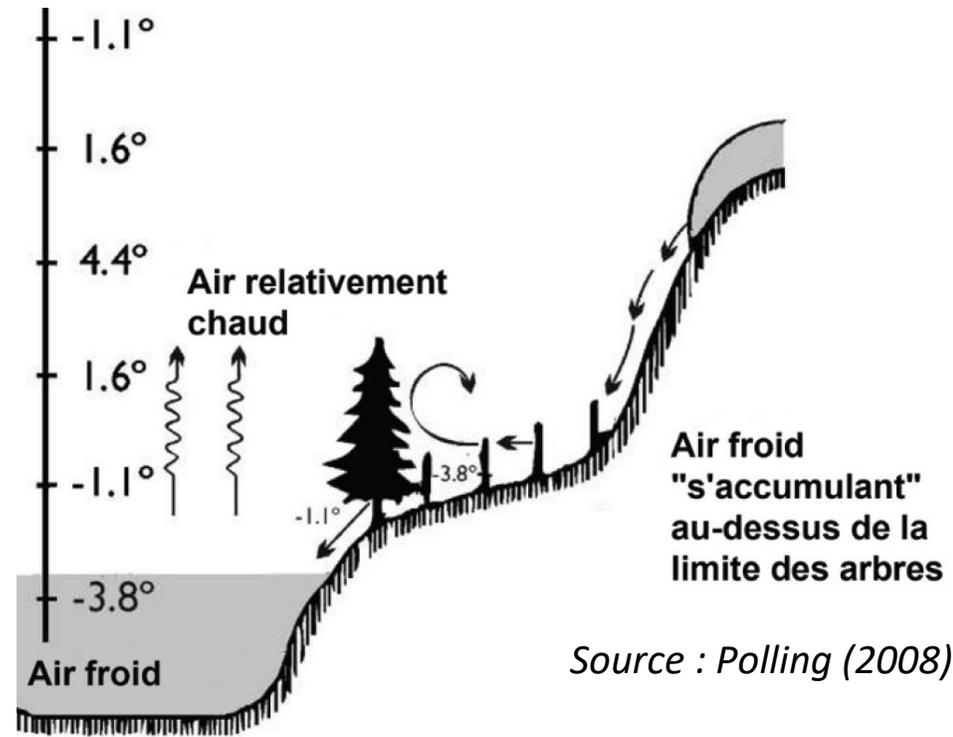


FIGURE 1.1 – Wind speed and temperature characteristic profiles for a katabatic flow over a steep slope of angle α . The maximum wind velocity and its corresponding height are \bar{u}_j and z_j . The coordinate system is following the mean topography.





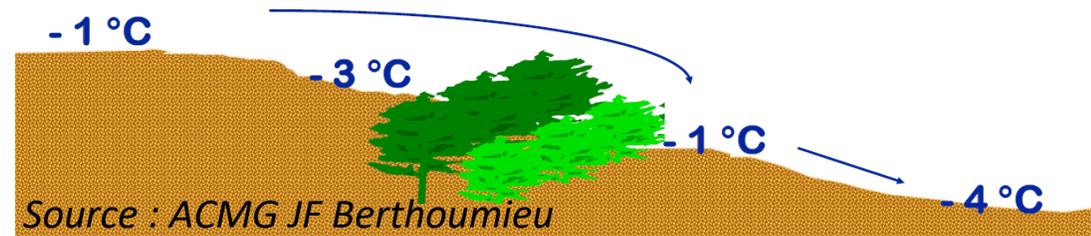
Écoulement air froid et Haies



Source : Polling (2008)

LUTTE PASSIVE : GAIN DE 1 °C

Une haie brise-vent perturbe les écoulements et le champ des températures

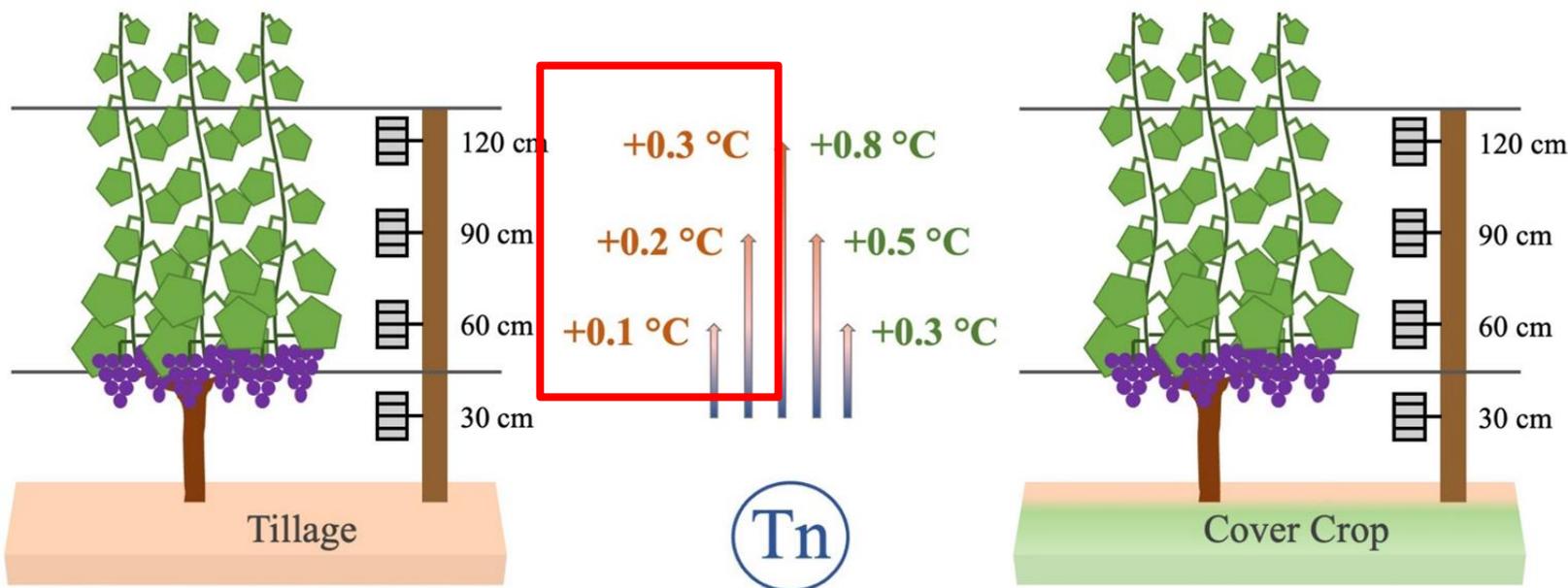


Source : ACMG JF Berthoumieu





HAUTEUR DU TRONC :



Characterisation of the vertical temperature gradient in the canopy reveals increased trunk height to be a potential adaptation to climate change

Laure de Rességuier¹, Philippe Pieri¹, Séverine Mary², Romain Pons¹, Théo Petitjean¹ and Cornelis van Leeuwen¹

¹ EGFV, Univ. Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro, INRAE, ISW, F-33882 Villenave d'Omon, France
² INNOV, Bordeaux Sciences Agro, ISW, F-33175 Gradignan cedex, France

67 jours à T_{min} < -2,5 °C
 parcelle enherbé

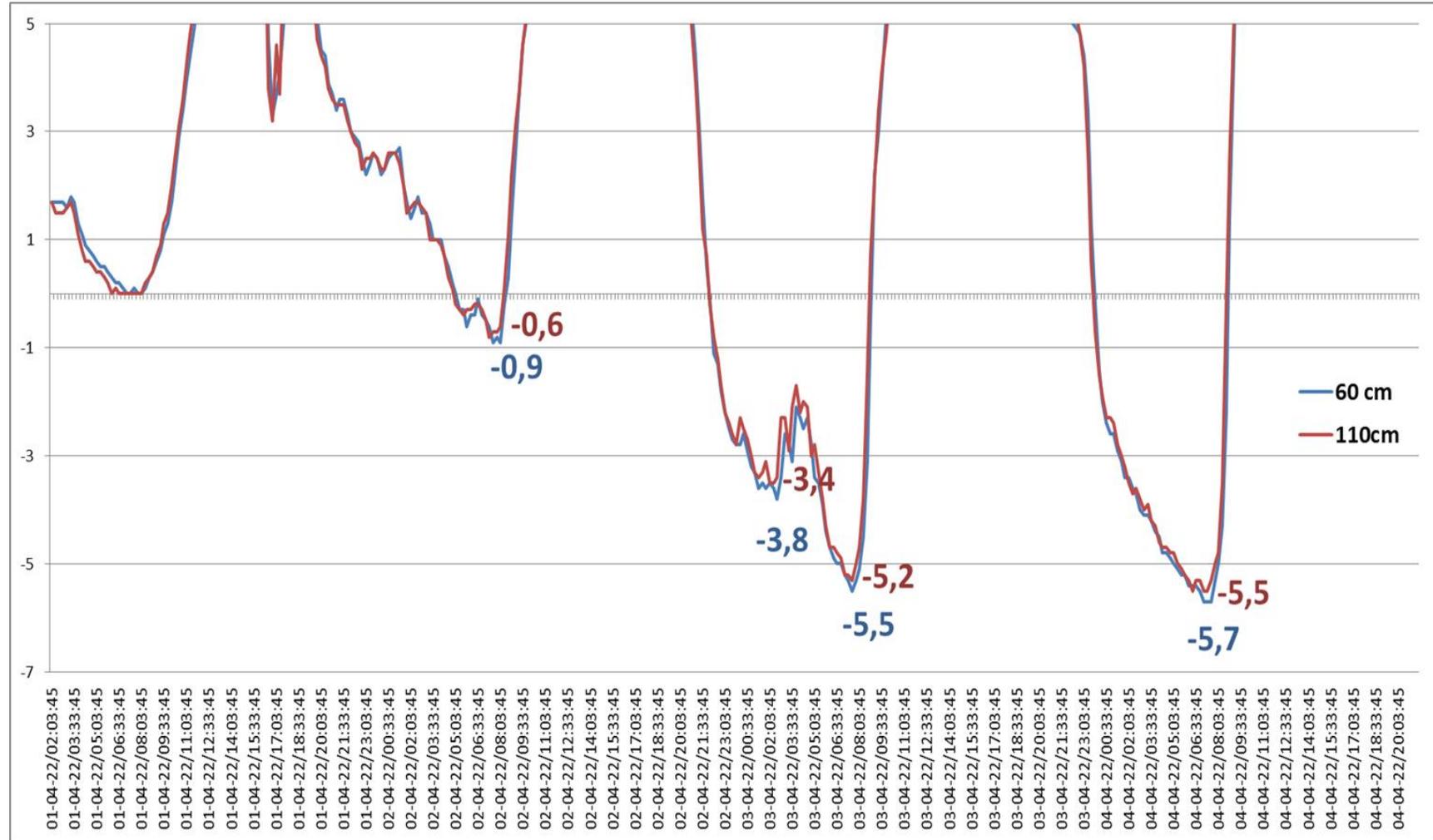
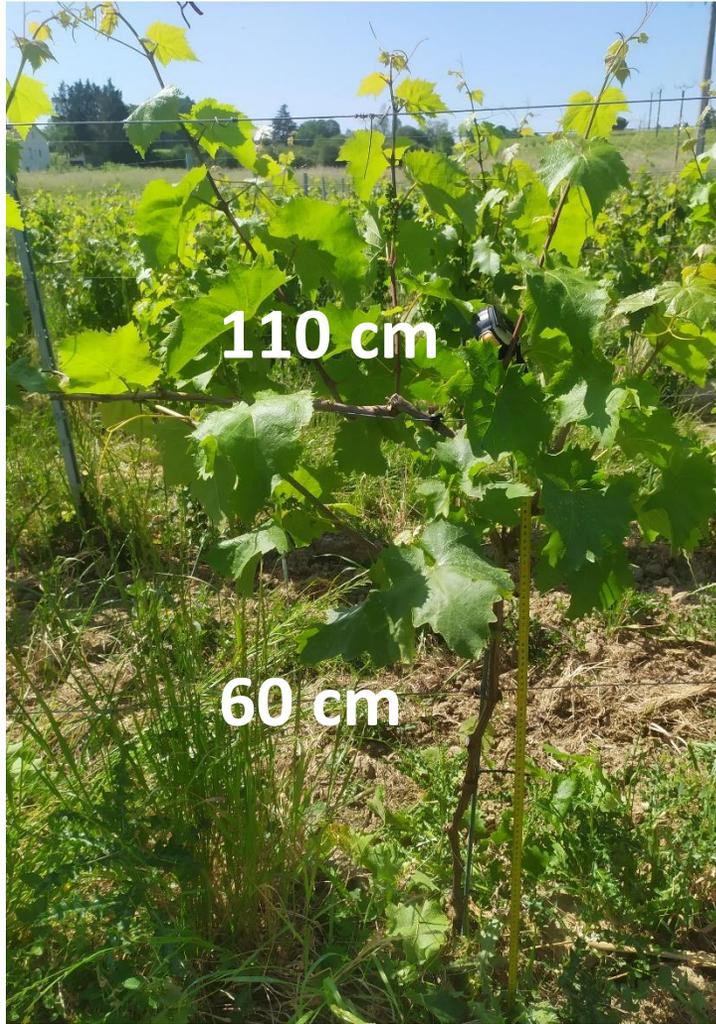
50 jours dans la parcelle
 travaillé

Pendant les nuits à risque de gel, T_{min} était presque toujours plus froide dans la parcelle enherbée (66 /67 jours).





T°C matinales pendant gel 2022



$\Delta = + 0,3^{\circ}\text{C}$ à 110 cm





EN CUMULE POTENTIEL :

+2,3°C

- Hauteur du tronc (110 vs 60 cm) : **+ 0,3°C**
- Travail des inter-rangs avec rappuie naturelle du sol : **+ 1°C**
- Drainage / Contournement de la dérive catabatique : **+1°C**

Dépend du stade phéno (attention cépage précoce) début Avril
Taille tardive : efficace (2022) sauf bg coton humide (2023)

MAIS ...



VOILE ANTI-GEL 2020-2023



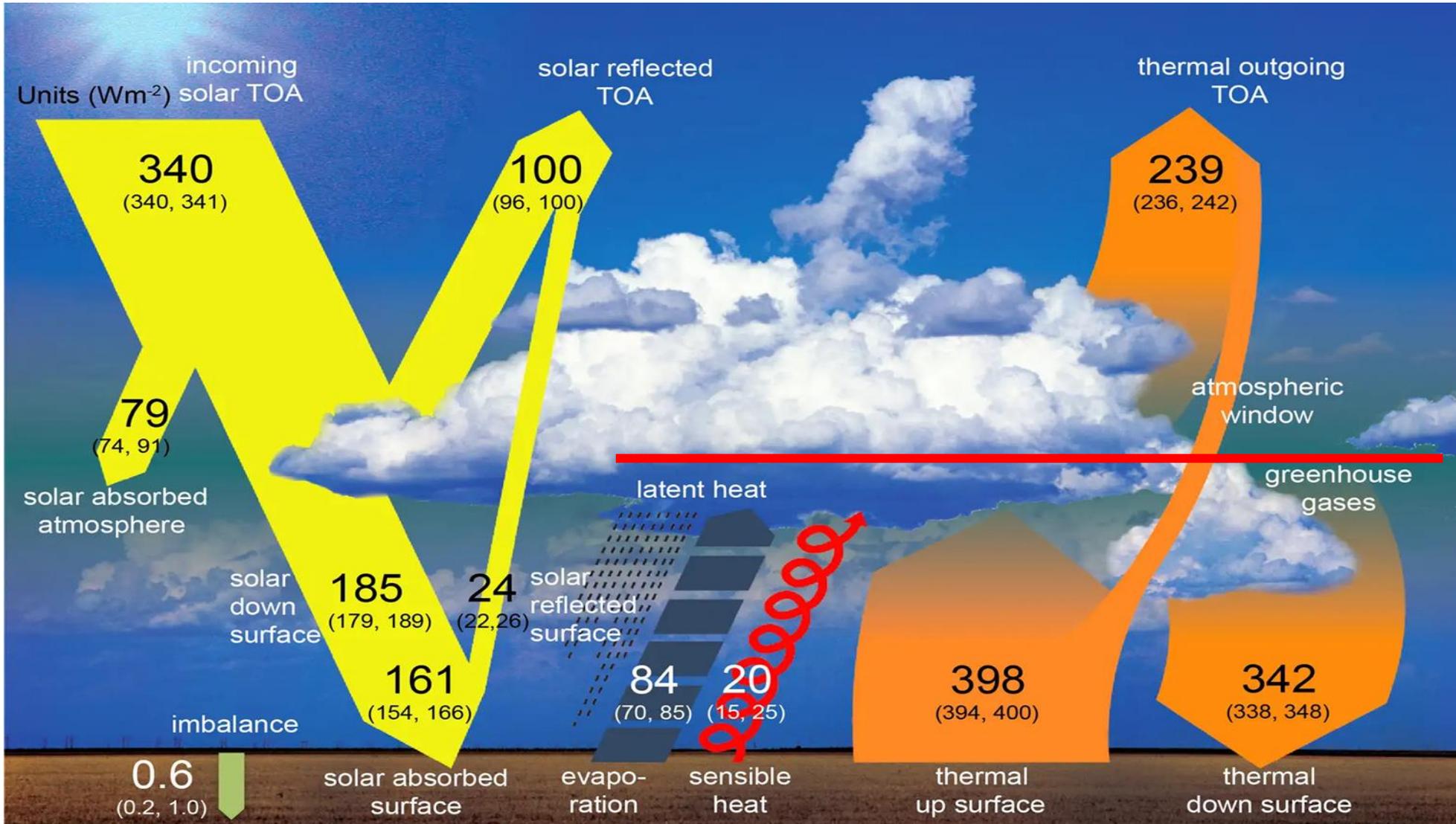
ATV 49





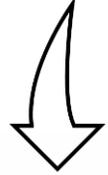
BILAN ENERGETIQUE

(Figure adaptée de Wild et al (2013) Wild, M., D. Folini, C. Schär, N. Loeb, E. G. Dutton, and G. König-Langlo, 2013: The global energy balance from a surface perspective. *Clim. Dyn.*, 40, 3107-3134).





Touraine (CA 41) : 2018



PROJET GELVOILE



2019



Domaine Ogereau, Mars 2020



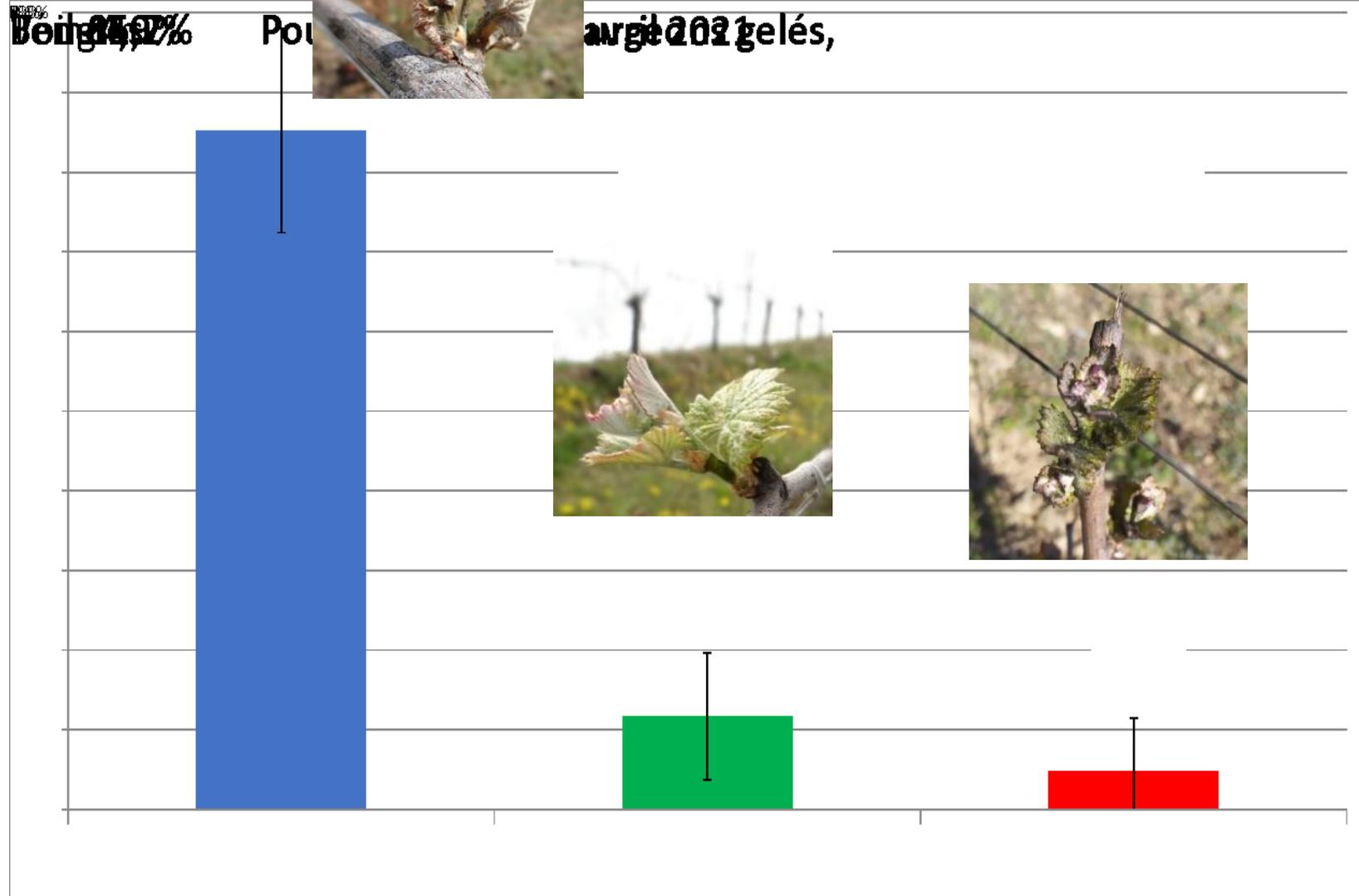
**Domaine Ogereau, Avril
2021**





Gel 2021 :

5 matinés
 Radiatif humide puis
 advection
 Gel total dans témoin,
 impact fort sur récolte.



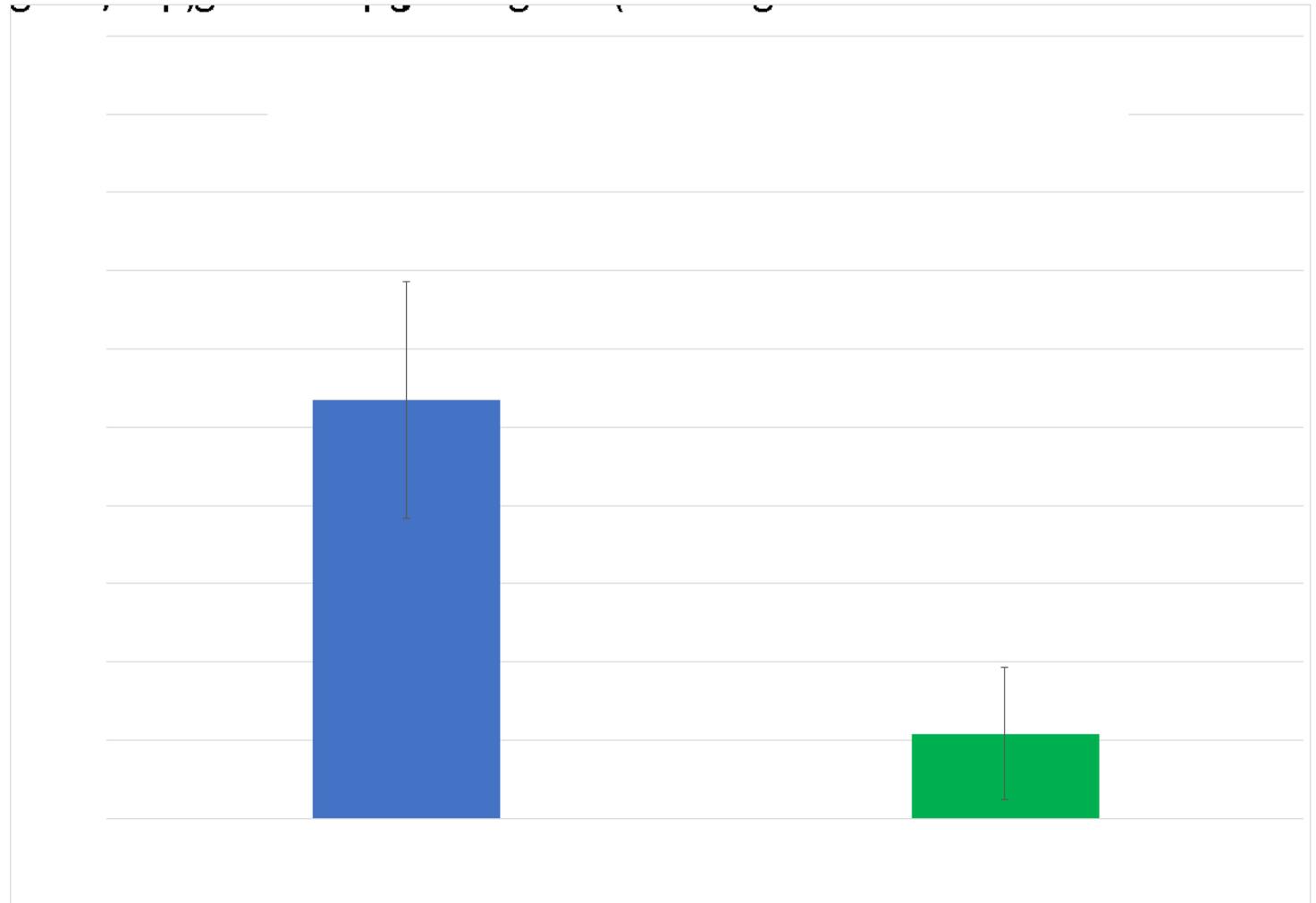


Gel 2022 :

3 matinés
Advectionnel, transitionnel puis
radiatif sec
Gel partiel dans témoin,
peu d'impact sur récolte.

Conclusion :
Efficacité de la protection
du voile intissé PP 30

ATV 49





OBSERVATION DEGATS DRONE



Figure 3: Répartition des pieds selon les 2 grandes classes



Vol drone 5 mai 2021
Post-traitement IA

*Corrélation notation bourgeons gelés et
développement foliaire à la reprise.*





Sans voile

Photo 5 mai 2021

Avec voile

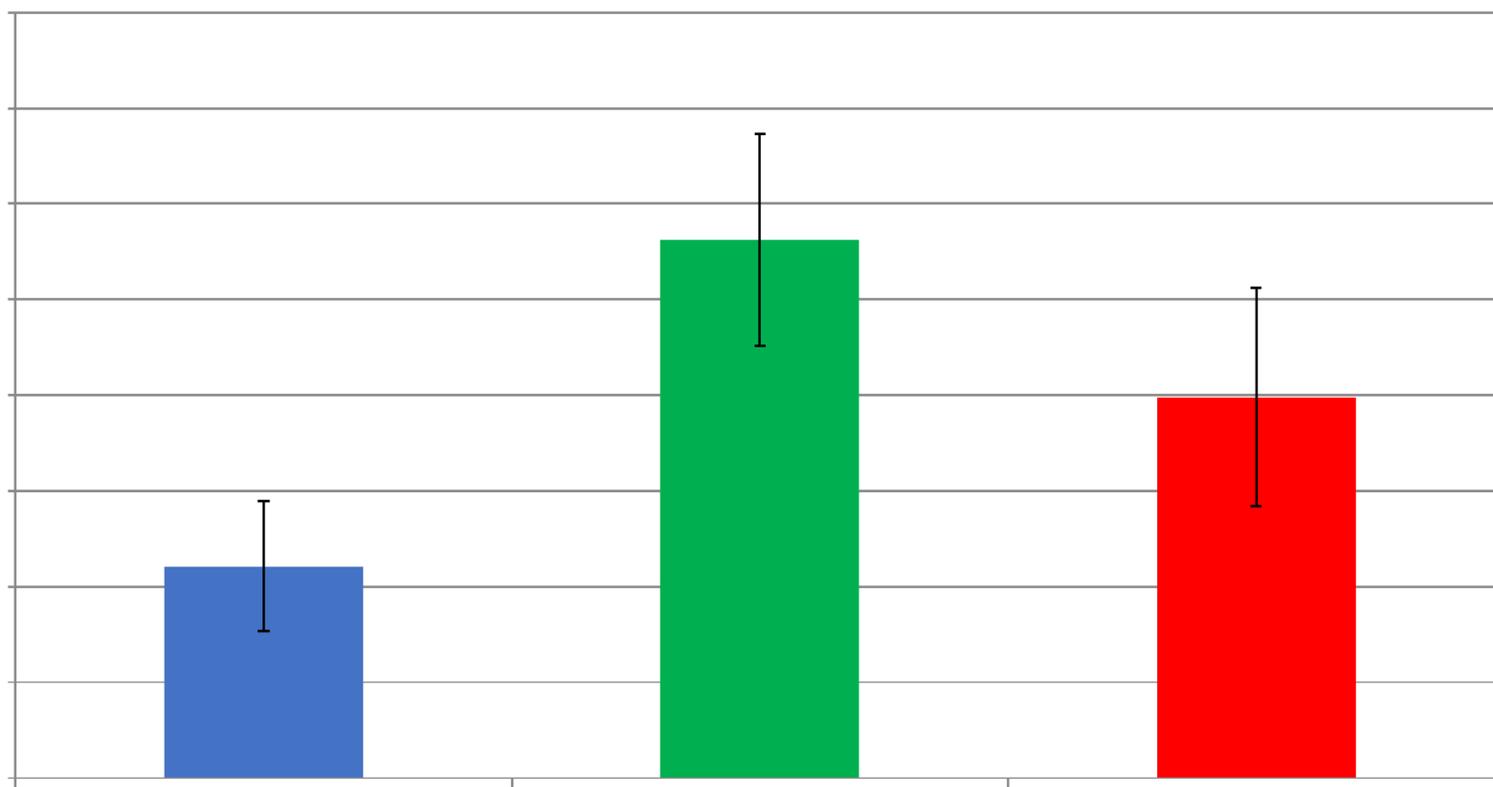


VOL DRONE :



RENDEMENT :

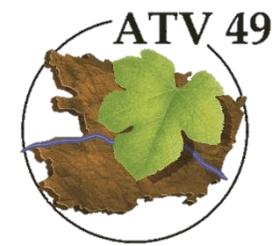
Deuilhieu 2021 : Poids de vendanges (kg/cep) n= 75 ceps



2021 :
Différence significative
2,5 fois plus de
vendange que témoin

Conclusion :
**Rendement 2021 voile
supérieur**

**2022: Gel partiel, Effet
alternance Témoin**





RISQUES A ANTICIPER :

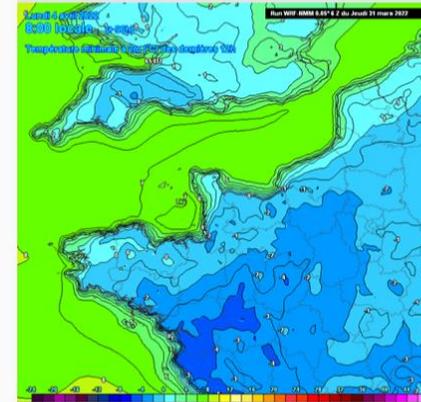
- Gel de Mars : Nuit plus longue, entre début Avril fin Avril : 1H de différence ça peut faire 2°C de moins
- Affaiblissement physiologique gel sur parcelle : (double débourrement pompe les réserves C/N)
- Coût de l'énergie fossile
- Interdiction de la combustion en extérieur (CO2) et Particules fines



Infoviti Gel n°1

le bulletin d'informations météorologiques et techniques pour les
vignerons de Loire-Atlantique et Maine-et-Loire

Nuit du Dimanche 03 avril au Lundi 04 avril



Le vent chute à moins de 5 km/h permettant la stratification de couche d'air froid au sol et chaude en altitude. La température reste autour de -1°C à 2 mètres, l'humidité est forte (90%) et la température au sol pourrait descendre à -2°C sur le vignoble, localement jusqu'à -4°C.

Le risque de gel est fort pour les parcelles aux stades phénologiques passé « Pointe verte ».

(Source : Meteociel au 31/03 modèle WRF-NMM, température et humidité à 7H du matin)

Se référer à la lutte contre le gel radiatif en fin de bulletin.

D'après nos prévisions, dans la journée de lundi, le vent passe Ouest et les températures remontent pour le reste de la semaine.

Conseils techniques



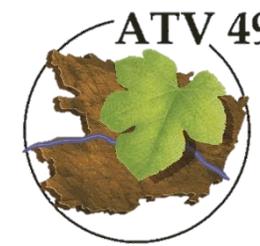
NB : 1 Ha (Emission GES Vigne-Cave-Bouteille): 1,7t éq. CO2

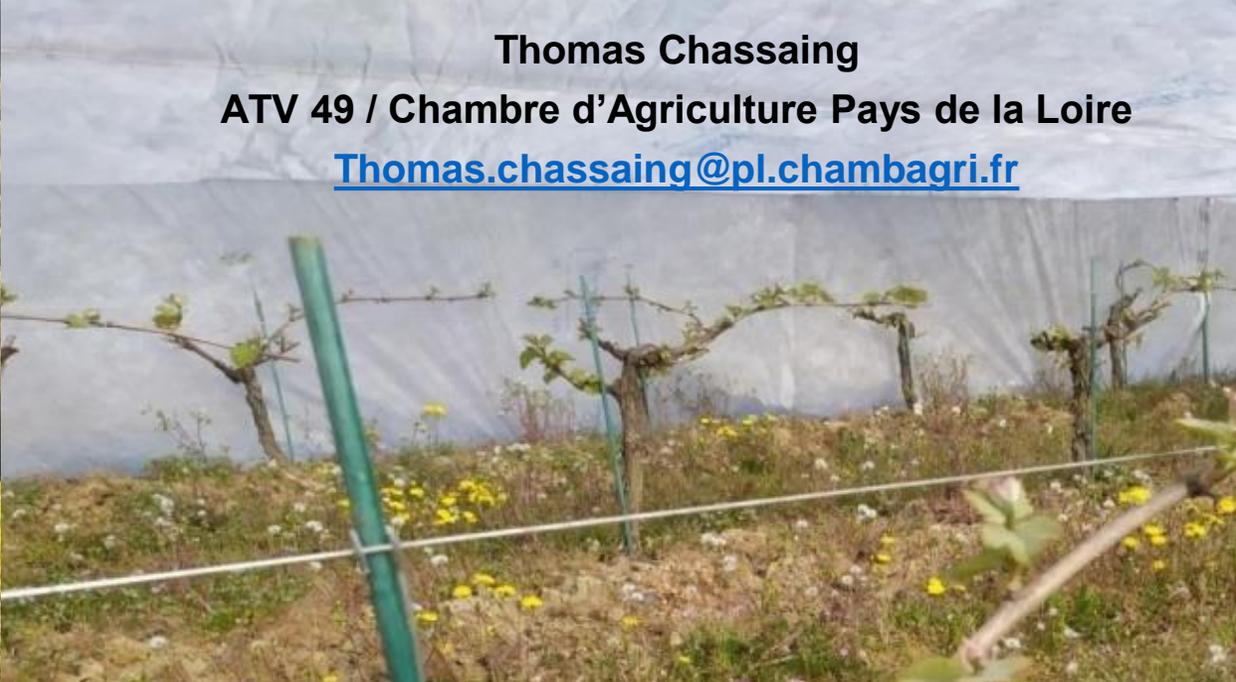
IMPACT CARBONE

| Méthode Lutte | Empreinte Carbone (2 nuits) CIVC 2021 (tCO ₂ eq/Ha/an) | Empreinte Carbone CA PdL 2022 (2 nuits) (tCO ₂ eq/Ha/an) |
|----------------------|--|--|
| Bougies « parafine » | 22,5 | |
| Bougies « vertes » | 12,5 | |
| TAG | 0,7 (sans chauffage) | 2,4 (avec chauffage) |
| Aspersion | 0,6 | |
| Fils chauffants | 0,35 (secteur) | 2,3 (groupe électrogène) |

Lutte antigel actuelle : court terme
Nécessité d'avancer collectivement

Thèse en cours
ACV lutte antigel





Thomas Chassaing

ATV 49 / Chambre d'Agriculture Pays de la Loire

Thomas.chassaing@pl.chambagri.fr



PLAN NATIONAL DÉPÉRISSEMENT DU VIGNOBLE



MERCI DE VOTRE ATTENTION

LES FINANCEURS



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION FranceAgriMer

LES PARTENAIRES





PLAN NATIONAL DÉPÉRISSEMENT DU VIGNOBLE



MERCI DE VOTRE ATTENTION



PNDV Tour Bordeaux 2023