



**PLAN NATIONAL**  
**DÉPÉRISSEMENT DU**  **VIGNOBLE**

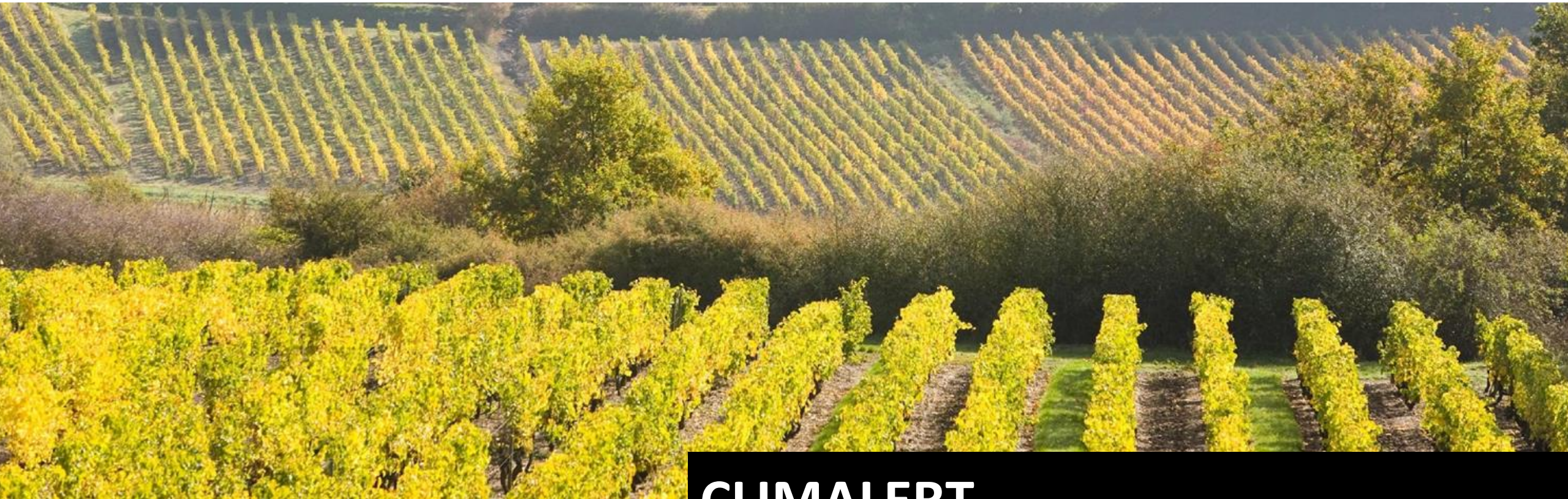


# **COMMENT S'ADAPTER AU RISQUE GEL?** **NICOLAS FEDOU – ANNABEL GARÇON- THOMAS CHASSAING**

*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



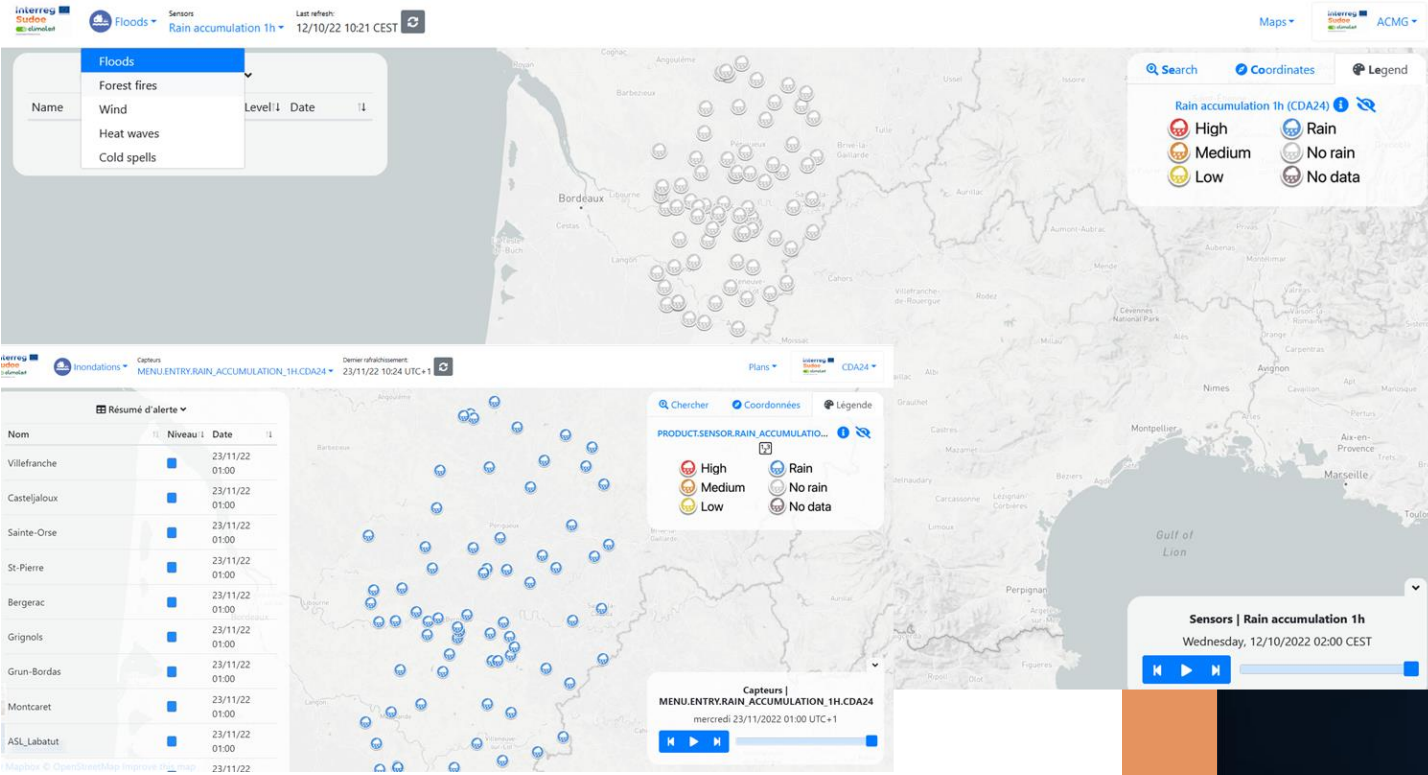
Etat et  
collectivités



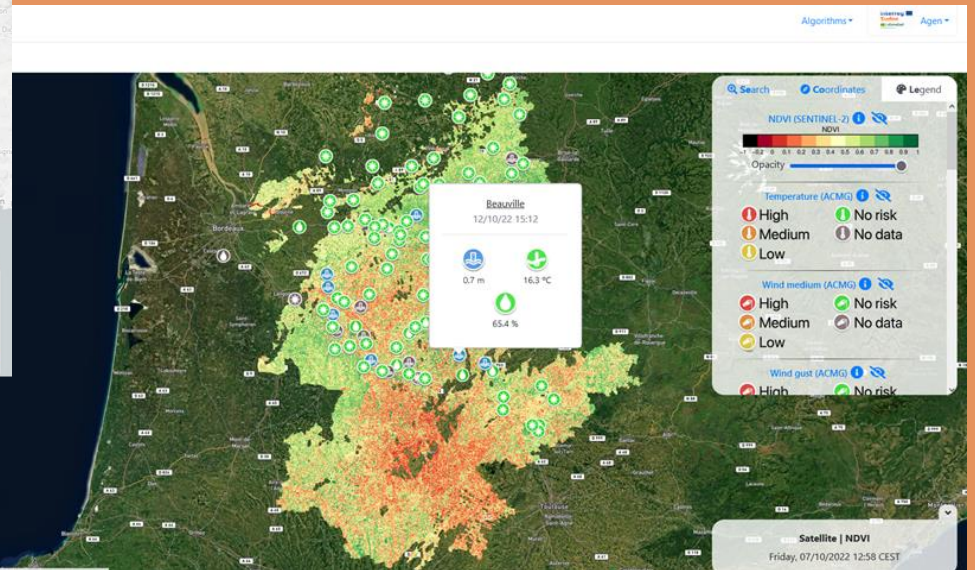
Education



# 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)

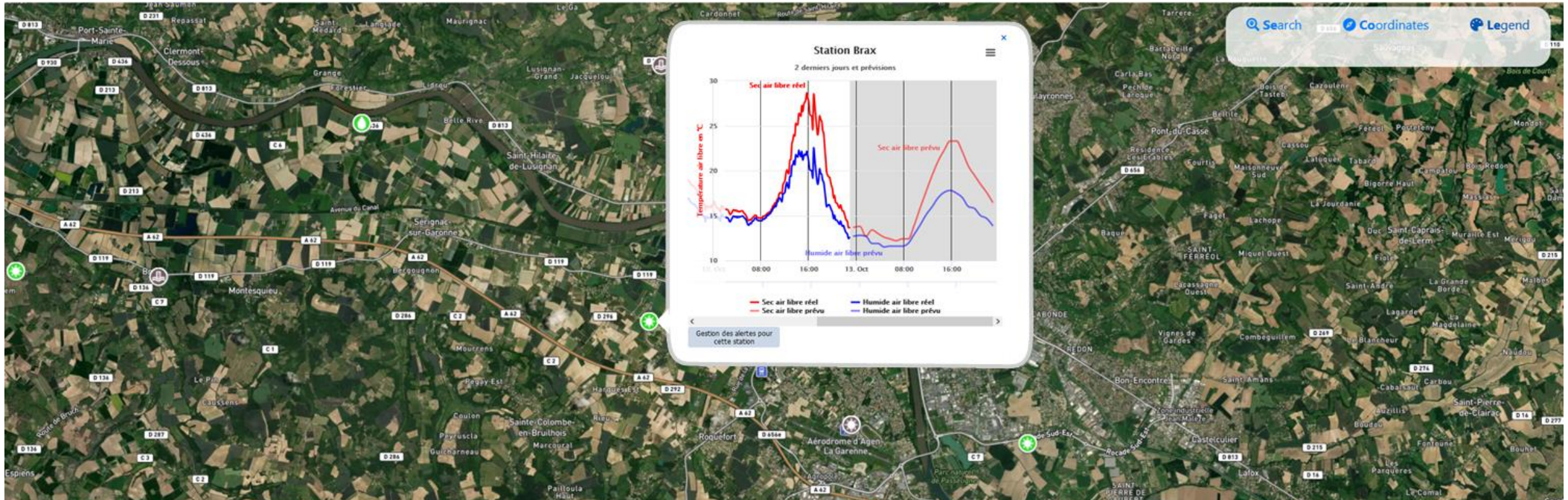
Prévisions - ECMWF | Température  
mercredi 23/11/2022 13:00 UTC+1

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. <a href="#">Attribuer.</a>		Aucun téléphone affecté. <a href="#">Attribuer.</a>	
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

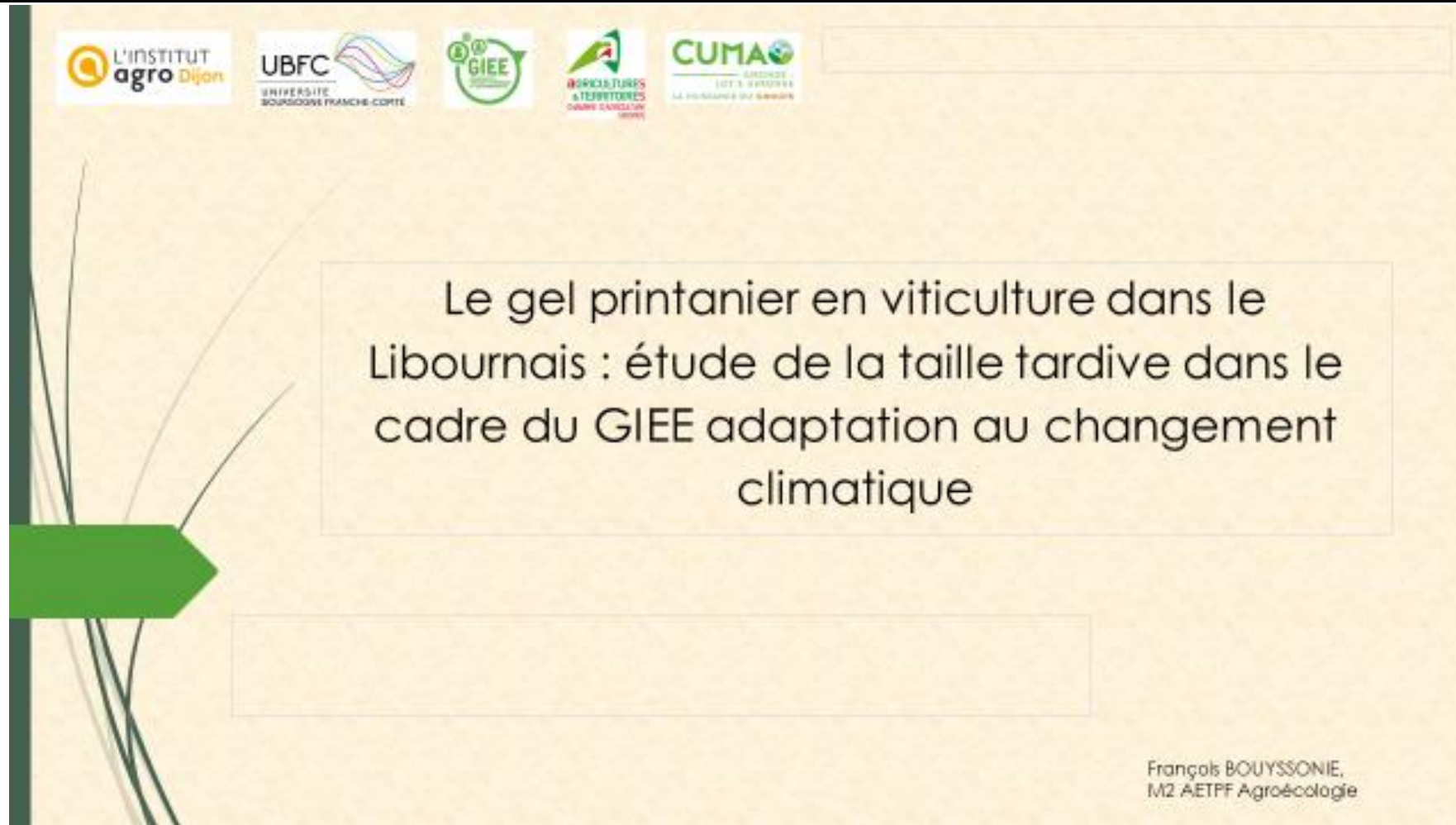




# Optimisation de la lutte passive : retours d'expériences du GIEE adaptation au changement climatique dans le libournais



# Optimisation lutte Passive



L'INSTITUT agro Dijon

UBFC  
UNIVERSITÉ BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

GIEE

AGRICULTURES & TERRITOIRES  
Cohésion Climat 2021

CUMA  
AGRICULTEUR  
LOT 1 - BORDEAUX  
LE PAYSAN DU SÉRIÉ

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 <sup>ère</sup> feuille étalée	5
2 <sup>ème</sup> feuille étalée	6
3 <sup>ème</sup> feuille étalée	7
4 <sup>ème</sup> feuille étalée	8
5 <sup>ème</sup> 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	Pilage	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

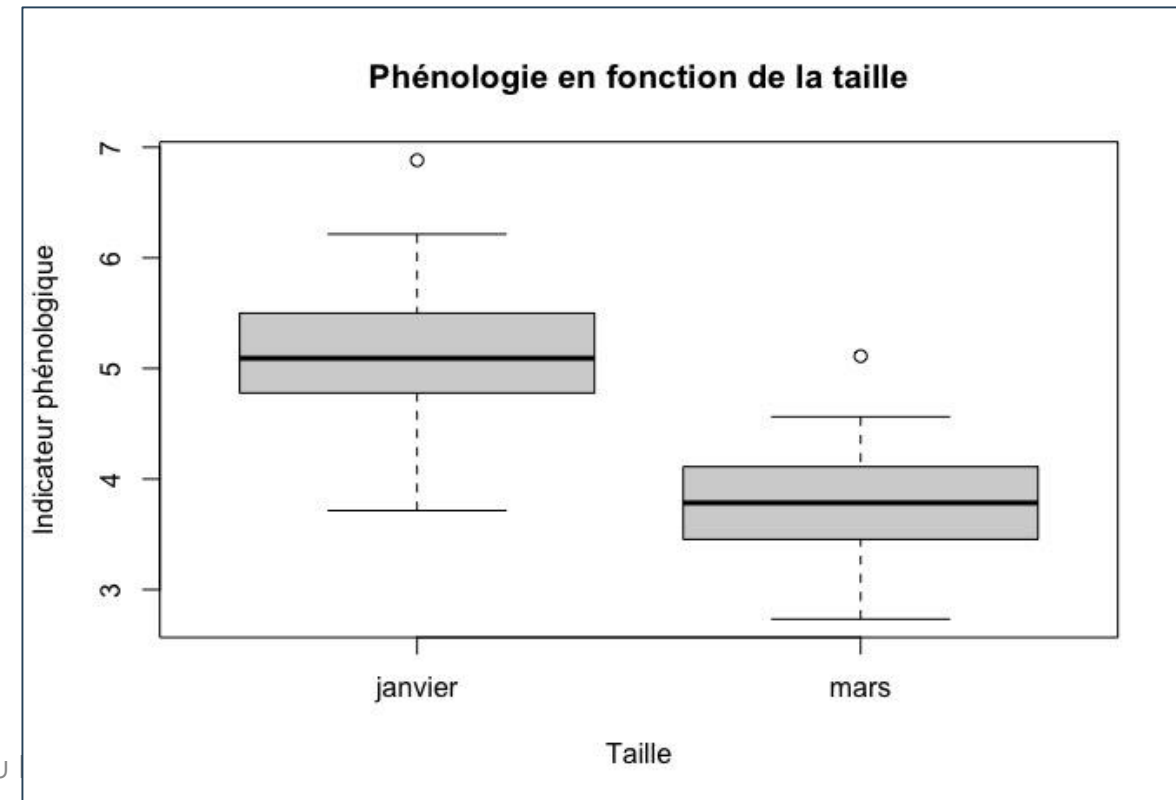
Observation du 20 avril 2023

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



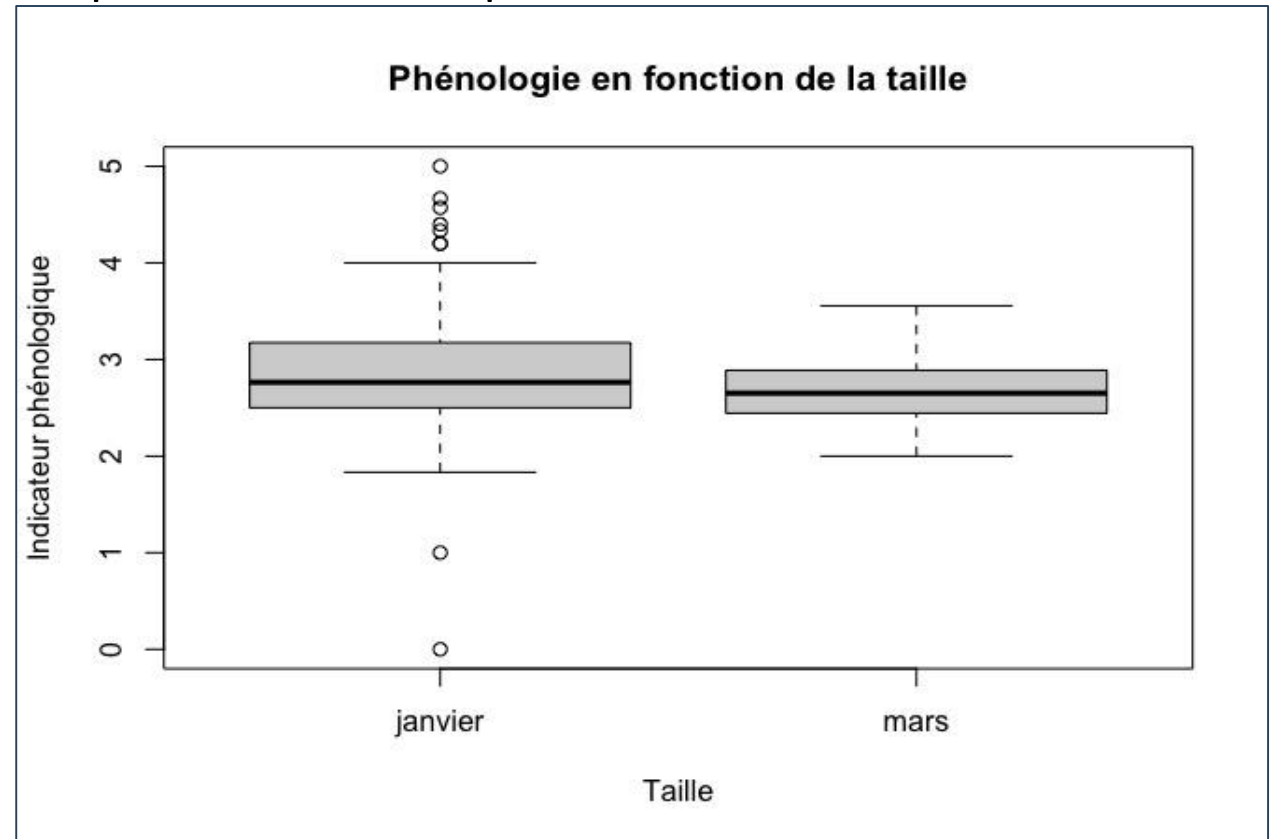
Rendez-vous « 15 du

# 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

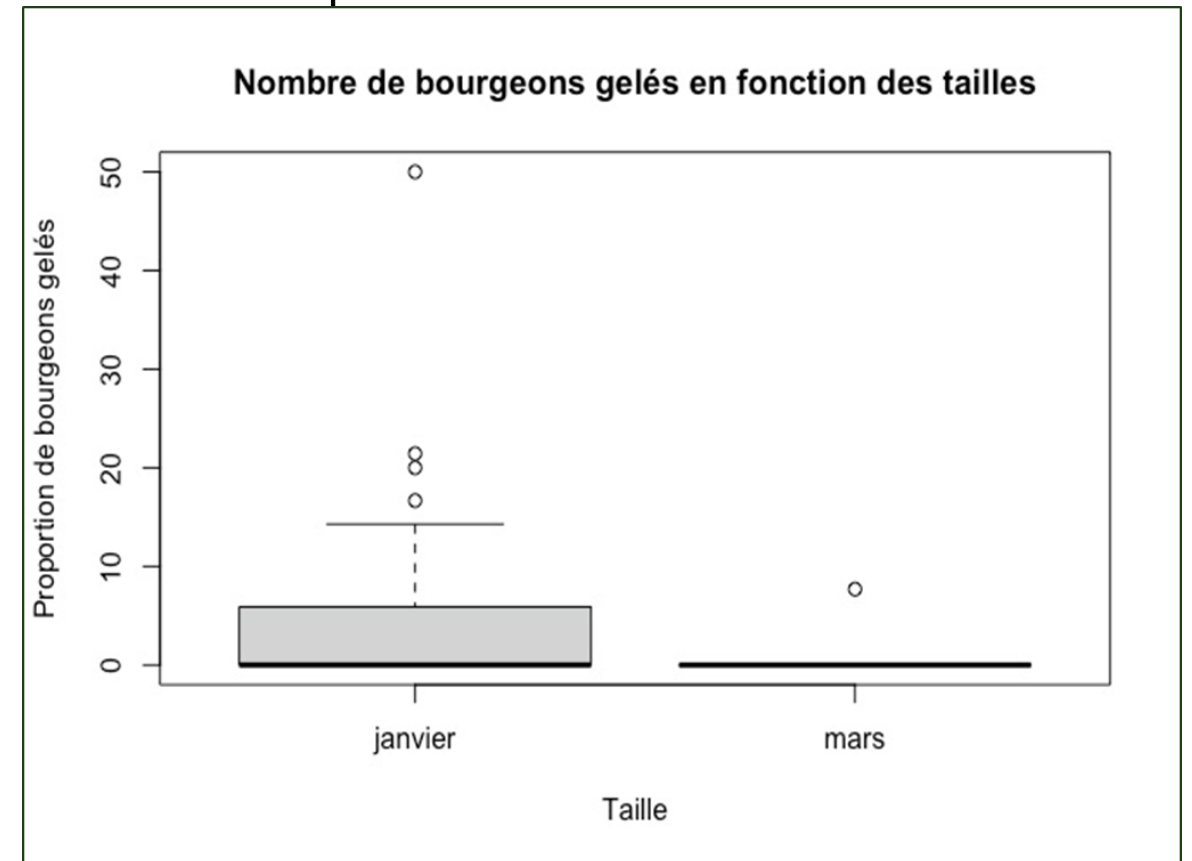
date gelée : 5 avril

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

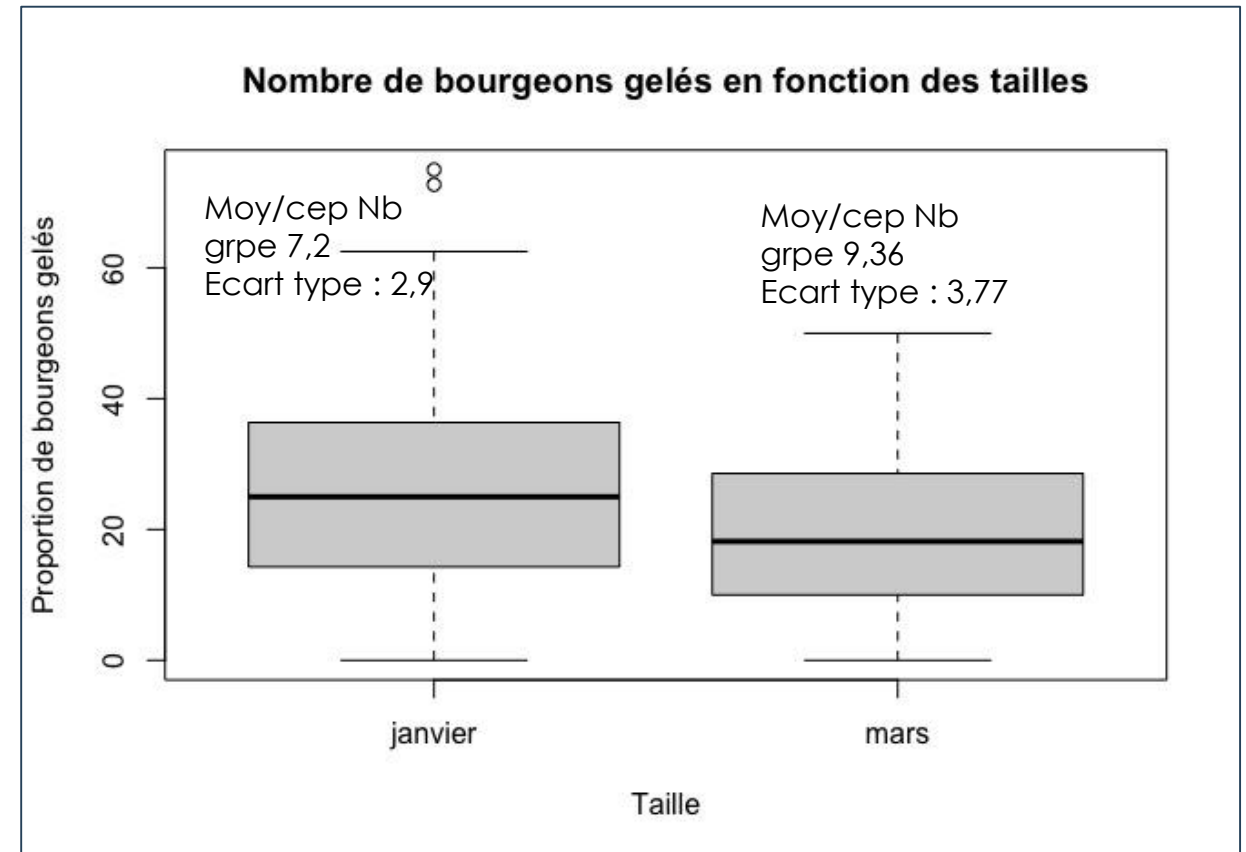
- Proportion de bourgeons gelés sur des tailles janvier et mars complète

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*

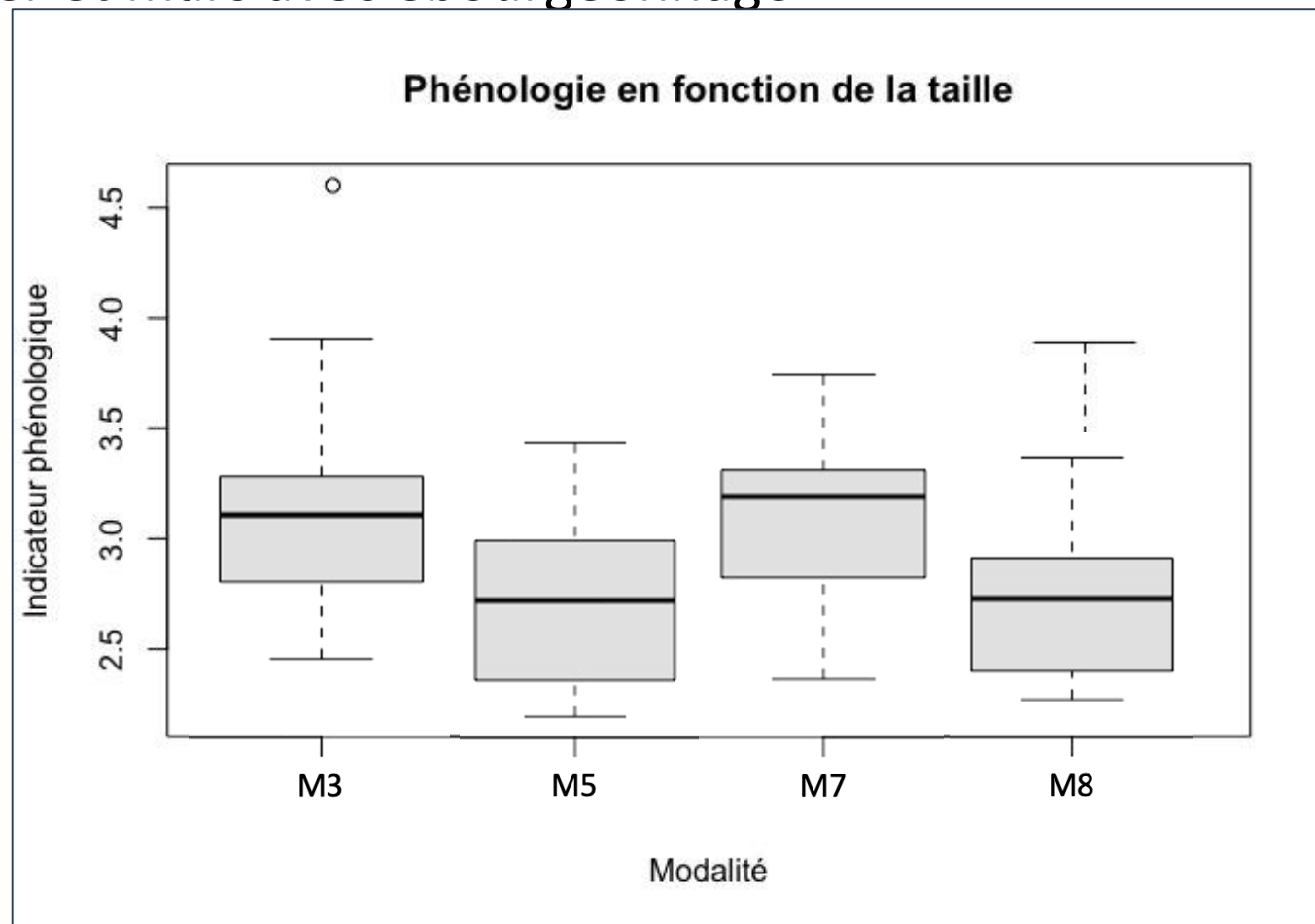
*Parcelle Pichon*

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

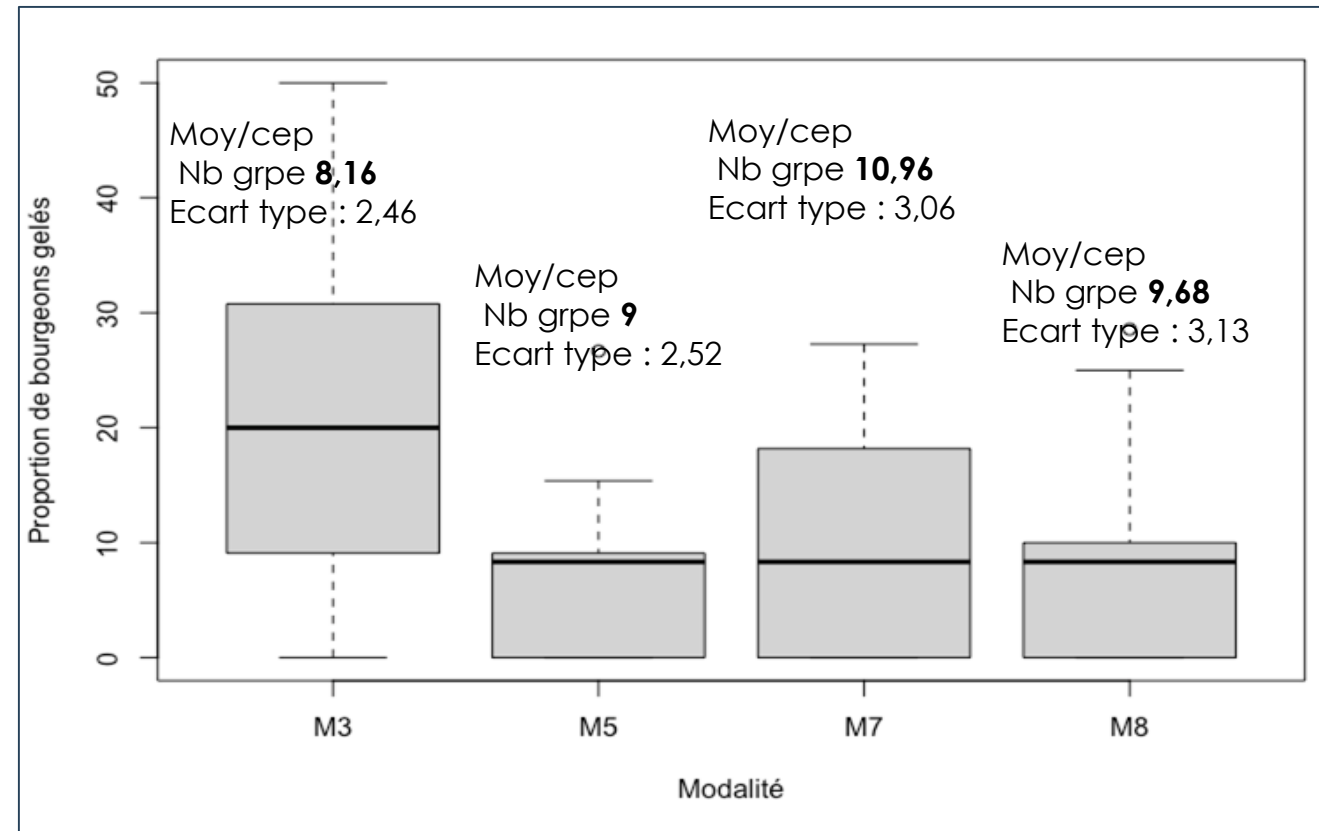
Description des modalités	Taille	Nettoyage des lattes
M3	Janvier-Février	Janvier-Février
M5	Janvier-Février	Avril
M7	Mars	Mars
M8	Mars	Avril

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

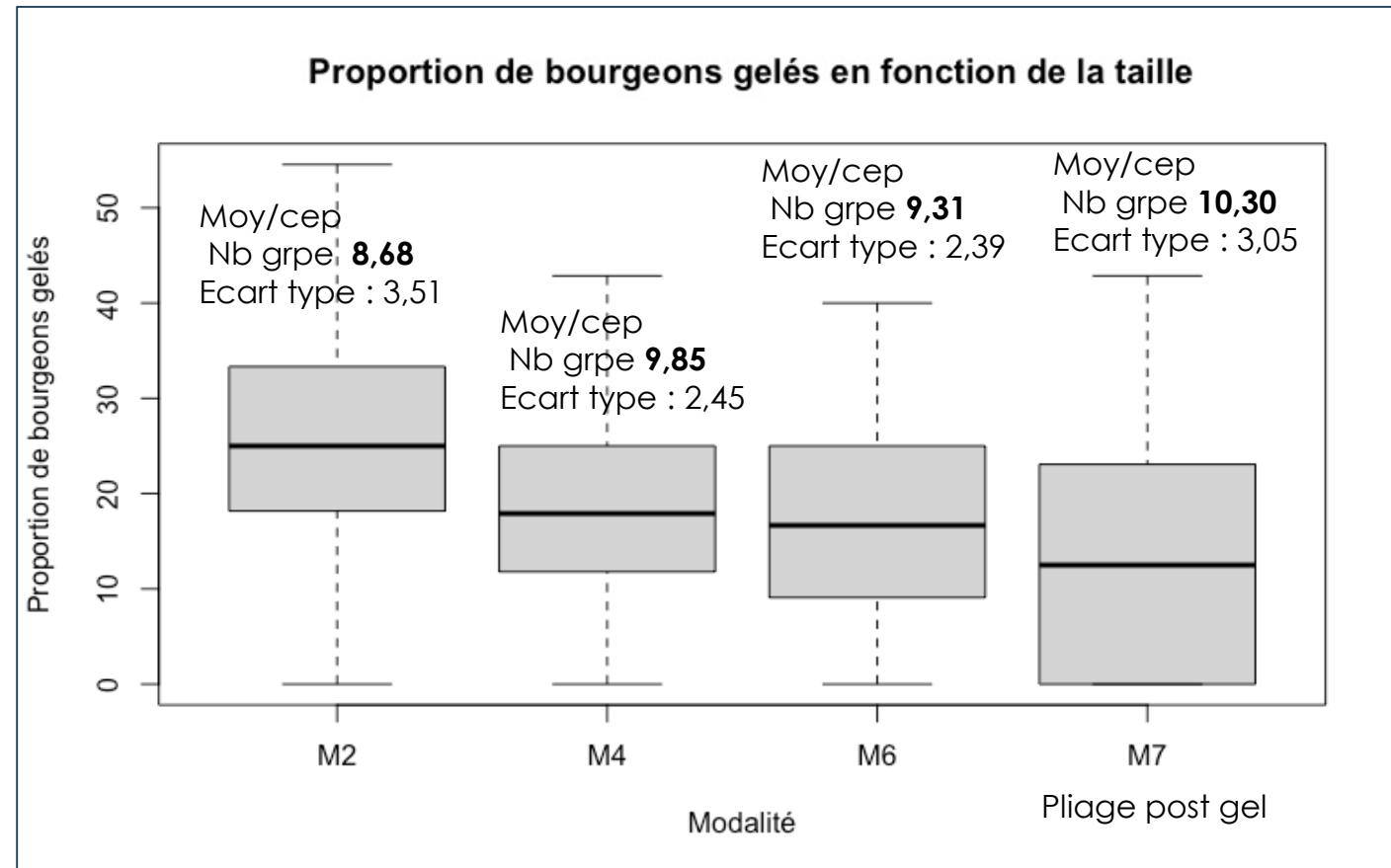
Description des modalités	Taille	Nettoyage des lattes
M2	Janvier	Janvier
M4	Janvier	Mars
M6	Mars	Mars
M7	Mars	Mars

Observations du 28 avril 2023

Kruskal-Wallis rank sum test

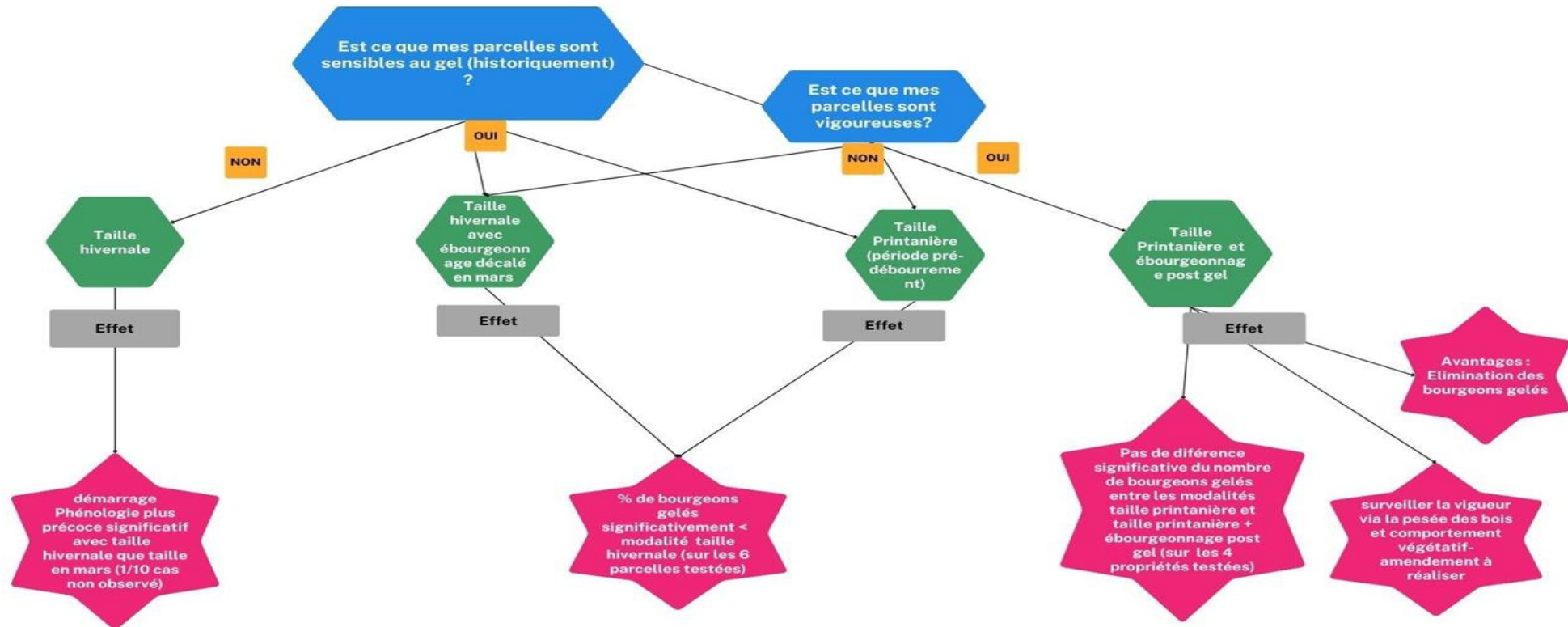
data: prop\_gel and taille

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



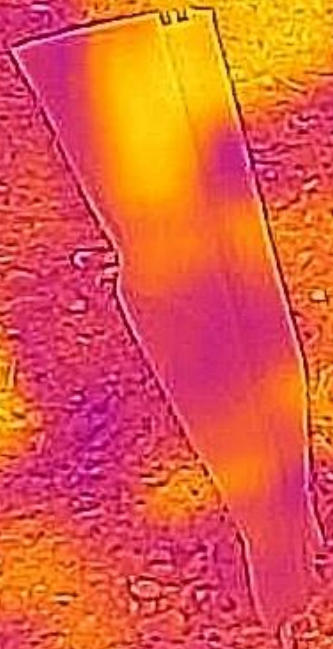
Avancée débournement :  
10- 12 jours en 20 ans



Coût éco/humain - Acceptation sociétale - Impacts environnementaux



# COMBINER LEVIERS A EFFETS PARTIELS



1  
2.9°C







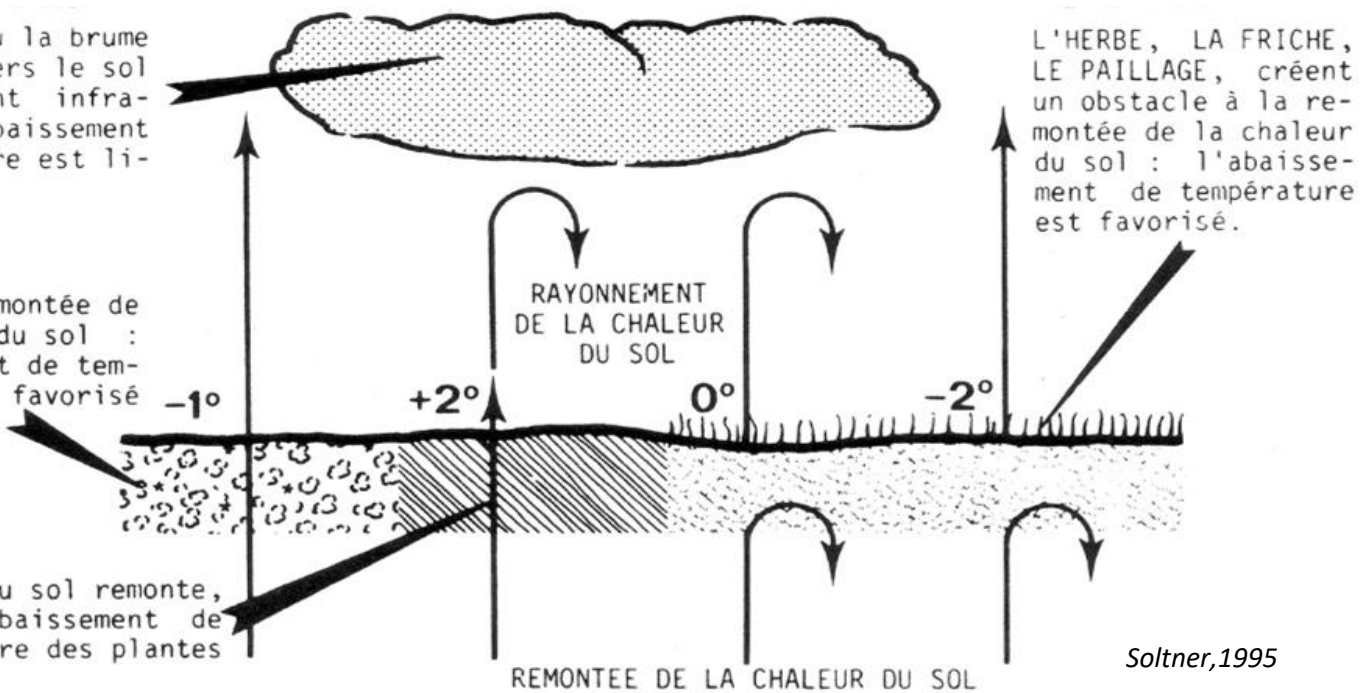
# Enherbement : hauteur et espèces



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



L'HERBE, LA FRICHE, LE PAILLAGE, créent un obstacle à la remontée de la chaleur du sol : l'abaissement de température est favorisé.

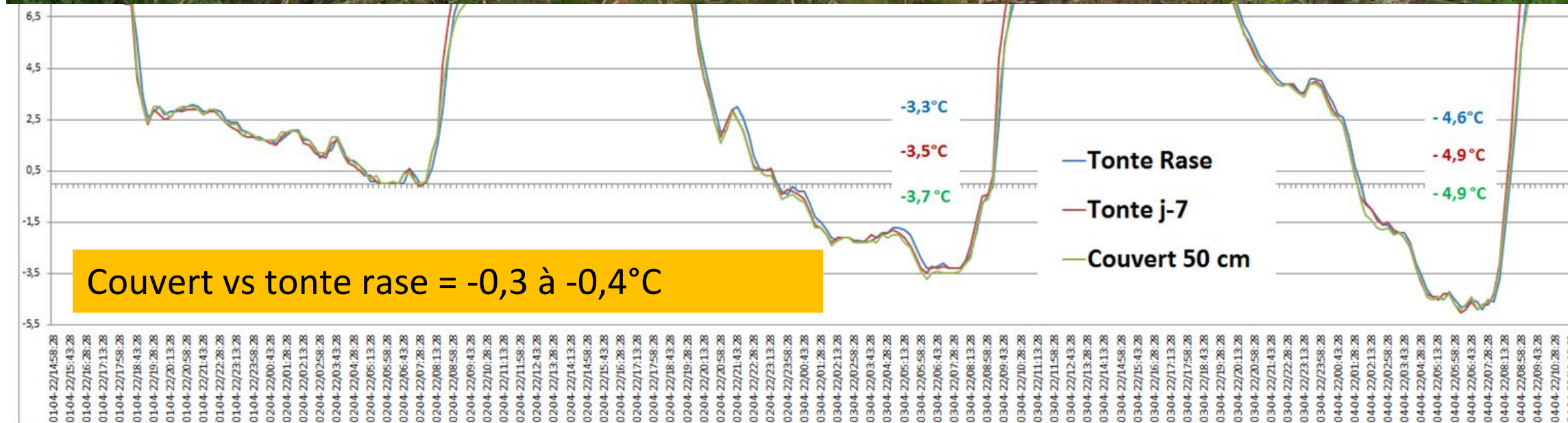
Figure II.8 : Influence de la couverture du sol sur la remontée de chaleur

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 ) :

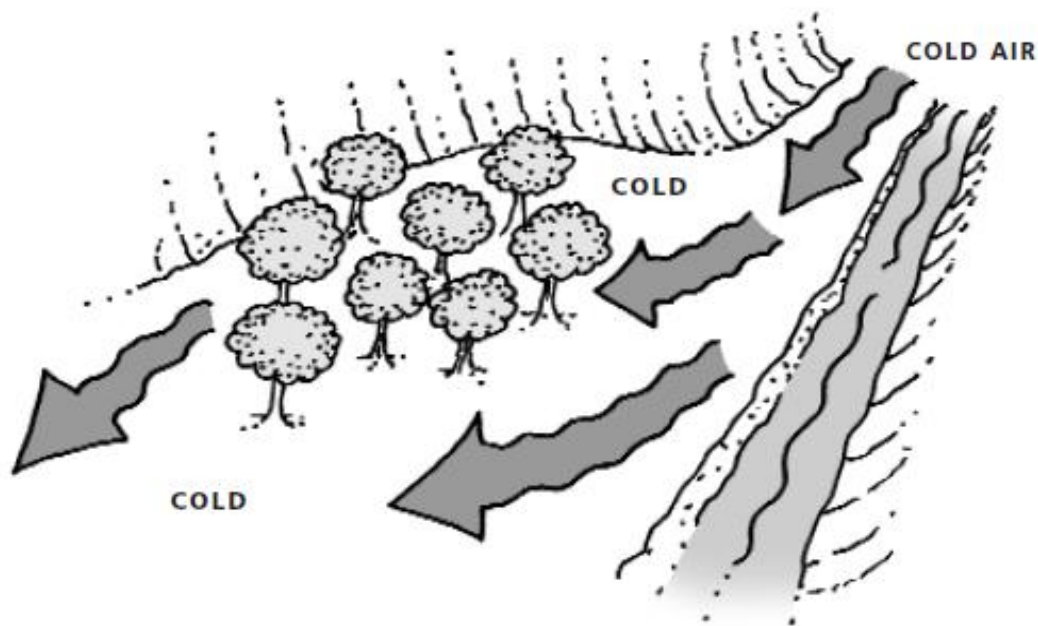
Couvert 80 cm de haut et Couvert vs tonte rase = -0,5 à -0,7°C +9% dégâts dans CV



# 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)

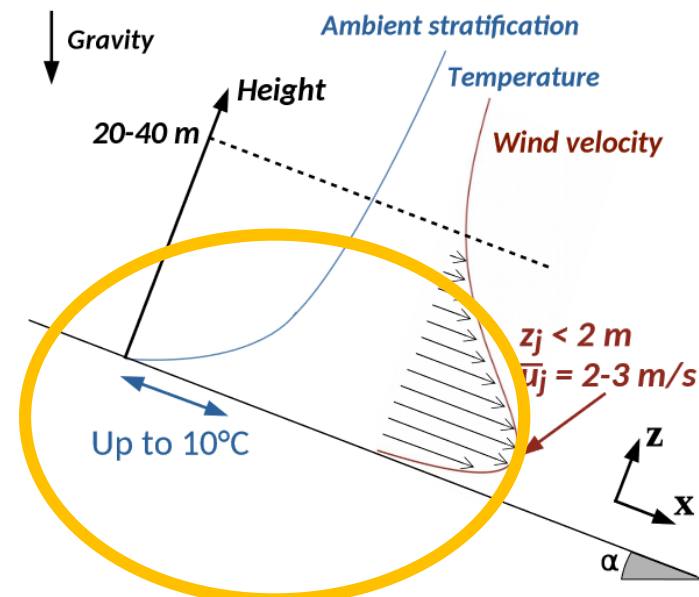
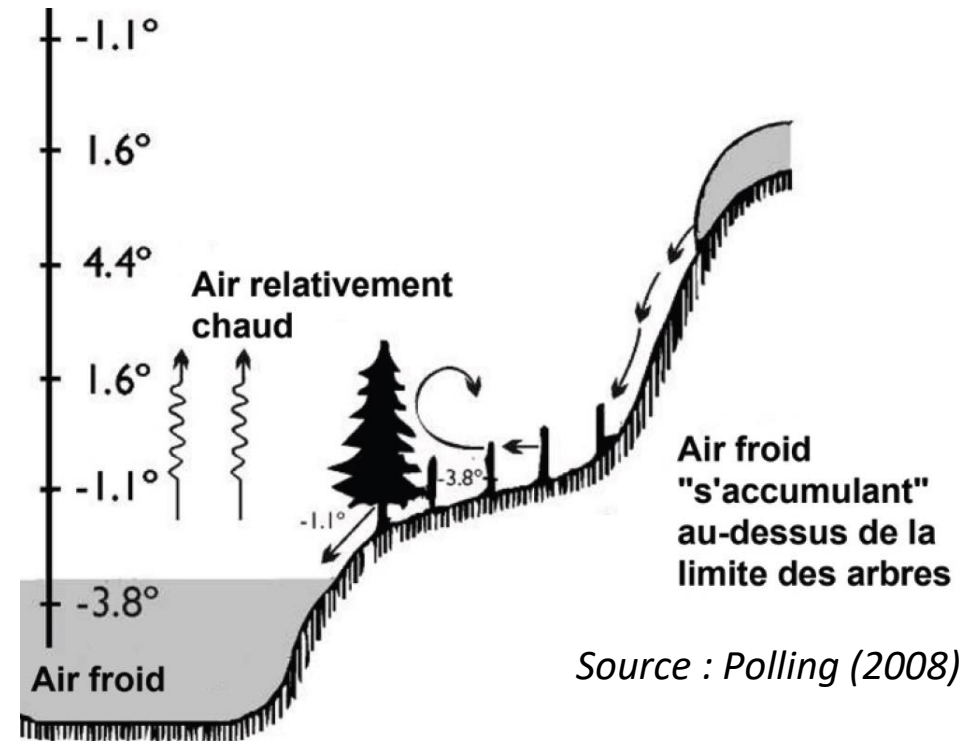


FIGURE 1.1 – Wind speed and temperature characteristic profiles for a katabatic flow over a steep slope of angle  $\alpha$ . The maximum wind velocity and its corresponding height are  $\bar{u}_j$  and  $z_j$ . The coordinate system is following the mean topography.





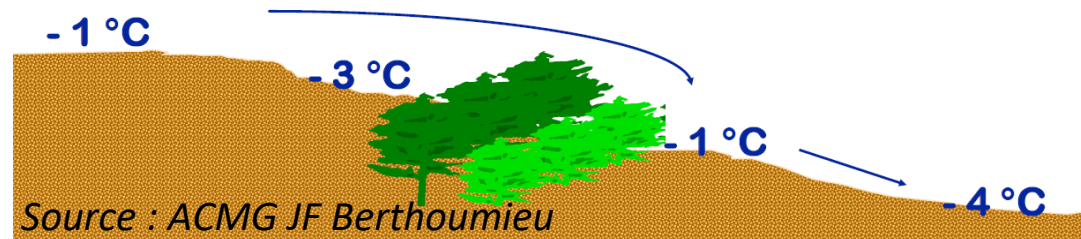
# Écoulement air froid et Haies



Source : Polling (2008)

LUTTE PASSIVE : GAIN DE 1 °C

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



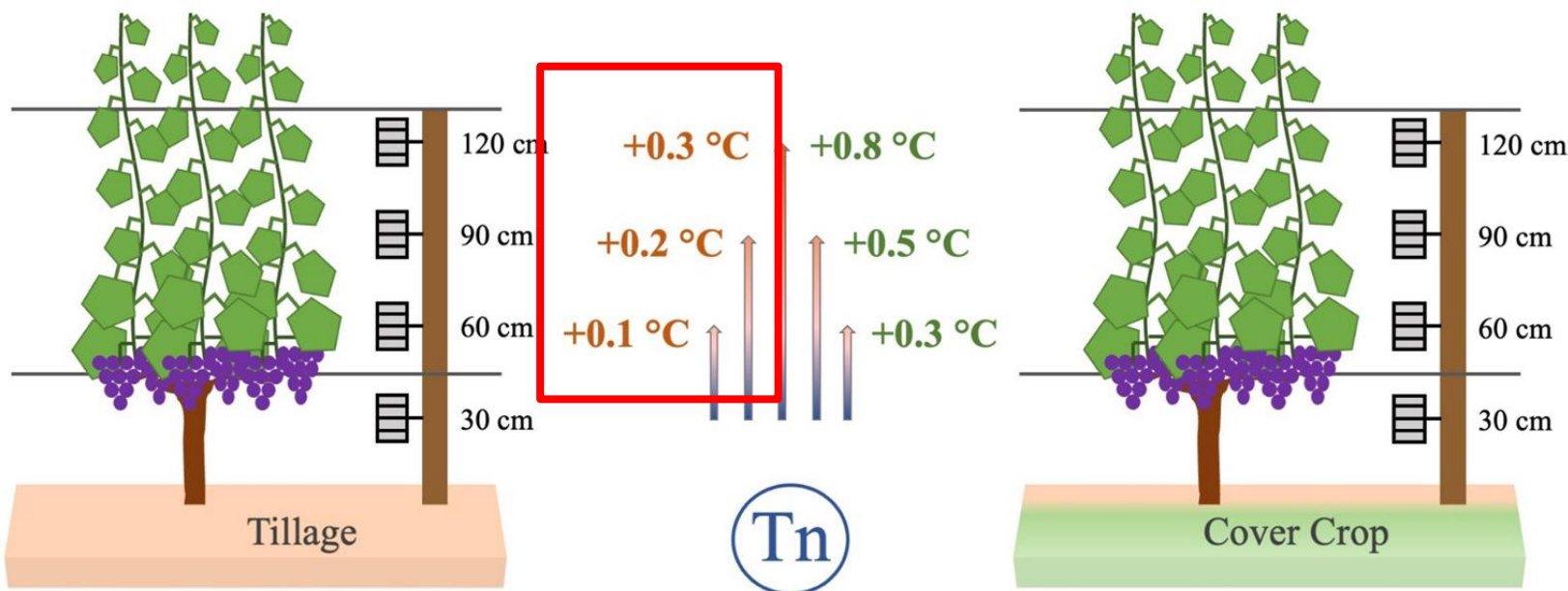
Source : ACMG JF Berthoumieu







# 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 Rességuier<sup>1</sup>, Philippe Pieri<sup>1</sup>, Séverine Mary<sup>2</sup>, Romain Pons<sup>1</sup>, Théo Petitjean<sup>1</sup> and Cornelis van Leeuwen<sup>1</sup>

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

67 jours à T<sub>min</sub> < -2,5 °C  
 parcelle enherbé

50 jours dans la parcelle  
 travaillé

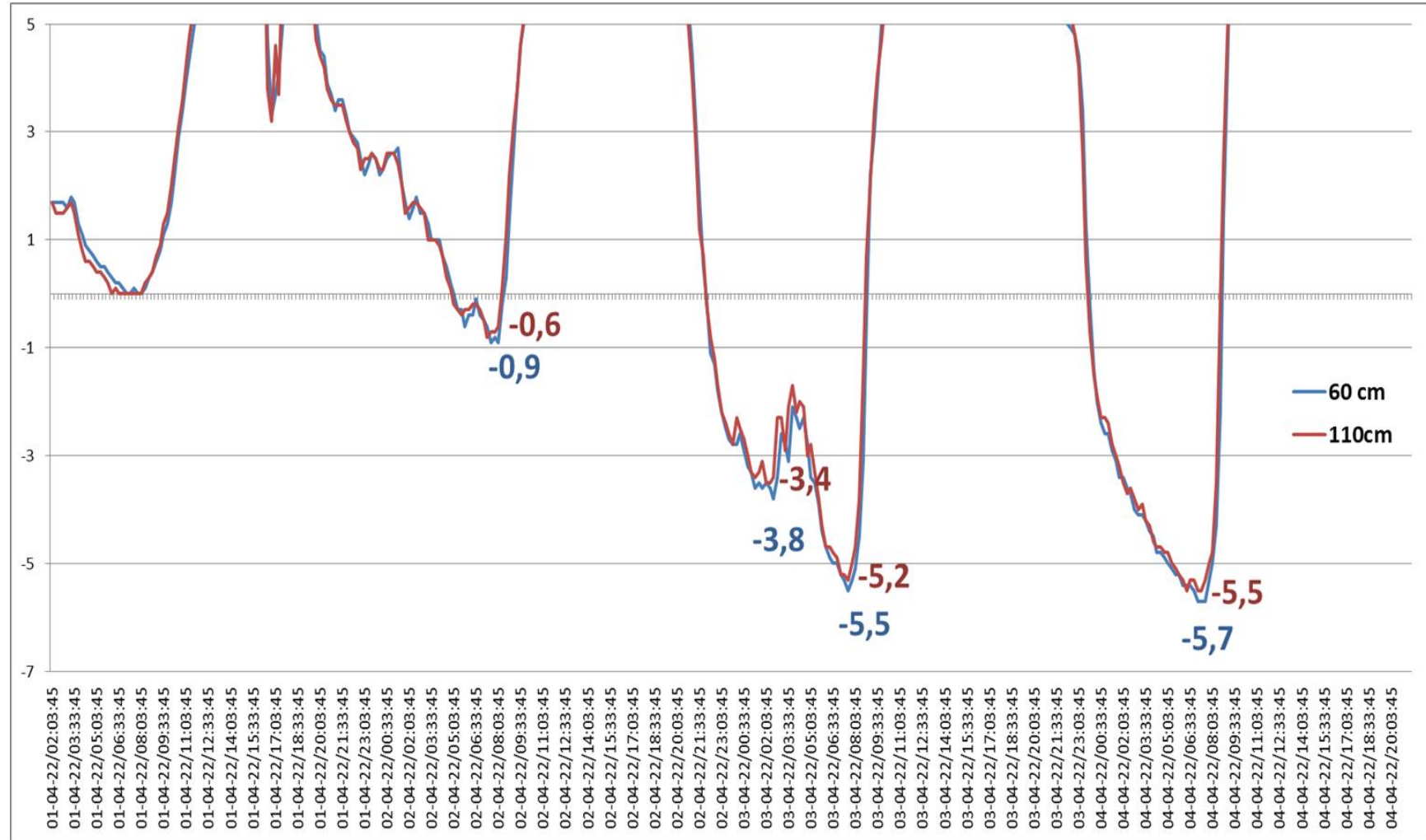
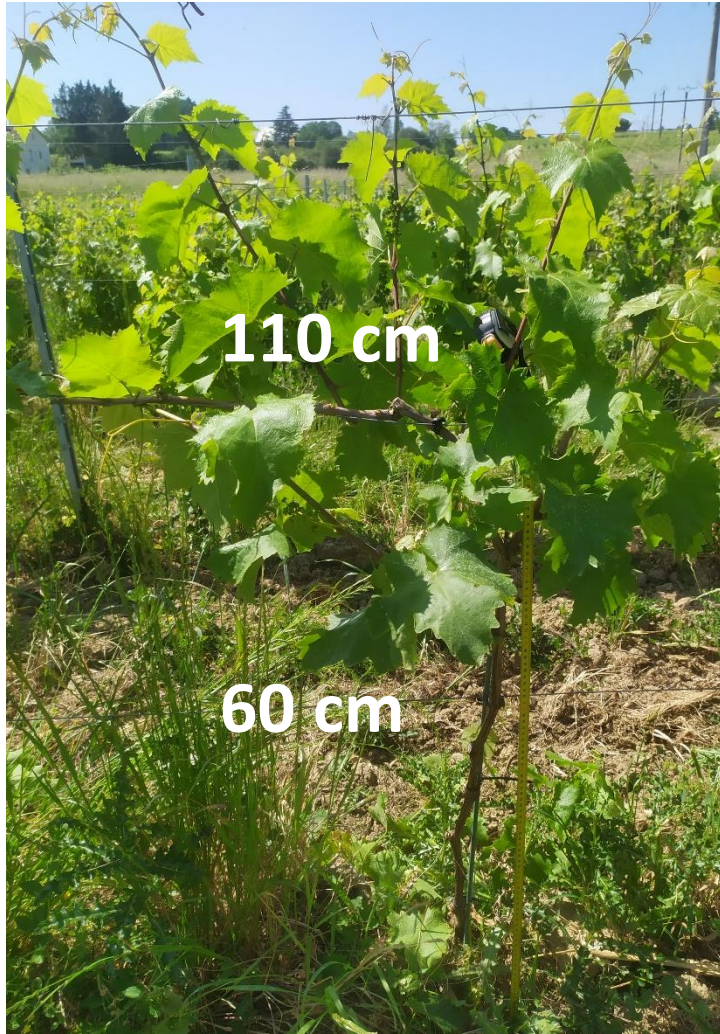
Pendant les nuits à risque de gel, T<sub>min</sub> était presque toujours plus froide dans la parcelle enherbée (66 /67 jours).







# 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

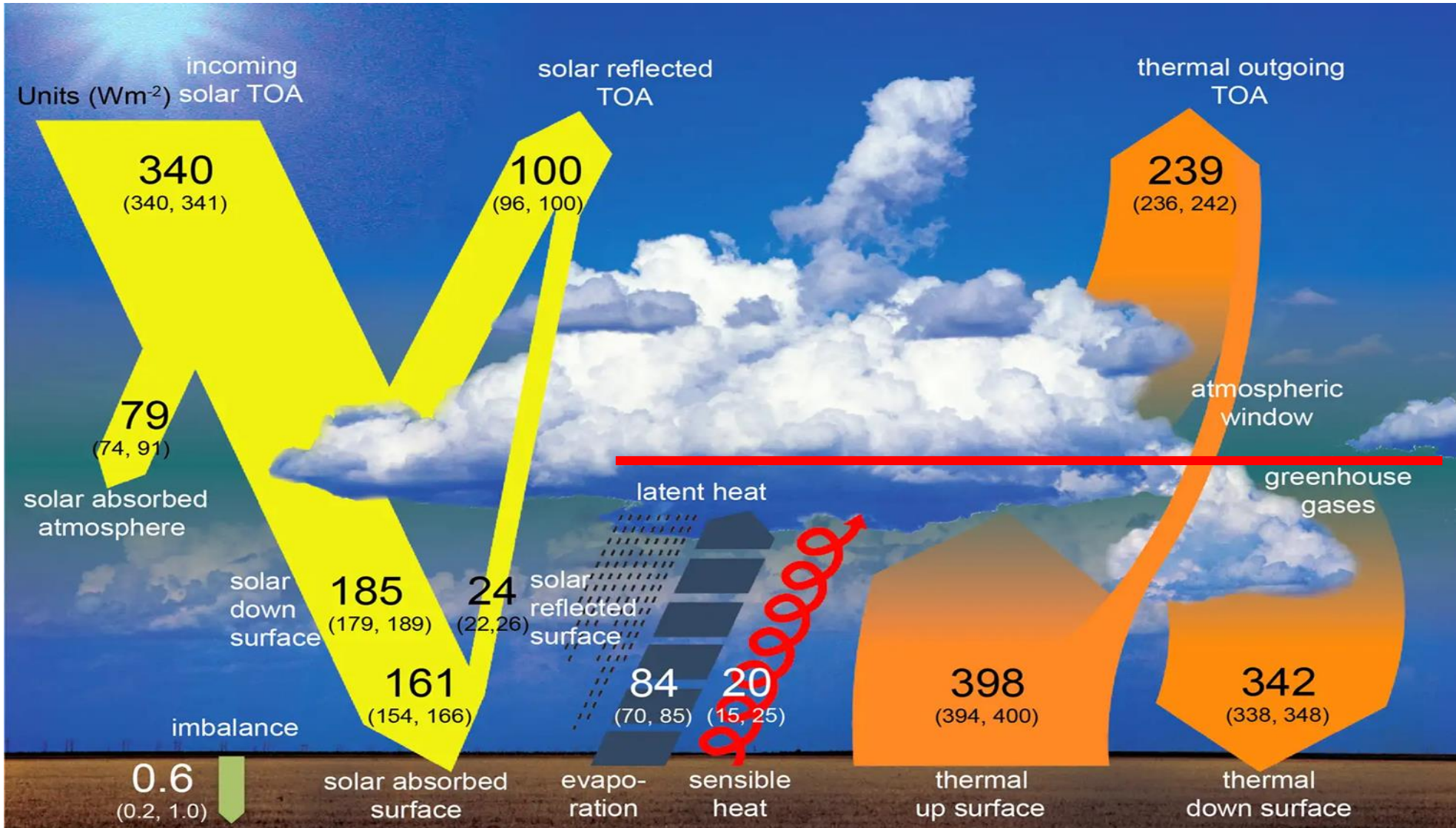






# BILAN ENERGETIQUE

(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**



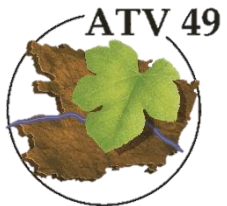
**2019**



**Domaine Ogereau, Mars 2020**



**Domaine Ogereau, Avril  
2021**

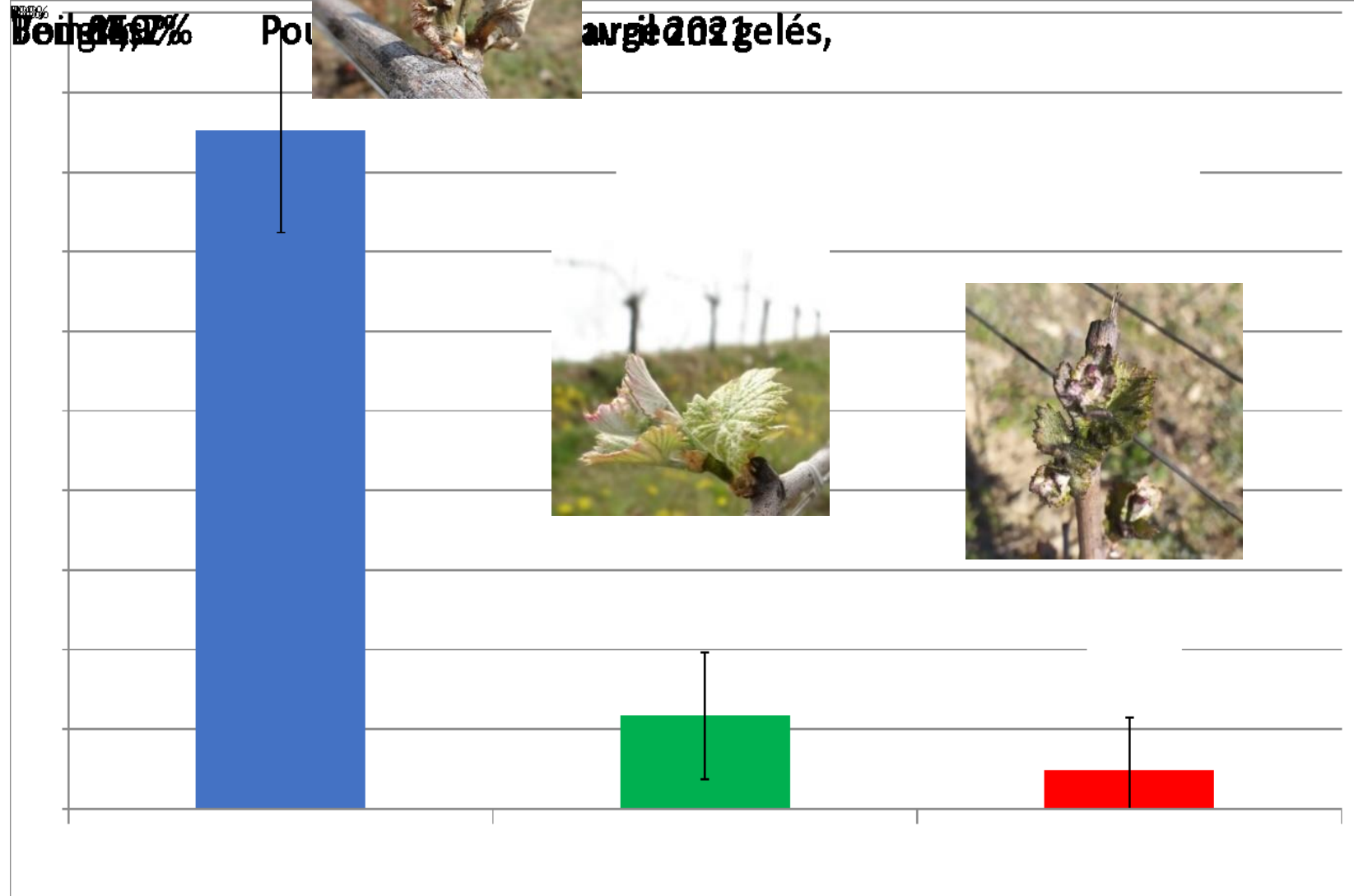






# Gel 2021 :

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



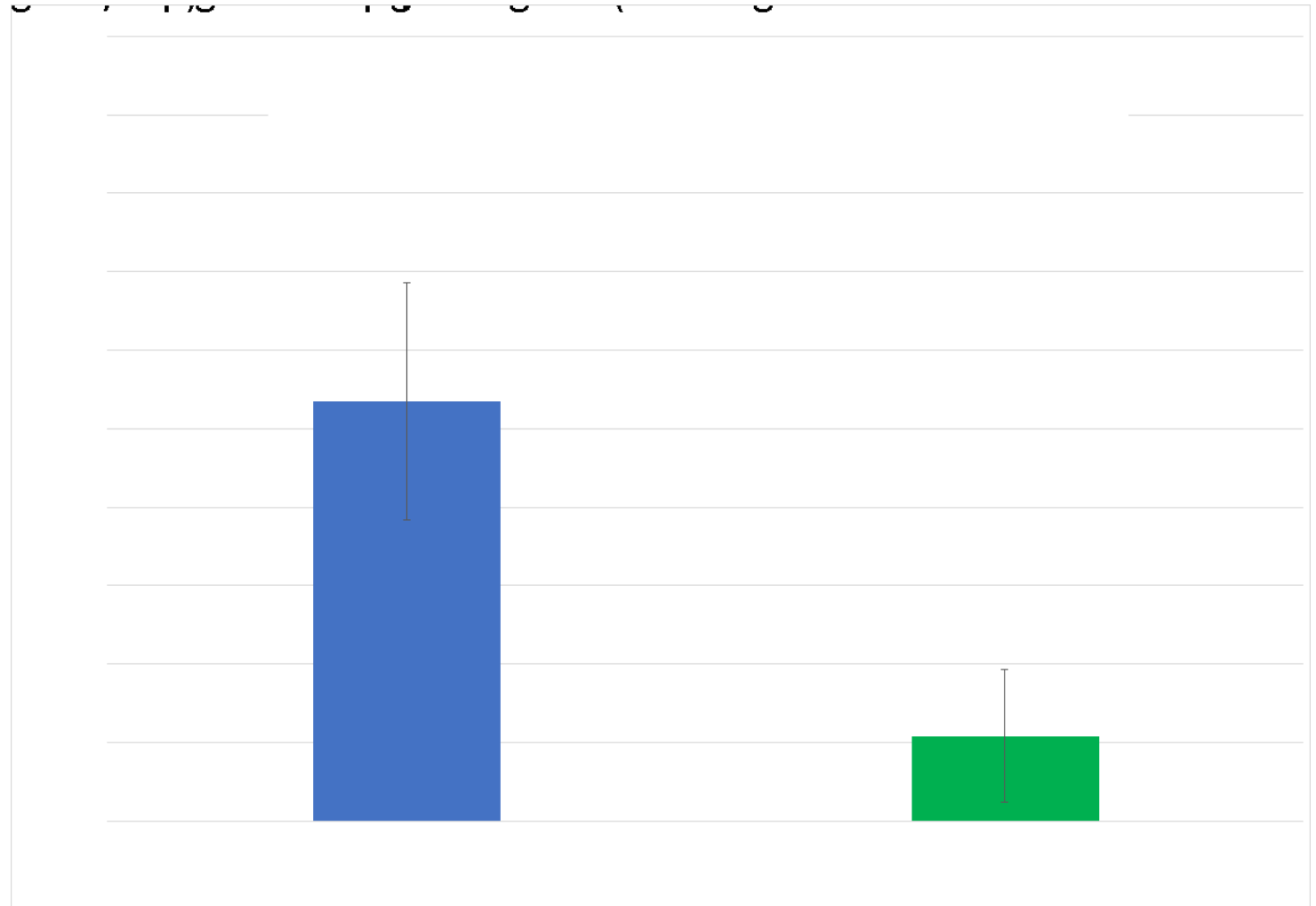
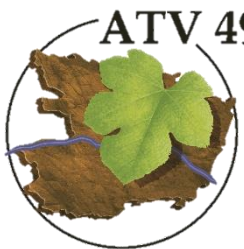


## Gel 2022 :

3 matinés  
Advection, 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





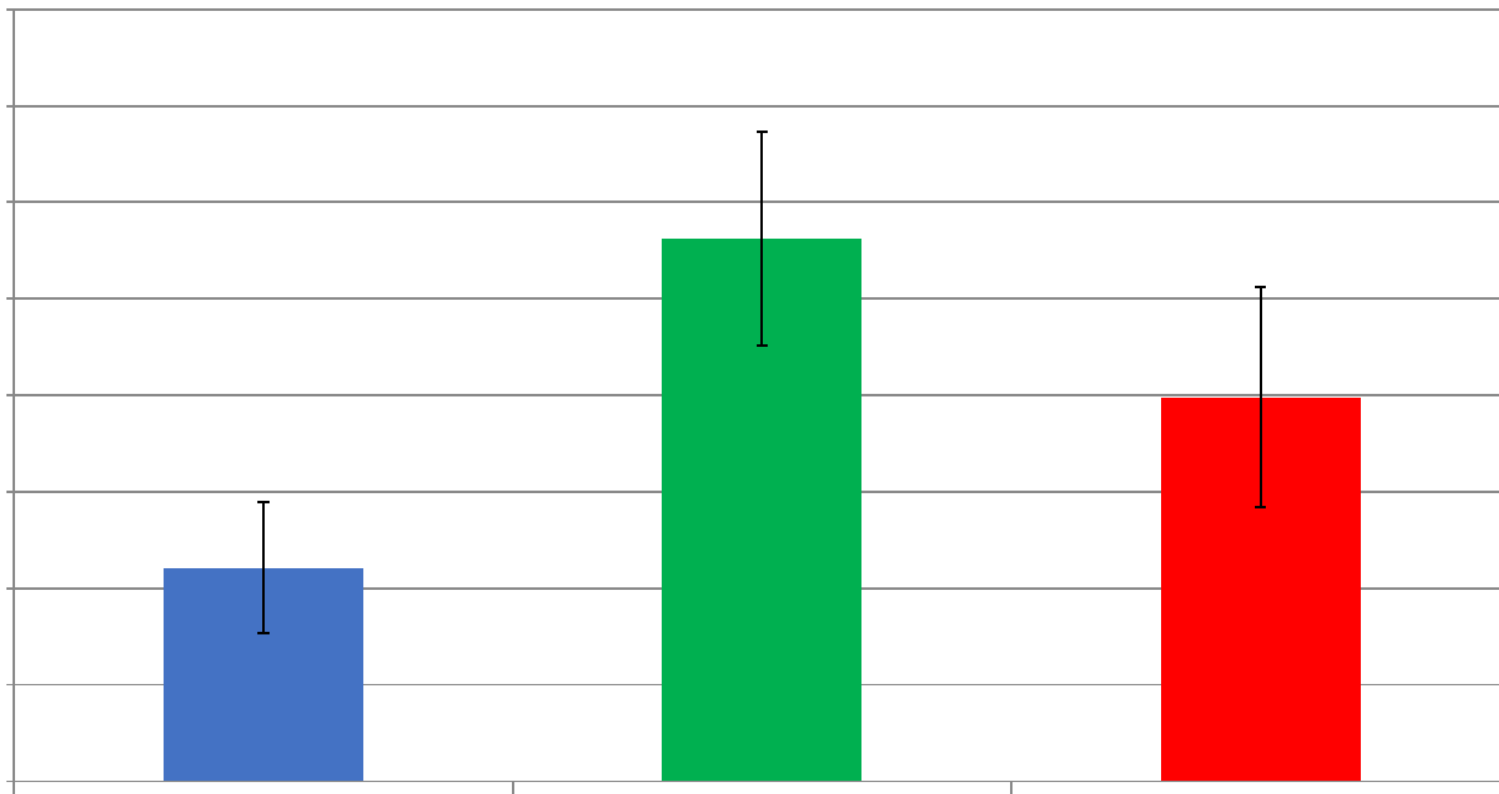
# VOL DRONE :





# RENDEMENT :

2021 : PNDV  
2022 : PNDV  
2023 : PNDV  
PNDV 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 :

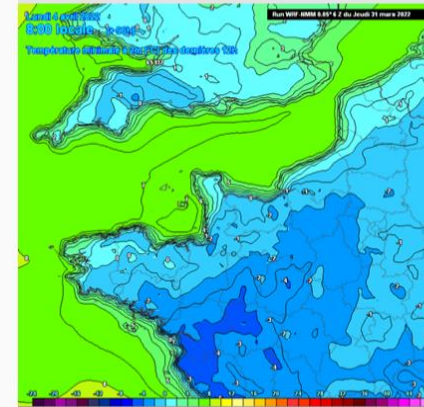
- Gel de Mars : Nuit plus longue, entre début Avril fin Avril : 1H de différence ça peut faire 2°C de moins
- Affaiblissement physiologique gel sur parcelle : ( double débourrement pompe les réserves C/N)
- Coût de l'énergie fossile
- Interdiction de la combustion en extérieur ( CO2) et Particules fines



### 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



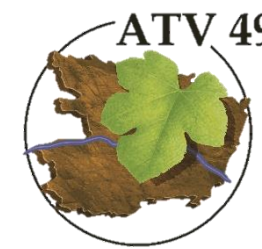
NB : 1 Ha (Emission GES Vigne-Cave-Bouteille): 1,7t éq. CO2

# IMPACT CARBONE

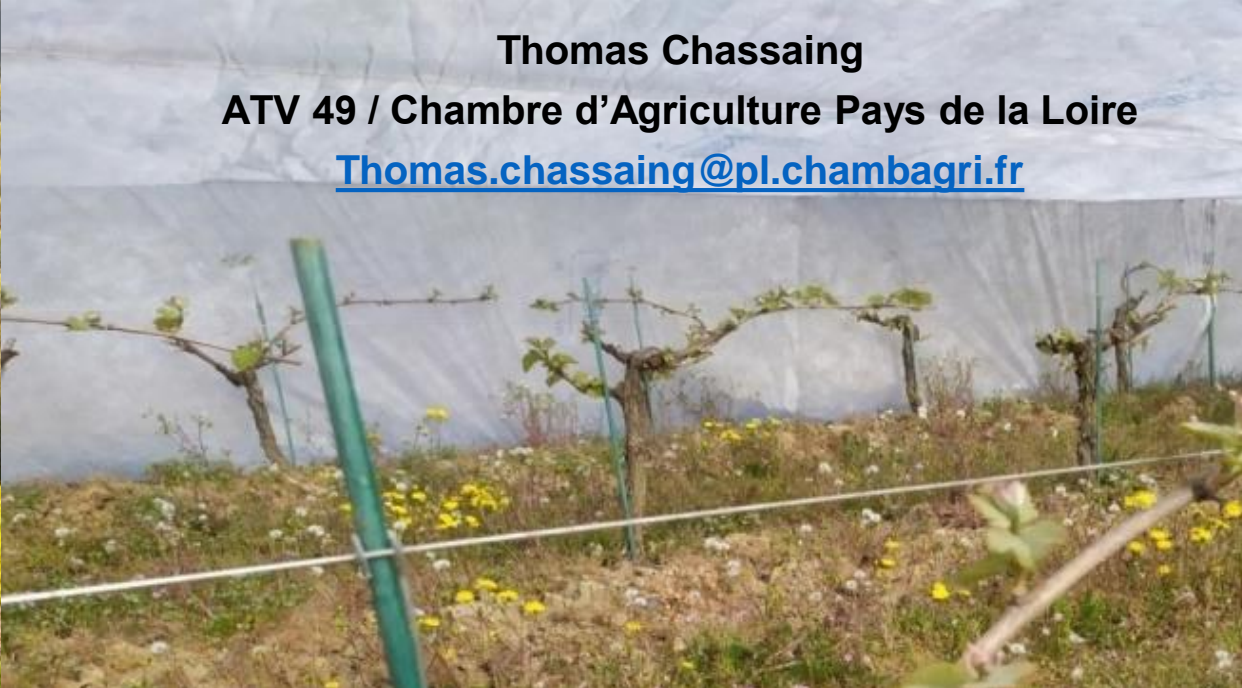
Méthode Lutte	Empreinte Carbone (2 nuits) CIVC 2021 ( tCO <sub>2</sub> eq/Ha/an)	Empreinte Carbone CA PdL 2022 (2 nuits) ( tCO <sub>2</sub> eq/Ha/an)
Bougies « parafine »	22,5	
Bougies « vertes »	12,5	
TAG	0,7 (sans chauffage)	2,4 (avec chauffage)
Aspersion	0,6	
Fils chauffants	0,35 (secteur)	2,3 (groupe 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](mailto:Thomas.chassaing@pl.chambagri.fr)



# PLAN NATIONAL DÉPÉRISSEMENT DU VIGNOBLE



MERCI DE VOTRE ATTENTION

## LES FINANCEURS



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

Liberté  
Égalité  
Fraternité



## LES PARTENAIRES







# PLAN NATIONAL DÉPÉRISSEMENT DU VIGNOBLE



MERCI DE VOTRE ATTENTION



PNDV Tour Bordeaux 2023