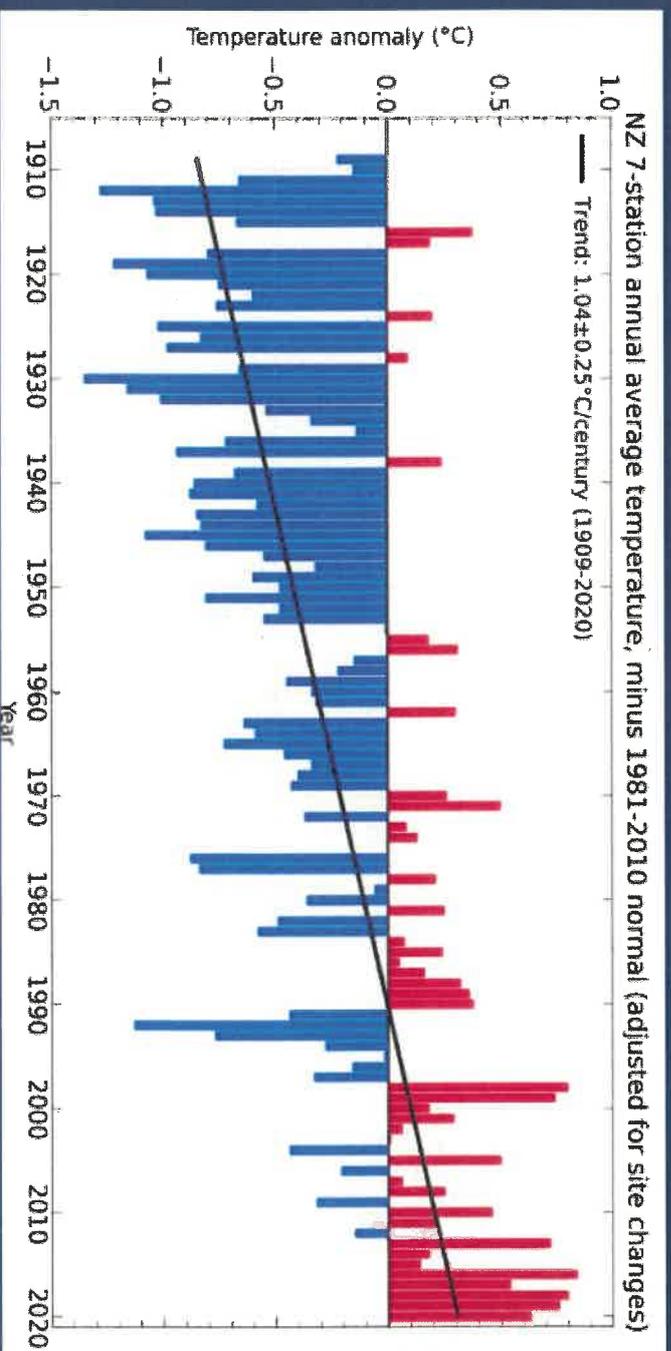


# **Analyse et modélisation à haute résolution spatiale du risque gélif dans les régions viticoles néozélandaises**

**Hervé Quénol (CNRS-LETG) et Andrew Sturman (Canterbury University)**

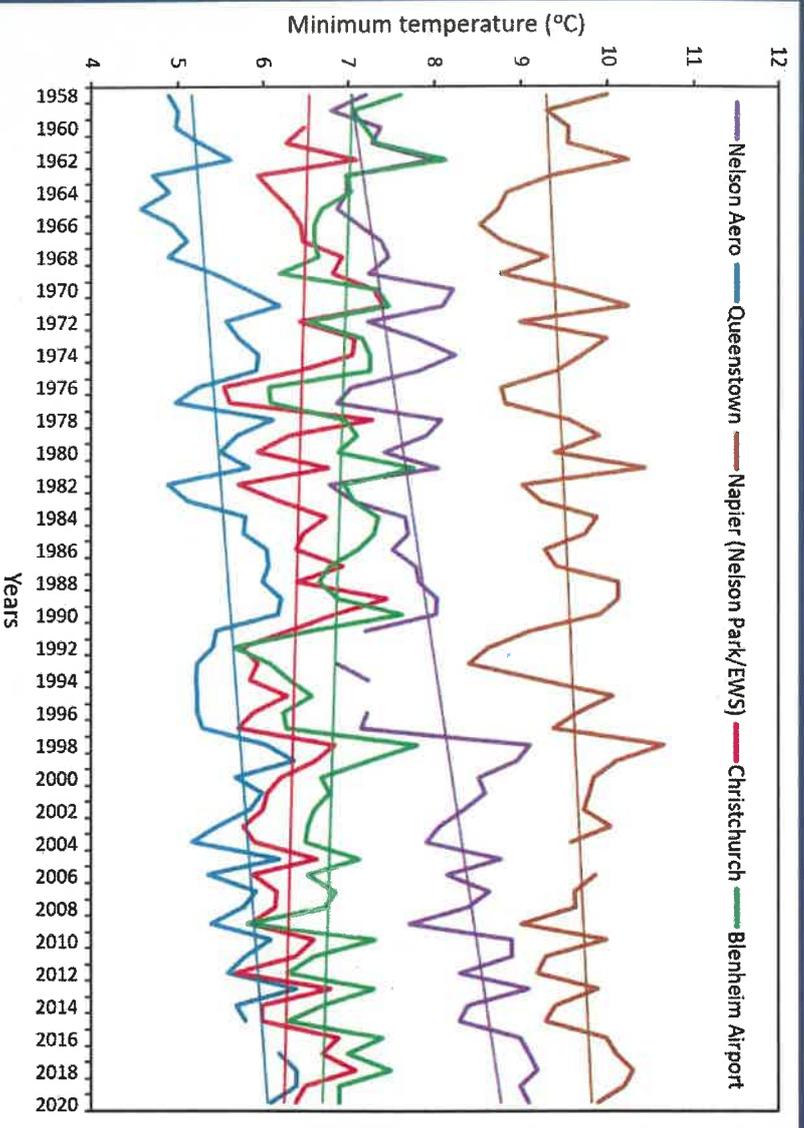


# Tendance de la température moyenne annuelle de l'air en Nouvelle-Zélande

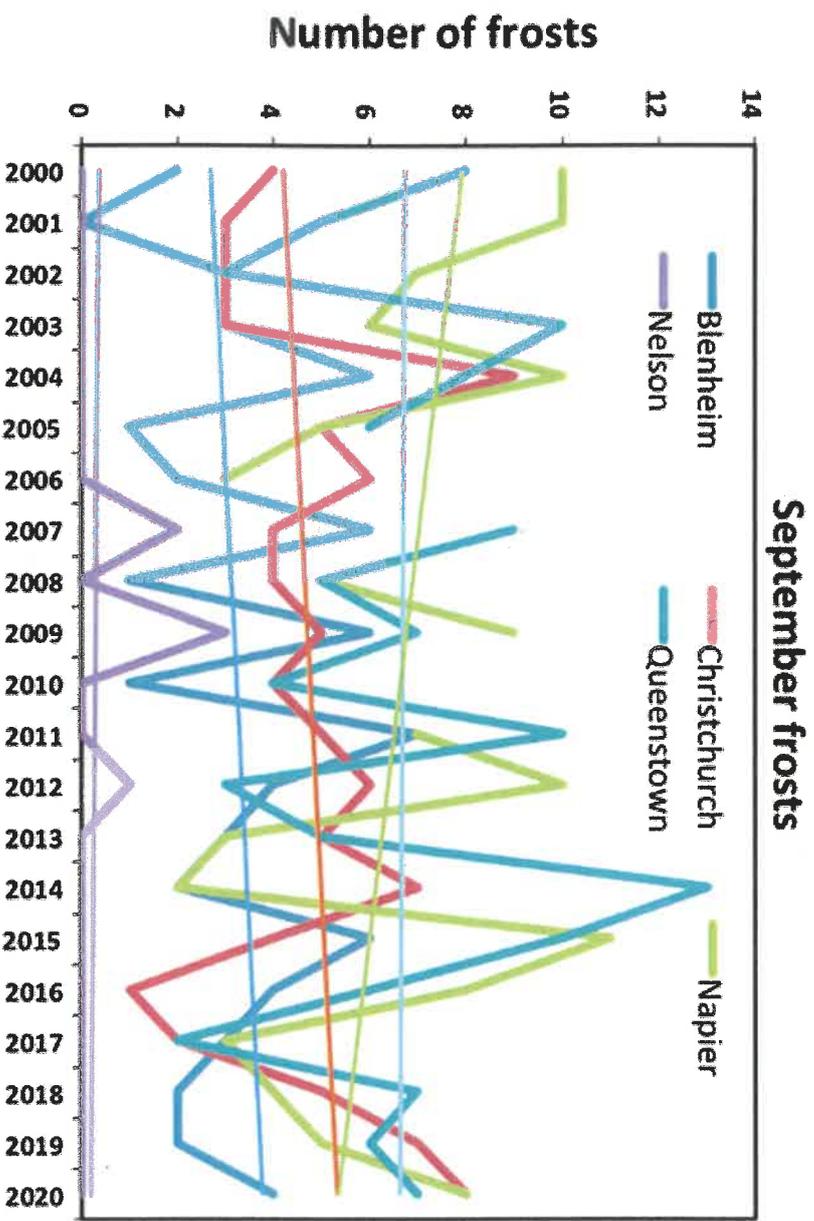


Downloaded from: <https://niwa.co.nz/seven-stations>

# Tendances des températures minimales journalières moyennes annuelles dans les vignobles de Nouvelle-Zélande



# Évolution du nombre de jours de gel en septembre dans différentes régions viticoles



Data from NIWA database



# Qu'est-ce que cela signifie pour le risque gélif ?

- Le réchauffement climatique se traduit par une augmentation des températures moyennes journalières, ce qui entraîne un développement plus précoce de la vigne (débourrement plus précoce).
  - Mais le réchauffement climatique ne modifie pas la durée de la nuit, de sorte que le débourrement a lieu lorsque la durée du refroidissement nocturne est plus longue et donc le risque de gel est plus grand !
  - Le risque de gel varie spatialement aux échelles régionales et local, en fonction de l'interaction entre les systèmes météorologiques et les caractéristiques de surface (notamment topographie).
  - Manque de stations climatiques avec des enregistrements suffisamment longs, donc la connaissance détaillée de la variabilité spatiale du gel aux échelles fines est limitée.
- Utilisation des modèles météorologiques/climatiques à haute résolution.

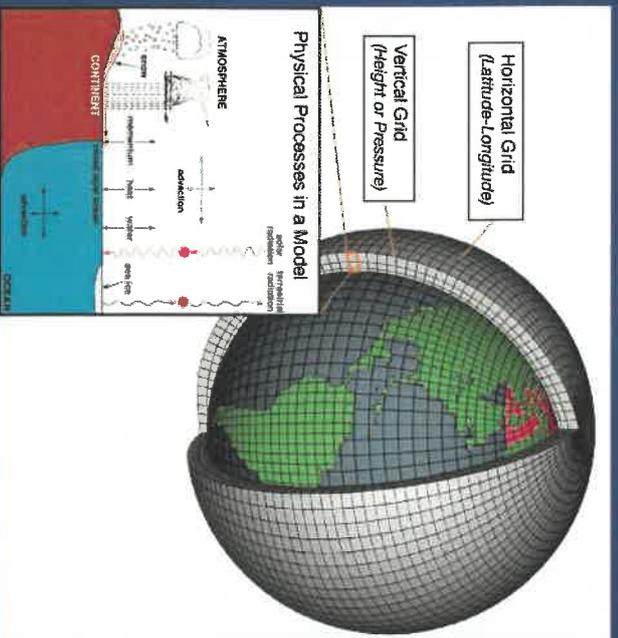
# Méthodologie

Deux approches différentes pour modéliser la variabilité spatiale des basses températures et du risque gélif aux échelles fines :

- **Modélisation dynamique** : application du modèle météorologique/climatique régional *Weather Research and Forecasting* (WRF) = 1km de résolution
- **Modélisation géostatistique**: application du modèle géostatistique Support Vector Regression (SVR) = 80m de résolution

# Méthodologie

- Modélisation dynamique : application du modèle météorologique/climatique regional *Weather Research and Forecasting* (WRF)



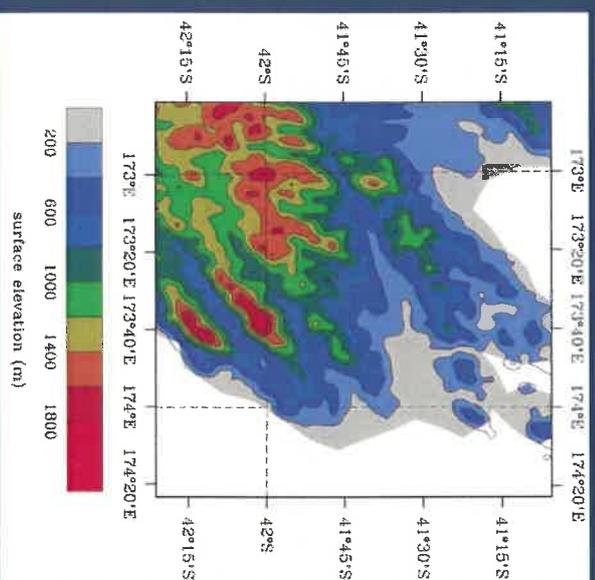
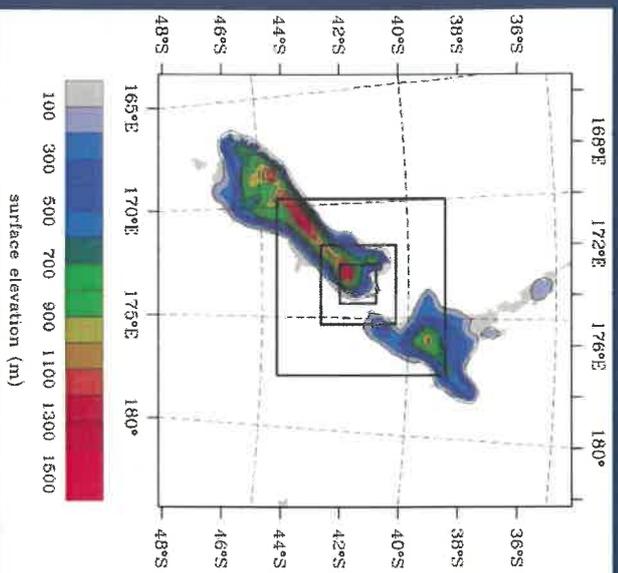
- Même structure et même fonctionnement que les modèles climatiques globaux et régionaux

Illustration schématique de la structure tridimensionnelle d'un modèle atmosphérique global.

(source: [http://celebrating200years.noaa.gov/breakthroughs/climate\\_model/modeling\\_schematic.html](http://celebrating200years.noaa.gov/breakthroughs/climate_model/modeling_schematic.html))

# Méthodologie

- Modélisation dynamique : application du modèle météorologique/climatique régional *Weather Research and Forecasting (WRF)*



- Même structure et même fonctionnement que les modèles climatique globaux et régionaux
- Basé sur des grilles imbriquées prenant en compte la complexité du terrain et de l'occupation du sol
- Problème : nécessite d'importantes capacités de calcul !!

*Configuration de la grille emboîtée du modèle Weather Research and Forecasting (WRF), a) pour les quatre domaines de grille (27, 9, 3 et 1 km), et b) le domaine à haute résolution. Exemple de la région viticole de Marlborough en Nouvelle Zélande (Sturman et al., 2017)*

# Méthodologie

- Modélisation dynamique : application du modèle météorologique/climatique régional *Weather Research and Forecasting (WRF)*

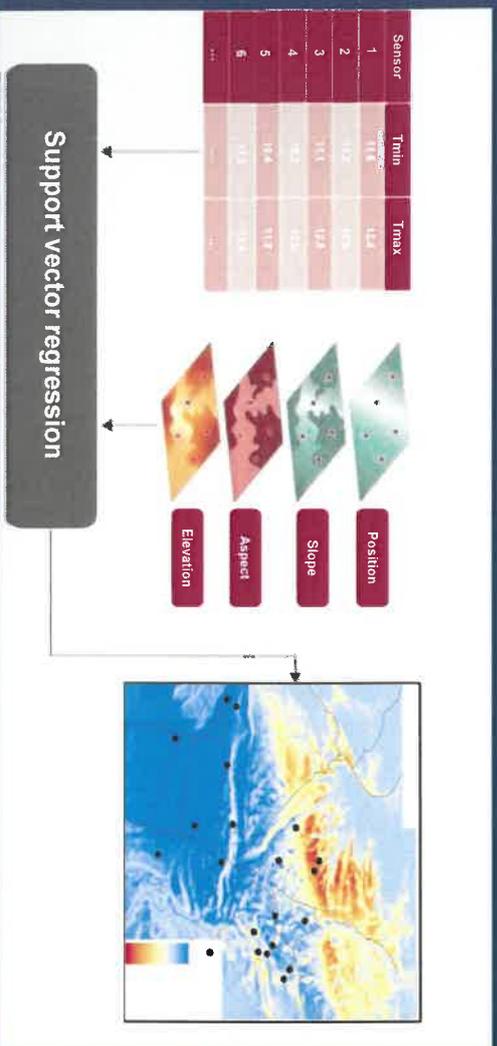


Les modélisations sont réalisées avec une résolution spatiale de 1km :

- Marlborough durant 13 saisons végétatives (2008-9 à 2020-21)
- Waipara durant 8 saisons végétatives (2013-14 à 2020-21)
- Central Otago durant 14 saisons végétatives (2007-08 à 2020-21)

# Méthodologie

- Modélisation géostatistique: application du modèle **Support Vector Regression (SVR)**



*Approche de réduction d'échelle utilisée pour fournir des données de température à l'échelle locale (Quénol et al., 2020)*

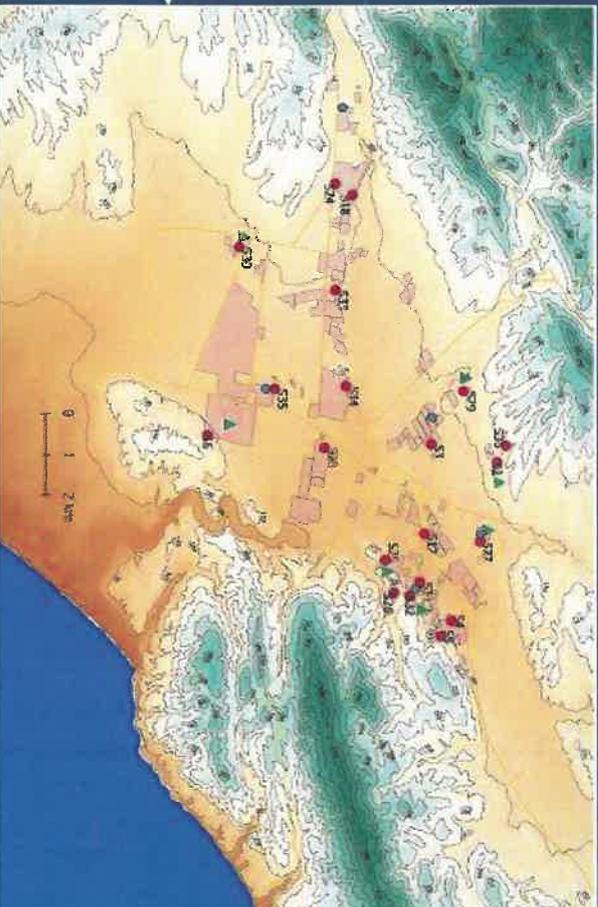
- Utilisation des mesures de réseau de stations et capteurs climatiques locaux pour permettre la validation du modèle et la réduction d'échelle à l'échelle du vignoble.
- Les modèles géostatistiques à l'échelle locale sont basés sur la relation observée entre les variables climatiques et environnementales (ex : pente, aspect, altitude, etc.)
- Résolution spatiale très fine
- Problème : modèle statique et nécessite un réseau de mesures climatiques !!

# La région viticole de Waipara

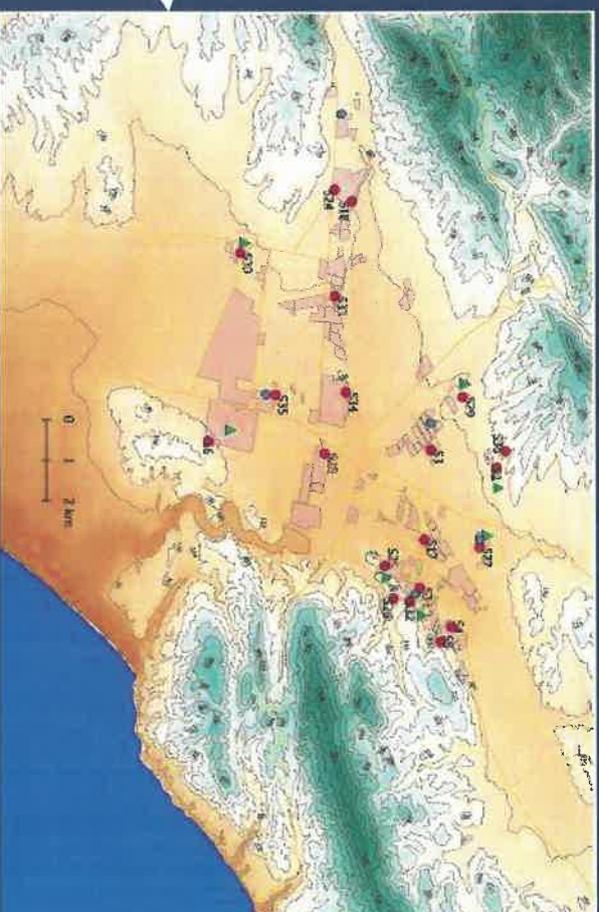
Région viticole récente  
qui s'est développée  
principalement au début  
des années 2000.

Caractérisé par un climat  
fortement influencé par la  
topographie protégeant  
ainsi la région des  
entrées maritimes froides  
(brises de mer).

La région de Waipara  
correspond à un climat de  
type « frais »  
(classification de Huglin)  
avec des cépages tels  
que Pinot noir,  
Chardonnay, Riesling et  
Sauvignon blanc.



# La région viticole de Waipara



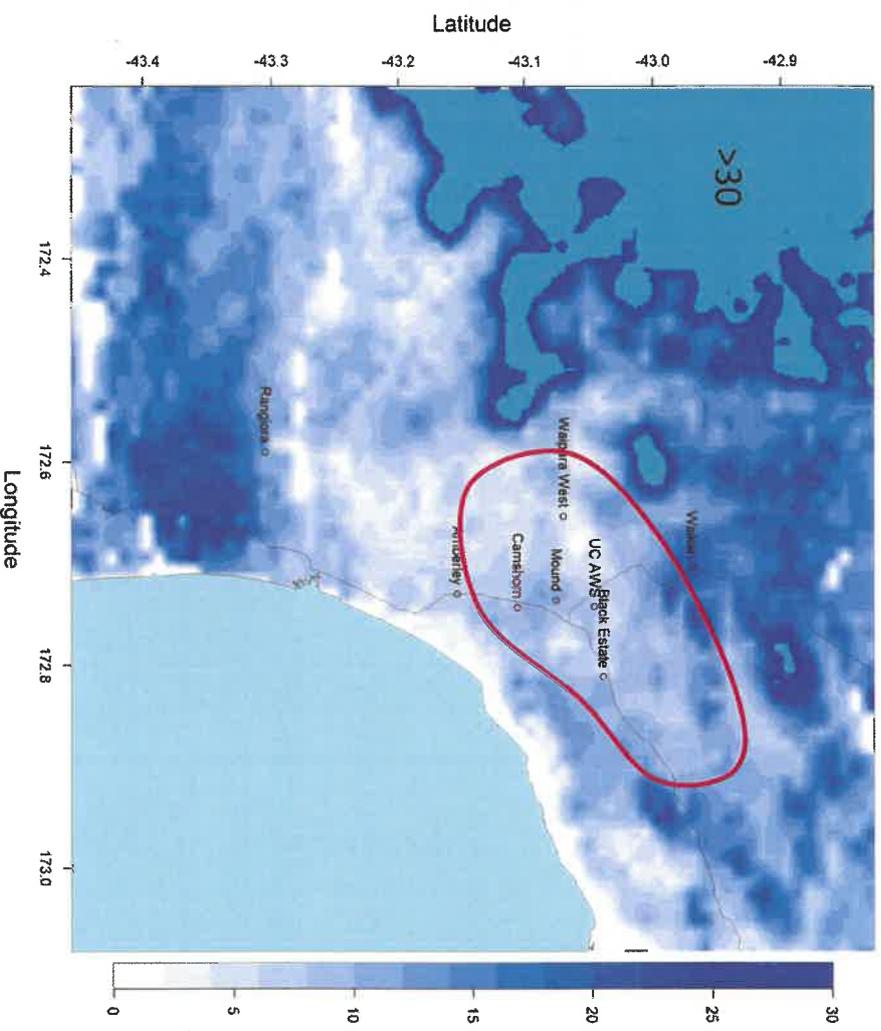
30 capteurs de température  
5 stations météorologiques  
7 parcelles d'observations  
phénologiques (Pinot noir)



# Résultats

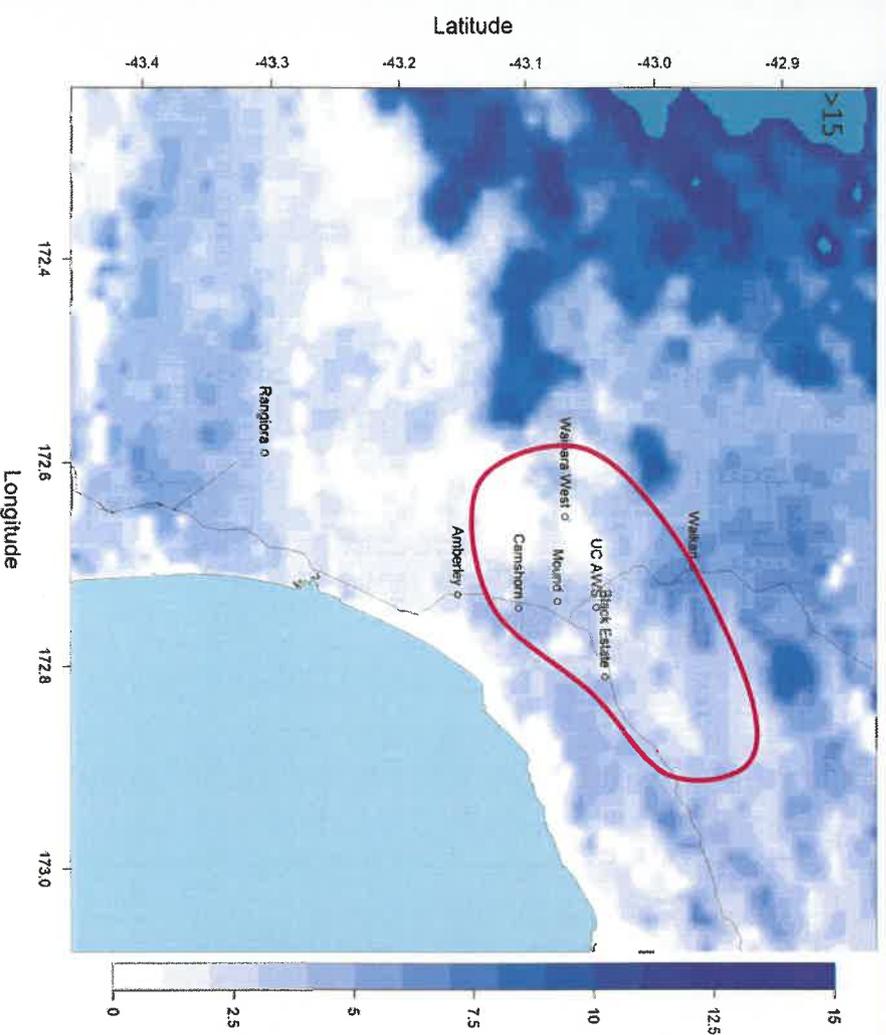
**Application du modèle Weather Research and Forecasting  
(WRF) 1-km ( WRF)**

# Modélisation de la variabilité spatiale du gel printanier à Waipara avec une résolution de 1-km ( WRF )



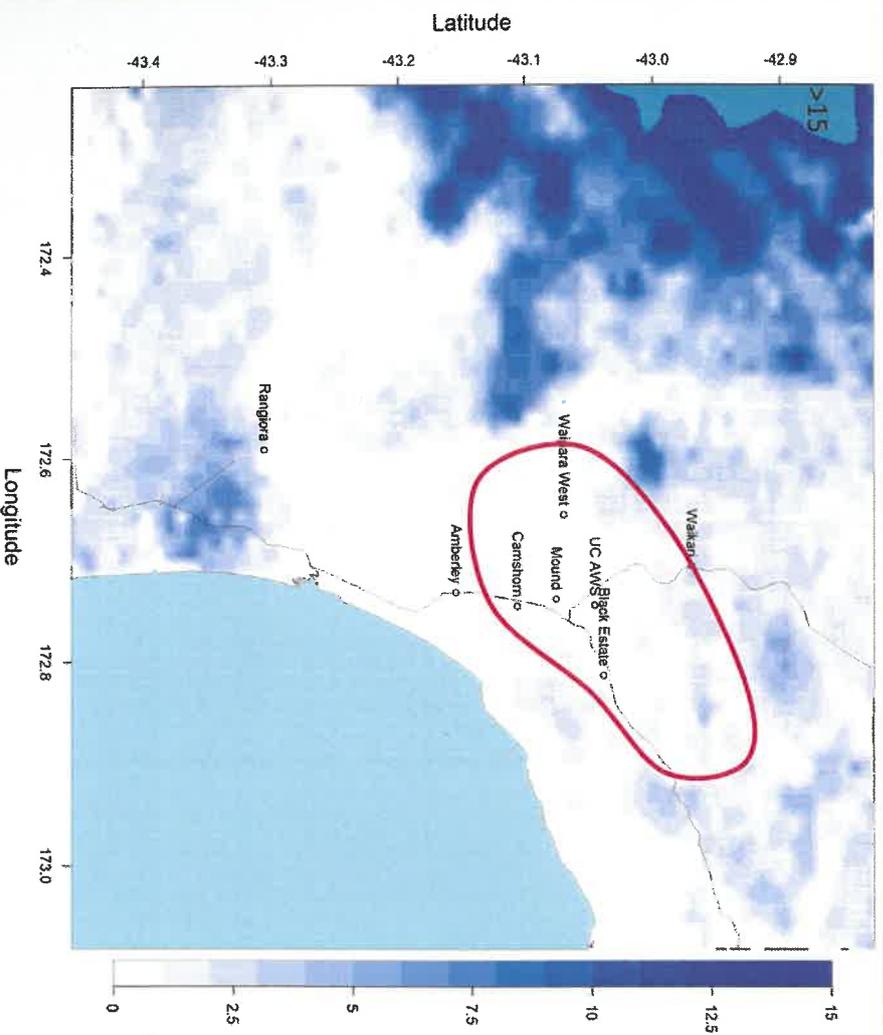
Nombre total  
d'épisodes de gel  
en septembre sur la  
période 2016-2020

# Modélisation de la variabilité spatiale du gel printanier à Waipara avec une résolution de 1-km ( WRF )



Nombre total  
d'épisodes de gel  
en septembre 2020

# Modélisation de la variabilité spatiale du gel printanier à Waipara avec une résolution de 1-km ( WRF)

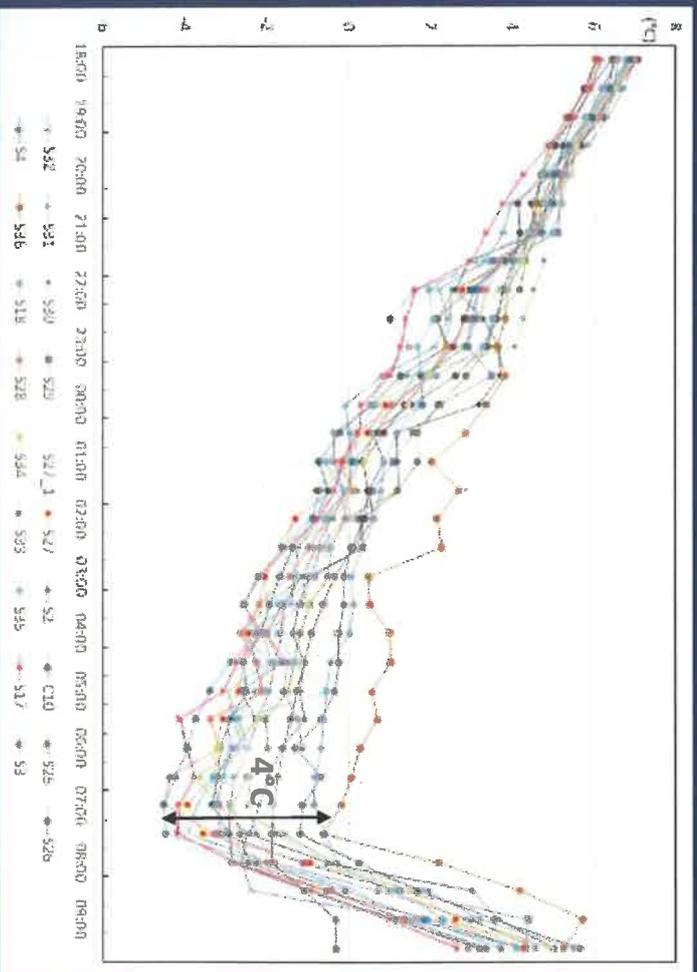


Nombre total  
d'épisodes de gel  
en septembre 2018

# Résultats

Application du modèle géostatistique SVM à 80m : épisode  
gélif du 30 septembre 2020

# Analyse agroclimatique de l'épisode gélif du 30 septembre 2020



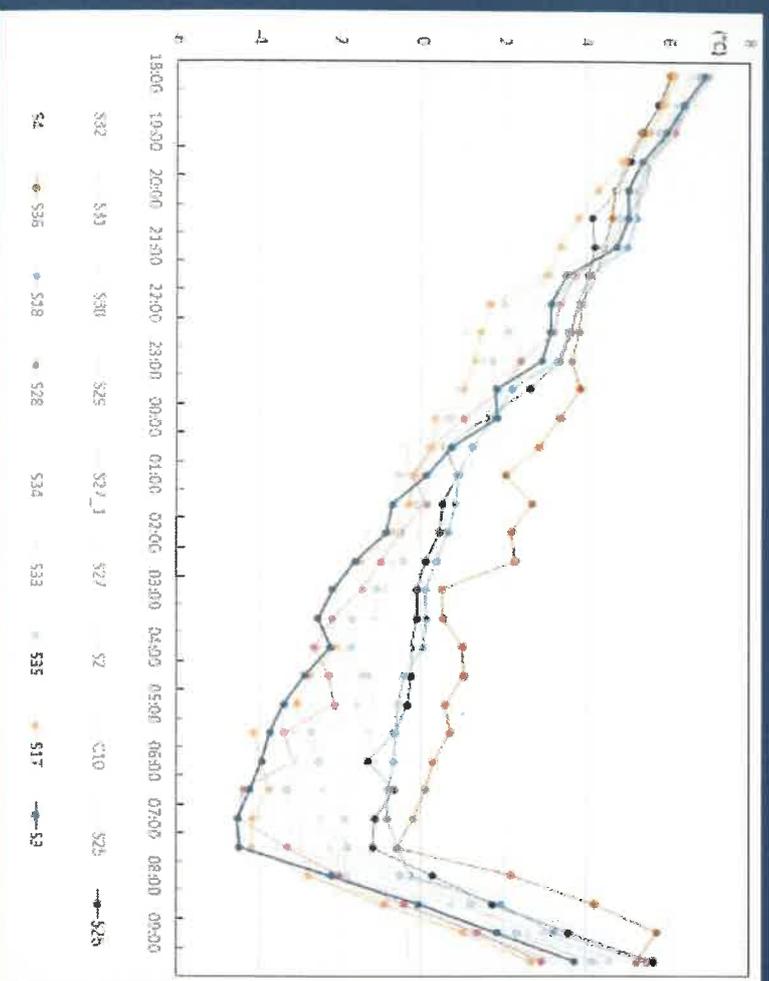
*Températures moyennes de l'air sur 30 minutes pendant la nuit de gel du 30 septembre 2020*

- Un flux d'air froid de sud établi par un système de basse pression dans l'océan Austral.
- Un épisode de gel printanier fort et long (par exemple, 7 heures avec  $T^{\circ}\text{C} < 0^{\circ}\text{C}$ )
- Forte variabilité spatiale et temporelle des températures nocturnes en raison de facteurs locaux.
- Forte variabilité spatiale des dégâts due à des facteurs locaux et de la précocité du débourrement.

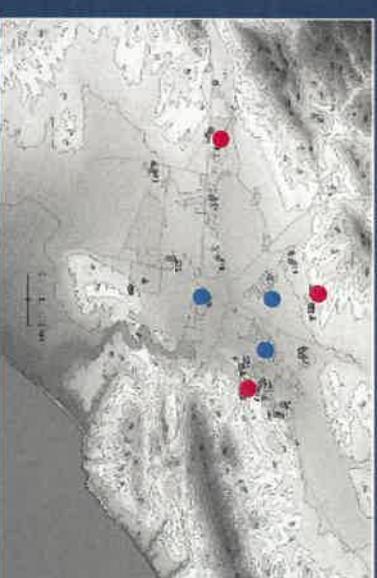


# Analyse agroclimatique de l'épisode gélif du 30 septembre 2020

Sites les plus froids/chauds

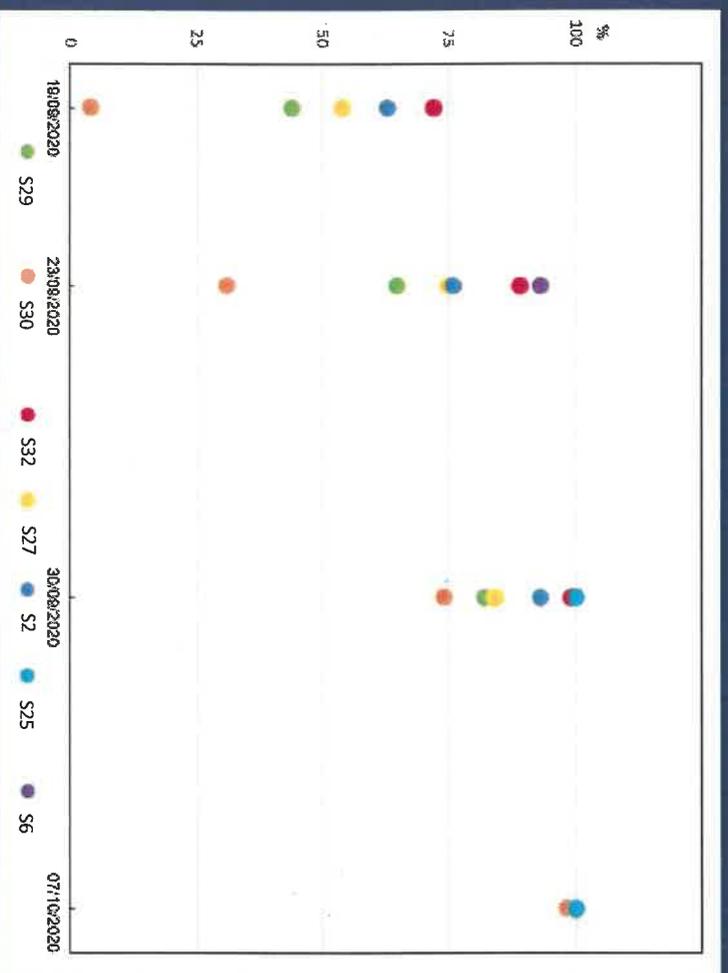


Températures moyennes de l'air sur 30 minutes pendant la nuit de gel du 30 septembre 2020

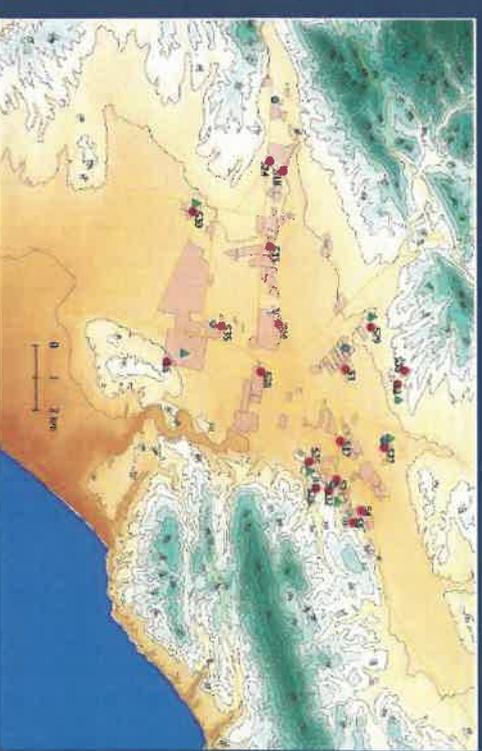


- Grande variabilité spatiale et temporelle des températures nocturnes en raison de facteurs locaux.
- Les températures les plus basses sont enregistrées dans les zones basses où l'air froid s'accumule (par exemple, les fonds de vallée et les terrasses).
- Les températures les plus élevées sont enregistrées sur les pentes et dans les zones où l'air circule localement.

# Suivi du débournement du Pinot noir



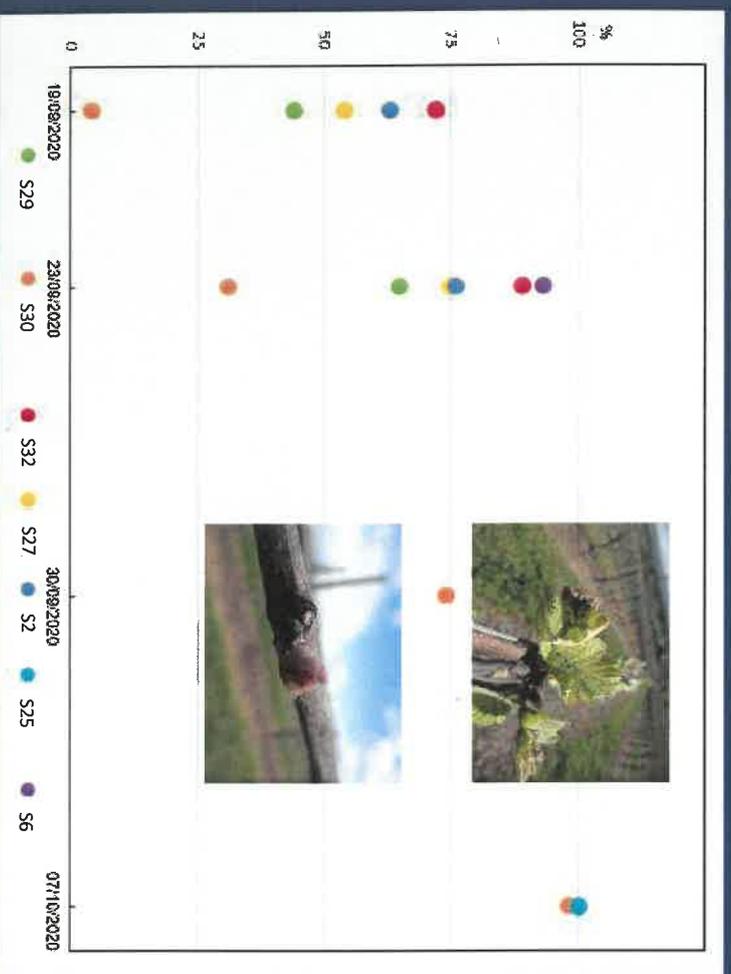
*Températures moyennes de l'air sur 30 minutes pendant la nuit de gel du 30 septembre 2020*



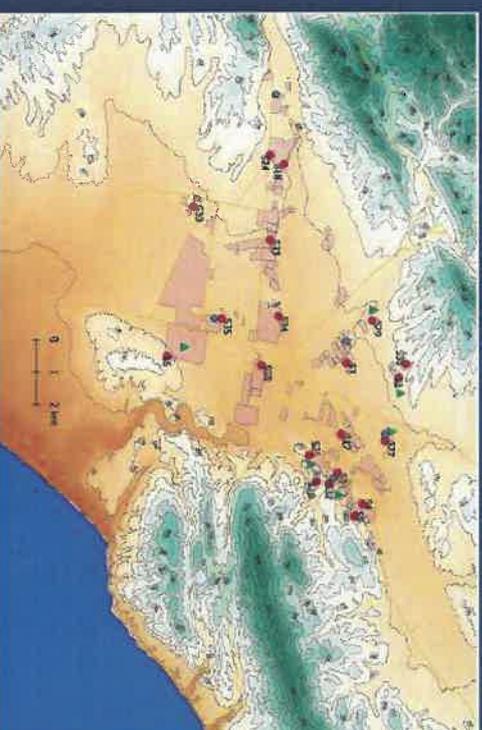
▲ Observation du débournement

- Une grande variabilité spatiale des dégâts en raison de facteurs locaux et du moment du débournement.
- Ces variations climatiques locales sont importantes pour la filière viticole en matière de gestion des risques climatiques.

# Suivi du débournement du Pinot noir



*Températures moyennes de l'air sur 30 minutes pendant la nuit de gel du 30 septembre 2020*



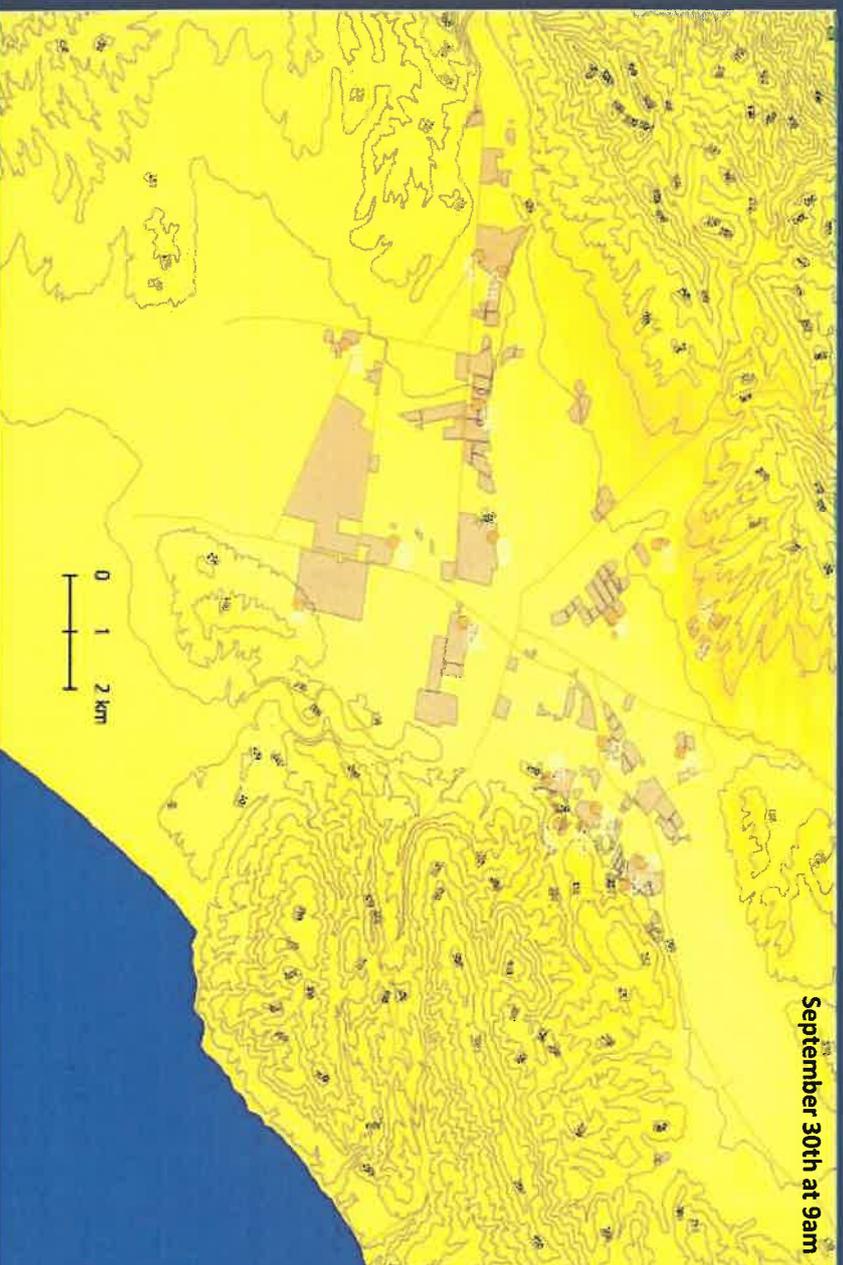
- Une grande variabilité spatiale des dégâts en raison de facteurs locaux et du moment du débournement.
- Ces variations climatiques locales sont importantes pour la filière viticole en matière de gestion des risques climatiques.

# Application du modèle géostatistique SVM à 80m : épisode gélif du 30 septembre 2020



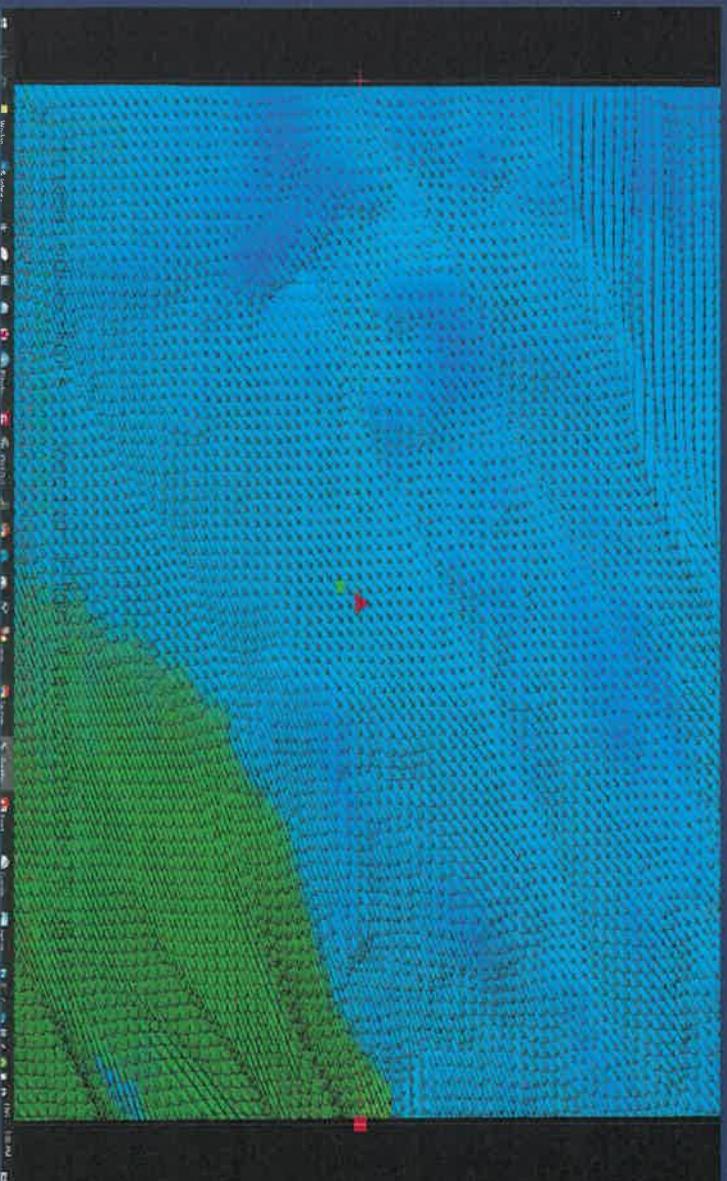
*Modélisation spatiale de la température minimale dans la vallée de Waipara (res. 80m)*

# Application du modèle géostatistique SVM à 80m : épisode gélif du 30 septembre 2020



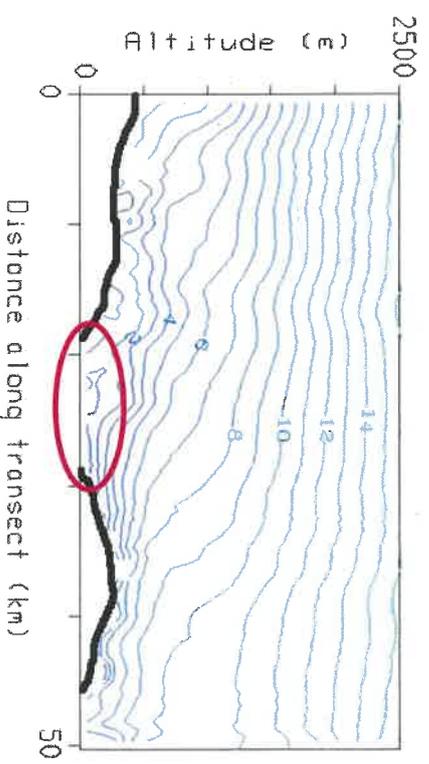
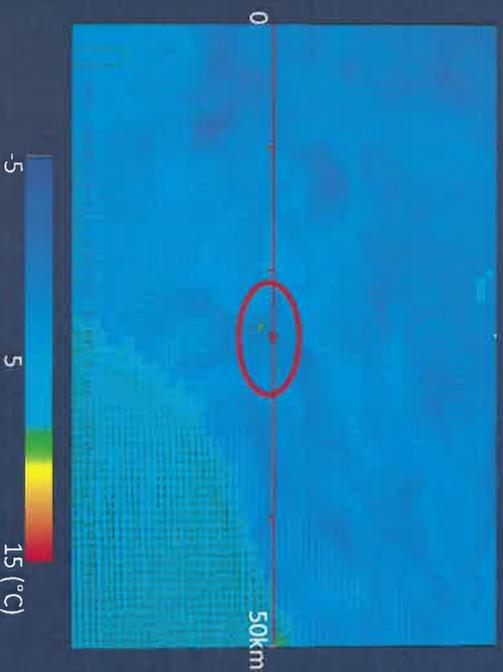
Modélisation spatiale de la température minimale horaire dans la vallée de Waipara (res. 80m)

# Modélisation du vent et de la température dans la vallée de Waipara avec le modèle WRF (1 km)



Nuit du 29 au 30 septembre de 19h à 8h

# Modélisation du vent et de la température dans la vallée de Waipara avec le modèle WRF (1 km)

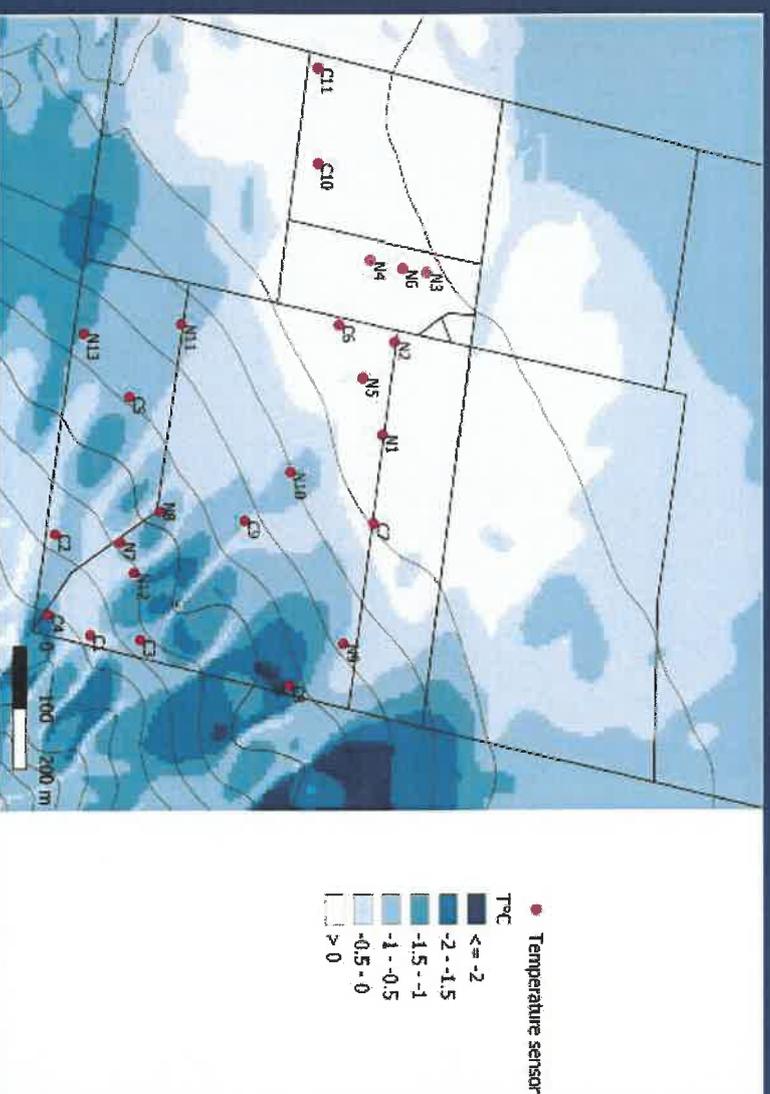


Structure horizontale et vertical de la température et du vent le 30 septembre à 7h

# Qu'est-ce que cela signifie pour l'amélioration de la lutte contre le gel de printemps?

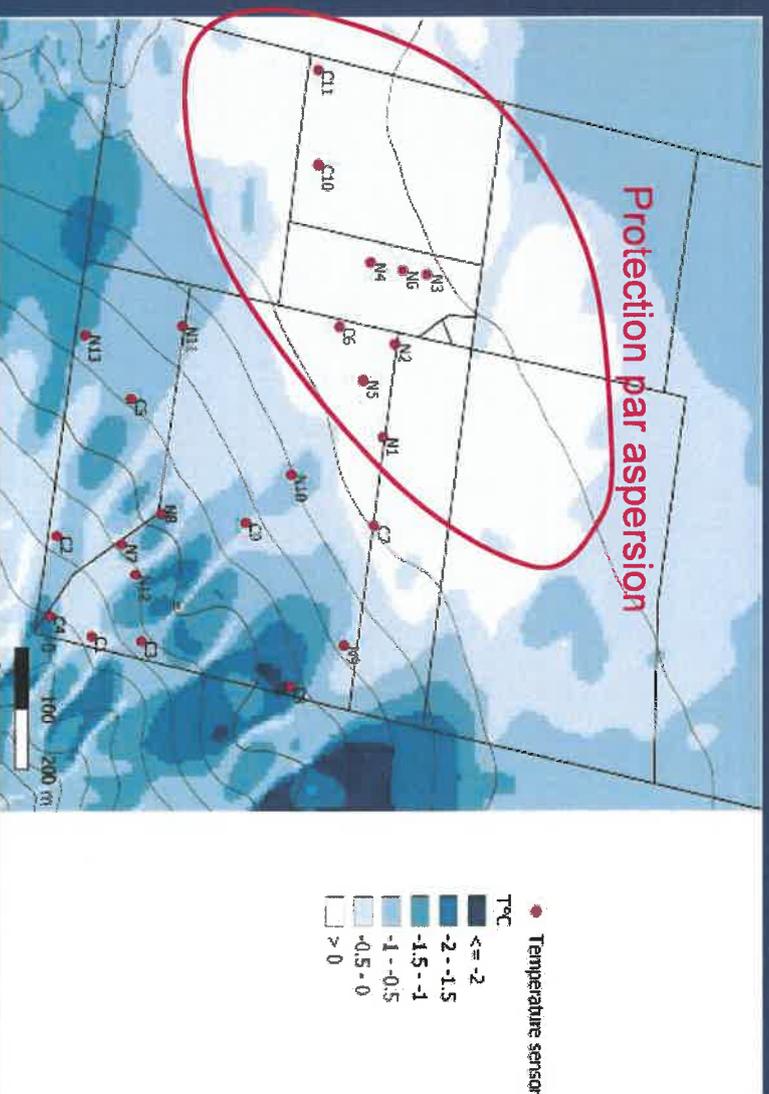
- L'approche intégrée de la mesure et de la modélisation à l'échelle du vignoble permet :
  - L'identification de la variabilité spatiale et temporelle du risque gélif sous différentes situations synoptiques
  - La cartographie du risque gélif à haute résolution spatiale en combinant les températures minimales et la sensibilité de la vigne (ex : date de débourrement)
- L'accès en temps réel des données observées (ex : températures des capteurs) et des cartes de température fournira :
  - La possibilité d'optimiser les opérations de protection contre le gel (ex : plan de vol des hélicoptères, estimation de la couche d'inversion pour les hélicoptères et les tours antigel)
- Une meilleure connaissance de la complexité du climat local permettrait de mieux prévoir les risques de gel et de prendre des décisions concernant le choix des sites viticoles et les opérations de lutte contre le gel.

# Réseau climatique à l'échelle microclimatique dans le vignoble de Camshorn©



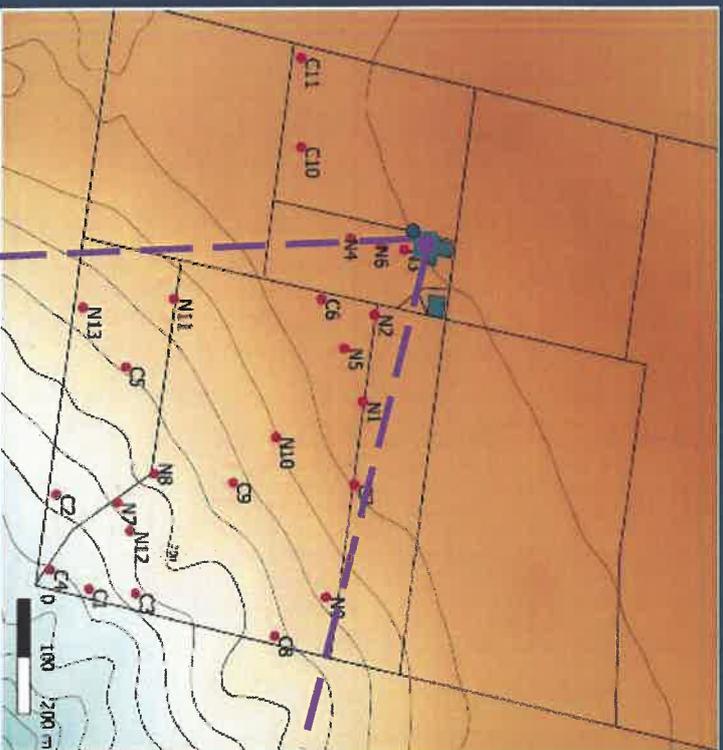
Spatialisation de la température à 7h dans le vignoble de Camshorn lors de la nuit gélive du 16 octobre 2020 (res. 10m)

# Réseau climatique à l'échelle microclimatique dans le vignoble de Camshorn©

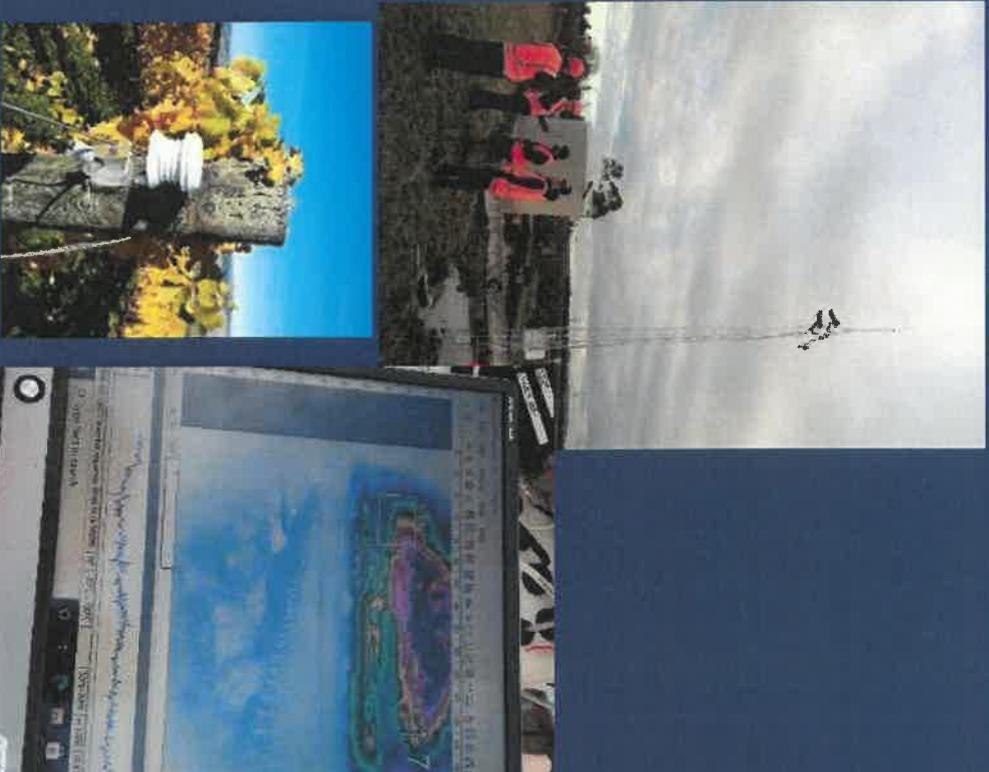


Spatialisation de la température à 7h dans le vignoble de Camshorn lors de la nuit gélive du 16 octobre 2020 (res. 10m)

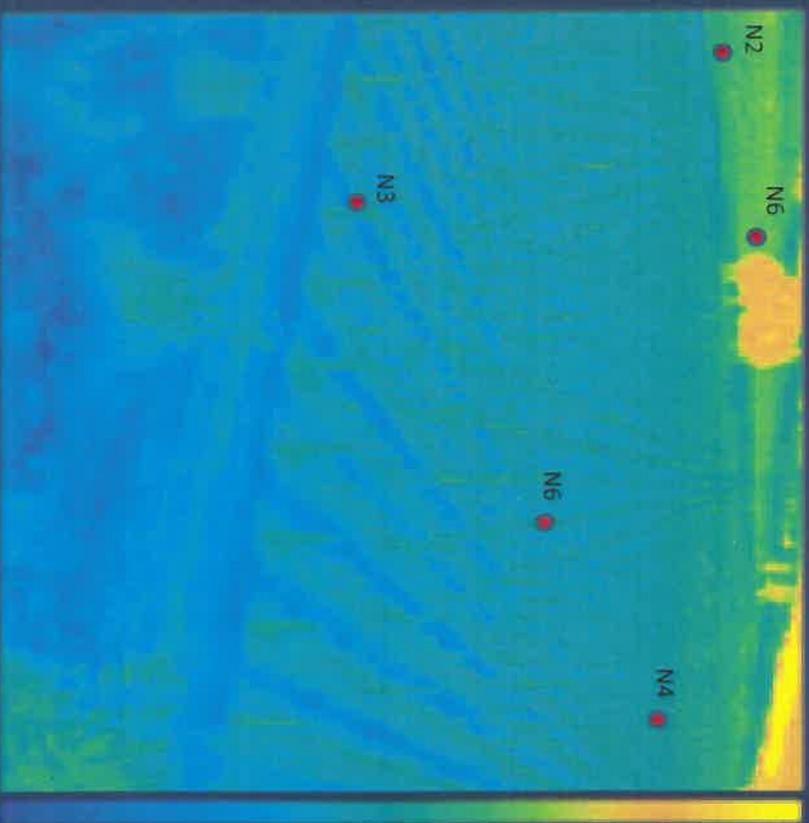
# Réseau climatique à l'échelle microclimatique dans le vignoble de Camshorn©



- 24 temperature sensors (1.5 m)
- 2 thermal imaging cameras on 10 m mast
- 2 weather stations on 10 m mast
- Camera field of view



# Réseau climatique à l'échelle microclimatique dans le vignoble de Camshorn©



Brightness temperature on 11-Aug-2021, 04:00 am