

COUP DE CHALEUR DU 28 JUIN 2019 QUELS ENSEIGNEMENTS ?

Valentin Pret, Emilie Daret

Coordination : Hervé Hannin, Thierry Simonneau

Matthieu Grégory

Florence Verdier

Cécile Arrighy

Laurent Gourdon



MUSE

MONTPELLIER UNIVERSITY OF EXCELLENCE

KEY INITIATIVE

MONTPELLIER
VINE & WINE
SCIENCES



l'institut Agro

agriculture • alimentation • environnement

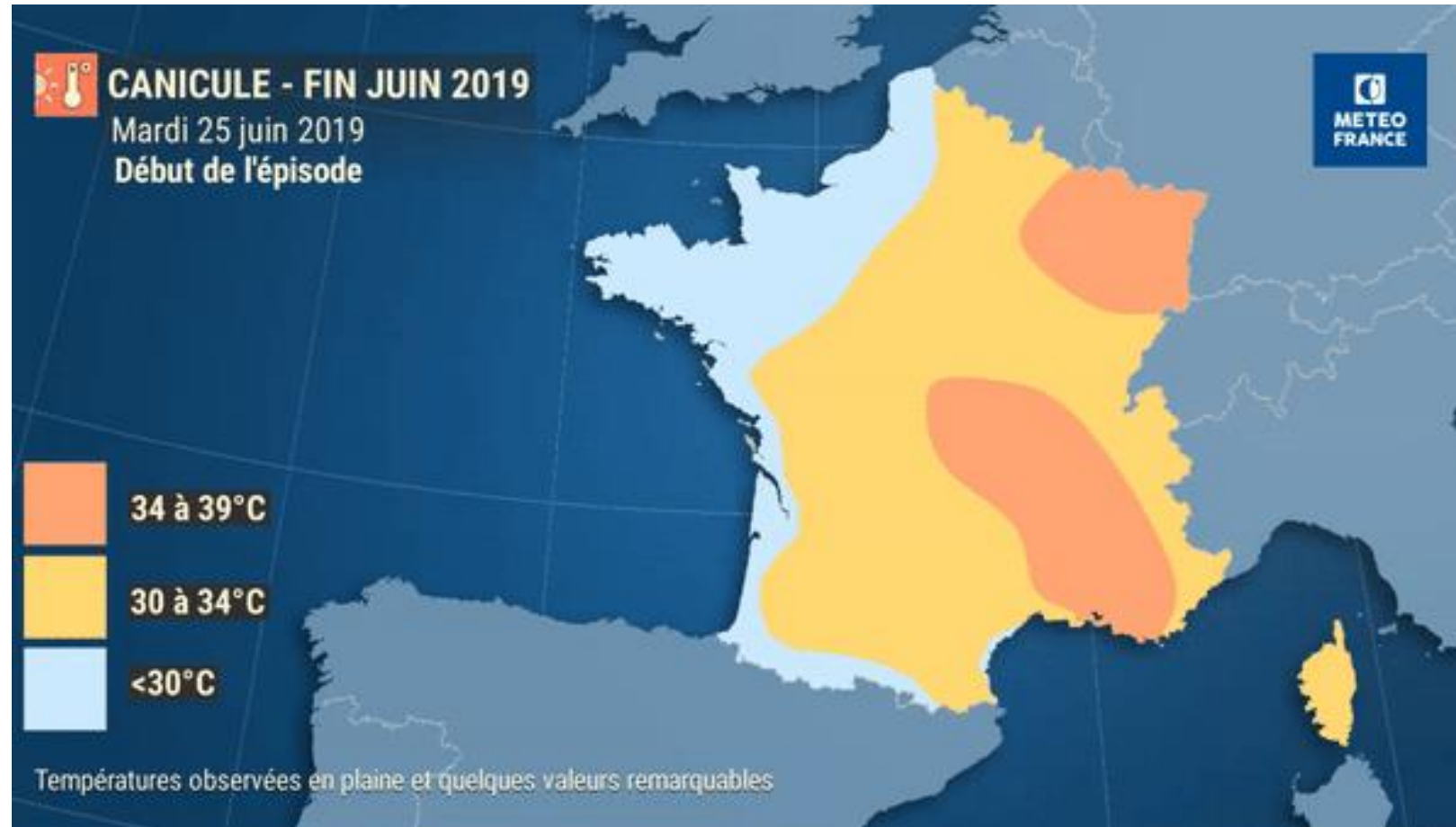


INRAE



CONTEXTE ET ORIGINE DE L'ÉTUDE

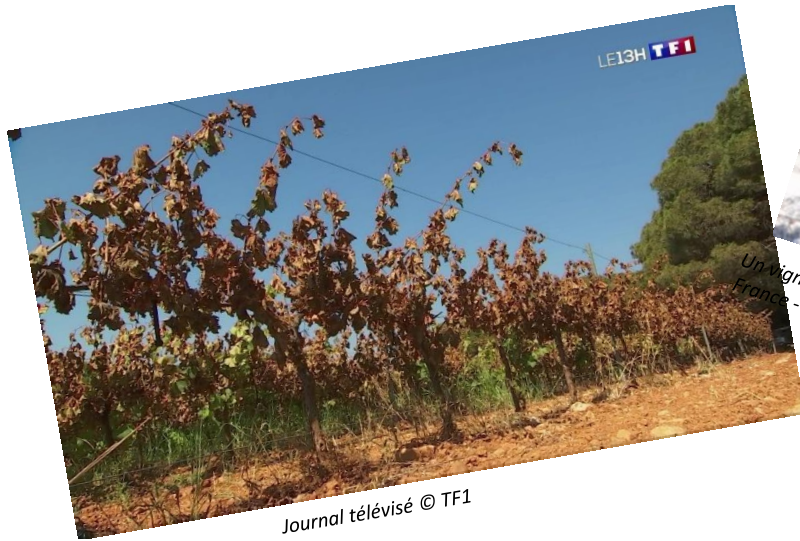
UN ÉPISODE CLIMATIQUE EXCEPTIONNEL



Evolution de la vague de chaleur du 25 juin au 8 juillet 2019 (source: Météo France)

LES DÉGÂTS : DU JAMAIS VU DANS L'HÉRAULT ET LE GARD

➤ Revue de presse



LE13H TFI

Un vignoble d'Estagel grillé par les températures extrêmes © Radio France - Francois David



Une grappe de carignan brûlée par la chaleur intense du 28 juin dans l'Hérault. - crÃ©dit photo : JD



Source : Sylvain Thomas / AFP

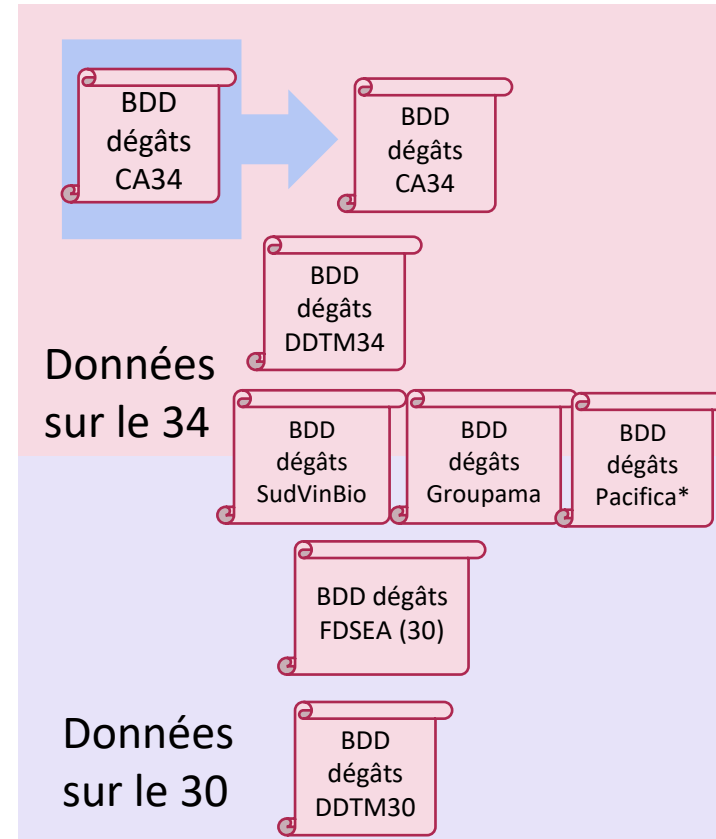
➤ Un pic de température exceptionnel :

- Intense : de nombreux records absolus battus
- Précocité : avant fermeture de la grappe
- Soudain : précédé par un climat doux

LES SOURCES DE DONNÉES DISPONIBLES :



- Plus de 1 500 exploitants viticoles de l'Hérault et du Gard **déclarent** être sinistrés à divers degrés.
- Données complémentaires : SudVinBio, Groupama, Pacifica
- Au total 2315 **déclarations + expertises** compilées



LES EXPERTS *s.l.* SOUPÇONNENT RAPIDEMENT PLUSIEURS FACTEURS

➤ modulent les effets du pic de température et créent de la variabilité

➤ **aggravants**

Applications de soufre

Carignan

Fort albedo du sol



Irrigation ?

➤ **atténuants**

Gestion du feuillage

Orientation sud-nord des rangs

Des confusions d'effet possibles
Des compensations qui gênent l'analyse
Des avis contradictoires



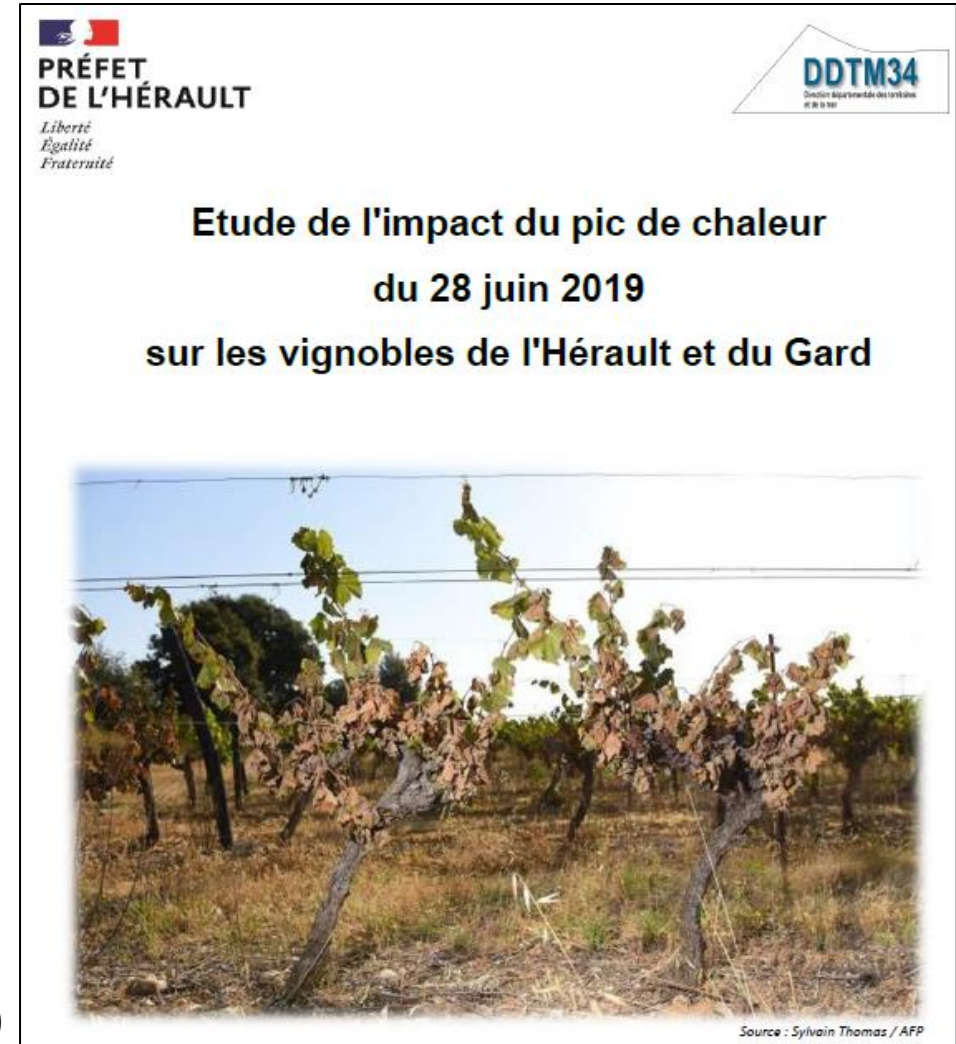
Un besoin d'analyse complémentaire

UN RAPPORT D'EXPERTISE COMMANDITÉ PAR LA DDTM

Avec 3 objectifs:

- Analyser objectivement les données recueillies
- Formuler des recommandations
- Proposer un questionnaire pour le futur

Rapport remis le 20/12/2020



RETOUR SUR LE CONTEXTE CLIMATIQUE

CANICULE, VAGUE DE CHALEUR, PIC DE CHALEUR ???

➤ **Canicule** : se réfère aux impacts directs sur l'homme

(T_{jour} et $T_{\text{nuit}} > T_{\text{seuil}}$ durant plusieurs jours; T_{seuil} adapté aux régions)

➤ **Vague de chaleur** : variable

Météo-France: 5 jours avec $T_{\text{max}} > T_{\text{moy 1976-2005}} + 5^{\circ}\text{C}$

Australie : 5 jours à plus de 35°C

ou 3 jours consécutifs à plus de 40°C

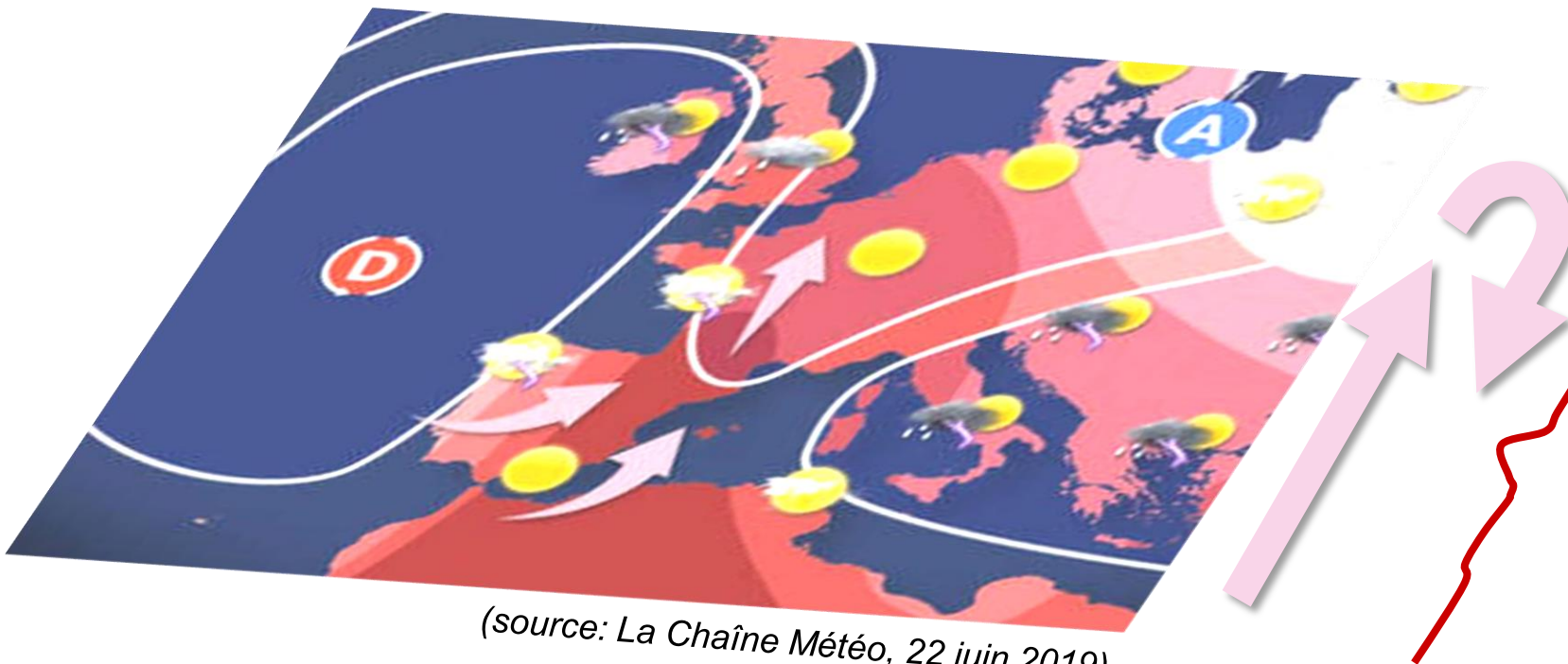


➤ **Pic de chaleur**: flou

épisode bref (24 à 48 heures) avec $T \gg T$ normales de saison

UNE ORIGINE MÉTÉOROLOGIQUE ASSEZ RARE

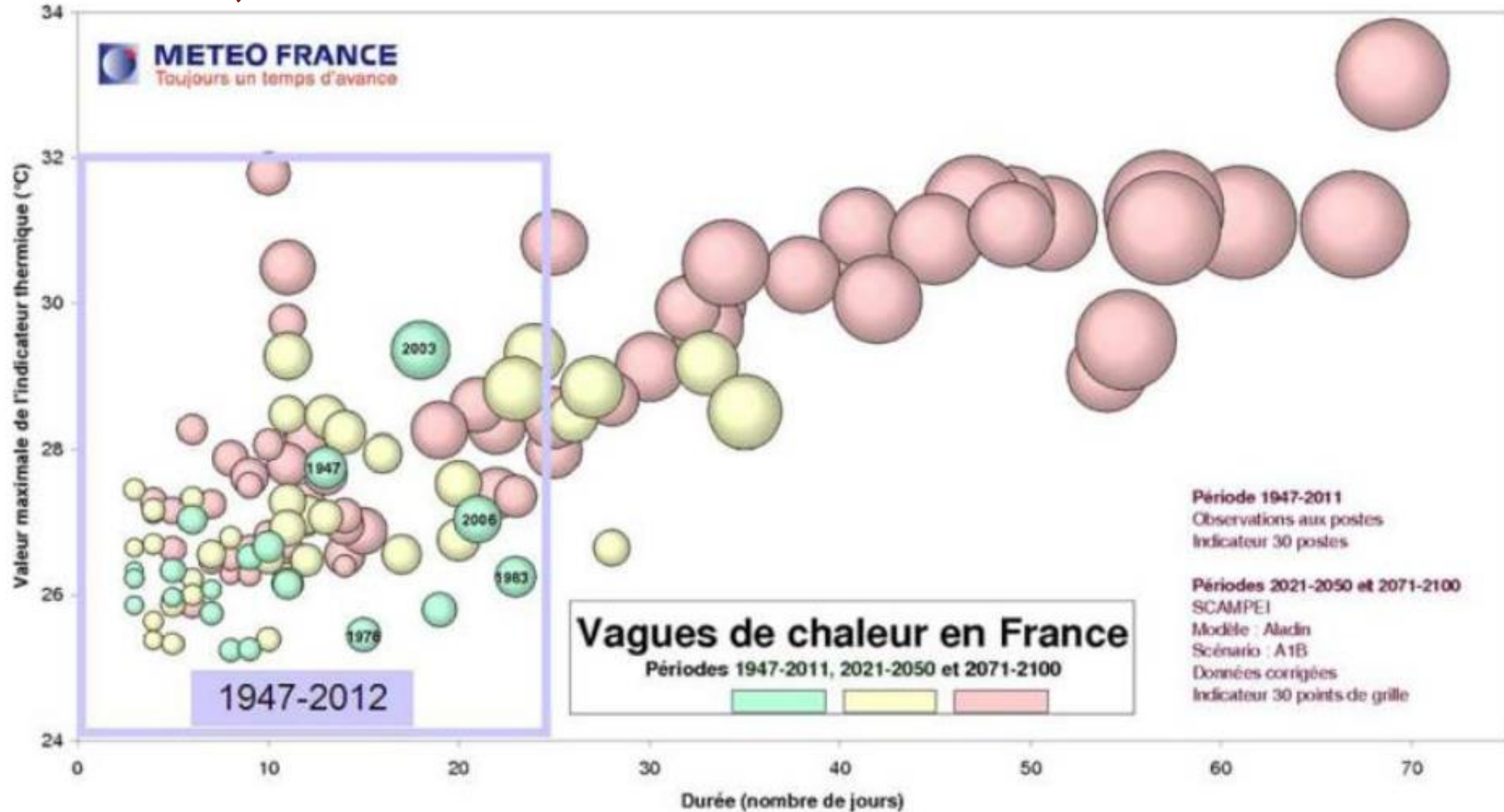
- 1** Appel d'air vers le nord-ouest par la dépression atlantique
L'air chaud du Sud remonte sans se refroidir sur la méditerranée



- 2** Blocage en altitude par l'anticyclone nord

- 3** Redescente vers le sud de la France toujours sans se refroidir

FRÉQUENCE, DURÉE ET INTENSITÉ EN AUGMENTATION



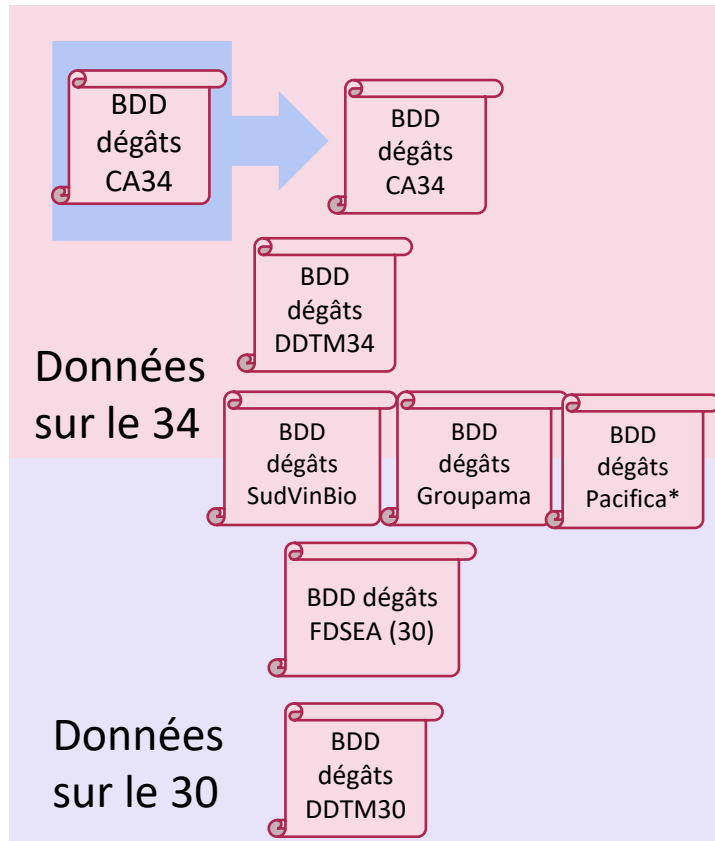
PRÉPARATION DES DONNÉES

RÉ-ENCODAGE DES DÉCLARATIONS

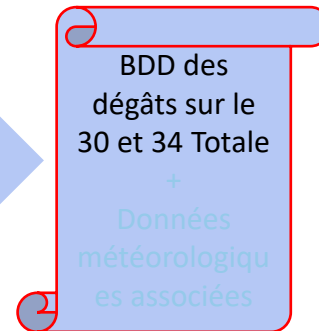
➤ Un lourd travail de standardisation avec des limites



Source : Sylvain Thomas / AFP



- Des pertes d'information
- Des choix discutables
- Seule échelle possible = commune



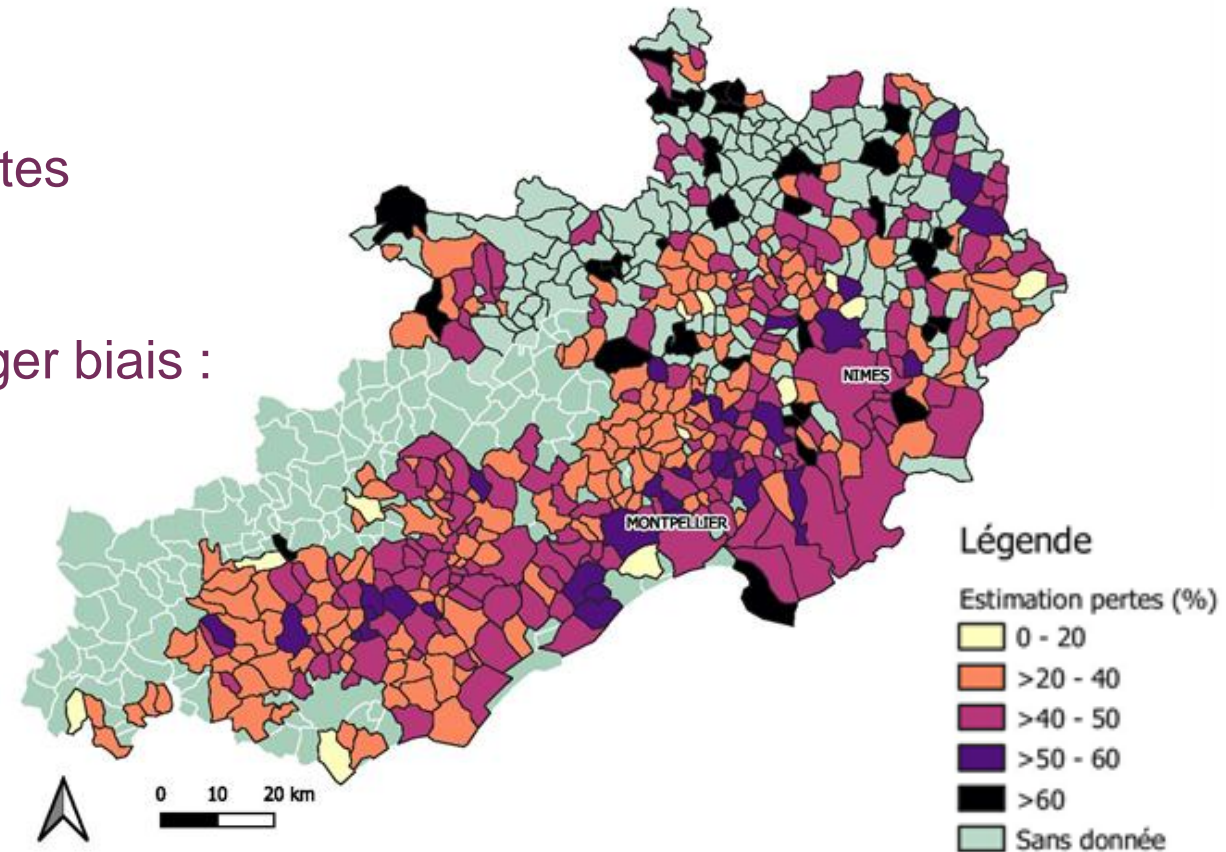
EXTRAIT DE LA BASE (UNE PARTIE DES INFORMATIONS « SOUFRE »)

	A	B	E	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	
1	insee_sin	com_sin	pertes	soufre	forme soufrée	produit	soufre pur	soufre date	soufre date <15	soufre date <13	soufre
17	34214	Pouzolles	70%	oui	mouillable	Microthiol et Fluidosoufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
27	34061	Causses-et-Veyran	70%	oui	mouillable	Heliosoufre	2,8		moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
34	34068	Cazouls-d'Hérault	30%	oui	mouillable	Heliosoufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
35	34056	Castelnau-de-Guers	30%	oui	mouillable	Heliosoufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
62	34044	Cabrerolles	30%	oui	poudre	Fluidosoufre		2	moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
67	34157	Mèze	30%	oui	mouillable	Heliosoufre		2	moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
85	34258	Saint-Geniès-de-Fontedit	50%	oui	mouillable	Microthiol			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
89	34001	Abeilhan	70%	oui	mouillable	Microthiol	8		moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
92	34063	Caux	80%	oui	mouillable	helioterpen soufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
93	34063	Caux	80%	oui	mouillable	helioterpen soufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
116	34329	Vendres	30%	oui	mouillable	Heliosoufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
122	34234	Roquessels	30%	oui	mouillable	Heliosoufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
132	34010	Aniane	80%	oui	poudre	llicia			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
133	34103	Fontès	50%	oui	mouillable	Thiovit	3,2		moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
149	34013	Aspiran	70%	oui	mouillable	houille bordelais			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
160	34056	Castelnau-de-Guers	30%	oui	mouillable	houille bordelais			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
163	34237	Roujan	30%	oui	mouillable	Heliosoufre	5,25		moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
170	34202	Pignan	80%	oui	mouillable	Heliosoufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	plus
178	34063	Caux	30%	oui	mouillable	Heliosoufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	plus
179	34044	Cabrerolles	30%	oui	mouillable	Microthiol			plus de 15 jours	plus de 13 jours	plus
190	34056	Castelnau-de-Guers	50%	oui	mouillable	helioterpen soufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
204	34164	Montaud	30%	oui	mouillable	Flosul			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
212	34237	Roujan	70%	oui	mouillable	Heliosoufre	2,8		moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
221	34330	Vérargues	50%	oui	mouillable	Microthiol			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
223	34204	Plaissan	50%	oui		Microthiol			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
227	34116	Grabels	50%	oui	mouillable	Flosul			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
231	34134	Lavérune	70%	oui	mouillable	Heliosoufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
234	34281	Saint-Pargoire	50%	oui	mouillable	houille bordelais			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins
243	34161	Montady	30%	oui	mouillable	Heliosoufre			moins de 15 jours	moins de 13 jours	moins

PERTES DE RÉCOLTE ESTIMÉES (DÉCLARATIONS)



- Moyenne des pertes déclarées: $33 \% \pm 0.8$
- Pour 46% des viticulteurs déclarants $< 30 \%$ de pertes
- Consolidation partielle :
corrélation avec données des assurances avec un léger biais :
moyenne de $37 \% \pm 0.2$
- Hypothèse: le biais d'évaluation homogène
quel que soit le déclarant
ou la classe de dégâts



DÉGÂTS DÉCRITS SUR PLANTS ADULTES

- Les baies les plus exposées sont les plus touchées
- Les baies proches du sol sont souvent plus touchées

Les baies sont plus souvent touchées que les feuilles

- Les parties apicales sont épargnées et restent vertes dans la majorité des cas.



DÉGÂTS DÉCRITS SUR PLANTS ADULTES

- Les baies les plus exposées sont les plus touchées
- Les baies proches du sol sont souvent plus touchées

Les baies sont plus souvent touchées que les feuilles

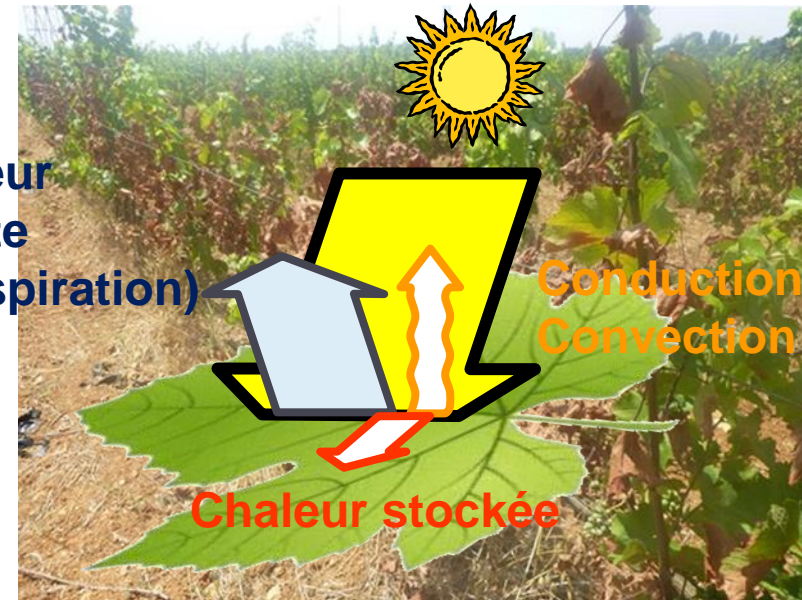
- Les parties apicales sont épargnées et restent vertes dans la majorité des cas.

Cohérence avec nos connaissances sur le bilan d'énergie des organes végétaux



Singsaas et al. 1999;
Schradler et al. 2003a;
Wise et al. 2004

Chaleur latente (transpiration)



Jusqu'à
Tair +10°C

DÉGÂTS DÉCRITS SUR PLANTS ADULTES

- Les baies les plus exposées sont les plus touchées
- Les baies proches du sol sont souvent plus touchées

Les baies sont plus souvent touchées que les feuilles

- Les parties apicales sont épargnées et restent vertes dans la majorité des cas.

Cohérence avec nos connaissances sur le bilan d'énergie des organes végétaux

Chaleur latente (transpiration)

Chaleur stockée

Conduction
Convection



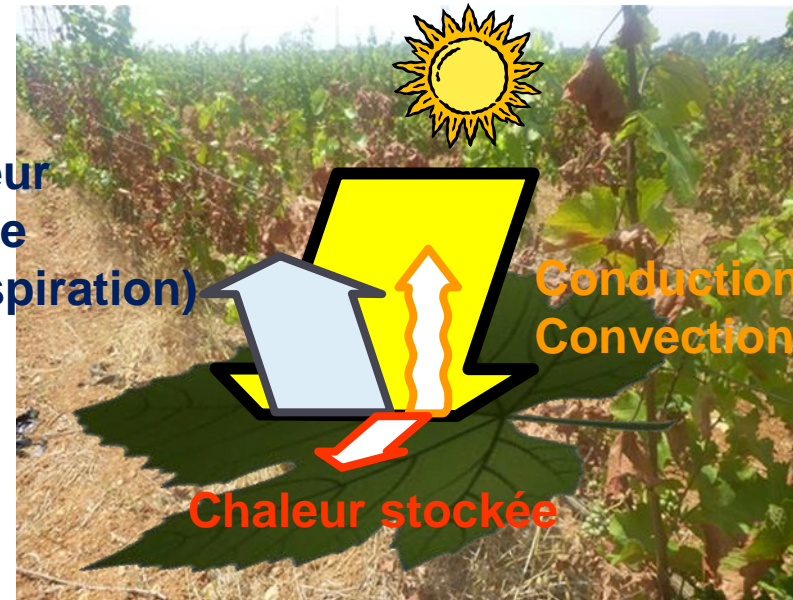
Jusqu'à
Tair +18°C

Singsaas et al. 1999;
Schrader et al. 2003a;
Wise et al. 2004

Chaleur latente (transpiration)

Chaleur stockée

Conduction
Convection



Jusqu'à
Tair +10°C

DÉGÂTS DÉCRITS SUR PLANTS ADULTES

- Les baies les plus exposées sont les plus touchées
- Les baies proches du sol sont souvent plus touchées

Les baies sont plus souvent touchées que les feuilles

- Les parties apicales sont épargnées et restent vertes dans la majorité des cas.

Cohérence avec nos connaissances sur le bilan d'énergie des organes végétaux

Effets attendus des facteurs climatiques qui jouent sur le bilan d'énergie

Chaleur latente (transpiration)

Chaleur stockée

Conduction
Convection



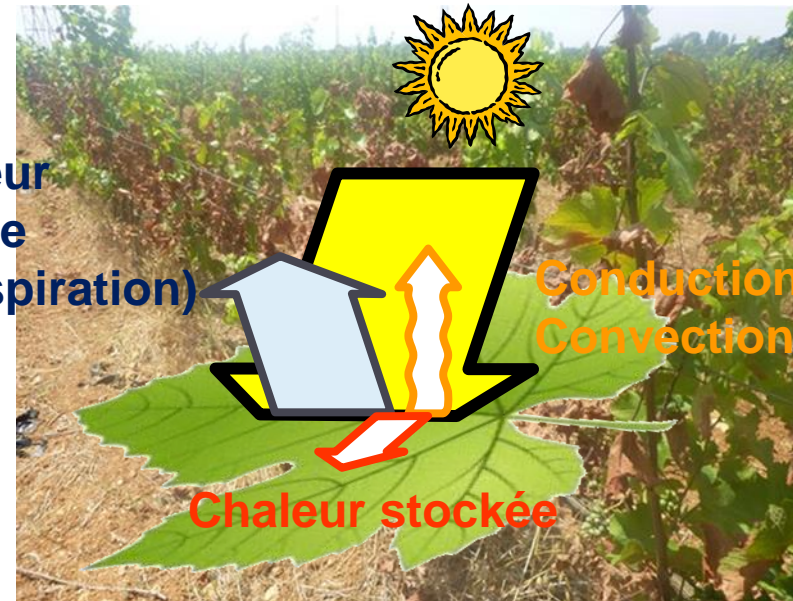
Jusqu'à
Tair +18°C

Singsaas et al. 1999;
Schrader et al. 2003a;
Wise et al. 2004

Chaleur latente (transpiration)

Chaleur stockée

Conduction
Convection

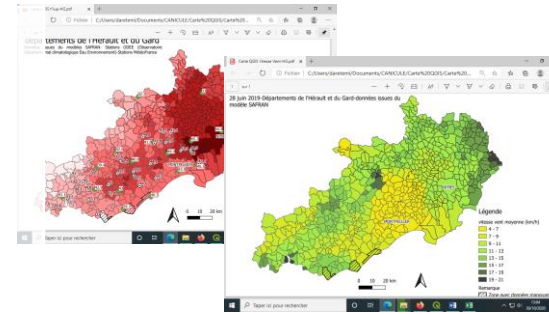
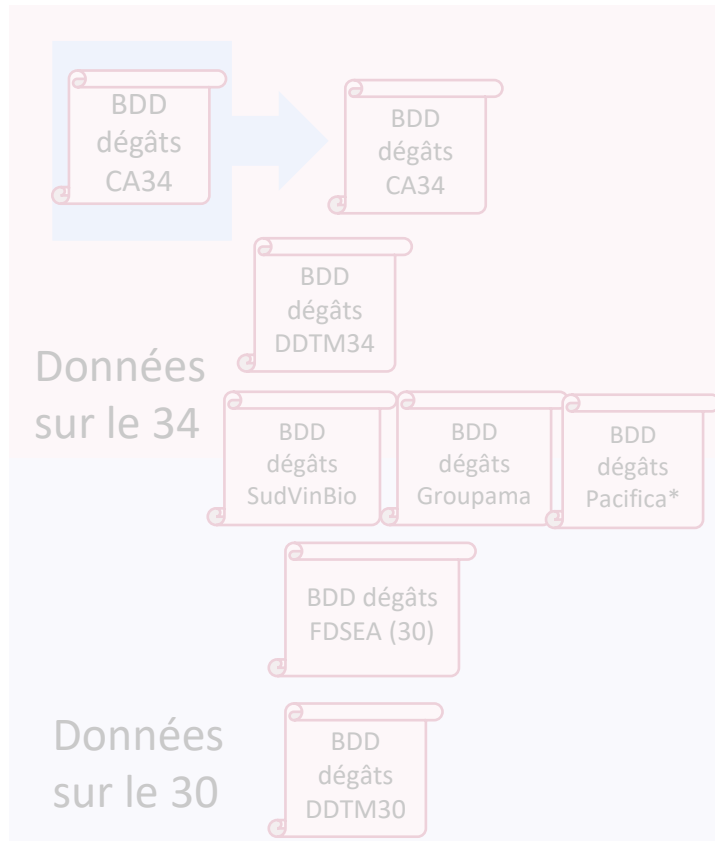


Jusqu'à
Tair +10°C

ANALYSE DES DONNÉES

DONNÉES CLIMATIQUES

➤ Une limite : les données interpolées ou moyennées introduisent un biais pour les événements extrêmes



Données sur le climat

Données SAFRAN 8x8 km

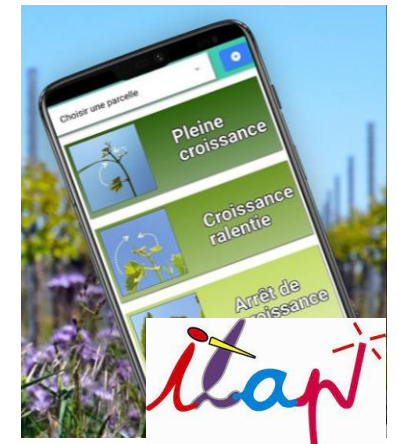
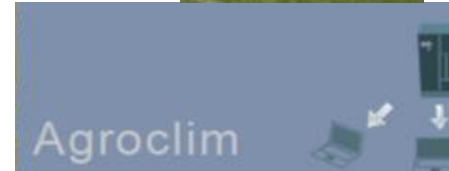
Données stations ponctuelles

Données ApeX Vigne (stress hydrique)

Même échelle commune

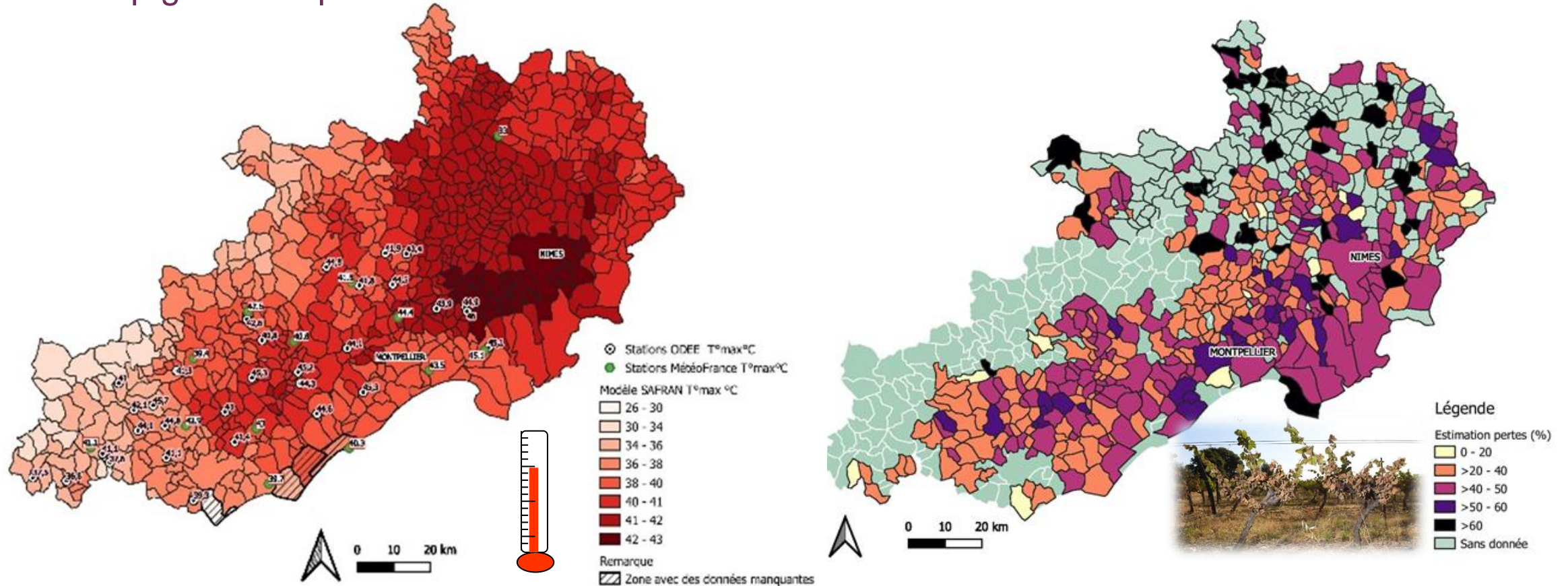
BDD des dégâts sur le 30 et 34 Totale + Données météorologiques associées

Stations climatiques locales : peu de couverture mais très informative sur les situations locales et instantanées



LIEN GLOBAL ENTRE PICS DE TEMPÉRATURE ET % PERTES

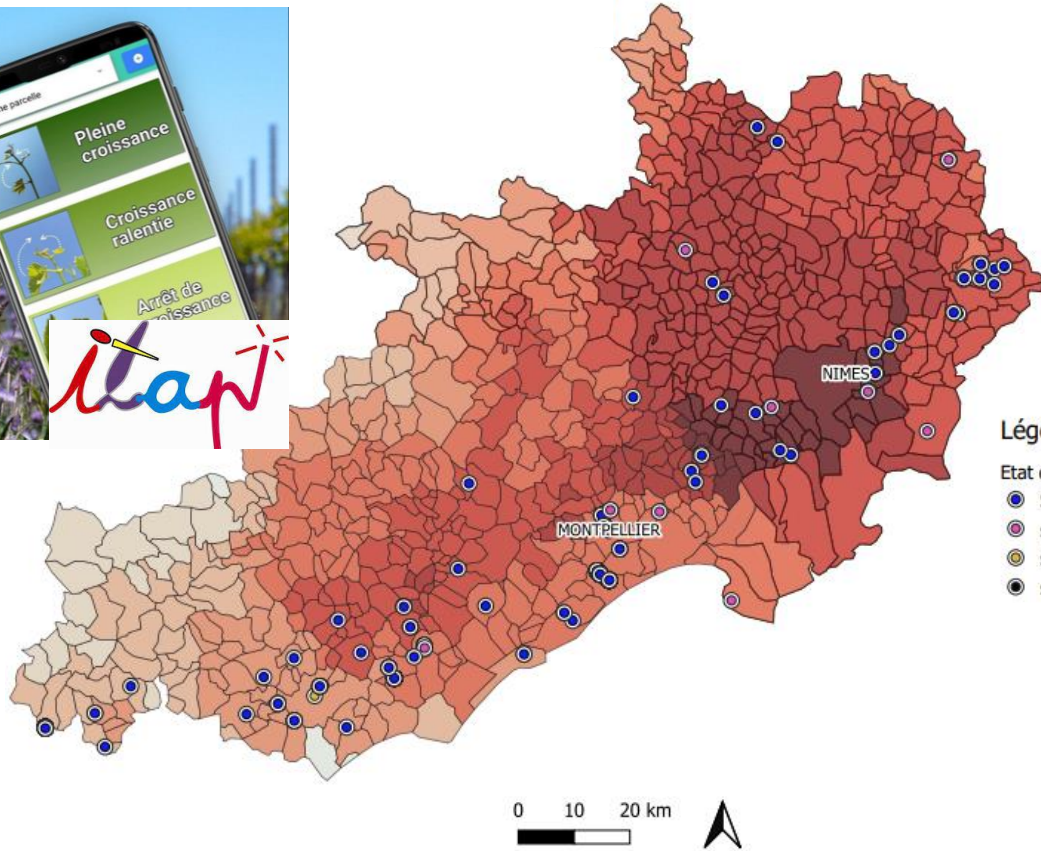
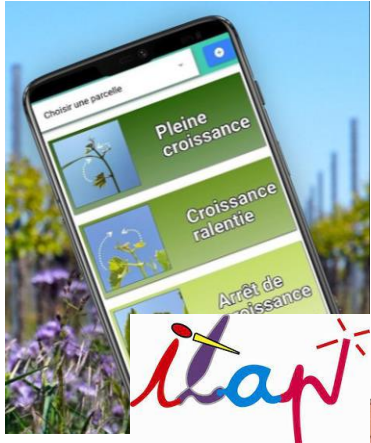
- Facteur majeur de dégâts (**significatif**), mais pas seul
- Échelle trop grossière pour déterminer des seuils



LE STRESS HYDRIQUE, FACTEUR AGGRAVANT ?

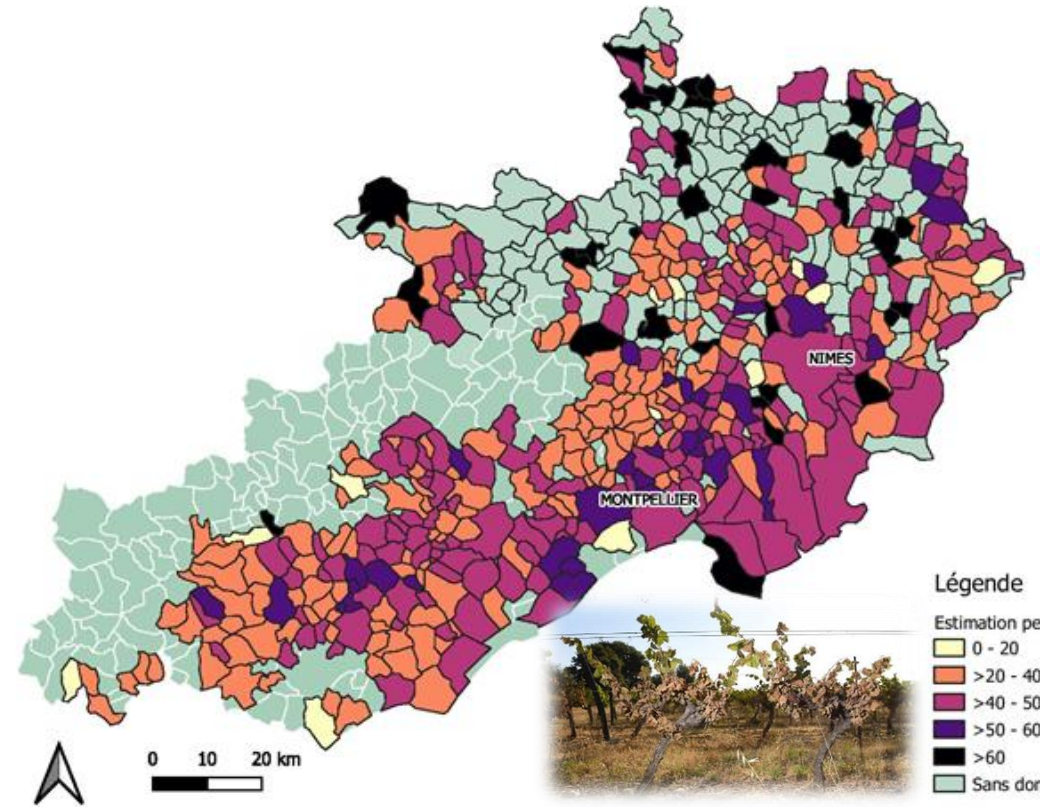
➤ Faible réserves dans le sol en sortie d'hiver

Mais pas de symptômes évidents au moment du pic



Légende

- Etat du stress hydrique en
- SANS stress hydrique
 - stress hydrique modéré
 - stress hydrique fort
 - stress hydrique très sévère



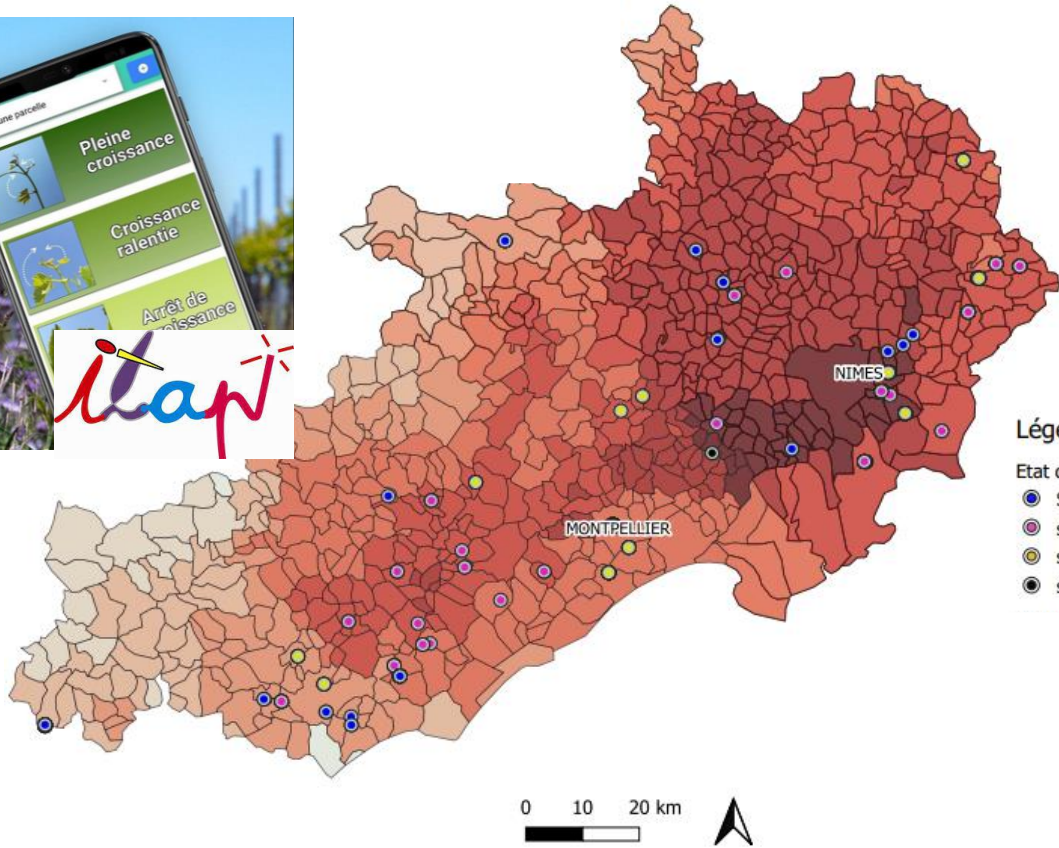
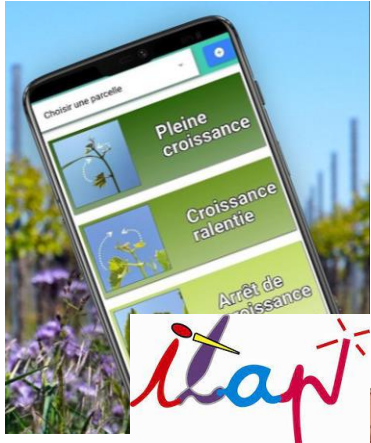
Légende

- Estimation pertes (%)
- 0 - 20
 - >20 - 40
 - >40 - 50
 - >50 - 60
 - >60
 - Sans donnée

LE STRESS HYDRIQUE, FACTEUR AGGRAVANT ?

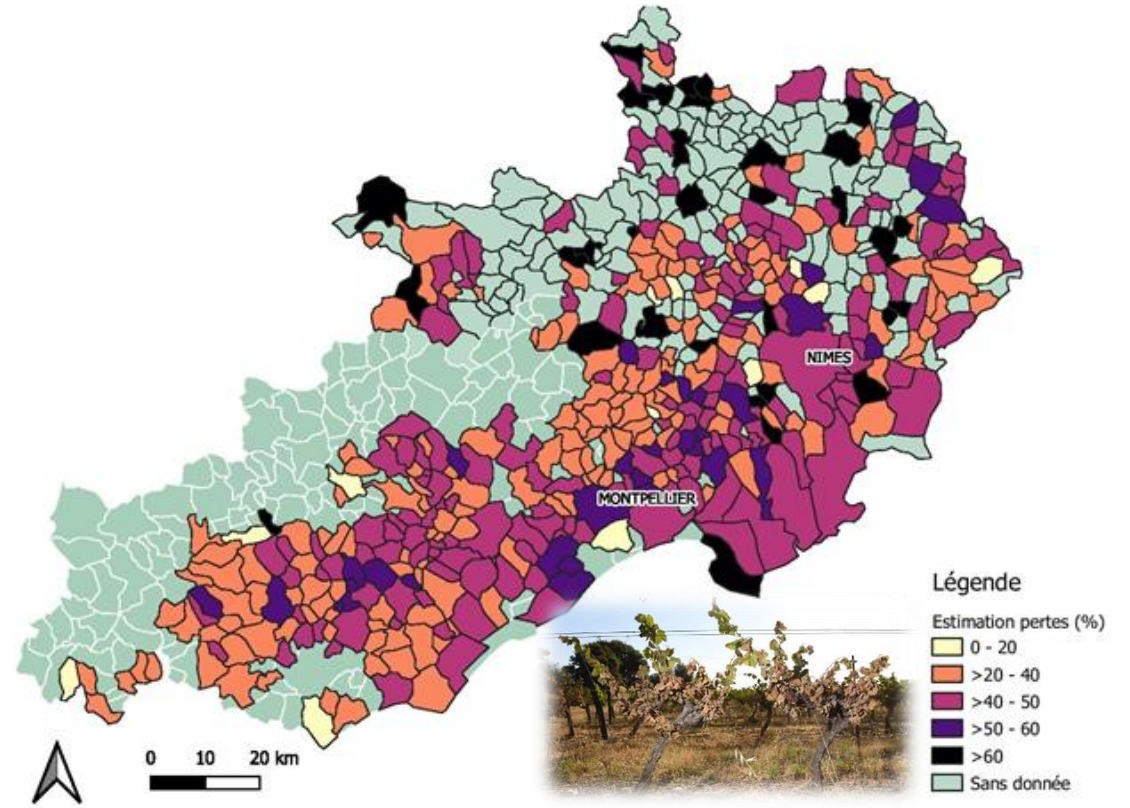
➤ Faible réserves dans le sol en sortie d'hiver

Pas de lien évident non plus avec les symptômes plus tardifs (juillet)



Légende

- Etat du stress hydrique :
- SANS stress hydrique
 - stress hydrique mo
 - stress hydrique fort
 - stress hydrique très

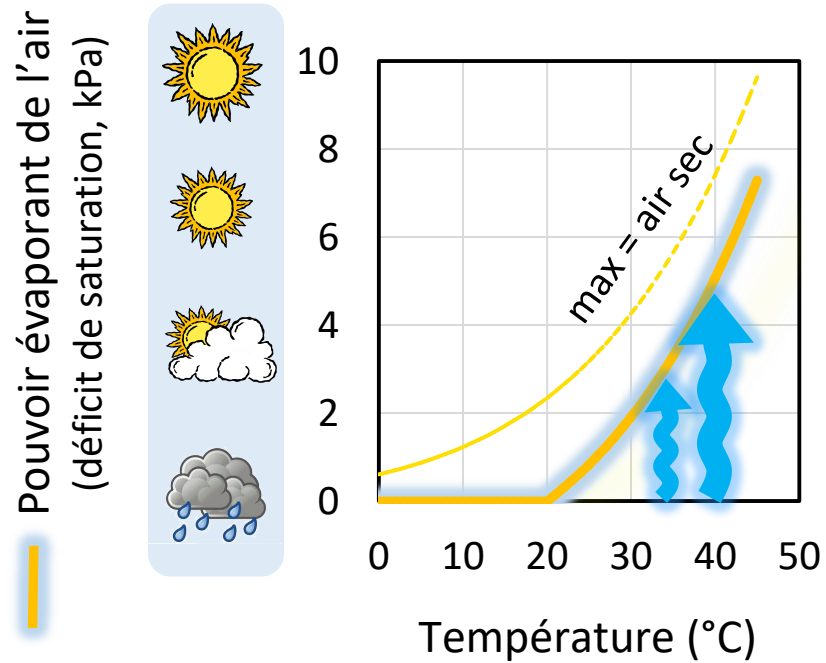


Légende

- Estimation pertes (%)
- 0 - 20
 - >20 - 40
 - >40 - 50
 - >50 - 60
 - >60
 - Sans donnée

LE POUVOIR ÉVAPORANT DE L'AIR : UN FACTEUR OUBLIÉ

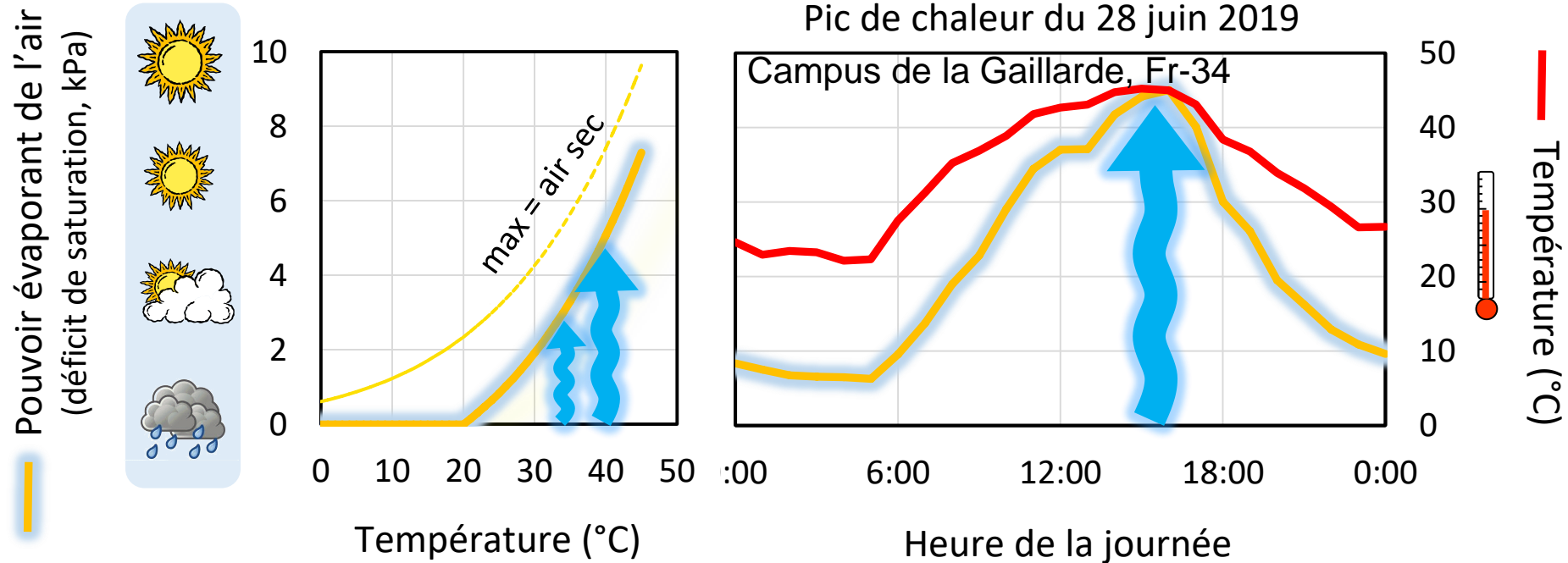
- Un effet collatéral du réchauffement, souvent négligé et pourtant phénoménal



Revue des Œnologues, Simonneau et al. 2021

LE POUVOIR ÉVAPORANT DE L'AIR : UN FACTEUR OUBLIÉ

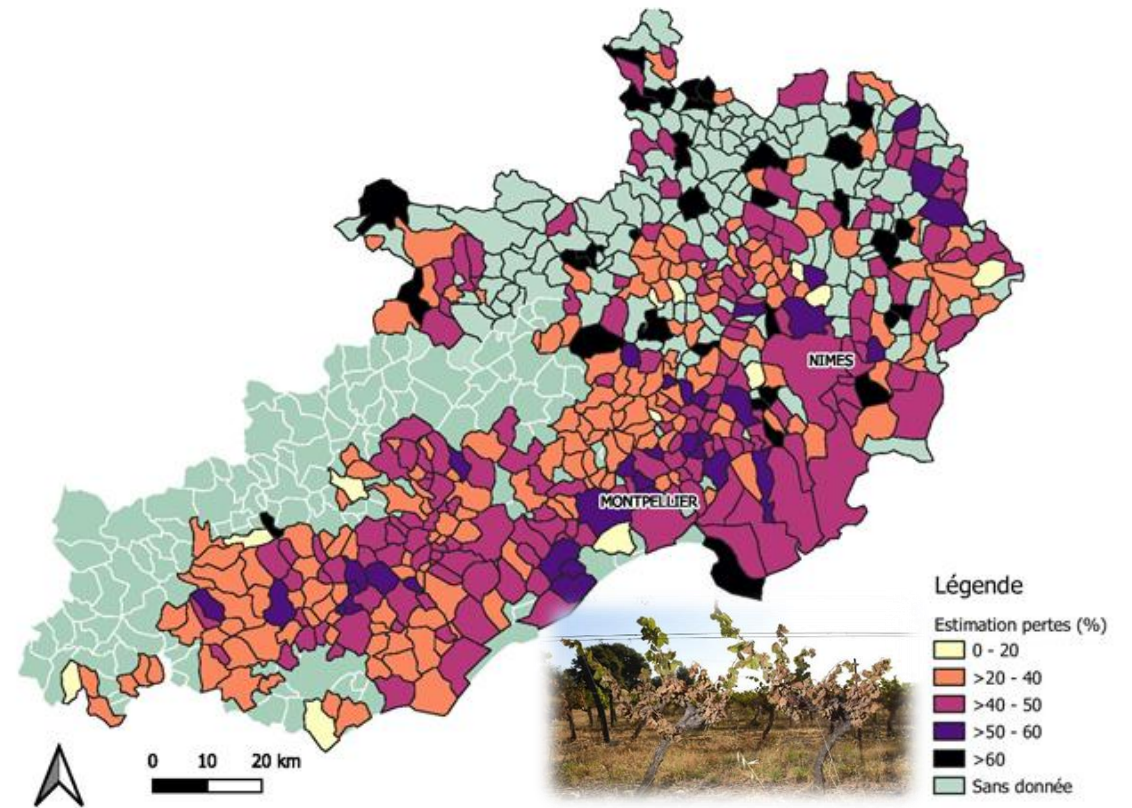
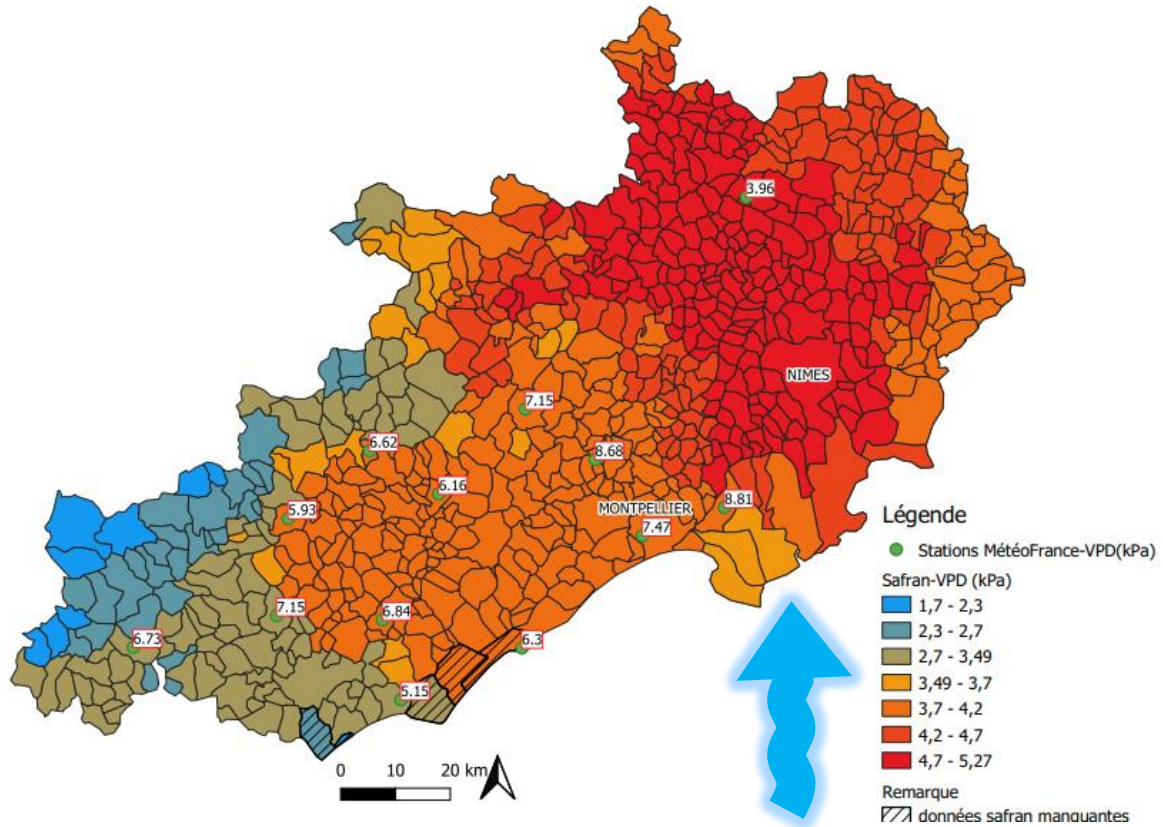
➤ Un effet collatéral du réchauffement, souvent négligé et pourtant phénoménal



Revue des Œnologues, Simonneau et al. 2021

LE POUVOIR ÉVAPORANT DE L'AIR

➤ Un lien **significatif**, mais pas strict



LE POUVOIR ÉVAPORANT DE L'AIR

➤ Un problème d'approvisionnement en eau des organes qui transpirent ?



LE POUVOIR ÉVAPORANT DE L'AIR

- Un problème d'approvisionnement en eau des organes qui transpirent ?
- Les grappes plus sensibles que le feuillage : une différence d'équilibre entrée/sortie d'eau ?



LE POUVOIR ÉVAPORANT DE L'AIR

- Un problème d'approvisionnement en eau des organes qui transpirent ?
- Les grappes plus sensibles que le feuillage : une différence d'équilibre entrée/sortie d'eau ?
- Ou bien effet direct de l'échauffement plus fort sur les grappes ?



LE POUVOIR ÉVAPORANT DE L'AIR

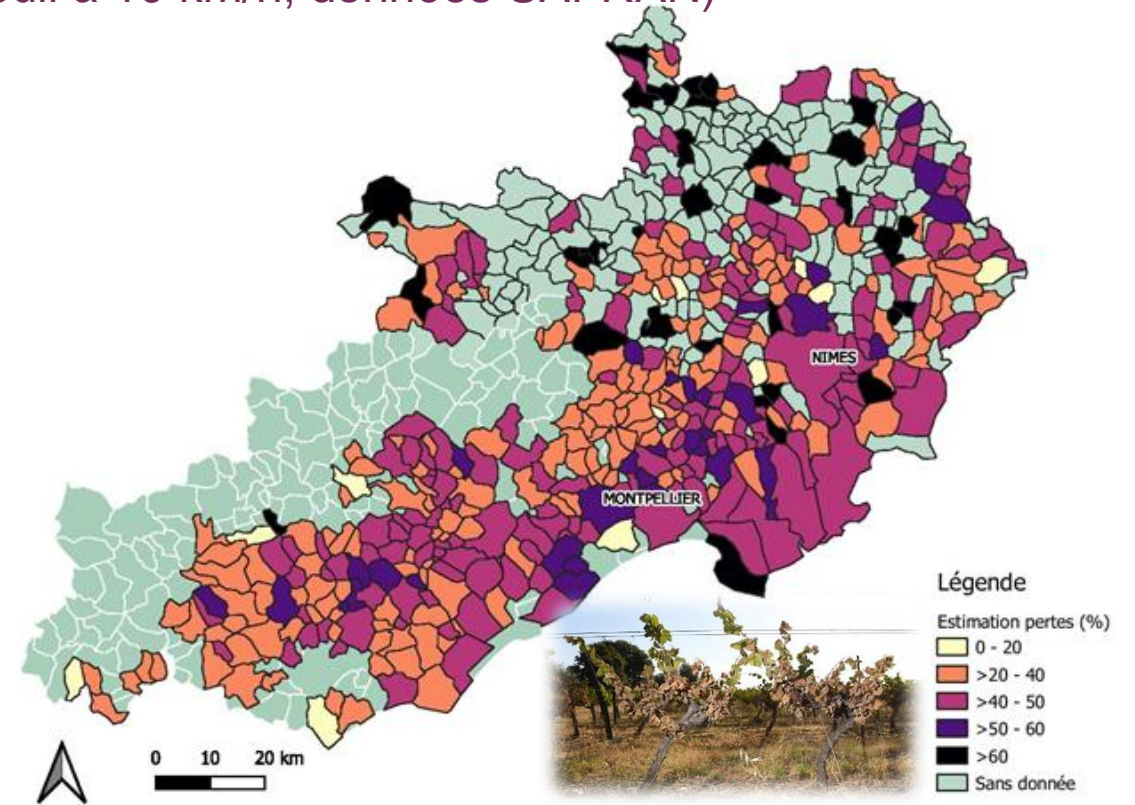
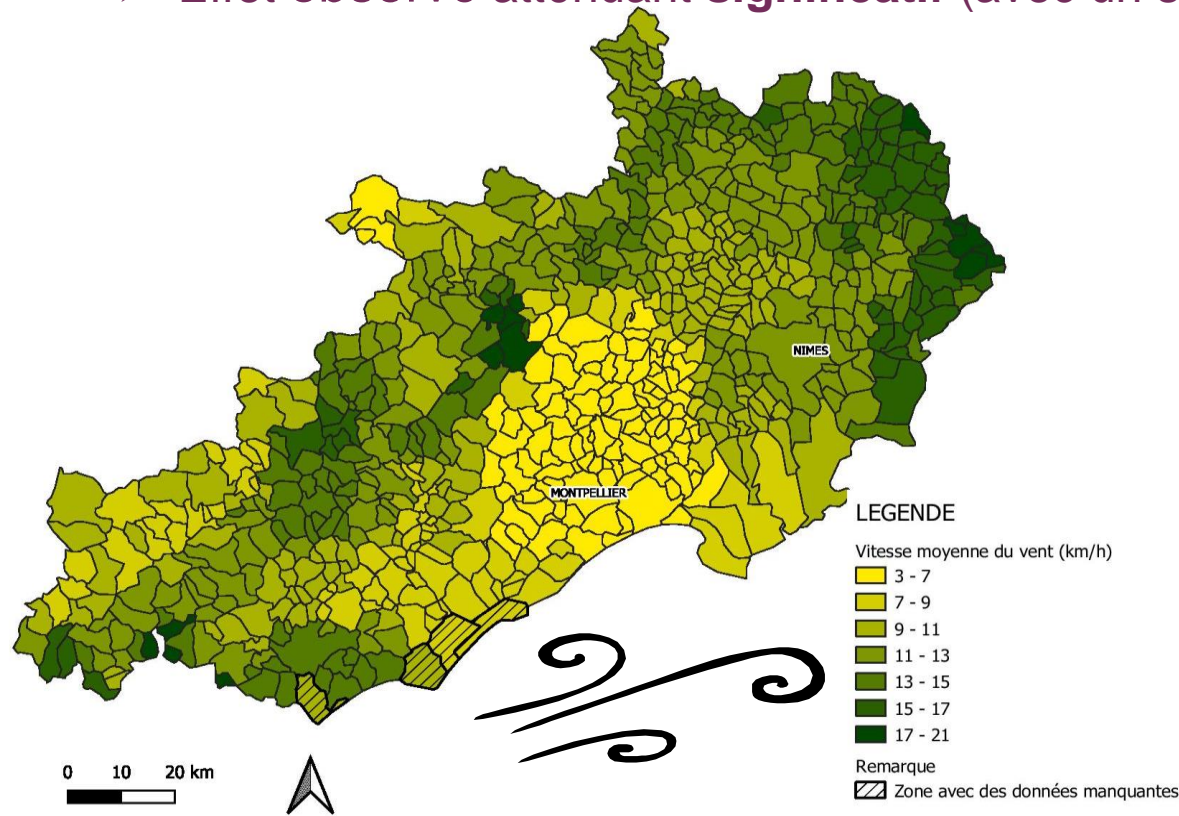
- Un problème d'approvisionnement en eau des organes qui transpirent ?
- Les grappes plus sensibles que le feuillage : une différence d'équilibre entrée/sortie d'eau ?
- Ou bien effet direct de l'échauffement plus fort sur les grappes ?
- Les 2 ?



LE VENT : UN EFFET QUI N'ÉTAIT PEUT ÊTRE PAS ATTENDU

- Le vent était relativement faible le 28 juin (de 4 à 15 km/h en moyenne)
Effet toutefois réputé aggravant: « un vent chaud », « effet chalumeau »

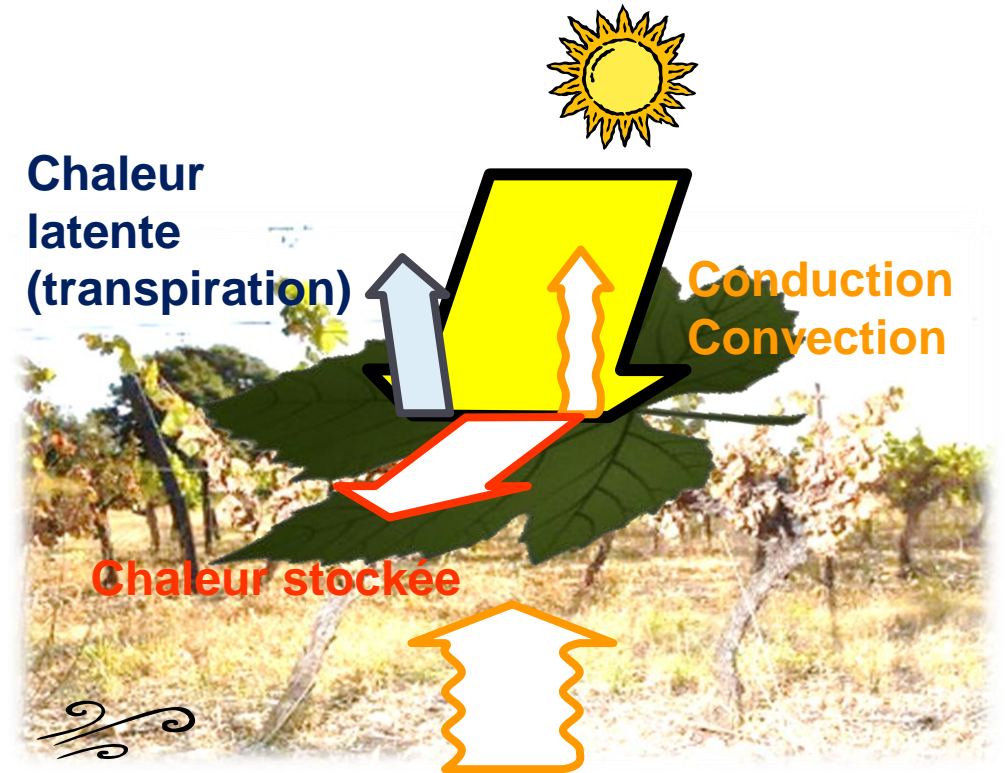
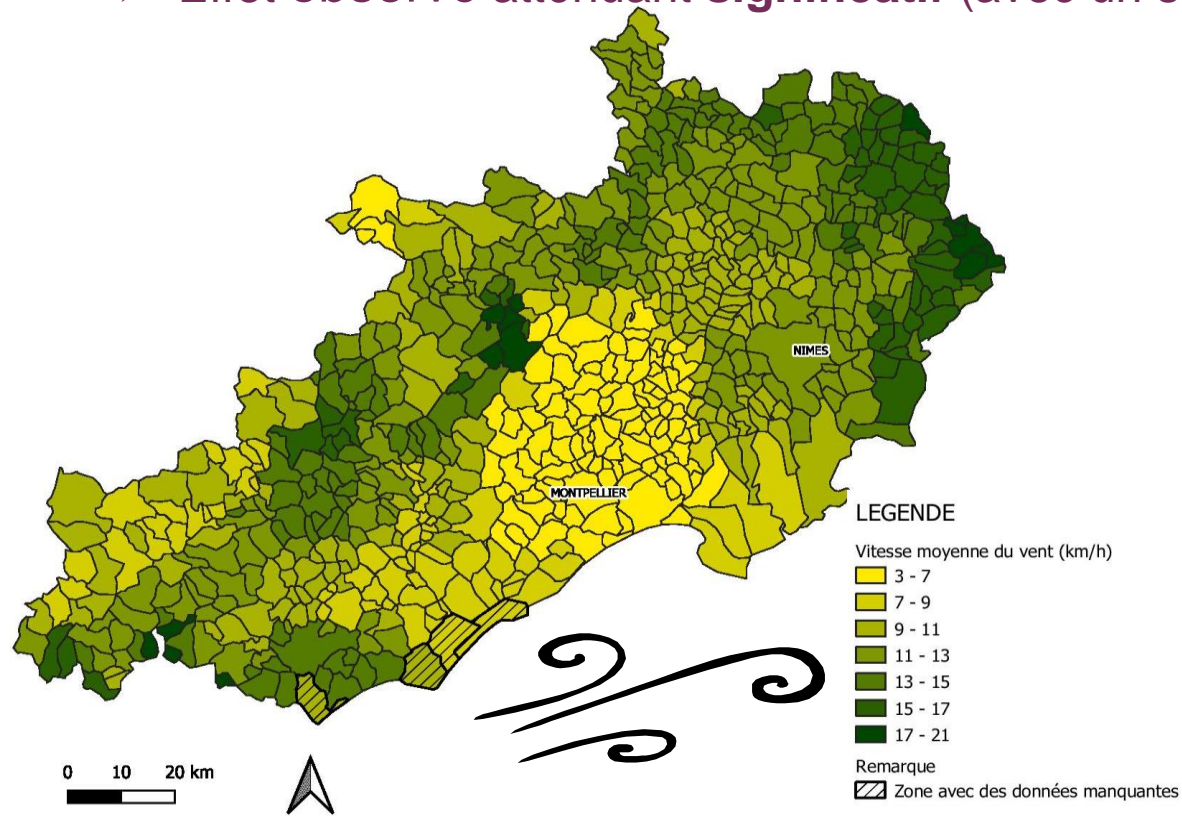
MAIS : ➤ Effet observé atténuant **significatif** (avec un seuil à 10 km/h, données SAFRAN)



LE VENT : UN EFFET QUI N'ÉTAIT PEUT ÊTRE PAS ATTENDU

- Le vent était relativement faible le 28 juin (de 4 à 15 km/h en moyenne)
Effet toutefois réputé aggravant: « un vent chaud », « effet chalumeau »

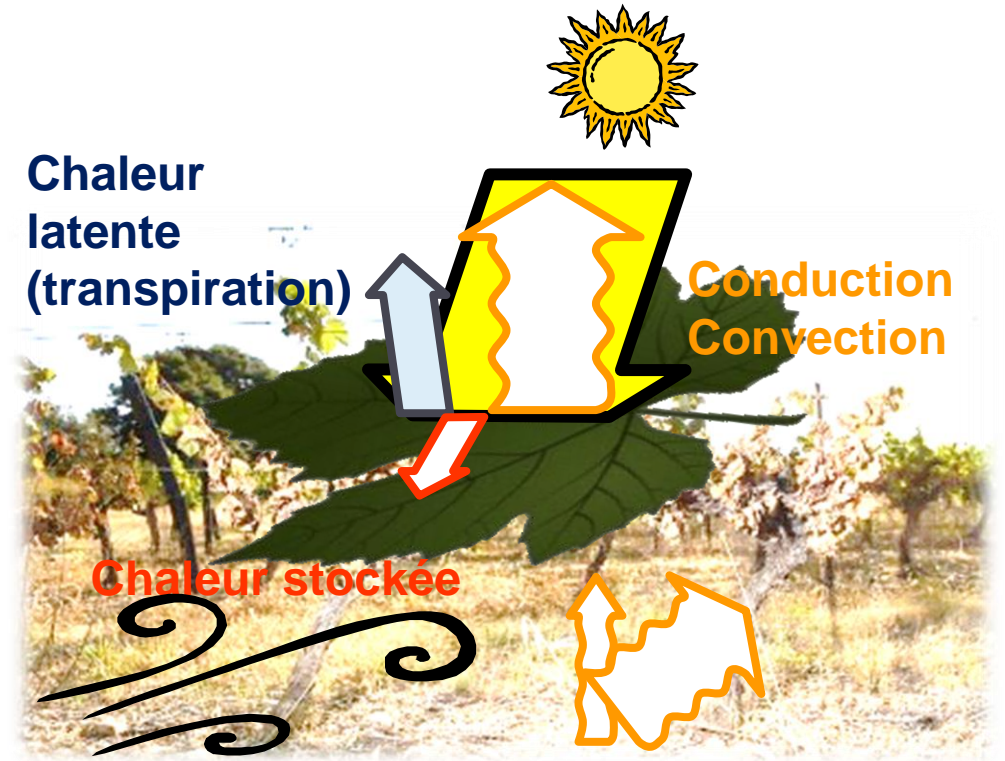
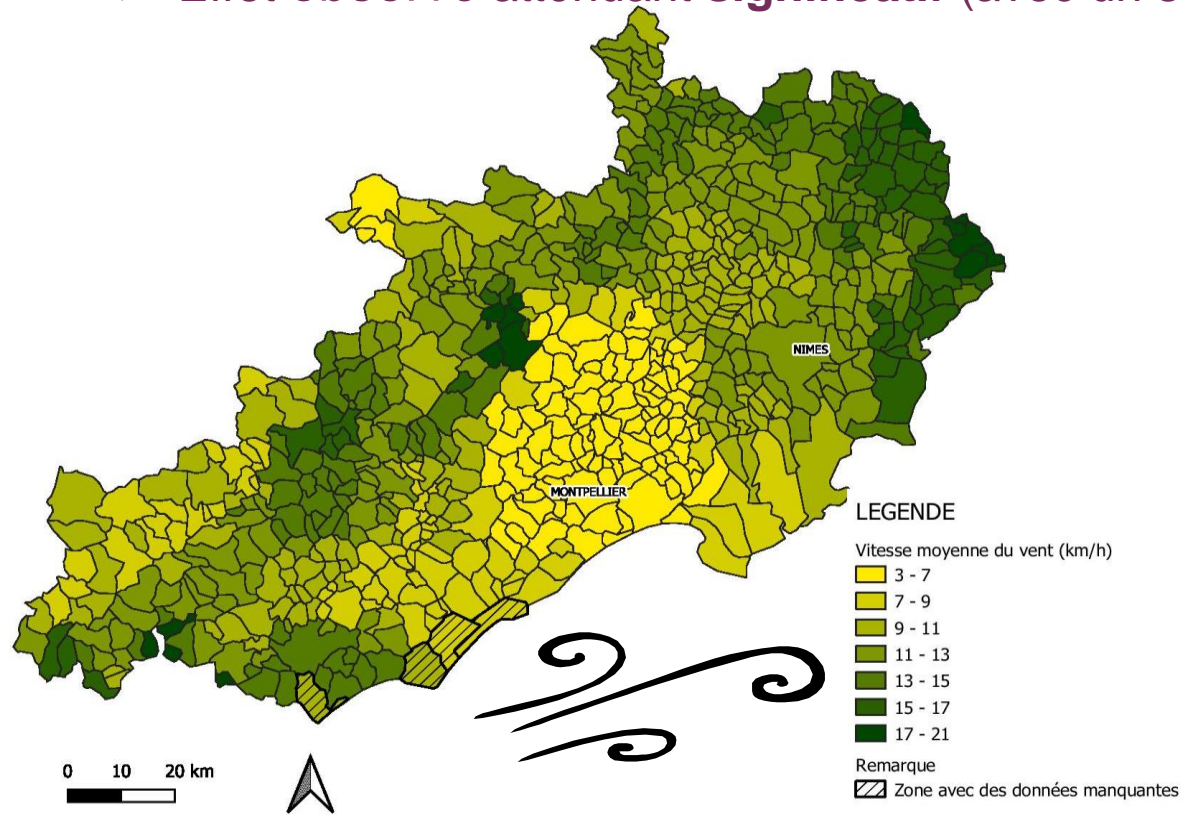
MAIS : ➤ Effet observé atténuant **significatif** (avec un seuil à 10 km/h, données SAFRAN)



LE VENT : UN EFFET QUI N'ÉTAIT PEUT ÊTRE PAS ATTENDU

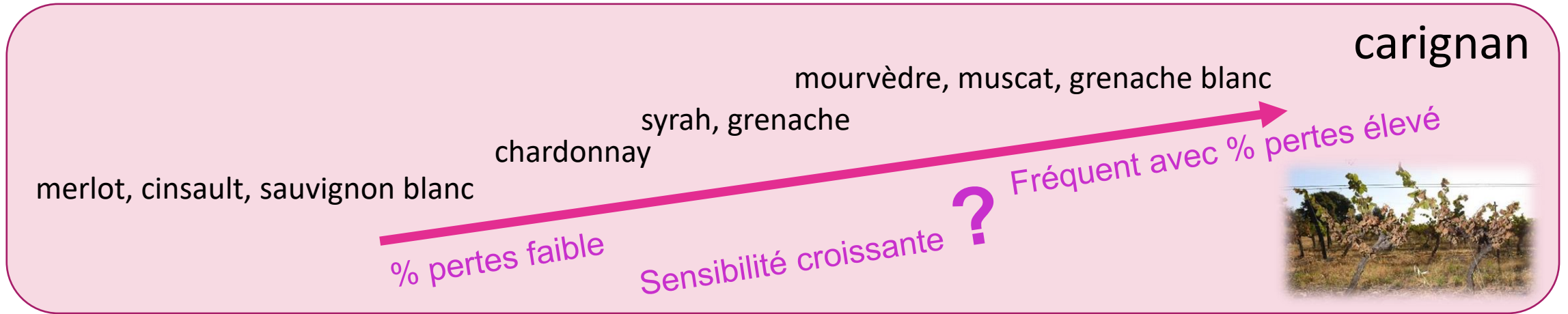
- Le vent était relativement faible le 28 juin (de 4 à 15 km/h en moyenne)
Effet toutefois réputé aggravant: « un vent chaud », « effet chalumeau »

MAIS : ➤ Effet observé atténuant **significatif** (avec un seuil à 10 km/h, données SAFRAN)



LE CÉPAGE : CONFUSION POSSIBLE AVEC D'AUTRES FACTEURS

- Une tendance (fréquence de citations comme impacté ou non)



Mais confusion possible avec le stade phénologique (véraison précoce du chardonnay plus impacté que le merlot), le type de sol choisi ou la conduite associés au cépage

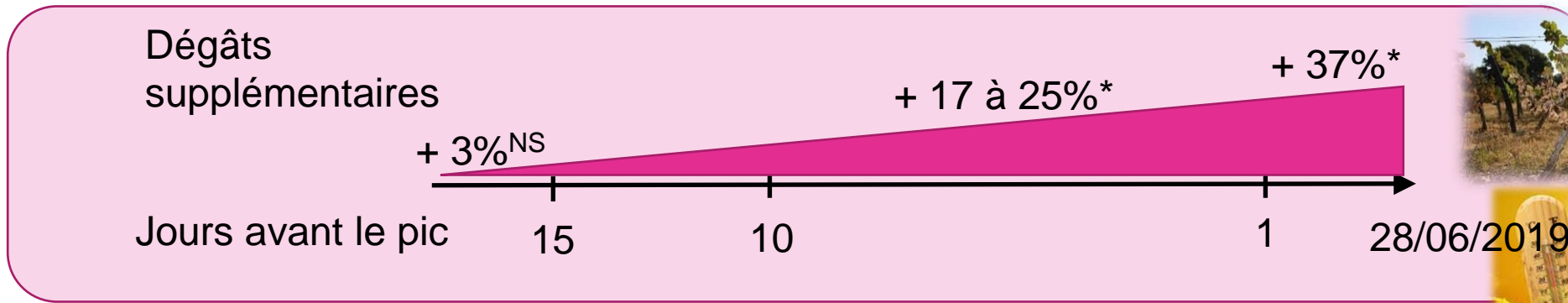
- Une réalité pour le carignan :

Seulement 7,5% de l'encépagement mais cité dans environ 1/3 des cas

Mais confusion possible avec un effet soufre sur ce cépage sensible à l'oïdium

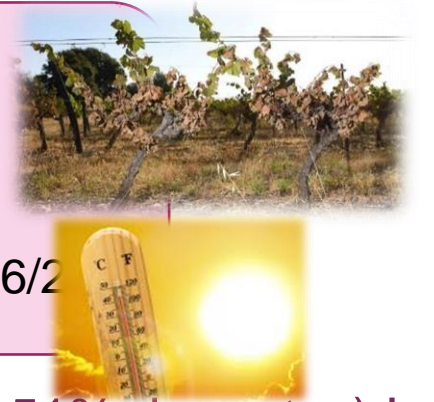
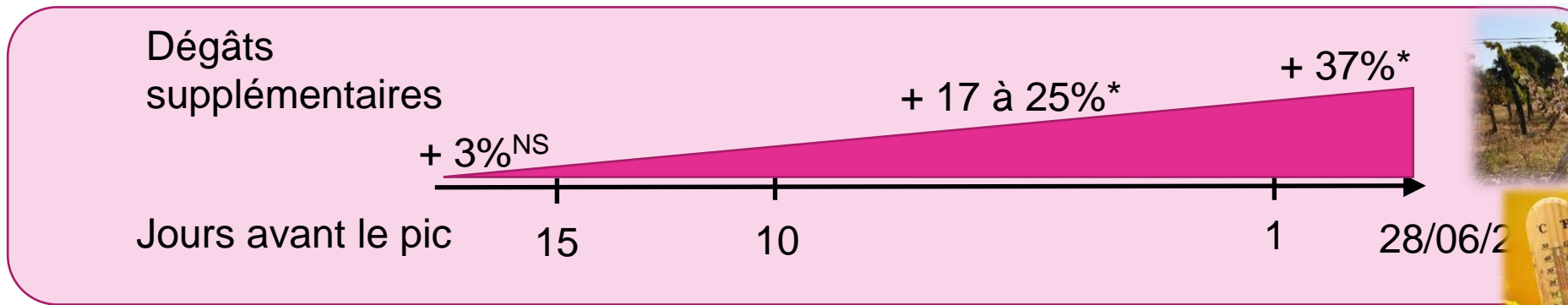
LE SOUFRE

- Corrélation positive (significative) entre dose appliquée et % pertes en moyenne + 21% de pertes de récoltes avec l'utilisation du soufre (X 5 dans les enquêtes)
- Plus l'application est proche du pic de chaleur, plus les dégâts sont importants



LE SOUFRE

- Corrélation positive (significative) entre dose appliquée et % pertes en moyenne + 21% de pertes de récoltes avec l'utilisation du soufre (X 5 dans les enquêtes)
- Plus l'application est proche du pic de chaleur, plus les dégâts sont importants



- Des différences significatives entre formes commerciales (mini 19% contre maxi 51% de pertes) !
- Mais pas de différence détectée entre formes mouillable ou poudre

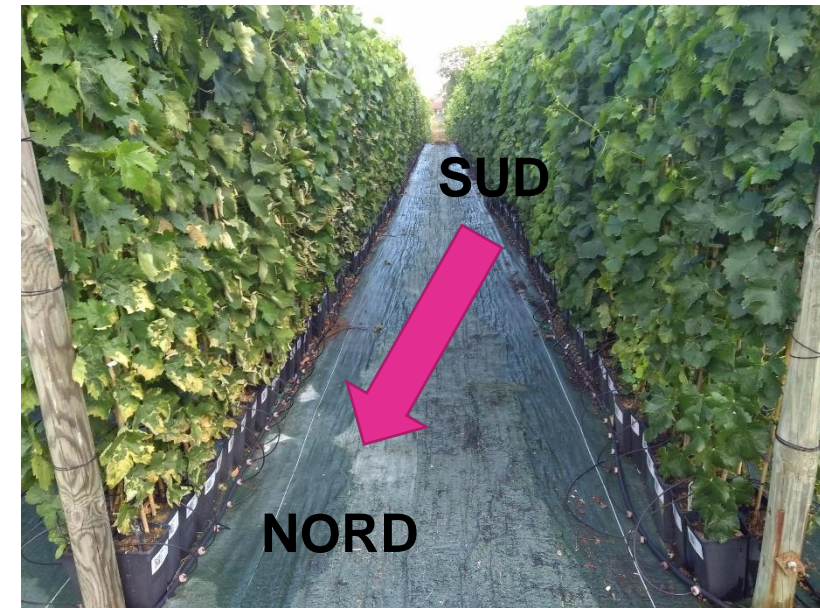
Une température élevée accélère la sublimation du Soufre, qui devient agressif aussi pour le végétal.

Le délai de rémanence est de 10 à 12 jours (hors pluies)

N.B. *La dose de soufre pur appliquée par hectare a été obtenue à partir de la dose appliquée et du nom du produit de traitement utilisé ayant permis de renseigner la proportion de molécules de soufre.*

L'ORIENTATION DES RANGS : SUD-NORD PLUS IMPACTÉE

- Forts dégâts sur les faces Ouest des rangs orientés Sud-Nord
- Cohérence avec la littérature: en été, le taux d'énergie solaire absorbée par les vignes orientées Sud-Nord peut être de 15 à 27% supérieur à celui reçu par les vignes orientées Est-Ouest (Riou, Valancogne et Pieri, 1989)
- Confirmé par l'analyse statistique sur les vignes en pots du campus SupAgro

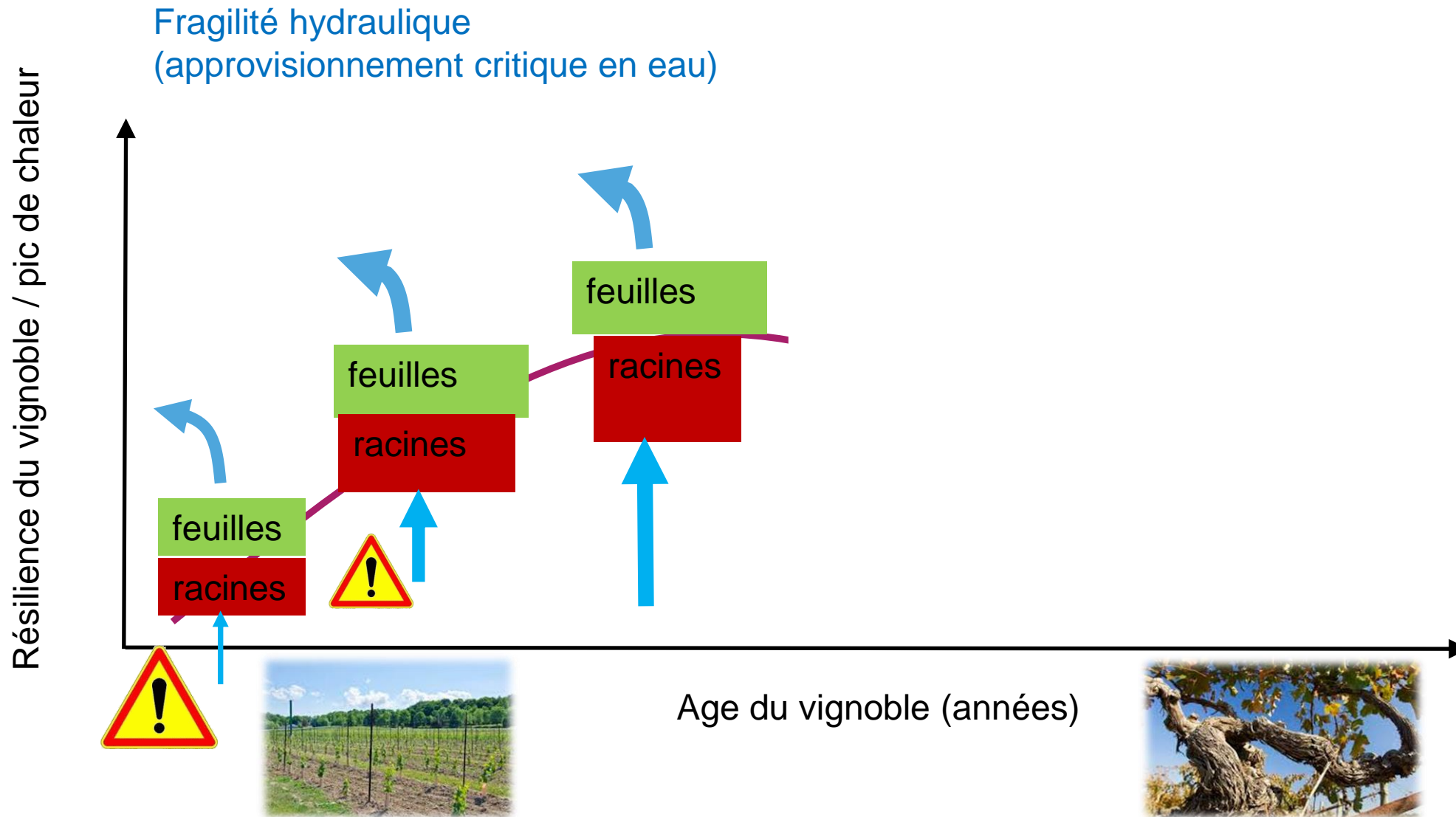


LES JEUNES VIGNES ONT SUBI PLUS DE DÉGÂTS

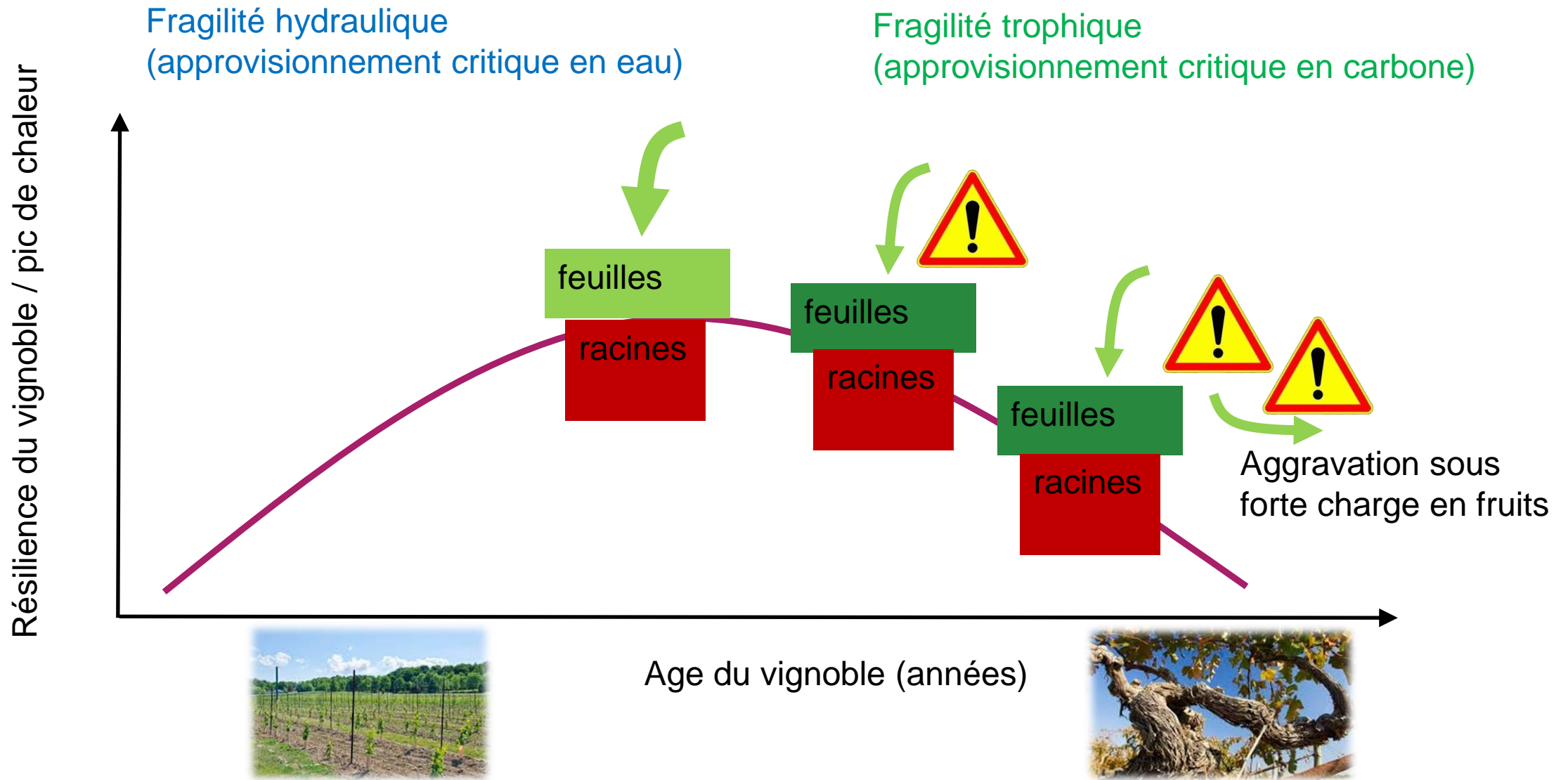
- Les pertes de récolte sont significativement plus importantes chez les vignes jeunes (moins de 7 ans) que chez les vignes âgées.
- Les densité supérieure à 4100 p/ha est associée à une perte de récolte significativement plus importante (22% +/-8) comparée aux densités inférieure (14% +/-6).
- Les vieilles vignes peu vigoureuses ont tendance à avoir subi également plus de dégâts.



UNE INTERPRÉTATION DE L'EFFET ÂGE À TESTER



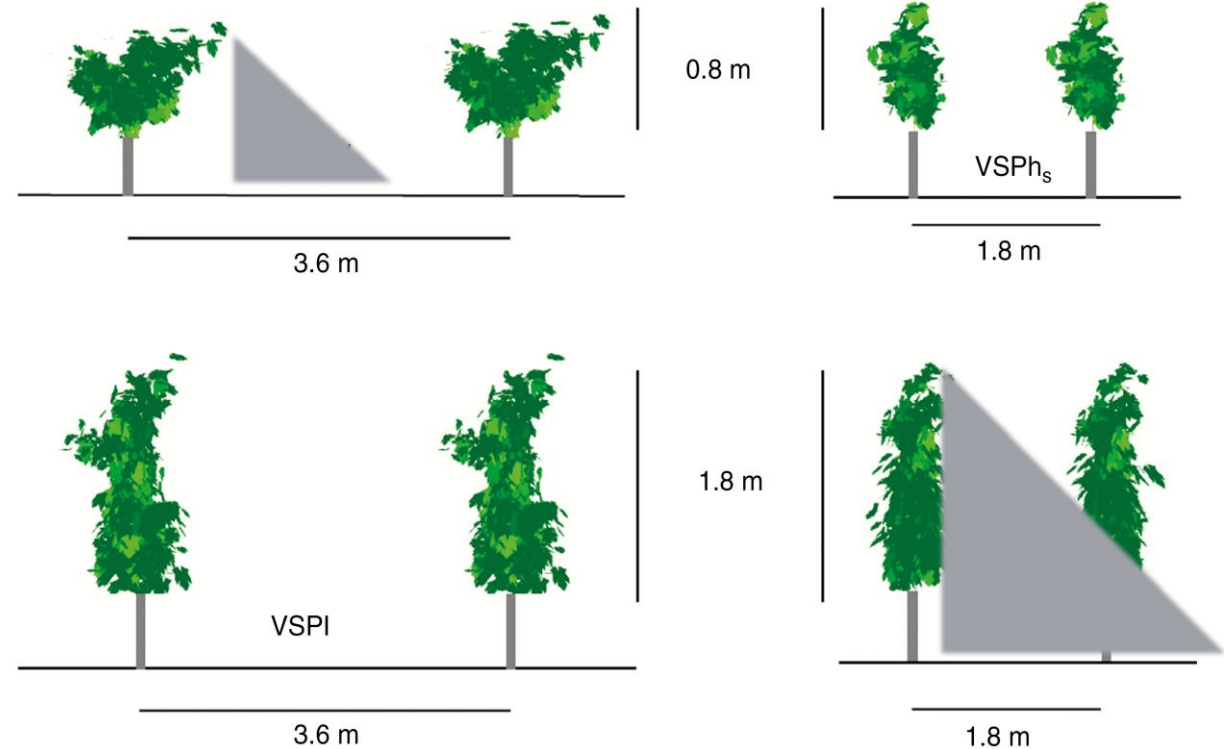
UNE INTERPRÉTATION DE L'EFFET ÂGE À TESTER



CONDUITE DU FEUILLAGE ET DENSITÉ

➤ Pas d'effet détecté !

On attendait des effets du palissage, de l'effeuillage
Mais certaines pratiques peu présentes (effeuillage)



DE NOUVELLES ENQUÊTES CIBLÉES

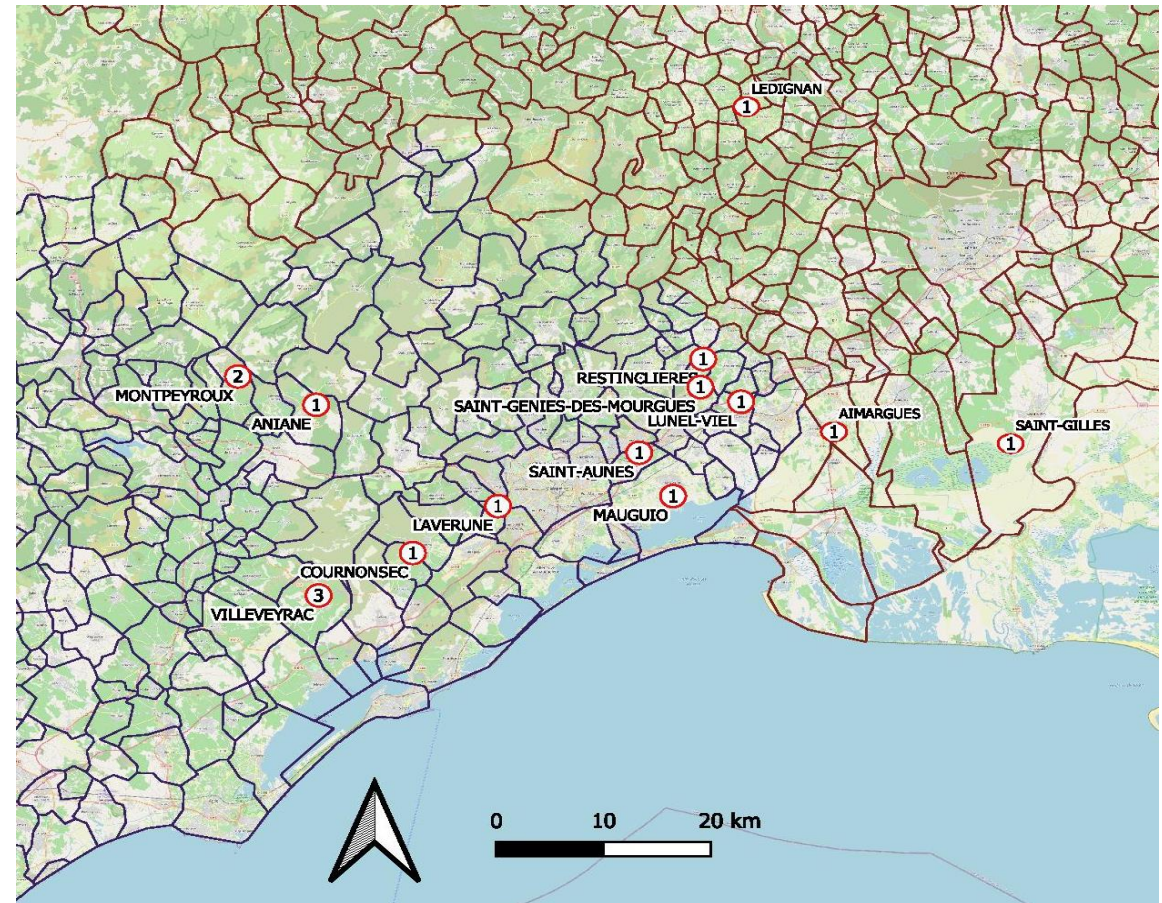
➤ Tester certains facteurs à l'échelle de la parcelle :

- Les sols superficiels : facteur aggravant (problème hydrique ou autre)

➤ Arrière-effets 2020

En majorité : pas d'impact notable, bonne reprise

Dans quelques cas (3/16) de dégâts sévères en 2019, une perte estimée en 2020.



Carte 1: Carte de répartition des enquêtes de terrain menées dans les départements de l'Hérault et du Gard.

DES SUSPECTS À CONFIRMER SUR BASE PLUS LARGE

Aggravants :

- Murets > haies, bois situés à l'est des plants (accumulation de chaleur ?)
- Position des plants en bordure
- Effet cuvette (vent plus faible ?
Effet concentrateur du rayonnement ?)



Midi Libre 02/07/2019

Atténuants:

- Réserve utile (corrélation significative avec données SAFRAN)
- Proximité d'un cours d'eau ou plan d'eau

DES FACTEURS ATTENDUS NON REPÉRÉS : ANALYSES À POURSUIVRE

- L'effet pente vers l'ouest n'est pas ressorti : manque de données ?
- La conduite du feuillage (au moins pour les effets sur les grappes) : certaines pratiques, comme l'effeuillage, peu présentes
- L'albedo du sol: mal renseigné, autres sources (cartographies) à des échelles non compatibles



- L'irrigation !?!.....



PRINCIPES DE RECOMMANDATION

PRINCIPES DE RECOMMANDATION AU CAS PAR CAS, COURT TERME

➤ 1/ diagnostic

CONDITIONS CLIMATIQUES LOCALES				
Prévision des températures maximales	Supérieure à 43°C	Inférieure à 42°C		
Prévisions de vitesse moyenne du vent	Supérieure à 15 km/h	Inférieure à 15 km/h		
CONDITIONS DE LA PARCELLE				
Type de sol	Superficiel	Profond		
Exposition des rangs	Ouest	Nord - Sud - Est		
Haies et Murets	Exposition Ouest	Autre exposition		
Stress hydrique	Sévère : le développement de la canopée est limité, les feuilles montrent des traces de jaunissement/brunissement	Modéré : les feuilles sont légèrement recroquevillées	Absent	
ETAT DE LA VIGNE				
Âge	Jeune (moins de 7 ans)	Adulte (7 ans et plus)		
Stade phénologique	Véraison	Pré-véraison	Post véraison	
Vigueur	Mauvaise = faible développement végétatif, feuillage clairsemé ou avec de petites feuilles, historique de vigueur et production inférieur à celui d'autres vignes cultivées sur le même sol avec le même itinéraire technique	Moyenne = développement végétatif moins développé qu'en moyenne sur la parcelle	Bonne = feuillage épais et en développement	
PRATIQUES VITICOLES				
Traitement au soufre	Réalisé dans les dernières 24 heures	Réalisé dans les 3 derniers jours	Réalisé dans les 10 derniers jours	Réalisé il y a plus de 15 jours / Pas de traitement
Rognage / Ecimage	Sévère	Modéré	Non réalisé	
Irrigation	Non	Oui, mais pas encore démarrée	Oui, déjà démarrée	

NOTE GLOBALE

Identification de risques spécifiques

PRINCIPES DE RECOMMANDATION AU CAS PAR CAS, COURT TERME

➤ 2/ recommandations

Facteurs	Scénario favorable (F)
CONDITIONS CLIMATIQUES	
Prévision températures maximales	Supérieure à 43°C
CONDITIONS DE LA PARCELLE	
Type de sol	Profond
Exposition des rangs	Nord et Sud
Murets	Absents
Stress Hydrique	Absent
ETAT DE LA VIGNE	
Âge	Adulte (7 ans et plus)
Stade phénologique	Post-véraison
Vigueur	Bonne
PRATIQUES	
Traitement au soufre	Réalisé il y a plus de 15 jours
Rognage/Ecimage	Sévère (prévision)
Irrigation	Oui, mais pas encore démarrée

Reporter (**atténuant**) l'écimage sévère (**aggravant**), si la situation sanitaire le permet, ou tout du moins limiter (**moyennement aggravant**).

Attendre la fin de l'événement pour effectuer un nouveau traitement au soufre (**neutre**) ou alors il est recommandé de le faire au plus tôt (**moyennement aggravant**).

Enfin, l'irrigation peut être déclenchée quelques jours avant le pic de chaleur afin d'assurer un confort hydrique à la vigne (**atténuant**), cette décision devant être réfléchi en fonction de l'état et du potentiel de la réserve utile du sol.

PRINCIPES DE RECOMMANDATION AU CAS PAR CAS, COURT TERME

➤ 2/ recommandations

Facteurs	Scénario défavorable (D)
CONDITIONS CLIMATIQUES	
Prévision températures maximales	Supérieure à 43°C
CONDITIONS DE LA PARCELLE	
Type de sol	Superficiel
Exposition des rangs	Ouest
Murets	Exposition Ouest
Stress Hydrique	Modéré
ETAT DE LA VIGNE	
Âge	Jeune (moins de 7 ans)
Stade phénologique	Pré-véraison
Vigueur	Moyenne
PRATIQUES	
Traitement au soufre	Réalisé dans les dernières 24 heures (prévision)
Rognage/Ecimage	Modéré (prévision)
Irrigation	Non

➔ Les marges se réduisent

Reporter le traitement au soufre (**neutre**), si la situation sanitaire le permet, ou l'avancer (**moyennement aggravant**), ce qui est toujours plus avantageux que de le réaliser la veille du pic de chaleur (**aggravant**).

Reporter l'écimage et du rognage prévus (**moyennement aggravant**) permettra de préserver l'épaisseur de la canopée et la protection des baies (**atténuant**).

PRINCIPES DE RECOMMANDATION AU CAS PAR CAS, COURT TERME

➤ 2/ recommandations

Facteurs	Scénario défavorable (D)
CONDITIONS CLIMATIQUES	
Prévision températures maximales	Supérieure à 43°C
CONDITIONS DE LA PARCELLE	
Type de sol	Superficiel
Exposition des rangs	Ouest
Murets	Exposition Ouest
Stress Hydrique	Modéré
ETAT DE LA VIGNE	
Âge	Jeune (moins de 7 ans)
Stade phénologique	Pré-véraison
Vigueur	Moyenne
PRATIQUES	
Traitement au soufre	Réalisé dans les dernières 24 heures (prévision)
Rognage/Ecimage	Modéré (prévision)
Irrigation	Non

➔ Les marges se réduisent

Reporter le traitement au soufre (**neutre**), si la situation sanitaire le permet, ou l'avancer (**moyennement aggravant**), ce qui est toujours plus avantageux que de le réaliser la veille du pic de chaleur (**aggravant**).

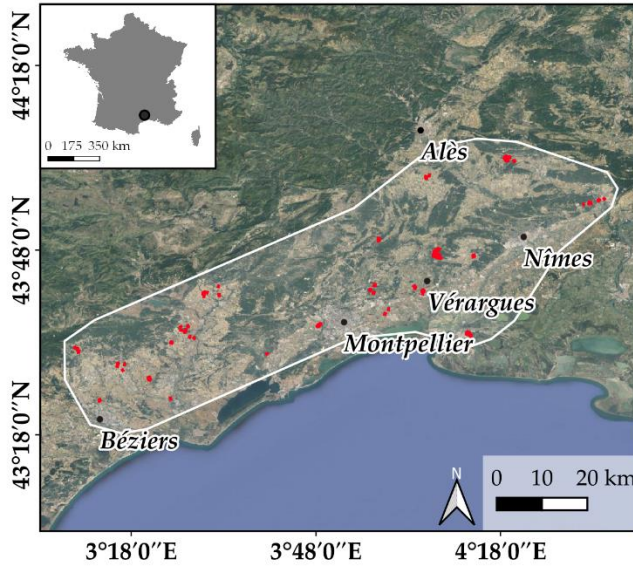
Reporter l'écimage et du rognage prévus (**moyennement aggravant**) permettra de préserver l'épaisseur de la canopée et la protection des baies (**atténuant**).

➔ VERS LES ADAPTATIONS À PLUS LONG TERME

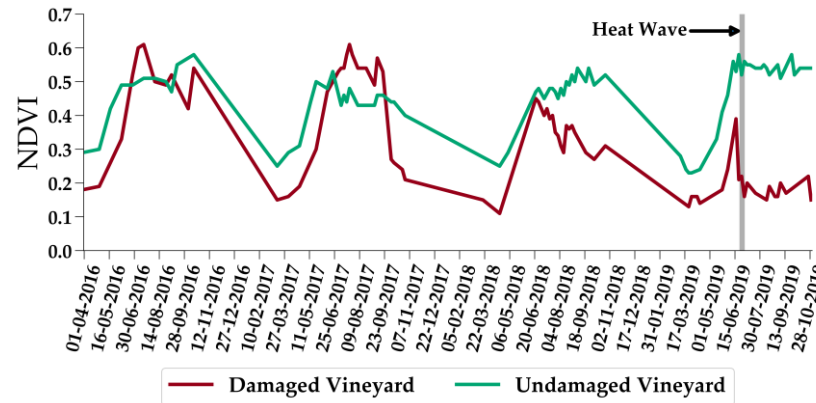
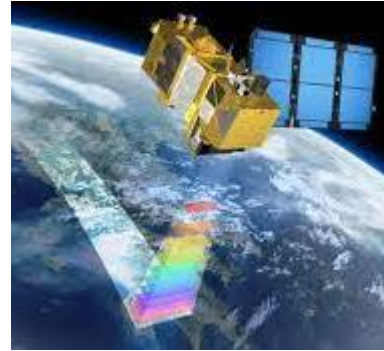
DES TRAVAUX EN PROLONGEMENTS DE L'EXPERTISE RÉALISÉE

POTENTIALITÉS DE LA DÉTECTION SATELLITAIRE ?

➤ Exploitation des dynamiques d'indice de végétation NDVI



141 parcelles géoréférencées
bien renseignées
en termes de % de pertes



Comparaison intra-annuelle

$$C_2 = \text{Max}(NDVI_{[27/06 \text{ to } 31/07]}) - NDVI_{22/06}$$

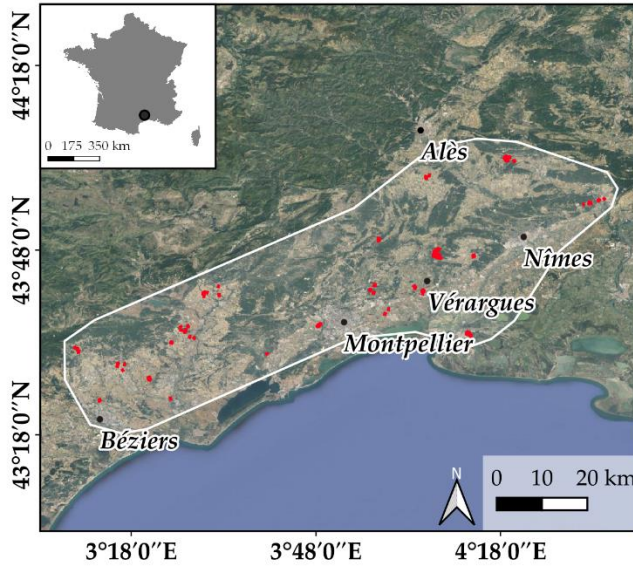
TERRITOIRE ENVIRONNEMENT TELEDETECTION
INFORMATION SPATIALE



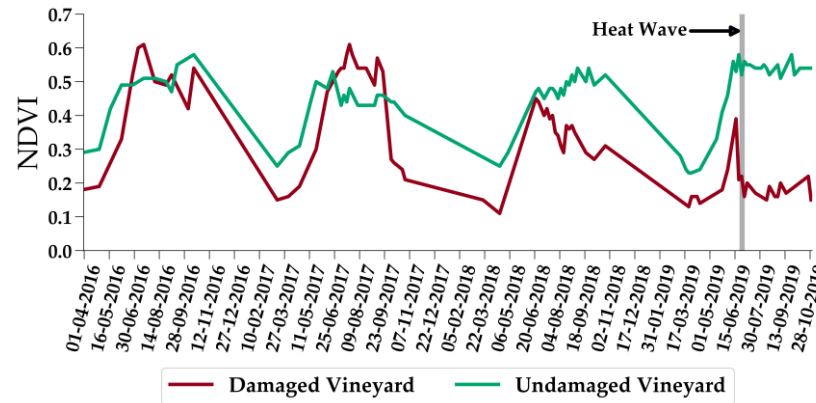
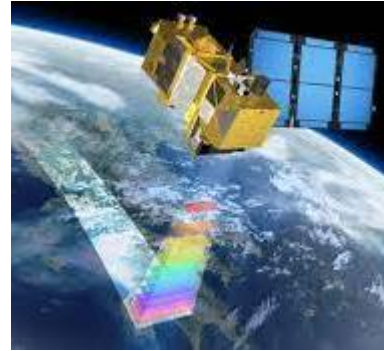
Núria Pantaleoni Reluy, Nicolas Baghdadi *et al.*

POTENTIALITÉS DE LA DÉTECTION SATELLITAIRE ?

➤ Exploitation des dynamiques d'indice de végétation NDVI



141 parcelles géoréférencées
bien renseignées
en termes de % de pertes



Comparaison interannuelle post pic

$$C_1 = \frac{NDVI_{2019}}{\text{Mean}(NDVI_{2016}; NDVI_{2017}; NDVI_{2018})}$$

Comparaison intra-annuelle

$$C_2 = \text{Max}(NDVI_{[27/06 \text{ to } 31/07]}) - NDVI_{22/06}$$

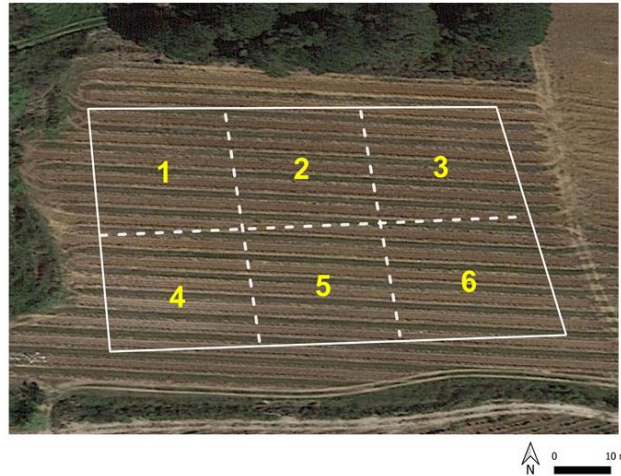
TERRITOIRE ENVIRONNEMENT TELEDETECTION
INFORMATION SPATIALE



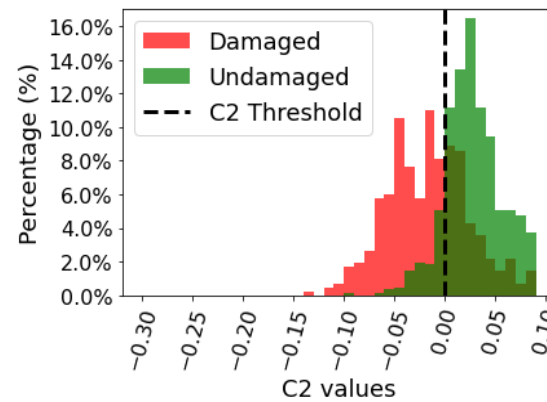
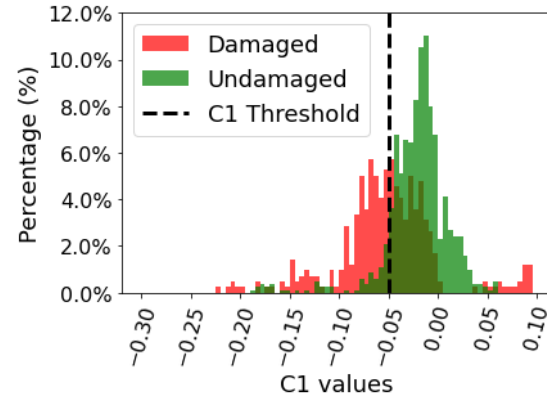
Núria Pantaleoni Reluy, Nicolas Baghdadi *et al.*

IMAGES SATELLITAIRES : REVENIR SUR LA RÉOLUTION SPATIALE

➤ Calage de seuils discriminants pour C1 et C2

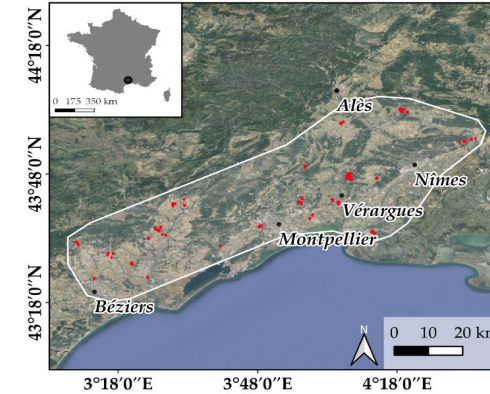


18 parcelles redécoupées en mailles de 100 à 400 m²



Performance limitée des critères isolés, bien meilleure en les combinant

➤ Application aux 141 parcelles



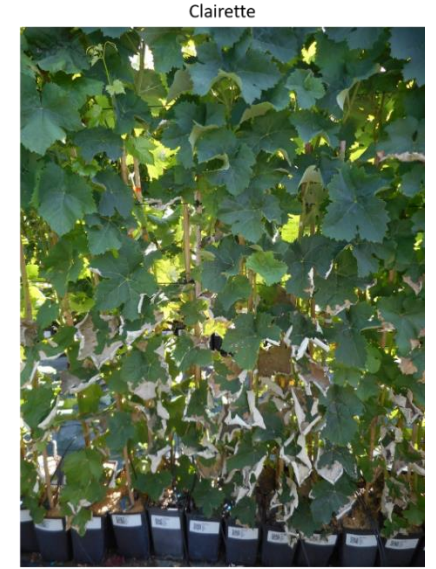
Terrain	C1 (inter an)	C2 (intra an)	C1 ∩ C2
134	62	41	28
7	5	6	7

Performance conservative des situations sans dégât

UNE ÉTUDE EN COURS SUR LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE



- Un fort déterminisme génétique
- Un premier classement des 279 variétés
- Des régions du génome identifiées comme source de variation des symptômes



F. Pantin, A. Coupel-Ledru et al.

UNE ÉTUDE EN COURS SUR LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE



- Un fort déterminisme génétique
- Un premier classement des 279 variétés
- Des régions du génome identifiées comme source de variation des symptômes



F. Pantin, A. Coupel-Ledru et al.

- Des analyses en cours pour déterminer les températures critiques
 - Premières indications : $T_{\text{seuil}} > 50 \text{ °C}$
 - T_{seuil} spécifique de la variété



CONCLUSIONS

➤ Les évènements extrêmes sont difficiles à reproduire avec une approche expérimentale multifactorielle

- Une mine d'informations à exploiter avec nos partenaires proches des viticulteurs

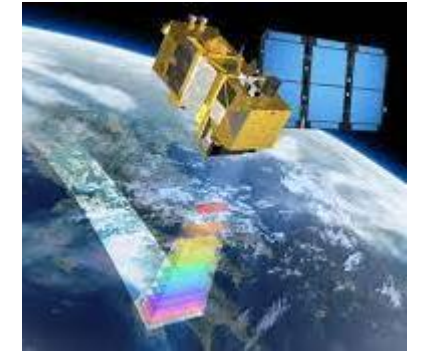
➤ Des approches statistiques à développer pour ce type de données

- Biais global lié à l'absence de parcelles/exploitations impactées
- Problèmes d'échelle
- Fiabilité variables des sources



➤ Améliorer la collecte d'informations (réseaux ciblés, enquêtes plus larges)

- Professionnaliser les formulaires
- Meilleure résolution spatiale
- Compléments par satellites



➤ Des pistes pour des approfondissements (nouveaux projets)

- Quelques résultats pas toujours attendus
- Des résultats attendus non détectés/détectables
- Quelques questions non résolues, abordables par l'expérimentation



REMERCIEMENTS

Jean-Michel Boursiquot
Iñaki Garcia de Cortazar
Christian Gary
Thierry Lacombe
Florent Pantin
Anne Pellegrino
Laurent Prévot
Aude Coupel-Ledru
Bruno Tisseyre
Laurent Torregrosa
Jean-Marc Touzard

...pardon pour les oublis



DIRECTION RÉGIONALE DE L'ALIMENTATION,
DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT
Occitanie



DDTM du Gard

et de nombreux vignerons...