

Webinaire de restitution

Outiller l'adaptation des systèmes maraîchers face au changement climatique :
Enquêtes et analyse de données climatiques pour identifier les conditions
d'exposition et de vulnérabilité des systèmes maraîchers

4 mars 2025

Amélie Lefèvre

Ingénieure de recherche - UE Maraîchage
INRAE / GIS PIClég

Elie Boillot

Chargé de mission – APREL /
INRAE UE Maraîchage

Renan Le Roux et Marie Launay

Ingénieurs de recherche
INRAE US AgroClim

Plan du webinaire

1. ENJEUX ET OBJECTIFS de l'étude

2. RÉSULTATS : UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES NOUVELLES sur la vulnérabilité au climat des systèmes maraîchers

A. L'exemple de la fraise Gariguette sous abris dans le Gard

B. L'exemple du melon de plein champ dans le Gard

3. RÉSULTATS : UNE MÉTHODOLOGIE RÉPLICABLE pour instruire une situation d'impact climatique

4. PERSPECTIVES ET SUITES, que retenir de cette démarche ?

Plan du webinaire

1. ENJEUX ET OBJECTIFS de l'étude

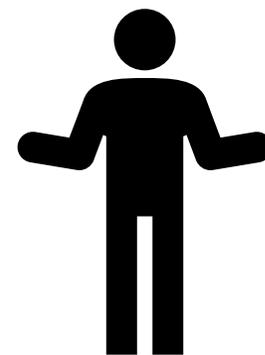
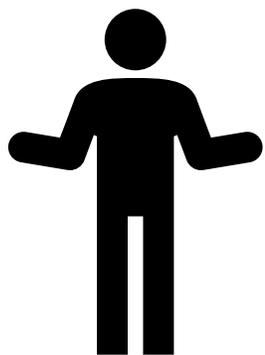
2. RÉSULTATS : UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES NOUVELLES sur la vulnérabilité au climat des systèmes maraîchers

A. L'exemple de la fraise Gariguette sous abris dans le Gard

B. L'exemple du melon de plein champ dans le Gard

3. RÉSULTATS : UNE MÉTHODOLOGIE RÉPLICABLE pour instruire une situation d'impact climatique

4. PERSPECTIVES ET SUITES, que retenir de cette démarche ?



1. ENJEUX ET OBJECTIFS de l'étude

Constat, au-delà de la fraise...

Grande diversité d'espèces
et de variétés

Réponses climatiques des systèmes
maraîchers peu renseignées et de
manière très dispersée

Gamme variée de conditions
pédoclimatiques et techniques (abris, plein
champ, calendriers culturaux,...)

Connaissances disponibles souvent
non opérationnelles

Des aléas climatiques
nombreux et déjà impactant
(conditions de développement
de bioagresseurs, vagues de
chaleurs, gels, retards de
pluies)

 **Un manque de connaissances dirigées pour l'action sur les relations paramètres climatiques et les agrosystèmes maraîchers**

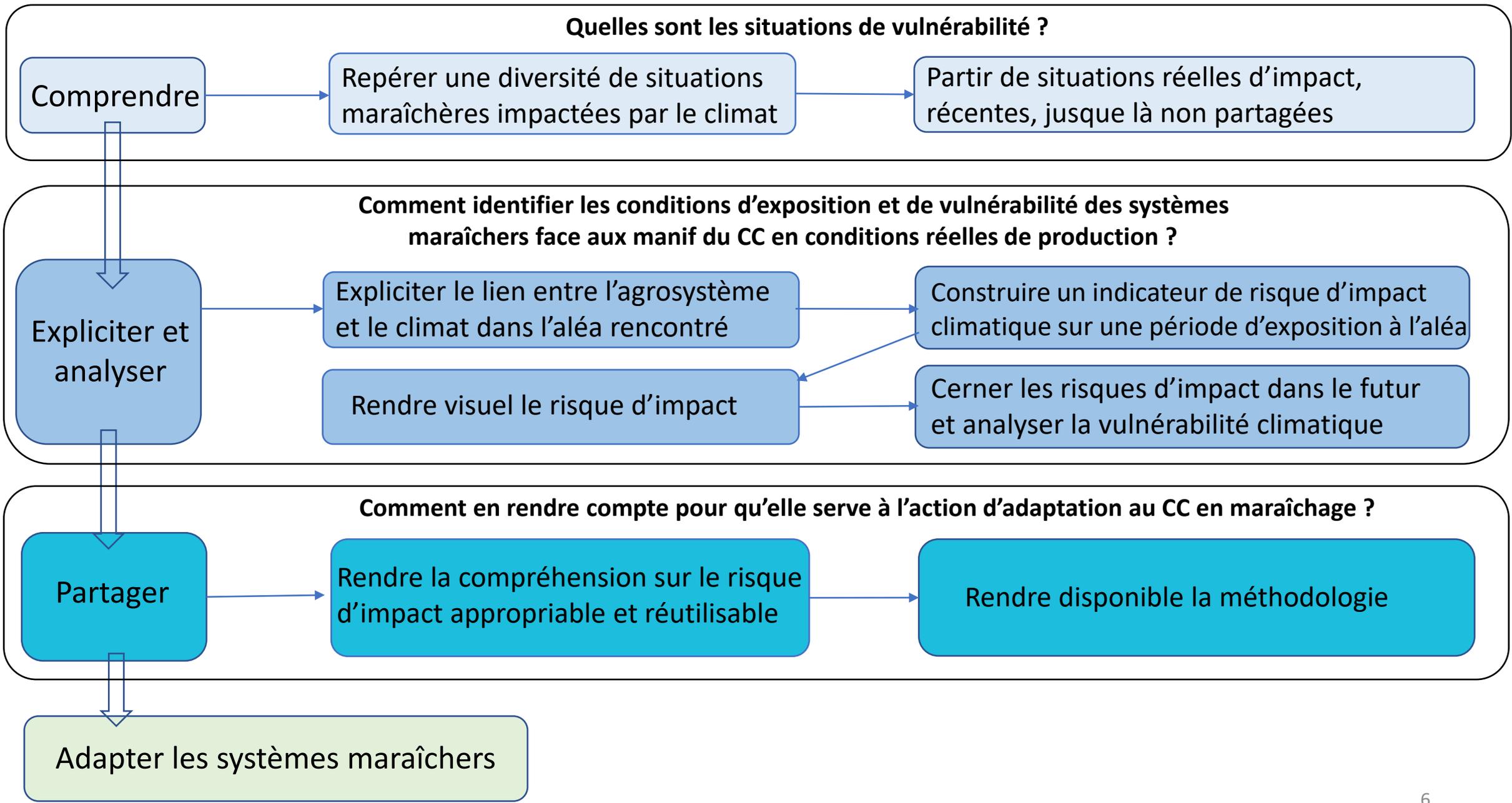


Quelles sont les situations de vulnérabilité ?

Comment identifier les conditions d'exposition et de vulnérabilité des systèmes maraîchers face aux manifestations du CC en conditions réelles de production ?

Et comment en rendre compte pour qu'elle serve à l'action d'adaptation au CC en maraîchage ?

1. ENJEUX ET OBJECTIFS de l'étude



Plan du webinaire

1. ENJEUX ET OBJECTIFS de l'étude

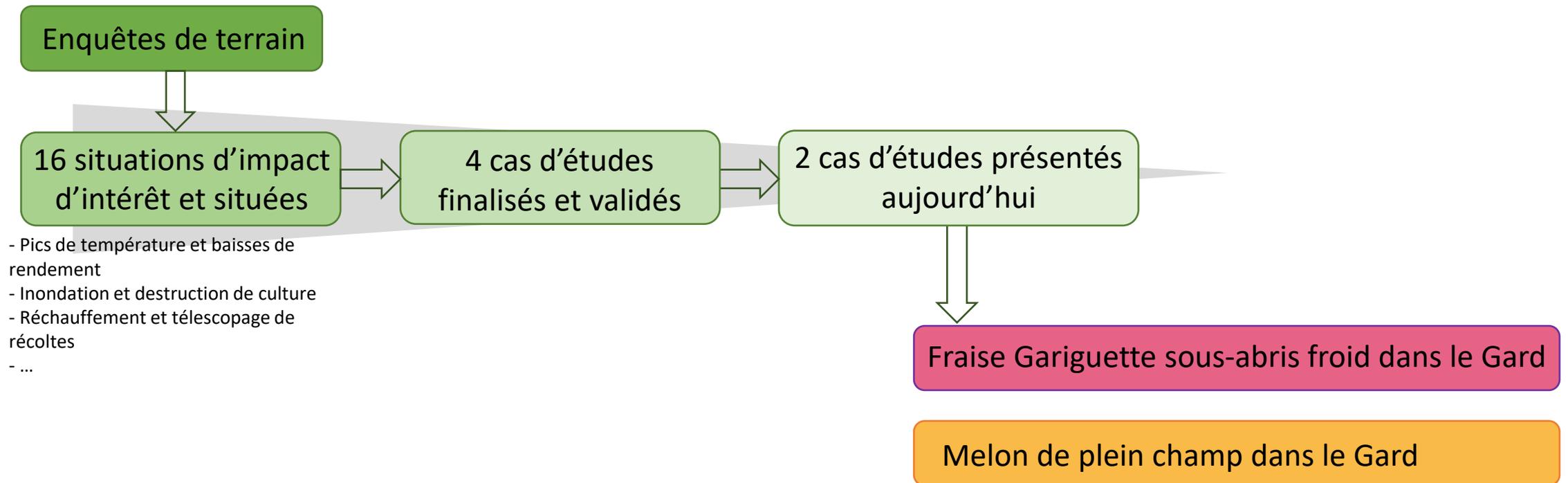
2. RÉSULTATS : UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES NOUVELLES sur la vulnérabilité au climat des systèmes maraîchers

- A. L'exemple de la fraise Gariguette** sous abris dans le Gard
- B. L'exemple du melon de plein champ** dans le Gard

3. RÉSULTATS : UNE MÉTHODOLOGIE RÉPLICABLE pour instruire une situation d'impact climatique

4. PERSPECTIVES ET SUITES, que retenir de cette démarche ?

2. RÉSULTATS : UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES NOUVELLES



2. RÉSULTATS : UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES NOUVELLES



Fraise Gariguette sous-abris froid dans le Gard

- Fraise en pleine terre sur terrain très argileux peu réchauffant (beaucoup de remontées capillaires)
- Bâchage plastique pour réchauffer le sol et culture sur buttes (éviter que le fruit touche le sol)

	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Plantation	●					
Production de fruits			●			
Récolte				■ ■ ■		

Courant décembre plantation sous abris et sous chenille

Les premiers fruits arrivent en février après début floraison fin janvier (chenilles retirées)

« La bonne date c'est à partir de début mars, c'est là que les prix augmentent vraiment, et ensuite les prix baissent car tout le monde rentre en production »

22/03/24
36°C SA 13/04/24
44°C SA

	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Période d'exposition						

← Début du blanchiment à la chaux mais risque pluie : peu pratiqué si tôt

→ Début ouverture des serres, pas avant car risques de gelées



Un risque connu avec des effets déjà ressentis

« Dépasser 25°C dehors c'est déjà limite » pour la bonne tenue du fruit de la Gariguette sous abris : risque de marquage voire pourriture du fruit → risque baisse du rendement commercialisable → baisse de la rentabilité de la culture

2. RÉSULTATS : UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES NOUVELLES



Fraise Gariguette sous-abris froid dans le Gard

- « Effet de plus en plus préjudiciable car les chaleurs sont plus intenses, plus fréquentes, et plus longues. »
- Des pertes sont déjà attendues/anticipées mais c'est une crainte qu'elles prennent trop d'importance

Comment appréhender le risque ↓ dans ces conditions de production ?

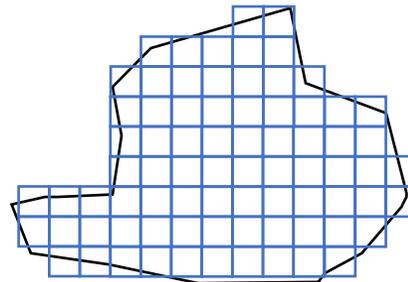
	Indicateur de risque de perte de fruits en fraise Garriguette sous abris
Fonction de relation au climat	<ul style="list-style-type: none">• Température maximale journalière supérieure à un seuil de température qui traduit un risque sur un stade physiologique de la culture de fraise sous-abris : $TX > T \text{ seuil de plus de } 25^{\circ}\text{C}$
Période d'exposition au risque	<ul style="list-style-type: none">• Sur les mois où le plant porte des fruits : février à mai
Risque d'impact sur la culture	<ul style="list-style-type: none">• Mauvaise tenue des fruits (marquage, pourriture) → baisse de rendement commercialisable → baisse de rentabilité de la culture

Ce risque va-t-il augmenter à l'échelle du Gard par rapport à la période actuelle ? avec un seuil atteint plus fréquemment et plus tôt ?



Quelques informations et précautions sur les visuels

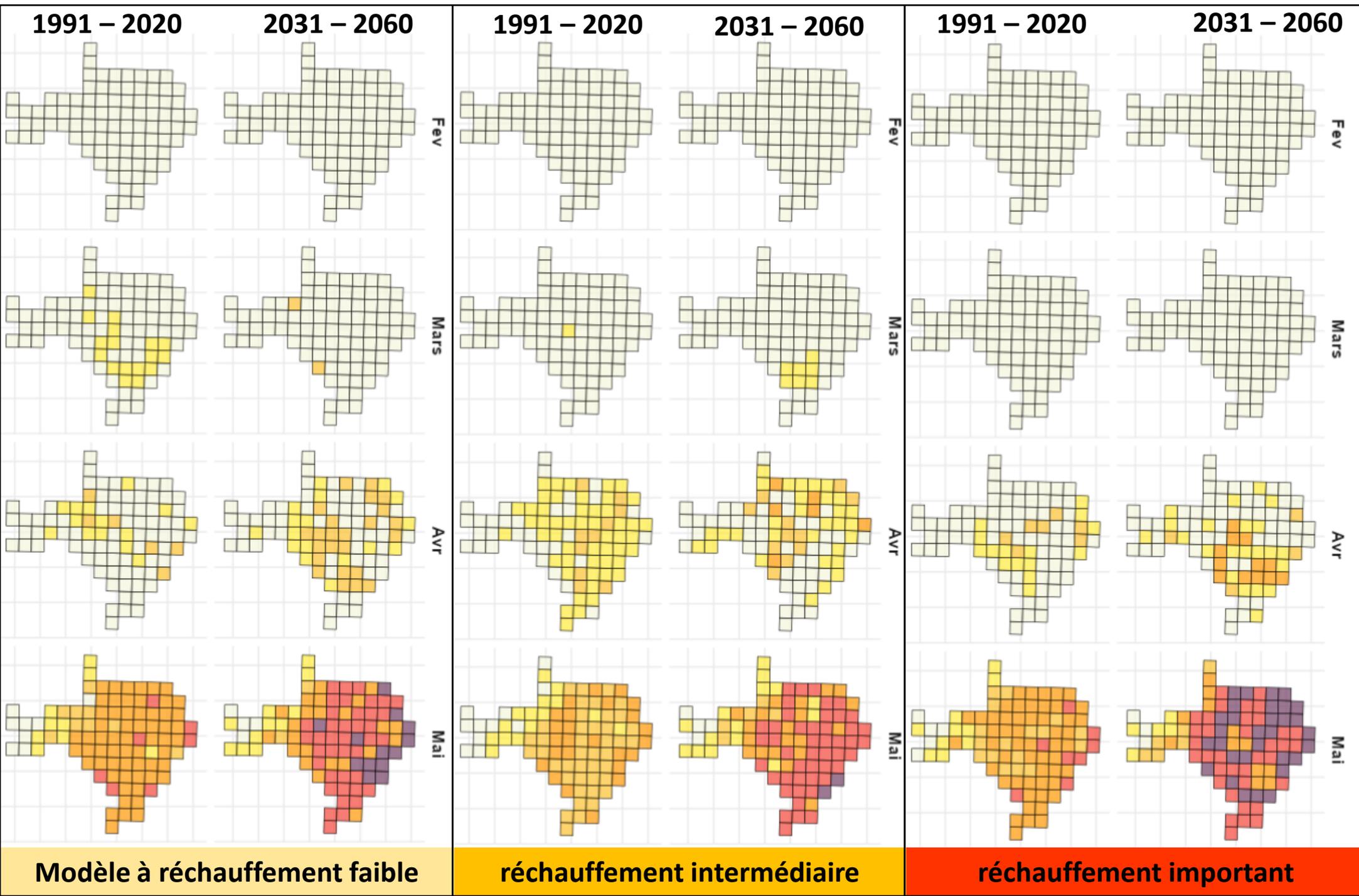
- Observations visuelles sur base de 3 modèles climatiques qui **représentent 3 futurs possibles à partir du scénario 8.5 du GIECC (pas des prévisions)** sur des mailles de 8x8km sur un territoire
 - Un modèle à réchauffement faible
 - Un modèle à réchauffement intermédiaire
 - Un modèle à réchauffement fort
- ➡ Des futurs climatiques contrastés
- Comparaison de deux périodes : 1991-2020 comme référence, 2031-2060 comme période future, regard sur une année particulière sur chaque période
 - Regard à l'échelle du département du Gard



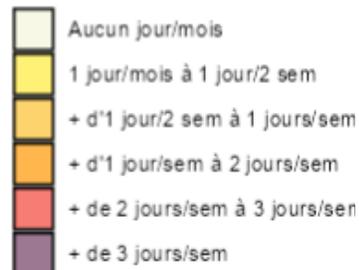
 Un département
exemple  Une maille



Dans le Gard



Fréquence mensuelle



Qu'est ce que l'on observe sur ces cartes ?



Dans le Gard

1991 – 2020

2031 – 2060

1991 – 2020

2031 – 2060

1991 – 2020

2031 – 2060

Fréquence mensuelle



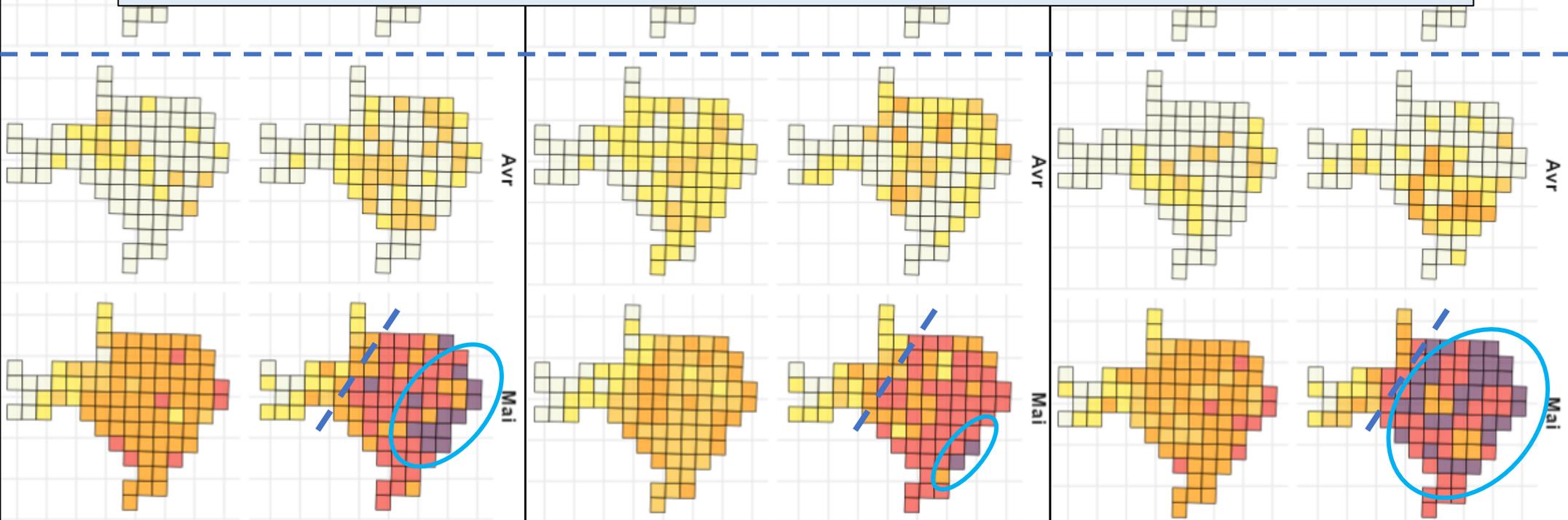
Sur une année médiane :

- Une augmentation de la fréquence et des zones à risque pourrait apparaître surtout à partir d'avril
- Le secteur en plaine et proche littoral (sud, est, centre, un peu nord) serait davantage touché, donc les principales zones de production de fraise Gariguettes, que les zones de relief au niveau des Cévennes (nord ouest)
- Dans les trois projections climatiques : quasi toute la zone de plaine pourrait être touchée au moins 2 fois par semaine par le risque de mauvaise tenue du fruit sur mai, et déjà jusqu'à 1 jour par semaine sur avril.

Fev

Mars

Qu'est ce que l'on observe sur ces cartes ?



Modèle à réchauffement faible

réchauffement intermédiaire

réchauffement important



Ces premières analyses sur cartes alimentent les réflexions sur le futur de la production de fraise Gariguette sous abris dans le Gard, mais ne se suffisent pas à elles-mêmes.
 → Elles servent d'appui pour des travaux ultérieurs

Base de données

1 Référencement du cas d'étude

R1.1 - Identifiant unique du cas	R1.2 - Statut du cas d'étude	R1.3 - Informateur.trice				R1.4 - Source du cas d'étude				
IDC	Statut	Date_saisie	Nom_Prénom	Nom_organisme	Projet	Entretien_principal	Entretien_complémentaire	Date_entretien_principal	Type_structure	Nom_structure

2 Situation de vulnérabilité climatique

R2.1 Aléa climatique				R2.2 - Localisation spatiale de l'impact					R2.3 - Période temporelle de l'impact						
Type_alea	Autre_si_liste_insuffisante	Parametres_climatiques_principaux	Description_alea	Region	Departement	Ampleur_localisation	Precisions_localite	Maille_DRIAS	Maille_SAFRAN	Annee_impact	Saison_impact	Mois_impact	Semaine_impact	Date_impact	Ampleur_temps
R2.4 - Processus et culture touchés				R2.5 - Conditions de production					R2.7 - Conséquences						
Processus	Culture	Complement_culture	Stade_phase_phenologique	Courte_description_impact	Mode_production	Elements_conduite_technique	Sol	Complements_explicatifs	Consequence_exploitation						

3 Indicateur de risque d'impact climatique

R3.1 Description de l'indicateur				R3.2 - Valeurs des paramètres climatiques				
Nom_impact	Nom_indicateur	Fonction_climatique	Période_exposition	Valeur_entretien	Valeur_station_meteo	Valeur_maille	Modele_valeur_maille	Signification_valeur

4 Compléments

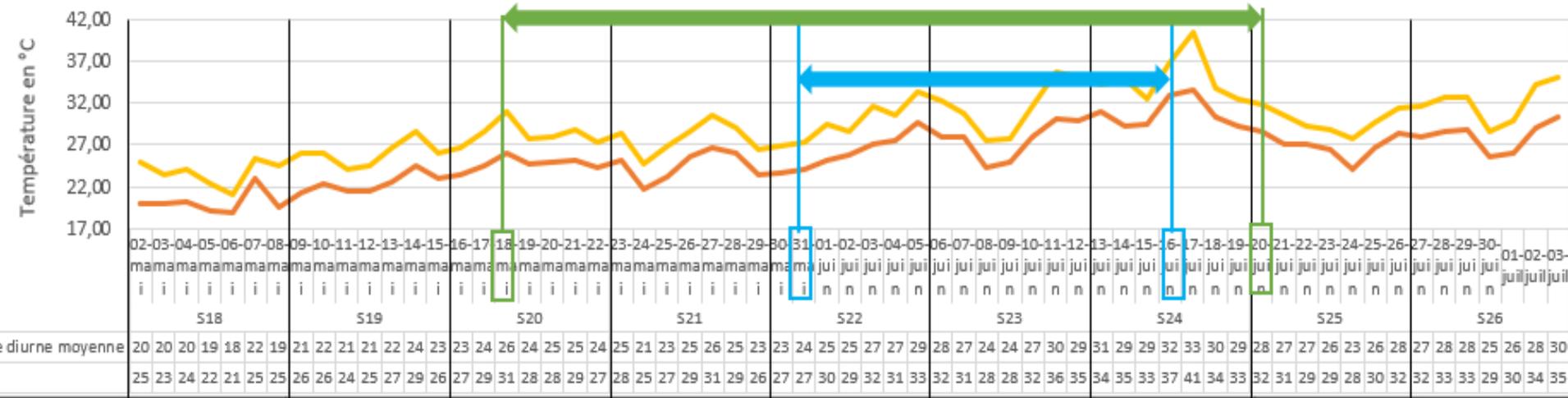
R4.1 Compléments
Complement_general

2. RÉSULTATS : UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES NOUVELLES

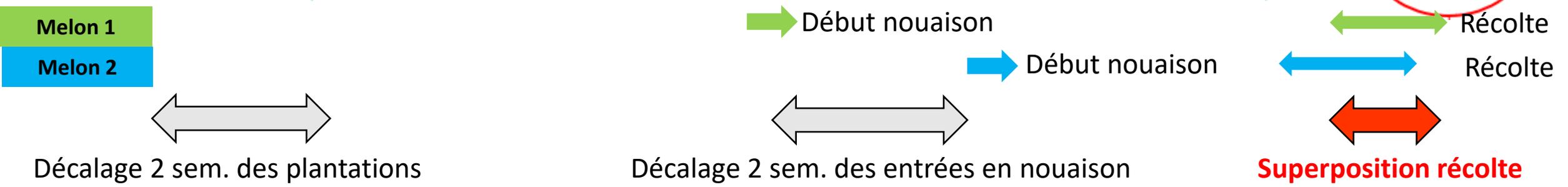


Melon de plein champ sous bâche dans le Gard

Evolution des températures diurnes moyennes



T diurne moyenne						20,16	22,46	24,78	24,56	26,16	27,60	30,82	26,87	28,02		
Semaine 2022	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
ITK Melon 1	06/04 : plantation		début floraison			18 mai débâchage, puis nouaison			grossissement						récolte 20/06 - 27/06	
ITK Melon 2	20/04 plantation				mi-mai : début floraison			31/05 : débâchage puis nouaison							récolte (début le 16/06)	



Un risque de télescopage des récoltes de plantations normalement échelonnées
 Réchauffement plus tôt que prévu → accélération du développement pour la variété qui a reçu ce réchauffement dès floraison – nouaison → récoltes superposées → réorganisation du travail et pénibilité du travail, moindre valorisation économique, creux dans les récoltes suivantes

2. RÉSULTATS : UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES NOUVELLES



Melon de plein champ sous bâche dans le Gard

- Situation observée depuis plusieurs années sur plusieurs départements du bassin de production Sud Est du melon
- Pas nouveau comme impact... Mais si ça se reproduit trop souvent, est-ce que c'est une situation tenable ?

Comment appréhender le risque dans ces conditions de production ?

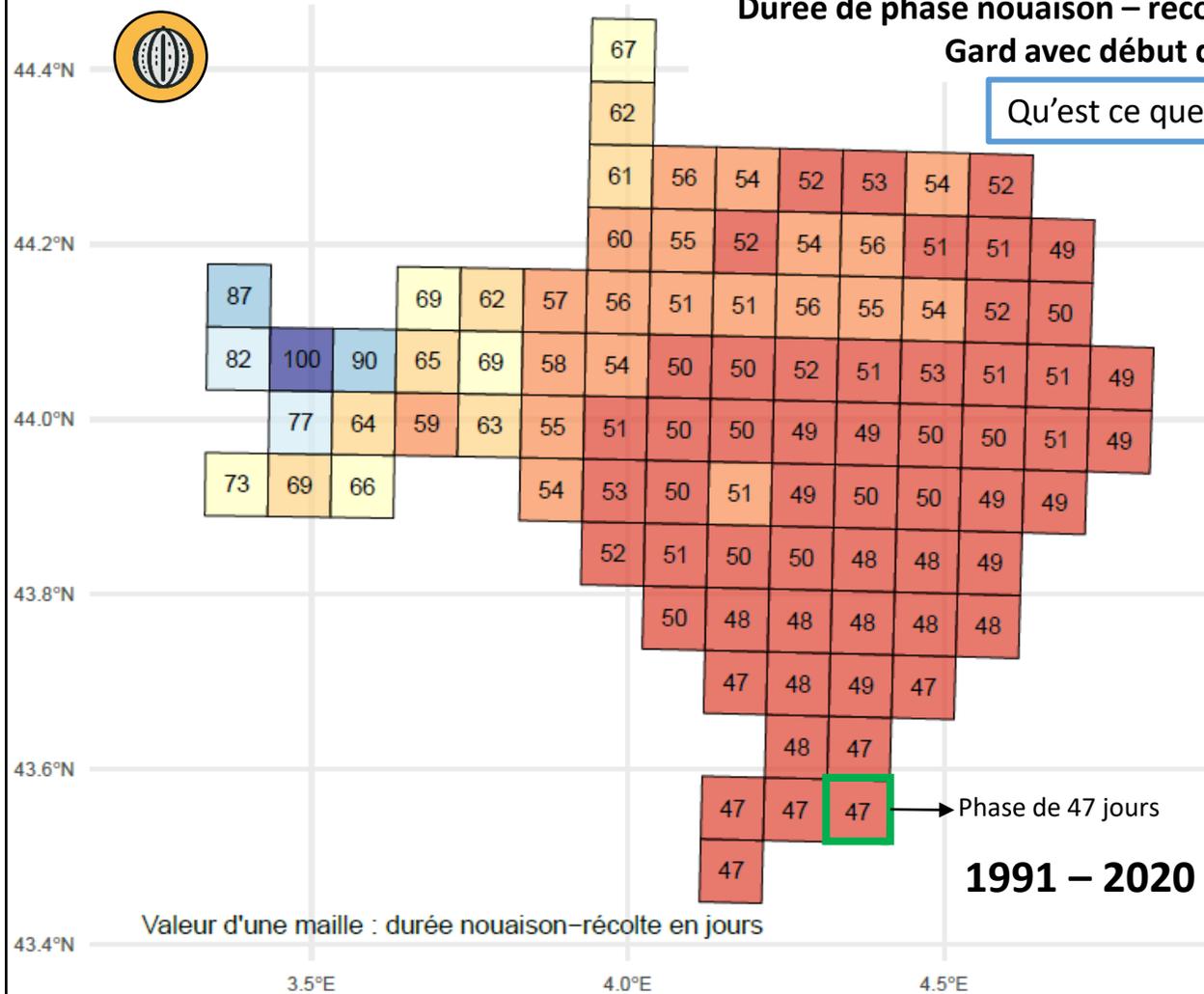
	Indicateur d'accélération du développement du melon
Fonction de relation au climat	<ul style="list-style-type: none">• Réponse différente à la température par cumul différent de degrés jours de croissance (DJC) entre stades nouaison et début de récolte pour melon de plein champ• $DJC = (TX+TN)/2 - 0V$ avec TX la température maximale journalière, TN la température minimale journalière, 0V le zéro végétatif de la culture• Seuil à atteindre pour un melon précoce : 490 DJC (donnés d'entretien pour une ancienne var précoce)
Période d'exposition au risque	<ul style="list-style-type: none">• Sur le créneau de plantation et développement d'un melon de plein champ précoce : avril à septembre
Risque d'impact sur la culture	<ul style="list-style-type: none">• Superposition des récoltes (réorganisation sur la main d'œuvre, fluctuation des volumes récoltés et des prix de ventes)

Comment va évoluer la durée d'une phase nouaison > récolte à l'échelle du Gard par rapport à la période actuelle ? Quelle pourrait être l'amplitude des semaines d'entrée en récolte sur le département ?



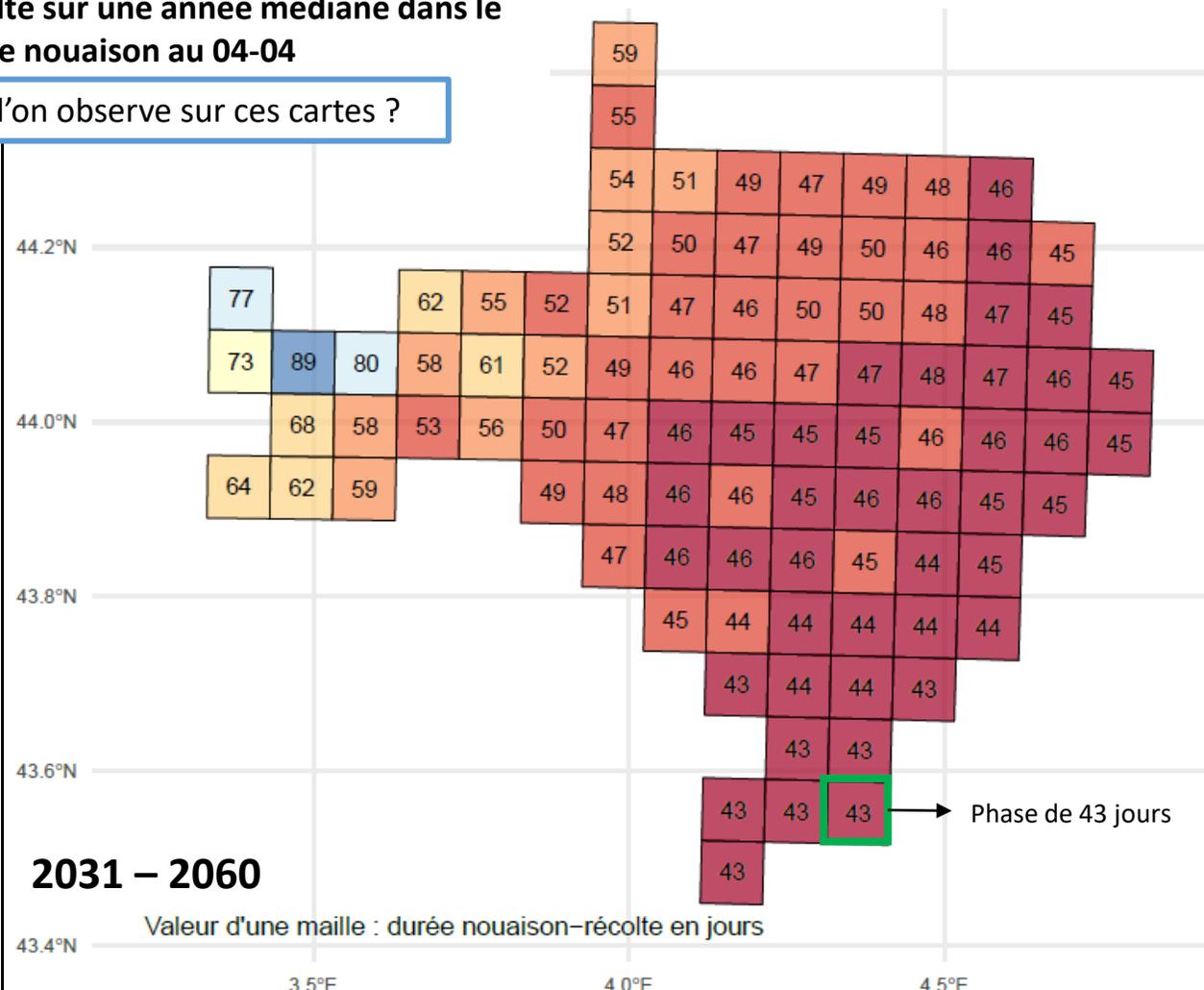
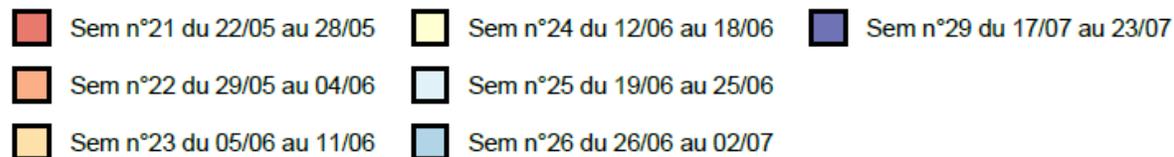
Durée de phase nouaison – récolte sur une année médiane dans le Gard avec début de nouaison au 04-04

Qu'est ce que l'on observe sur ces cartes ?



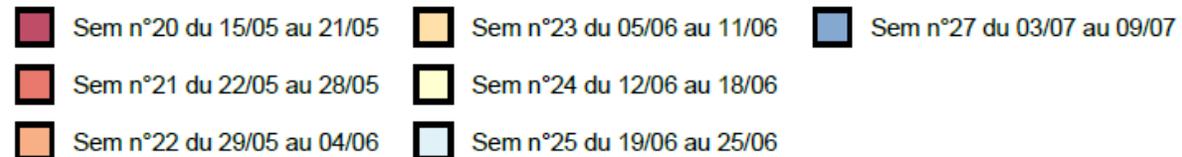
1991 – 2020

Semaines d'entrée en récolte



2031 – 2060

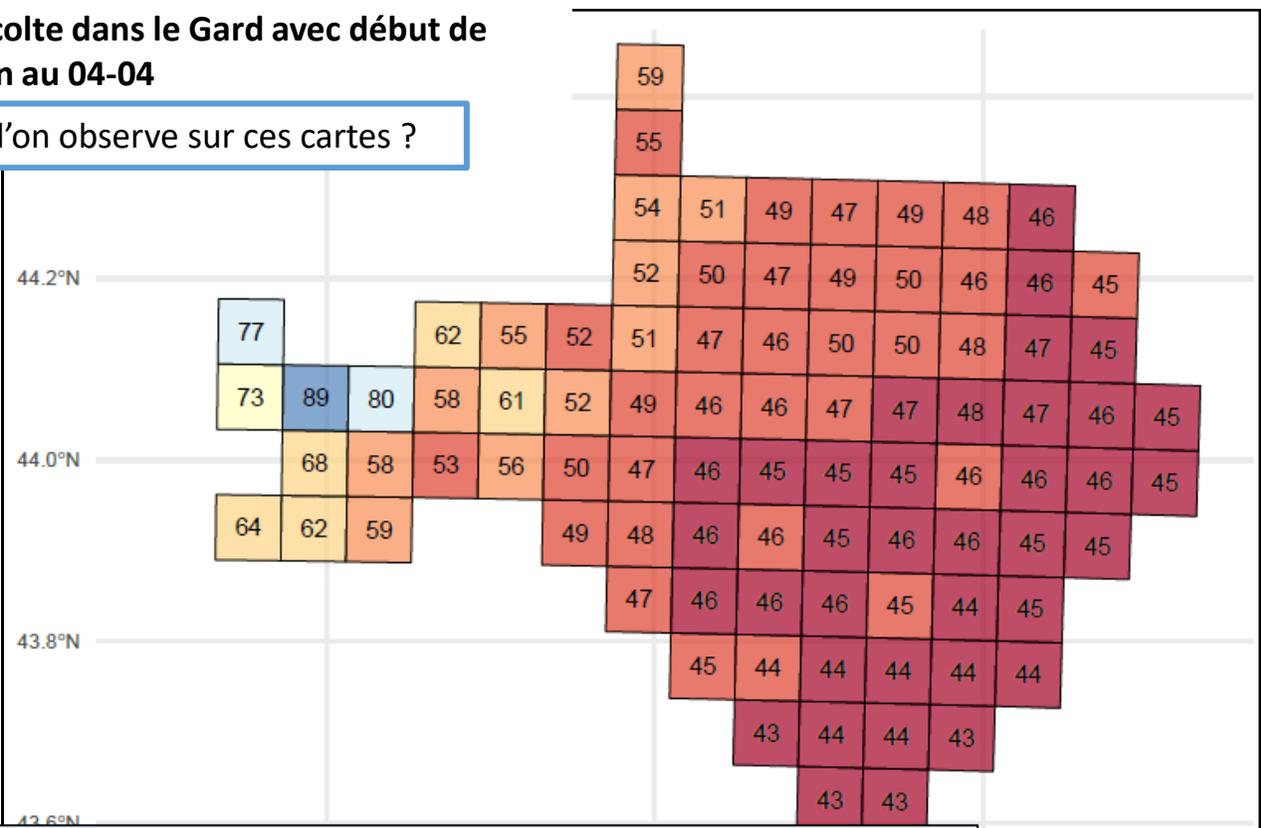
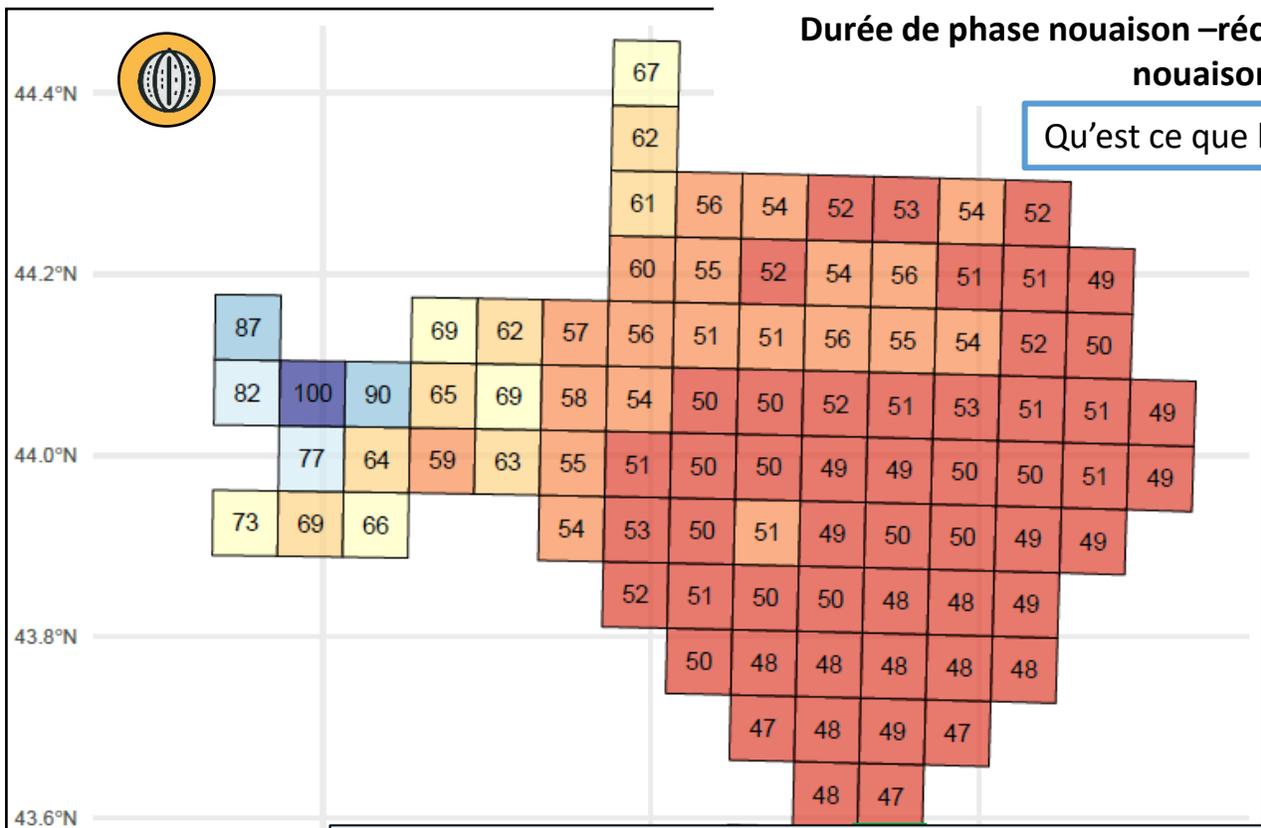
Semaines d'entrée en récolte



Modèle à réchauffement intermédiaire

Durée de phase nouaison –récolte dans le Gard avec début de nouaison au 04-04

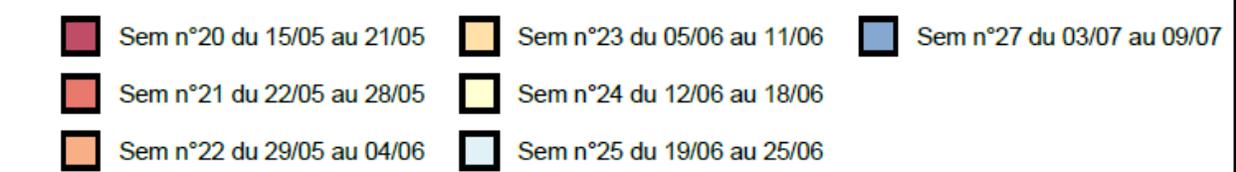
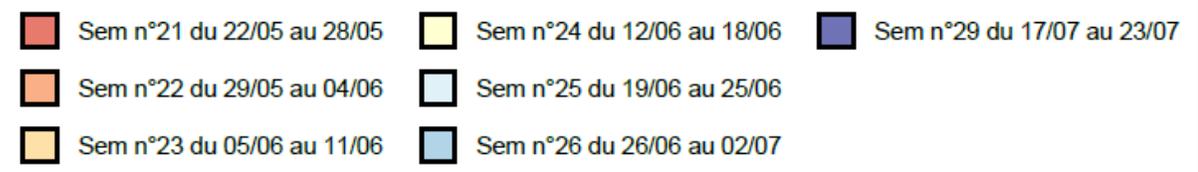
Qu'est ce que l'on observe sur ces cartes ?



Sur une année médiane :

- Une **diminution de l'étalement des entrées en récolte d'une semaine** sur le département et une **entrée en récolte une semaine plus tôt** également.
- La zone de plaine et côtière pourrait avoir une **phase diminuée de 4 à 5 jours**, celle au nord-ouest avec plus de reliefs d'une semaine à 10 jours.

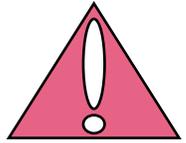
Phase de 43 jours





Ces premières analyses sur cartes alimentent les réflexions sur les risques de superposition de récolte de melon de plein champ précoce dans le Gard, mais ne se suffisent pas à elles-mêmes.

→ Elles servent d'appui pour des travaux ultérieurs



Calculs réalisés avec un zéro végétatif de 5°C pour approcher les durées réelles des phases dans la période actuelle (la littérature indique 12°C mais ne permettait pas de s'approcher des durées réelles observées) → précautions d'usages et besoin d'amélioration des fonctions de relation param climatique - agrosystème

Base de données

- 1 Référencement du cas d'étude
- 2 Situation de vulnérabilité climatique
- 3 Indicateur de risque d'impact climatique
- 4 Compléments

Plan du webinaire

1. ENJEUX ET OBJECTIFS de l'étude

2. RÉSULTATS : UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES NOUVELLES sur la vulnérabilité au climat des systèmes maraîchers

A. L'exemple de la fraise Gariguette sous abris dans le Gard

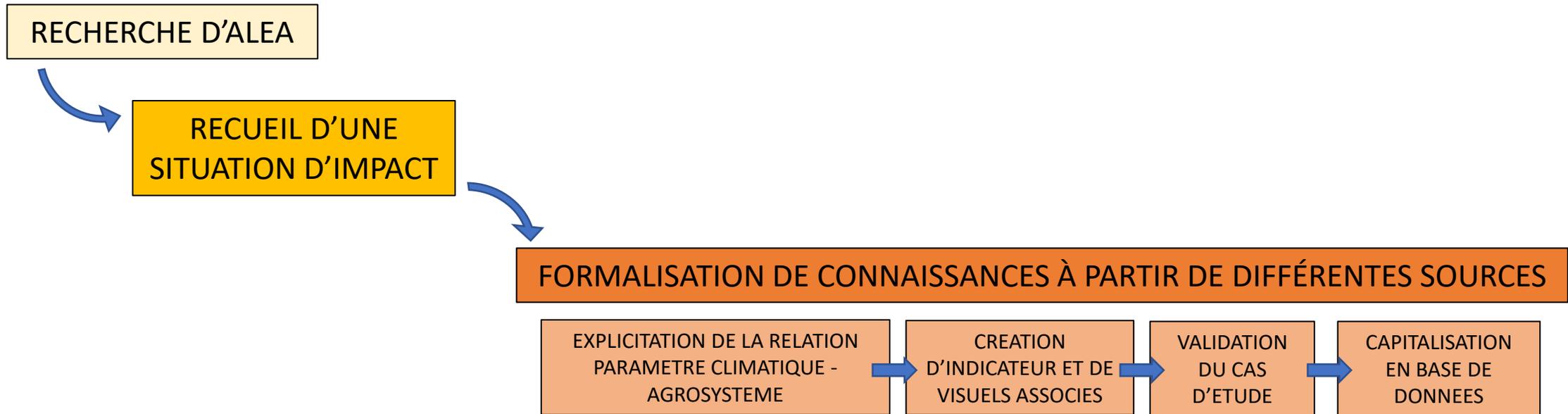
B. L'exemple du melon de plein champ dans le Gard

3. RÉSULTATS : UNE MÉTHODOLOGIE RÉPLICABLE pour instruire une situation d'impact climatique

4. PERSPECTIVES ET SUITES, que retenir de cette démarche ?

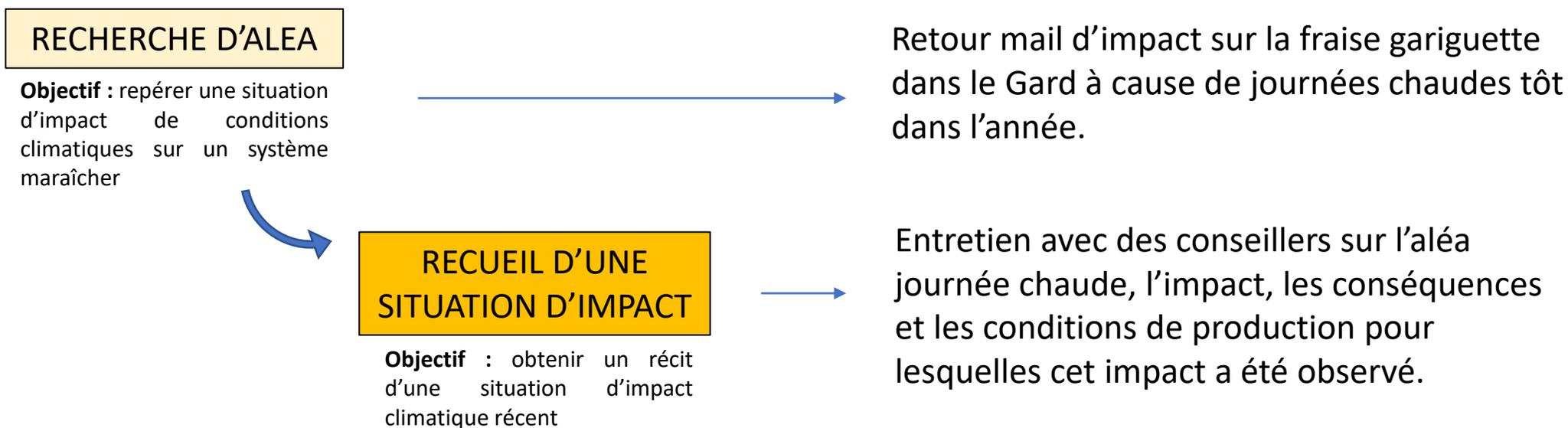
Et si c'était à vous d'engager cette démarche pour instruire une situation d'impact climatique ?

→ Etapes de travail



Et si c'était à vous d'engager cette démarche pour élaborer un cas d'étude de vulnérabilité climatique ?

→ Etapes de travail



3. RÉSULTATS : UNE METHODOLOGIE REPLICABLE

Et si c'était à vous d'engager cette démarche pour élaborer un cas d'étude de vulnérabilité climatique ?

→ Etapes de travail

FORMALISATION DE CONNAISSANCES À PARTIR DE DIFFÉRENTES SOURCES

EXPLICITATION DE LA RELATION
PARAMETRE CLIMATIQUE -
AGROSYSTEME

Objectif : lier l'impact sur un agrosystème maraîcher aux conditions climatiques présentes

1

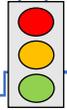
• Elaboration d'une première fonction de relation paramètre climatique de l'aléa - agrosystème

2

• Elaboration d'un schéma d'intégration des informations pour comprendre la période d'exposition au risque de l'aléa climatique

3

• Vérification éventuelle sur relevés météo et/ou une simulation climatique sur une maille



CREATION D'INDICATEUR ET DE VISUELS ASSOCIES

BIBLIOGRAPHIE
EXPERTISE TERRAIN AUTRE
(expert.es scientifiques et/ou techniques)
DONNÉES DE TERRAIN
LIÉES À L'ENQUÊTE



DONNÉES CLIMATIQUES
(simulations climatiques SAFRAN)
DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES
(stations météorologiques du réseau Météo France et INRAE)

3. RÉSULTATS : UNE METHODOLOGIE REPLICABLE

Et si c'était à vous d'engager cette démarche pour élaborer un cas d'étude de vulnérabilité climatique ?

→ Etapes de travail

FORMALISATION DE CONNAISSANCES À PARTIR DE DIFFÉRENTES SOURCES

EXPLICITATION DE LA RELATION PARAMETRE CLIMATIQUE - AGROSYSTEME

CREATION D'INDICATEUR ET DE VISUELS ASSOCIES

Objectif : produire différents visuels de l'indicateur de risque d'impact climatique pour envisager son évolution future

1 • Poser les éléments de définition d'un indicateur de risque d'impact climatique

2 • Révision éventuelle des valeurs prises par les paramètres climatiques

3 • Définition de visuels

4 • Calculs de variables intermédiaires
• Production de différents visuels de l'indicateur

	Indicateur de perturbation physiologique sur melon
A Fonction de relation au climat	• Température maximale journalière supérieure à un seuil de température qui traduit un risque sur un stade physiologique de la culture de melon de plein champ sous bâche : $T_X > T_{\text{seuil}}$
B Période d'exposition au risque	• Sur les mois de culture de l'itinéraire technique plein champ sous bâche • Avril à septembre
C Risque d'impact sur la culture	• Pourriture sur les melons => baisse de rendement commercialisable => baisse de rentabilité de la culture

	Valeur entretien	Valeur station météo	Valeur climatique spatialisée
Température maximale journalière	> 45°C	~40°C	37°C

3. RÉSULTATS : UNE METHODOLOGIE REPLICABLE

Et si c'était à vous d'engager cette démarche pour élaborer un cas d'étude de vulnérabilité climatique ?

→ Etapes de travail

FORMALISATION DE CONNAISSANCES À PARTIR DE DIFFÉRENTES SOURCES

EXPLICITATION DE LA RELATION PARAMETRE CLIMATIQUE - AGROSYSTEME

CREATION D'INDICATEUR ET DE VISUELS ASSOCIES

Objectif : produire différents visuels de l'indicateur de risque d'impact climatique pour envisager son évolution future

1 • Poser les éléments de définition d'un indicateur de risque d'impact climatique

2 • Révision éventuelle des valeurs prises par les paramètres climatiques

3 • Définition de visuels

4 • Calculs de variables intermédiaires
• Production de différents visuels de l'indicateur

Dépassement d'une température seuil

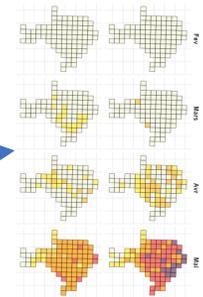
Comment évolue sur un territoire la fréquence de dépassement de la température seuil

Cartes de fréquences mensuelles de dépassement de la température seuil

Comment évolue au long d'une période l'importance de chacune des fréquences de dépassement de la température seuil

Histogrammes de l'importance d'apparition de chacune des fréquences sur chaque période

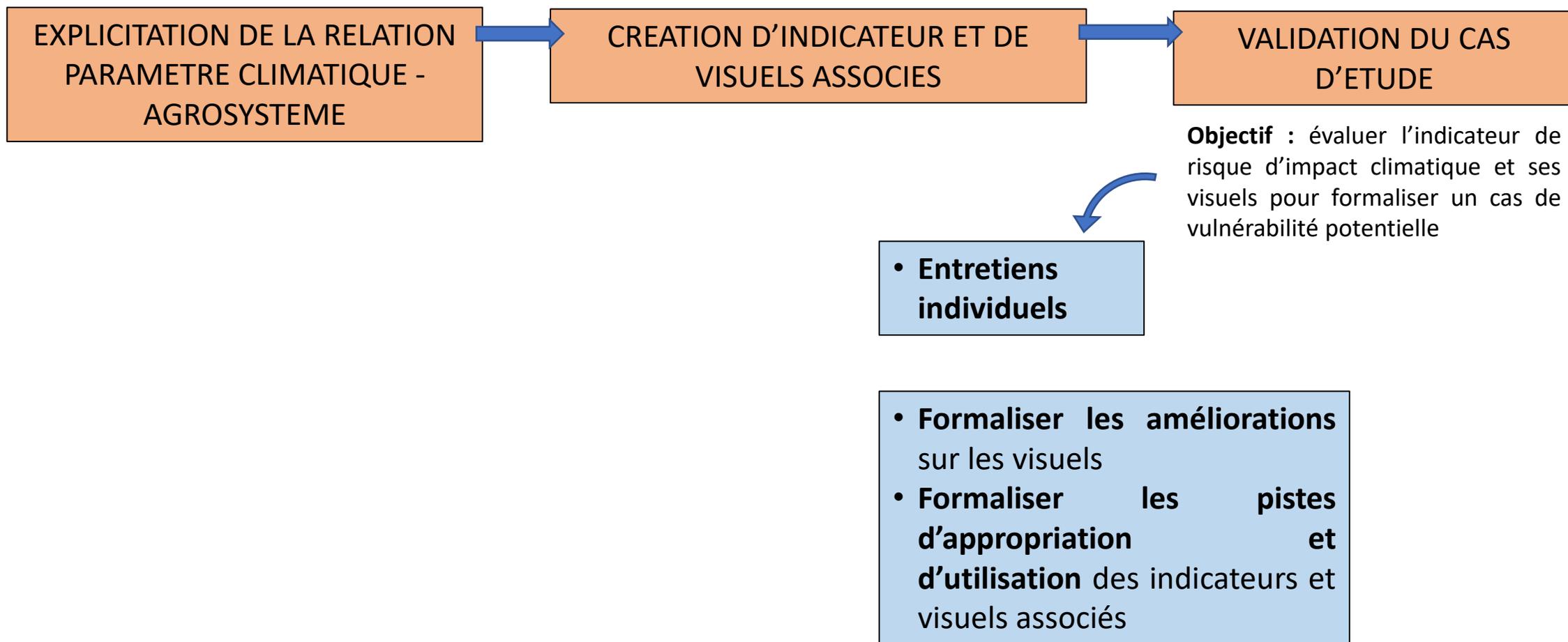
Récupération des données climatiques – Calculs de décompte des dépassement de la TX > 25°C et préparation de cartes sur R Studio



3. RÉSULTATS : UNE METHODOLOGIE REPLICABLE

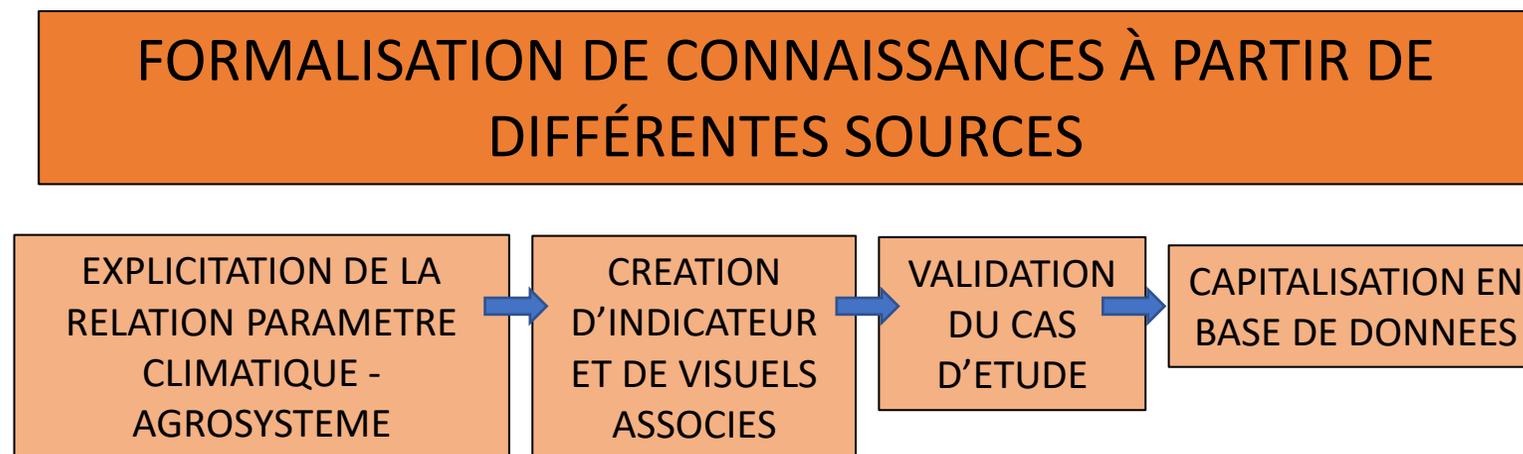
Et si c'était à vous d'engager cette démarche pour élaborer un cas d'étude de vulnérabilité climatique ?

→ Etapes de travail



Et si c'était à vous d'engager cette démarche pour élaborer un cas d'étude de vulnérabilité climatique ?

→ Etapes de travail



Objectif : compiler les éléments qualitatifs et quantitatifs qui expliquent l'aléa climatique et son impact dans une base de données consultable

Plan du webinaire

1. ENJEUX ET OBJECTIFS de l'étude

2. RÉSULTATS : UNE PRODUCTION DE CONNAISSANCES NOUVELLES sur la vulnérabilité au climat des systèmes maraîchers

A. L'exemple de la fraise Gariguette sous abris dans le Gard

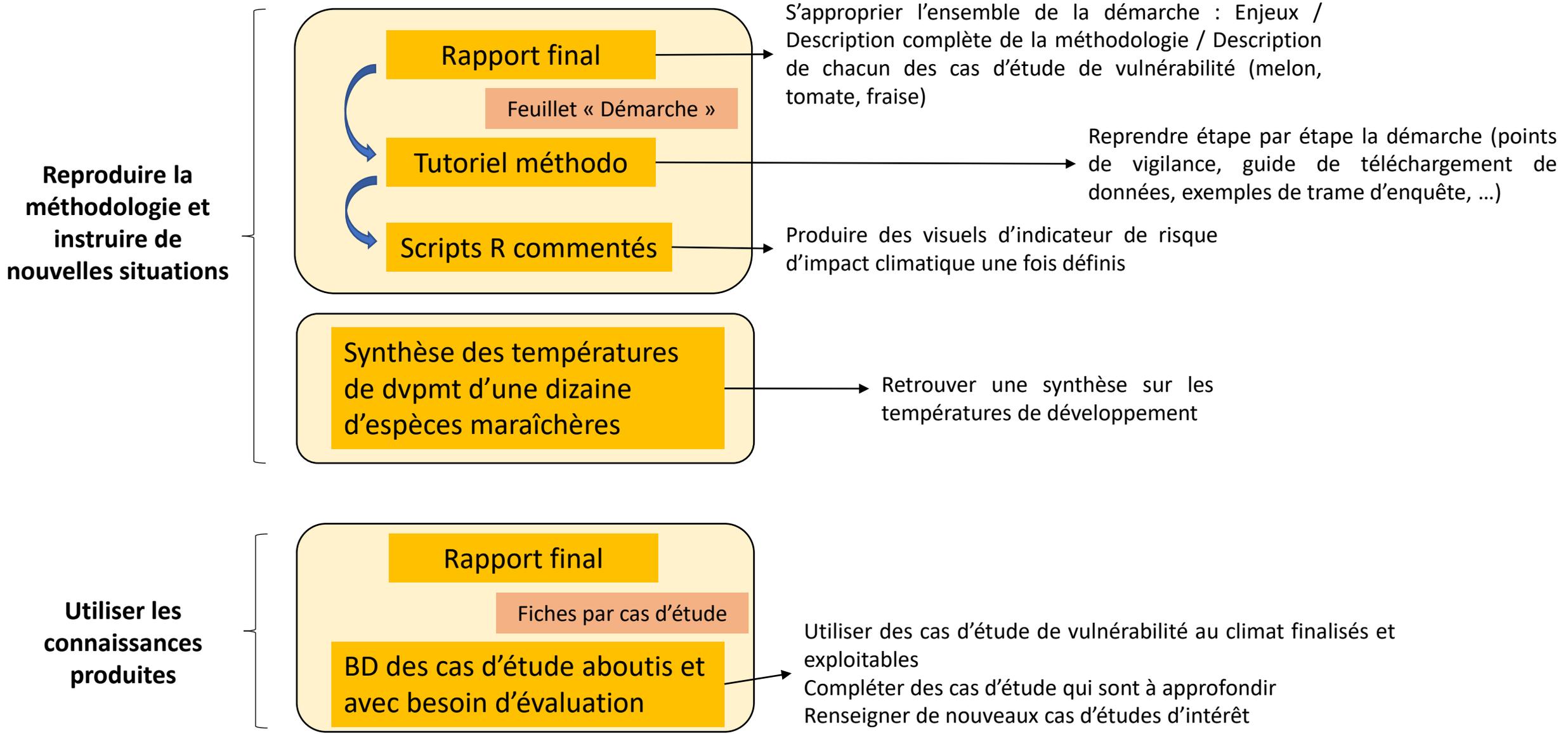
B. L'exemple du melon de plein champ dans le Gard

3. RÉSULTATS : UNE MÉTHODOLOGIE RÉPLICABLE pour instruire une situation d'impact climatique

4. PERSPECTIVES ET SUITES, que retenir de cette démarche ?

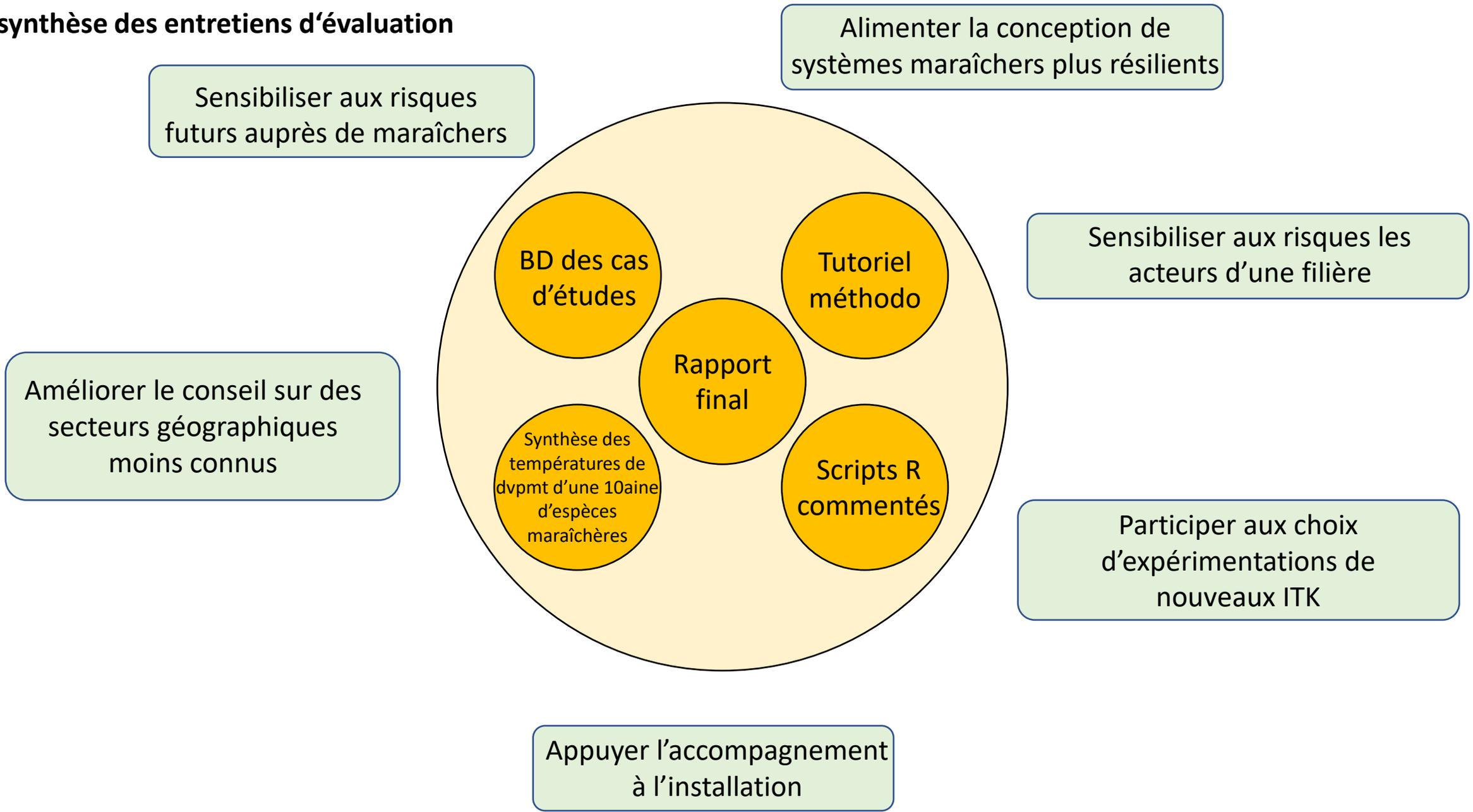
4. PERSPECTIVES ET SUITES

➔ Un ensemble de ressources mises à disposition pour utiliser les connaissances produites et/ou instruire de nouvelles situations d'impact climatique



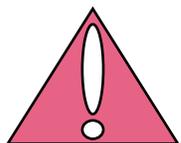
4. PERSPECTIVES ET SUITES

➔ En synthèse des entretiens d'évaluation

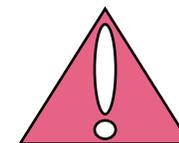


4. PERSPECTIVES ET SUITES

→ Que retenir de cette démarche ?



Une étude qui constitue une porte d'entrée pour penser la vulnérabilité des systèmes maraîchers
Une démarche qui a constitué une preuve de concept et qui doit être améliorée



**Une production de connaissances nouvelles contextualisées,
indissociable de la démarche qui l'accompagne**

- Partir de situations réelles fonctionne
- Une production de cas contextualisés
- Des outils d'analyse via des indicateurs de risque d'impact climatique et des visuels pour expliciter la vulnérabilité

**Une méthodologie répliquable pour instruire soi-même des situations d'impact
climatique en maraîchage**

- Des documents en appui pour l'explication et la réalisation des étapes de travail
 - Une méthodologie qui nécessite du temps (plusieurs semaines si on part de zéro) et un effort d'intégration d'informations de sources variées et dispersées
 - Une réutilisation possible des cas d'études avec des précautions
- Ce ne sont pas des outils « clés en main »

Des suites...

- Finir les 12 cas d'étude non finalisés
- Démultiplier les cas d'étude
- Se servir des connaissances produites

Merci pour votre écoute !

Place aux questions.

Amélie Lefèvre
Ingénieur de recherche - UE Maraîchage
INRAE / GIS PIClég

Elie Boillot
Chargé de mission – APREL /
INRAE UE Maraîchage

Renan Le Roux et Marie Launay
INRAE US AgroClim_{B2}