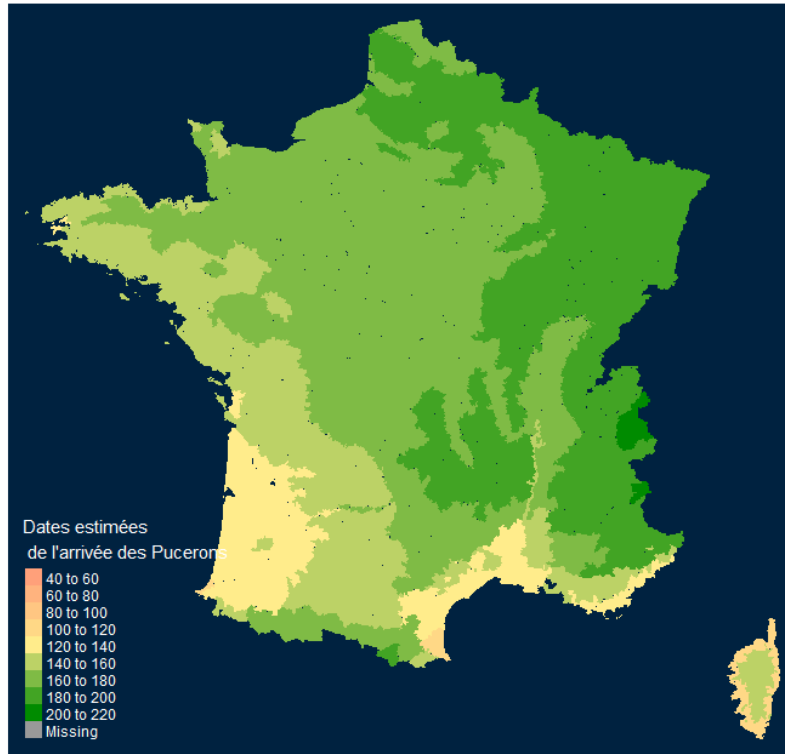
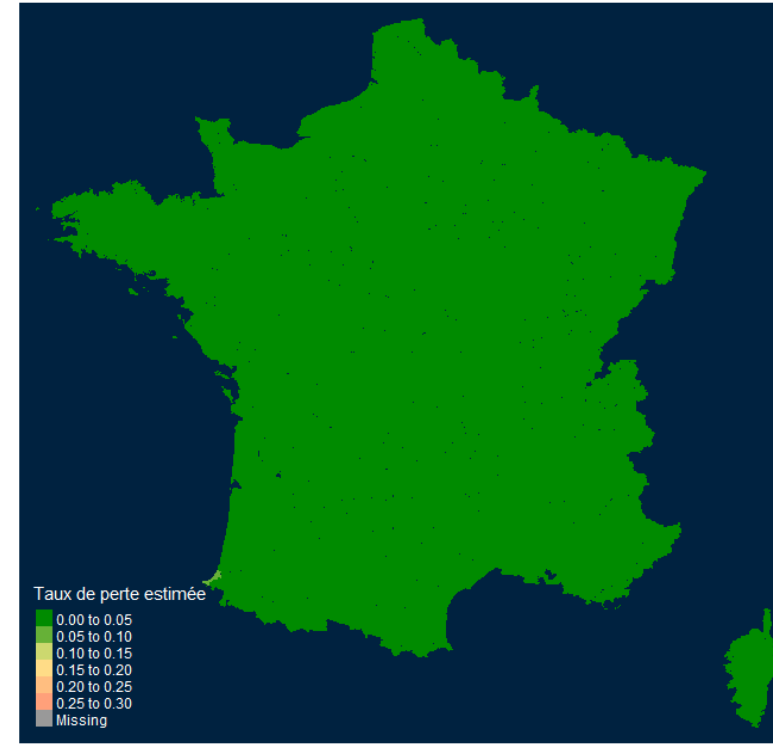


2010



Dates estimées de l'arrivée des pucerons

Année 2010



Taux de perte estimé

# GREcoS - Evaluation de la prime de risque jaunisse

*Martial Phérippé Guinvarc'h et Azilis Lesteven*

Midis du PNRI  
11 mai 2023

# 3 axes du projet GREcoS

## 1. Méthode d'évaluation des pertes jaunisse

## 2. Etude actuarielle : estimation de la prime de risque jaunisse

1. Résultats
2. Analyse des hypothèses du modèle

## 3. Préfiguration d'un dispositif adapté de gestion du risque en sortie de PNRI

# Rappel méthodologique

**La prime de risque jaunisse** = perte économique espérée liée à la jaunisse, estimée sur une longue période

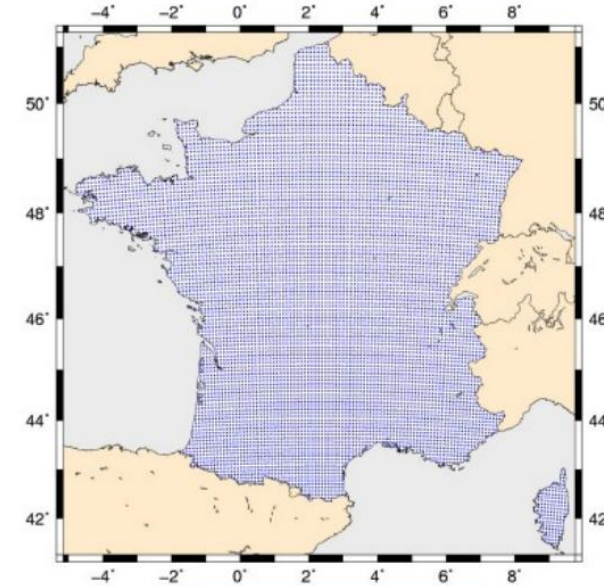
- Données historiques biaisées par les pratiques agronomiques (NNI)
- Données des tests dans les fermes pilotes trop courtes (2 ans)

**Donc besoin de reconstituer les effets de la jaunisse sur les rendements betteraviers sur une période longue**

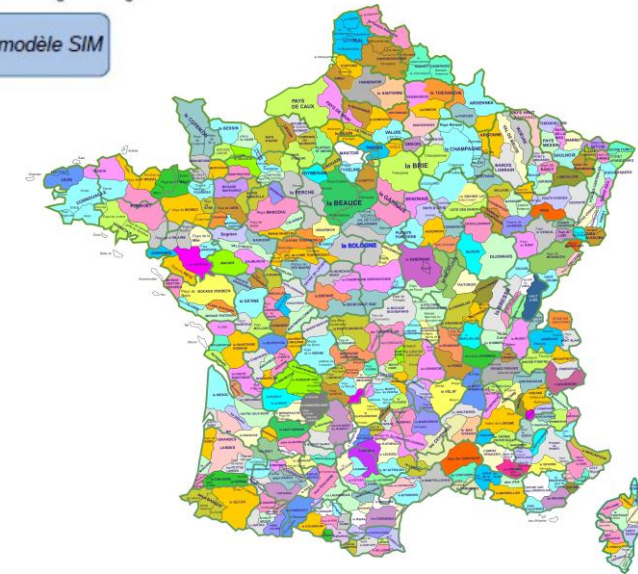
# Résultats

# Résultats du modèle de pertes de rendement jaunisse à partir d'un modèle climatique

- Utilisation de modèles climatiques du DRIAS (maille 8 x 8 km) pour estimer le risque de jaunisse :
  - Date d'arrivée des pucerons et abondance
  - Stade végétatif des betteraves
- Estimation du risque de perte moyen par région agricole (rendements RICA)



La grille 8kmx8km du modèle SIM

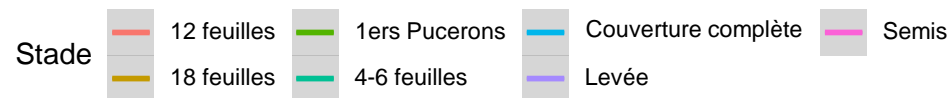
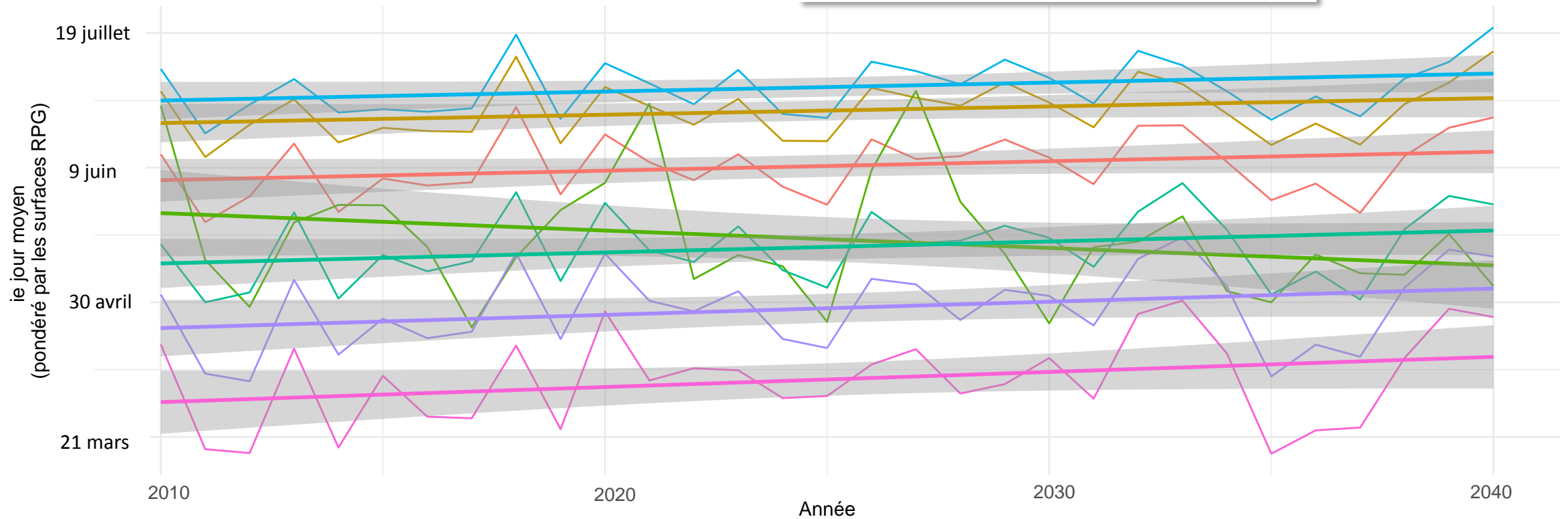
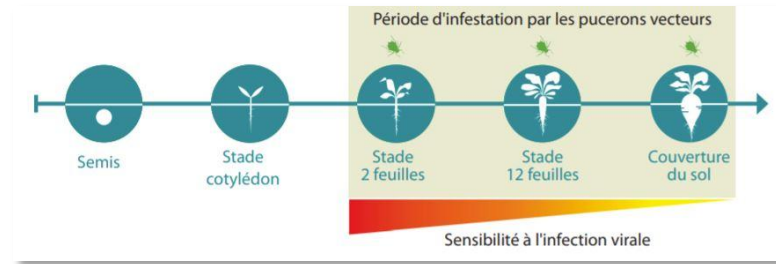


## Présentation des résultats d'un modèle avec :

- **Modèle climatique** : Climate Service Center (MPI-M-MPI-ESM-LR\_MPI-CSC-REMO2009)
- **Scénario GIEC** : rcp4.5
- **Modèle pucerons** : date de 5ème capture -14 jours en fonction de la température entre le 6 janvier et le 26 mars
- **Type de virus** : BYV

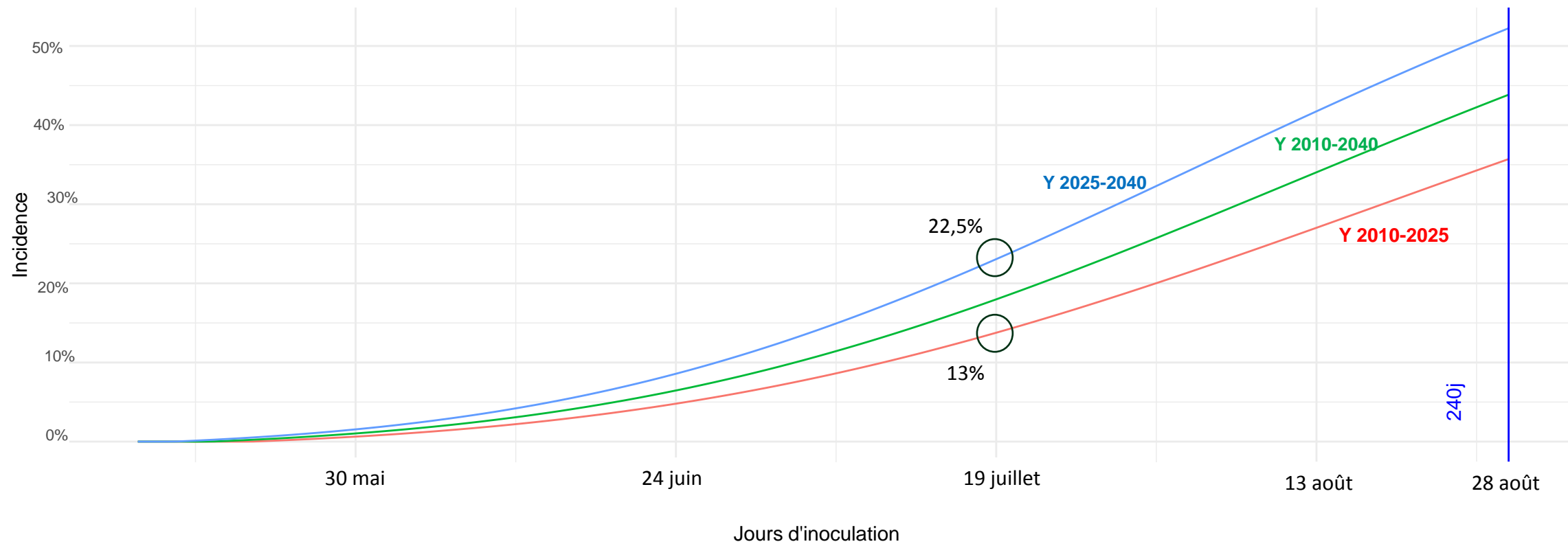
# Évolution des dates des stades végétatifs et de l'arrivée des premiers pucerons

L'estimation des dates de stades de développement permet d'affecter chaque année à chaque région agricole, une perte de rendement moyenne en fonction de la date de contamination



# Taux de contamination moyen de jaunisse

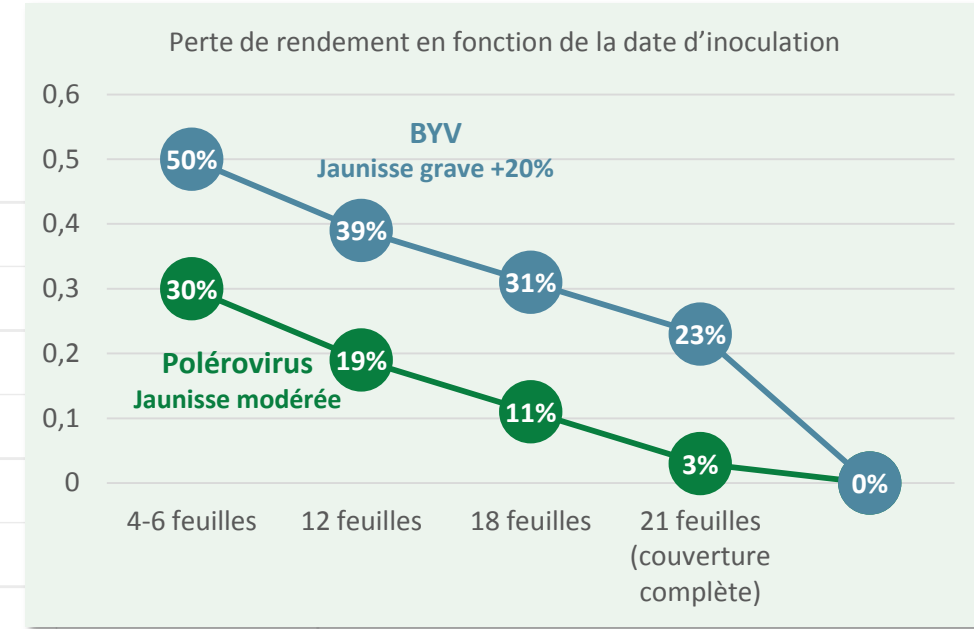
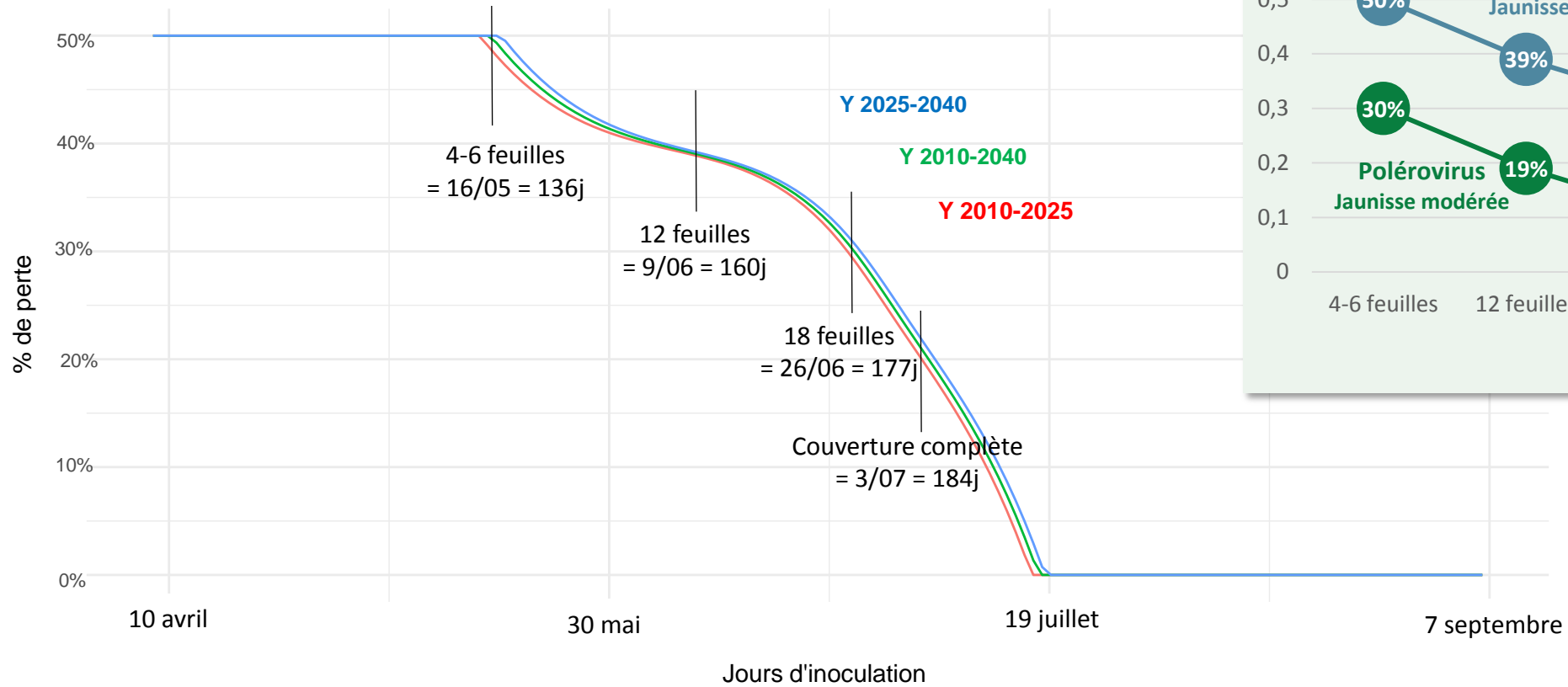
Incidence Y cumulée estimée sur les dates moyennes pondérées d'arrivée du puceron et de la levée





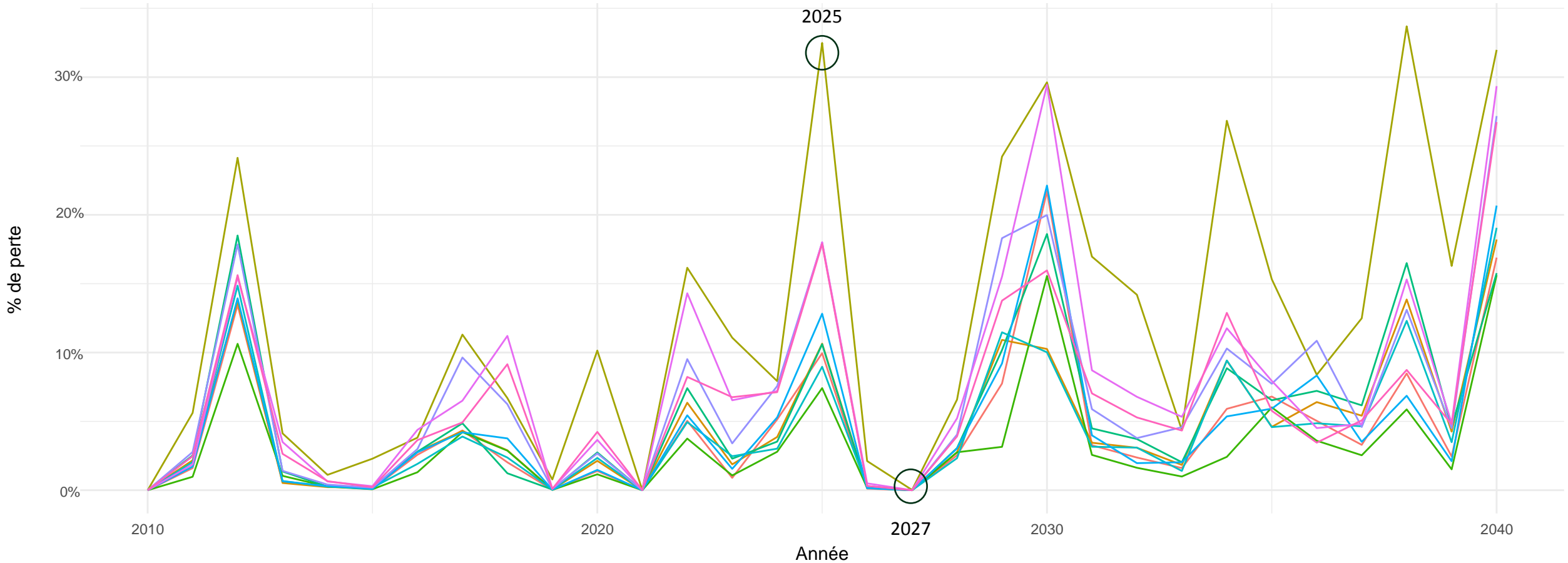
# L'impact du BYV sur le rendement décroît en fonction du stade végétatif

Taux de perte estimée sur les dates moyennes des stades 5 feuilles et couverture complète





# Taux de perte de rendement sur les principales régions betteravières

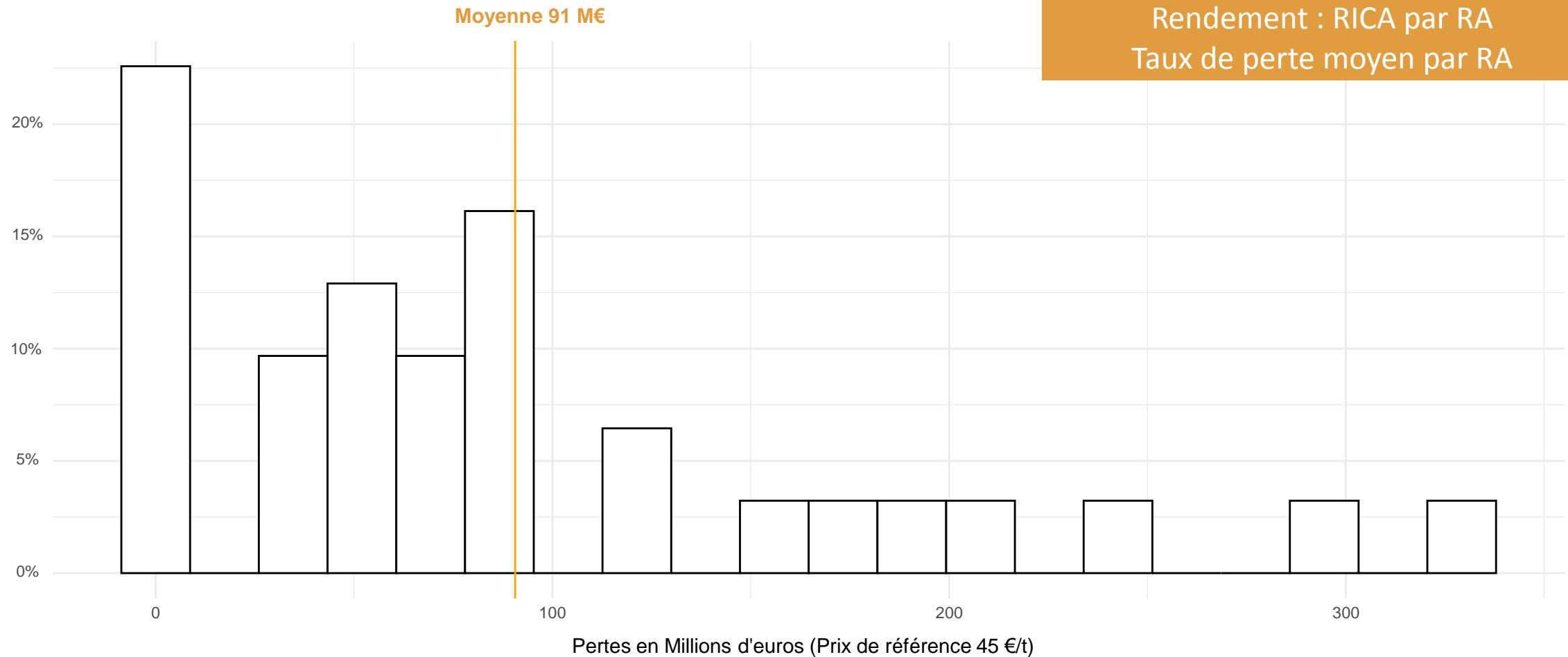


Code Région  
Agricole

- 034 SAINT-QUENTINOIS ET LAONNOIS 02
- 046 PAYS DE CAUX 76
- 326 CAMBRESIS 59
- 328 SOISSONNAIS 02
- 339 GATINAIS RICHE 45
- 035 SANTERRE 80
- 317 CHAMPAGNE CRAYEUSE 02
- 327 PLATEAU PICARD 60
- 329 VALOIS 02
- 342 BEAUCE 28

# Distribution des pertes économiques cumulée sur la France liées au BYV simulées de 2010 à 2040

Surface par RA, au total 370 000 ha  
Prix des betteraves = 45 €/t  
Rendement : RICA par RA  
Taux de perte moyen par RA



# Analyse des hypothèses du modèle

# Hypothèses du modèle

## Climat

Modèles climatiques et scénarios climatiques du GIEC

→ moyennisé par anticipation du GIEC (les modèles se complètent)

## Pucerons

Modèle de pucerons (date et abondance)

→ forte sensibilité donc choix du modèle à faire ou min/max

Paramètre de diffusion du virus

→ paramètres de Qi 2004 zone Nord/Est/Ouest

## Betteraves

Stades végétatifs des betteraves

- Dates de semis
- Nombre de feuilles

→ consensus

## Virus

Perte de rendement en fonction du type de virus

→ Valeurs prudentes sur la base biblio

Prévalence des virus

→ Moyenne en fonction des scénarios observés

## Alternatives NNI

- Solutions des FPE
  - Biocontrôles
  - Variétés tolérantes
- Résultats à intégrer au modèle

# Modèles et scénarios climatiques

## Scénarios du GIEC

- rcp 4.5
- rcp 8.5
- Sensibilité aux scénarii du GIEC

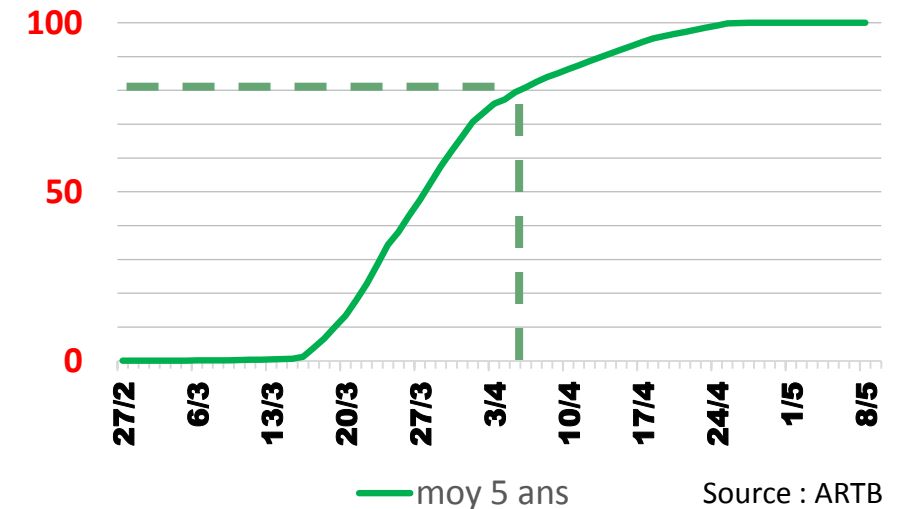
## Modèles DIRAS

- Climate Limited-area Modelling Community (MPI-M-MPI-ESM-LR\_CLMcom-CCLM4-8-17)
- Climate Limited-area Modelling Community (MOHC-HadGEM2-ES\_CLMcom-CCLM4-8-17)
- Climate Service Center (MPI-M-MPI-ESM-LR\_MPI-CSC-REMO2009)
- Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, The Netherlands (ICHEC-EC-EARTH\_KNMI-RACMO22E)
- Sensibilité aux modèles

# Estimation des stades végétatifs des betteraves

- Estimation des dates de semis : les semis commencent à partir du 10 mars, 20% des semis sont réalisés/jour/région agricole si :
  - les quatre jours précédents affichent moins de 4mm de pluie
  - le jour présent ainsi que les deux jours suivants ne cumulent pas plus de 5mm de pluie et la température minimale est supérieure à -3°C

Date moyenne fin de semis DRIAS rcp4.5	Date moyenne fin de semis DRIAS rcp8.5
4 avril (jour 94,8)	31 mars (jour 90,6)



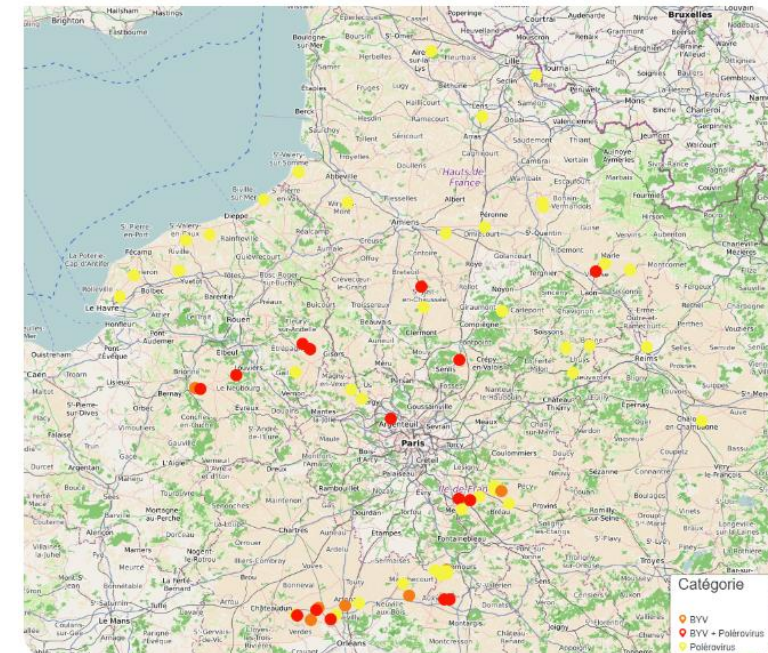
- Estimation du nombre de feuilles :

Nombre de feuilles =  $3,083 + 0,01973 \times \text{cumul de température} > 0^\circ\text{C}$  depuis le semis

# Hypothèse de prévalence des virus

- Combinaison de deux types de virus en fonction de 4 scénarios connus de prévalence
  - BYV (jaunisse grave)
  - Polérovirus (BChV, BMYV) (jaunisse modérée)
  - *BtMV (non étudié ici)*

Modèle ajusté de 14j	% BYV	Moyenne M€	D9 (90% ≤)
2019	7%	48,0	123,3
2020	70%	87,9	215,9
2021	35%	65,7	164,5
2022	68%	86,7	213,0
Moyenne		70,2	174,7



Prévalence des virus en 2021 (test Elisa), en orange et rouge le BYV et en jaune les polérovirus. Source : ITB

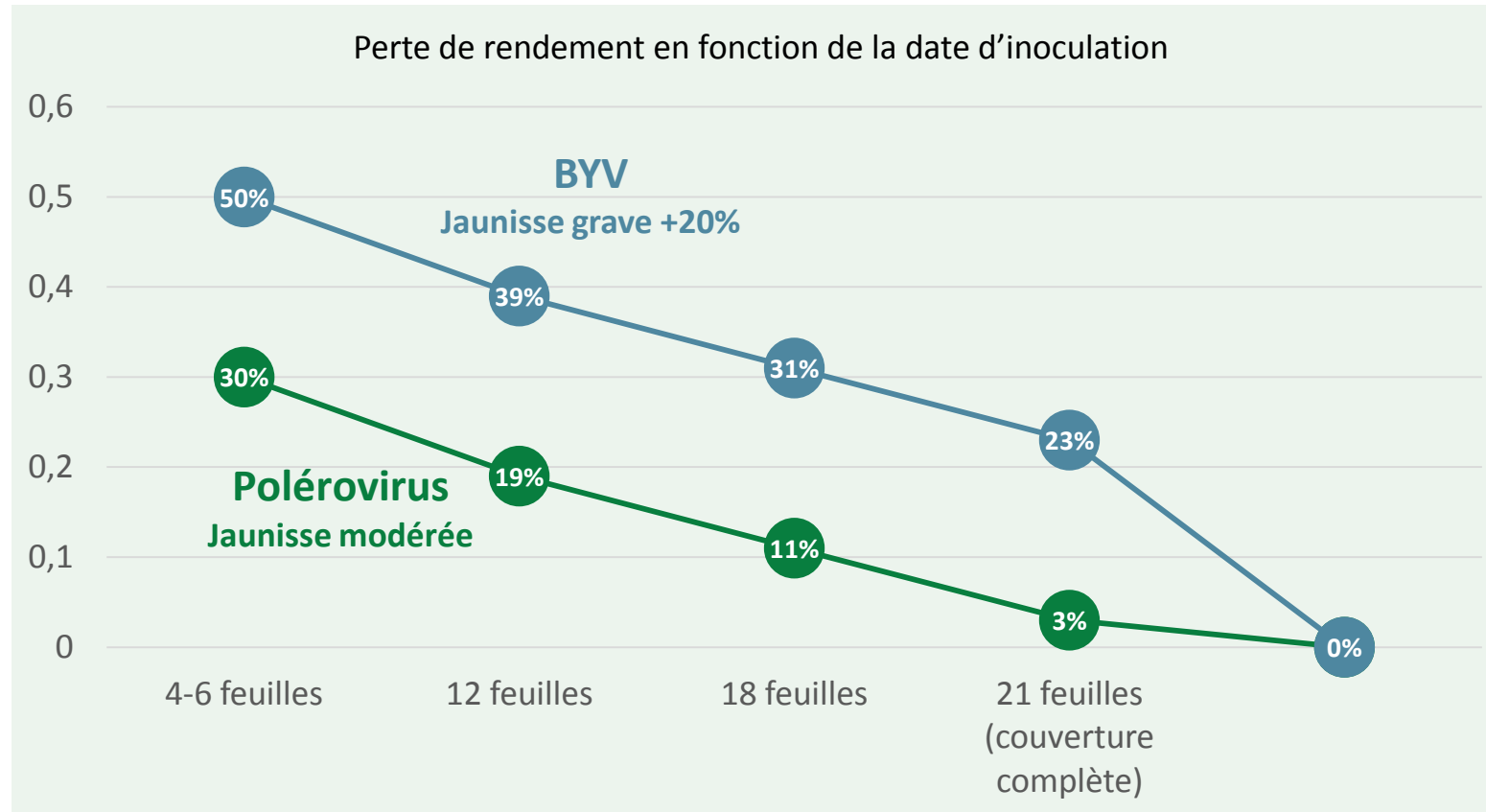


# Modèle pucerons : estimation du taux de contamination jaunisse

- Date de début de vol : modèle Qi amélioré par SEPIM
  - $D5c = 215.5 - 0.1602 \times (\text{somme de Degrés-jours supérieurs à 0 entre le 6 janvier et le 26 mars})$
  - hypothèse 2 : correction de -14 jours
  - **Forte sensibilité** du modèle = 14j = doublement du risque moyen
- Abondance des pucerons :
  - $\log(\text{abondance cumulée de pucerons de janvier à juin} + 0.01) = -2.263 + 0.0423 \times (\text{somme de Degrés-jours supérieurs à 0 du 12 mars au 29 mars})$
- Paramètres de diffusion des pucerons (Qi 2004) de la zone Nord :
  - $p = 0.01276$  (proportion de betteraves avec première infection)
  - $r_p = 0.00250$  (vitesse de progression des infections primaires)
  - $r_s = 0.08440$  (vitesse de progression des infections secondaires)
  - Des paramètres locaux seront estimés et la sensibilité aux paramètres à estimer

# Hypothèse de perte de rendement en fonction du virus

Perte de rendement en fonction de la date d'inoculation des virus (Stevens 2004 et Smith 1990)



# Prochaine étape : intégrer les résultats du PNRI pour calculer la prime de risque résiduelle

Substance active	Efficacité			
	2019	2020	2021	2022
<a href="#">Azadiractine</a>	Orange	Rouge	Orange	Rouge
<a href="#">Beauveria bassiana</a>		Orange		
<a href="#">Biopolymère</a>		Rouge		
<a href="#">Acides gras</a>			Rouge	Rouge
<a href="#">Substance active sous code 1</a>			Rouge	
<a href="#">Substance active sous code 2</a>				Rouge
<a href="#">Substance active sous code 3</a>				Rouge
<a href="#">Substance active sous code 4</a>				Rouge
<a href="#">Kaolin</a>	Orange	Rouge		
<a href="#">Lecanicillium muscarium Ve6</a>	Vert clair	Vert clair		Vert clair
<a href="#">Maltodextrine</a>	Orange	Orange		
<a href="#">Extrait d'ortie (<i>Urtica dioica</i>)</a>			Rouge	Rouge
<a href="#">Huile essentielle d'orange</a>			Orange	
<a href="#">Huile de paraffine</a>	Orange	Rouge		Vert clair
<a href="#">Soufre</a>	Orange	Rouge		
<a href="#">Thymol</a>			Rouge	
<a href="#">Référence chimique (Teppeki+ Actirob)</a>	Vert	Vert	Vert	Vert

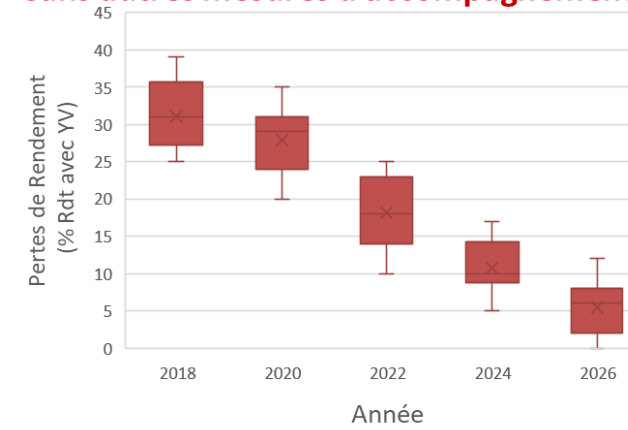
Efficacité des substances actives de biocontrôle contre les pucerons verts et/ou contre la jaunisse de la betterave dans les essais au champ réalisés par l'ITB.

En rouge : efficacité insuffisante ; en orange : faible efficacité ; en vert clair : efficacité irrégulière ; en vert : efficacité satisfaisante.

## Evaluation des produits de biocontrôle

Levier	Projet PNRI
Plantes compagnes	FPE
Lâcher d'œufs de chrysopes	FPE
Lâcher de larves de chrysopes, et de parasitoïdes ( <i>Aphidius</i> )	<a href="#">ChrysControl</a> , Cap Vert
Bandes fleuries	IAE
Biocontrôle	<a href="#">Biocontrôle</a> , ABC, BAP
Endophytes	Endophytes
Push-pull choux chinois	<a href="#">SerVir</a>
Fertilisation, date de semis	ABC

## Projection des résultats du levier génétique (2018-2026) sans autres mesures d'accompagnement



## Solutions variétales

FLAVIE  
Resist beet  
Probeet

## Fermes Pilotes d'Expérimentation ChrysControl IAE COV



FPE de Bernay-en-Ponthieu (80 – Tereos 2021)

# RisquesAgricoles



Questions



La responsabilité du ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée

**CHAM**