



# Durabilité et gestion collective des résistances aux nématodes : GECONEM

**KERLAN Marie-Claire**, Folcher L., Szilvazi S., Le Roux A.C., Berthet E., El Hage F., Coleno F., Garcia N., Ollivier F., Le Hingrat Y., Gobert V., Neveux M.S., Arousseau F., Abiven J.M., Barbary A., Joly-Lairy G., Mabire C., Saubeau G., Viguié C., Esnault F., Pellé R., Cann M.P., Dantec M.A., Mear D., Marhadour S., Prodhomme C., Gravouelle J.M., Brunisholz F., Debrock V., Piriou C., Renault L., Grenier E., Montarry J., Fournet S.

3e Carrefour Plants de pomme de terre, 14-15 octobre 2020

*Vers une pomme de terre sans phytos ? : défis et enjeux pour la recherche et ses filières*



INRAE

# GECONEM : Comment Gérer Collectivement la résistance variétale face aux populations de Nématodes à kyste de la pomme de terre ?

Appel à projets 2018 CASDAR « Semences et sélection végétale » :  
durée : 42 mois + 12 mois (2019-2023)

L'item I des thèmes prioritaires de l'AO pour les **projets de recherche appliquée** (proposer des solutions variétales et des semences et plants pour **réduire la dépendance aux produits phytopharmaceutiques**, en répondant aux **attentes des marchés**)

Organisme chef de file : INRAE UMR IGEPP

Chef de projet : MC KERLAN



# Un consortium qui regroupe les différents acteurs des filières « Pomme de terre » et pour la première fois des chercheurs en sciences de gestion

Instance réglementaire / Recherche publique / Recherche privée / 2 ITA  
1 coopérative / les sélectionneurs



ACVNPT

Association de Créateurs de Variétés Nouvelles de Pommes de Terre



## Etat des lieux- contexte

- *Globodera pallida* et *G. rostochiensis* : Parasites de 40aine (Plant Health Law Regulation (EU) 2016/2031 et Commission Implementing Regulation (EU) 2019/2072:quarantine list)

### ➤ Lutte obligatoire

- Des surfaces reconnues infestées par *G. pallida* et *G. rostochiensis* de plus en plus importantes (**720 ha en 2016**, données DGAL)
- Nématicides : les molécules efficaces sont interdites ou réglementées
- Des variétés résistantes / CTPS

note de résistance  $\geq 7$

- La France : 3ème producteur de pomme de terre européen a une situation sanitaire encore préservée... mais soyons vigilant

# Les nématodes à kyste : 2 espèces à gérer simultanément

## ***G. rostochiensis* : Nb variétés résistantes possédant le gène *H1* (*S. andigena*)**

- Déploiement intensif de la source « *S. andigena* » : des situations contrastées  
H1 tjs efficace, H1 contourné, Remplacement *G. rostochiensis* par *G. pallida*

# Les nématodes à kyste : 2 espèces à gérer simultanément

## ***G. rostochiensis* : Nb variétés résistantes possédant le gène H1 (*S. andigena*)**

- Déploiement intensif de la source « *S. andigena* » : des situations contrastées  
H1 tjs efficace, H1 contourné, Remplacement *G. rostochiensis* par *G. pallida*

## ***G. pallida* : peu de variétés résistantes, toutes issues de la source *S. vernei* (*GpaVvrn*) et présentant de la résistance partielle**

- Déploiement intensif de la résistance « *S. vernei* » : **Apparition de populations virulentes au champs : situation inquiétante**



# Les nématodes à kyste : 2 espèces à gérer simultanément

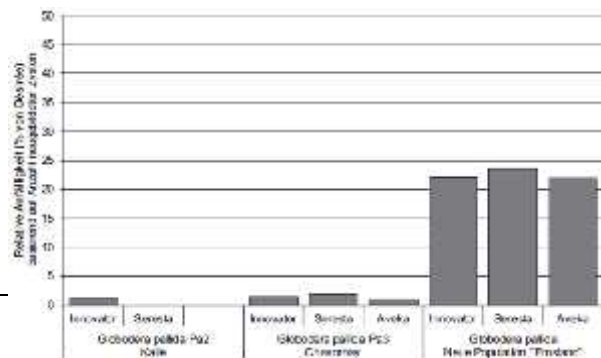
## *G. rostochiensis* : Nb variétés résistantes possédant le gène *H1* (*S. andigena*)

- Déploiement intensif de la source « *S. andigena* » : des situations contrastées  
H1 très efficace, H1 contourné, Remplacement *G. rostochiensis* par *G. pallida*

## *G. pallida* : peu de variétés résistantes, toutes issues de la source *S. vernei* (*GpaVvrn*) et présentant de la résistance partielle

- Déploiement intensif de la résistance « *S. vernei* » : **Apparition de populations virulentes au champs : situation nouvelle et inquiétante**

### Au champ : Niere *et al* 2014, Mwangi *et al* 2019



### Au laboratoire



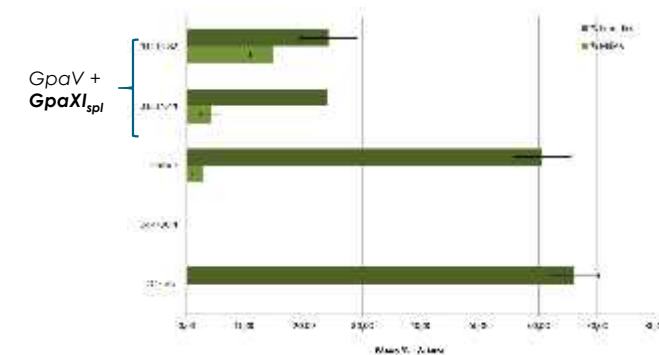
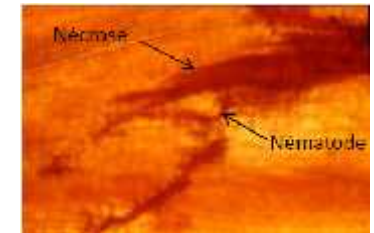
# Des ressources génétiques originales identifiées dans le CRB BrACySol



*G. pallida* : *S. sparsipilum*, une nouvelle source de résistance prometteuse qui possède 2 QTL ( $GpaV_{spl}$  et  $GpaXI_{spl}$ )

La présence du QTL à effet faible  $GpaXI_{spl}$  modifie le mécanisme de résistance (Caromel *et al.* 2005)

Les associations  $GpaV$  +  $GpaXI_{spl}$  contrôlent les populations virulentes sélectionnées au laboratoire sur la source « *S. vernei* » (Kerlan *et al.* 2016 – AO Casdar C-2011-03 AQR GPA).





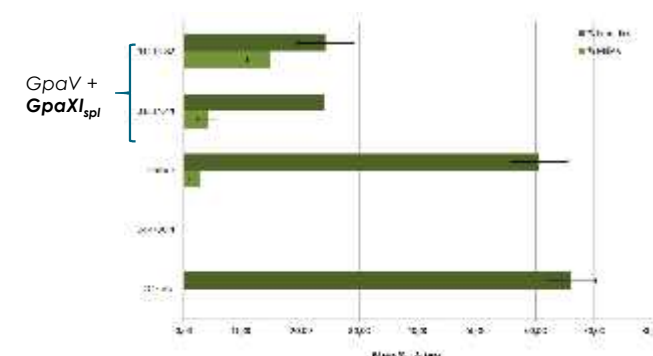
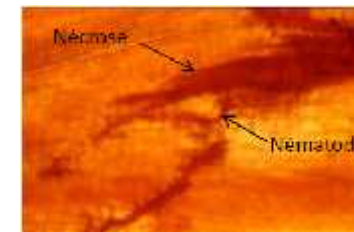
# Des ressources génétiques originales identifiées dans le CRB BrACySol



*G. pallida* : *S. sparsipilum*, une nouvelle source de résistance prometteuse qui possède 2 QTL ( $GpaV_{spl}$  et  $GpaXI_{spl}$ )

La présence du QTL à effet faible  $GpaXI_{spl}$  modifie le mécanisme de résistance (Caromel *et al.* 2005)

Les associations  $GpaV$  +  $GpaXI_{spl}$  contrôlent les populations virulentes sélectionnées au laboratoire sur la source « *S. vernei* » (Kerlan *et al.* 2016 – AO Casdar C-2011-03 AQR GPA).



## Deux pistes de travail

- Créer du Matériel à partir de *S. sparsipilum*
- Associer le  $GpaXI_{spl}$  à du matériel végétal déjà existant et résistant à *G. pallida* ou /et *G. rostochiensis*

## GECONEM : 3 Questions

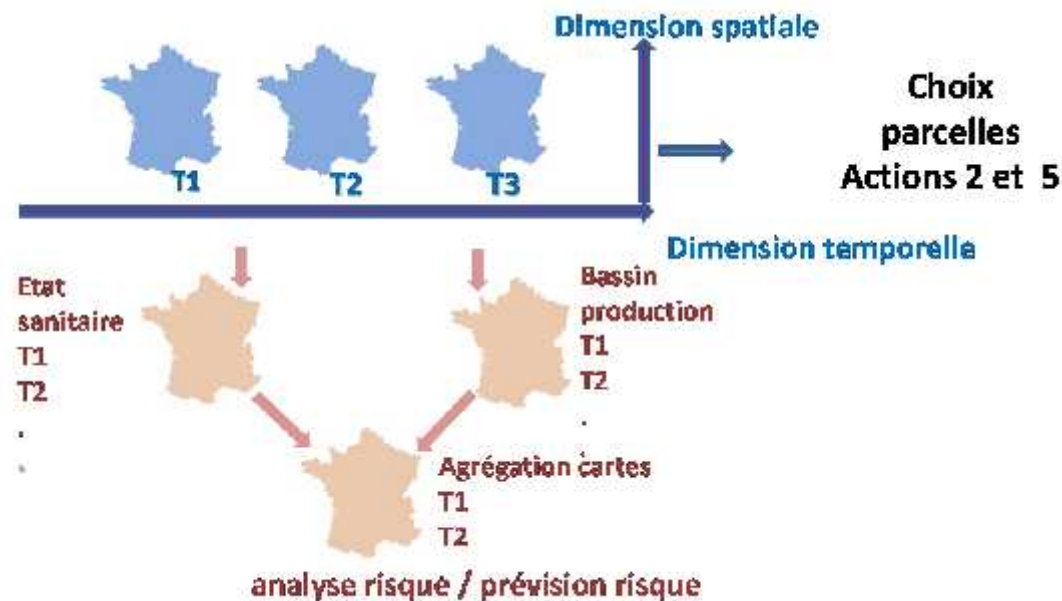
1. Est-ce que des populations virulentes existent sur le territoire français ?
2. Comment s'organiser pour gérer durablement la résistance de la pomme de terre aux nématodes ?
3. Quelles sont les solutions génétiques à mettre en place face à ce type de populations ?

→ **5 actions**

# 1. Epidémiologie et état des lieux de la présence de *Globodera pallida* et/ou *G. rostochiensis* sur le territoire français

## Les objectifs :

- **Agréger les connaissances et données** : DGAI/SRAI/LNR (plan de surveillance), FN3PT/OP (tests pré-implantatoires),
- Réalisation de cartographies de présence / Comparaison dans le temps et dans l'espace



## 2. Caractérisation du niveau de virulence des populations de Globodera

1- Echantillonnage sur parcelles  
(d'après données Action 1)



2- Extraction et tri des kystes



*G. pallida* ou  
*G. rostochiensis* ?

Population  
virulente ?

3 – Identification de l'espèce

Identification spécifique par test PCR temps réel sur l'ADN  
extrait des larves selon Gamel *et al.*, 2017 (standard OEPP)



4 – Caractérisation de la virulence par bio-tests



Dispositif « Foot »



Nb de femelles  
formées



Contenu larvaire

Résistance vis-à-vis de :	Variétés
- <i>G. rostochiensis</i>	Europa
- <i>G. pallida</i>	Ildeder et Innovator
- <i>G. pallida</i> & <i>G. rostochiensis</i>	Stronga et Florijn
Témoin sensible	Désirée

### 3. Analyse des stratégies individuelles et collectives et identification de nouveaux modes de gestion durable des résistances

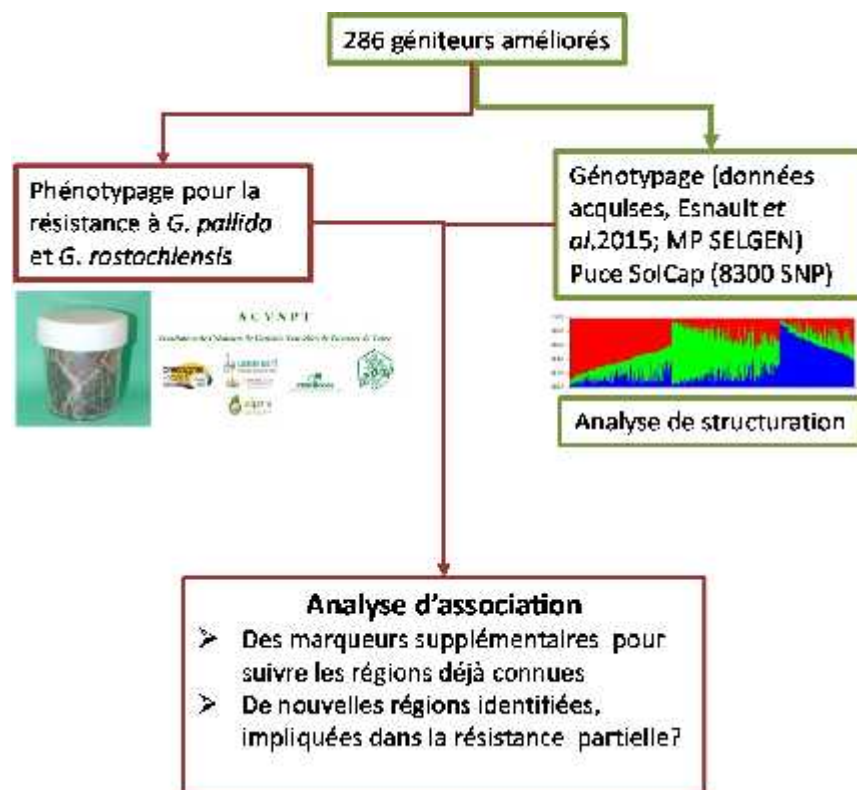


#### Deux objectifs:

1. identifier les **acteurs-clefs** pour une gestion durable des variétés résistantes ainsi que **leurs stratégies existantes** de gestion des maladies de la pomme de terre à l'échelle **d'une filière**, d'un **territoire**, et **nationale** ;
2. **co-construire** avec les parties prenantes identifiées de **nouvelles modalités** de gestion collective des résistances aux nématodes.

## 4. Développement de marqueurs moléculaires associés à des facteurs de résistance à *G. pallida* et *G. rostochiensis*

### ➤ Une approche de génétique d'association





## 5. Caractérisation phénotypique du matériel végétal multi-résistant



**Le matériel végétal :** Du matériel qui associe le QTL **GpaXI<sub>spl</sub>** à du matériel végétal déjà existant et résistant à *G. pallida* ou /et *G. rostochiensis*



### Objectifs :

1. Vérifier l'aptitude à contrôler les populations françaises de *Globodera*
2. Appréhender la durabilité de ce matériel
3. Valider sa capacité opérationnelle

## 5. Caractérisation phénotypique du matériel végétal multi-résistant

**Le matériel végétal :** Du matériel qui associe le QTL **GpaXI<sub>spl</sub>** à du matériel végétal déjà existant et résistant à *G. pallida* ou /et *G. rostochiensis*

### Objectifs :

1. Vérifier l'aptitude à contrôler les populations françaises de *Globodera*
2. Appréhender la durabilité de ce matériel
3. Valider sa capacité opérationnelle

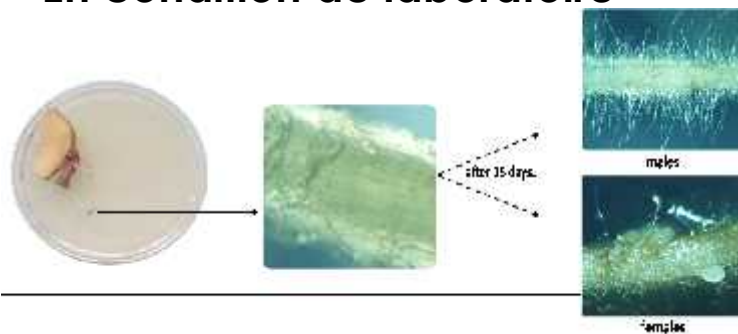
### Populations de nématodes :

Populations prélevées en parcelle

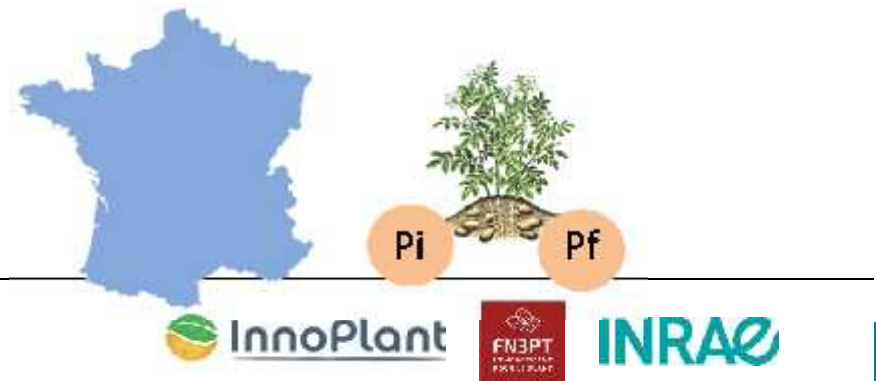
Populations issues des processus de sélection / *G. pallida*

Set de populations représentant la diversité de *G. pallida* et *G. rostochiensis*

#### ➤ En condition de laboratoire



#### ➤ En condition d'infestation naturelle



## Les sorties attendues

1. Une description de **l'état sanitaire** du territoire français et de son évolution pour prédire les risques et proposer une gestion optimisée
2. Une caractérisation du **niveau de virulence** des populations
3. Des **marqueurs moléculaires** pour cibler les facteurs de résistance plus efficacement et plus précocement dans les schémas de sélection
4. Mise à disposition **de matériel original efficace** ( double résistant et avec un fort potentiel de durabilité) aux sélectionneurs
5. Meilleure coordination entre les différents acteurs des filières et des **pistes concrètes de gestion collective** des résistances

## Premiers acquis en 2019-2020

- Choix des foyers à échantillonner
- Analyses des premiers prélèvements en cours pour l'identification des espèces présentes
- Analyse d'une filière: la pomme de terre primeur de Noirmoutier

Mise en évidence non pas un commun mais un enchevêtrement de communs

- Premières analyses GWAS : identification des SNPs dans les zones d'intérêt.
- Identification de Génotypes  $GpaV_{vrn}$  +  $GpaXI_{spl}$  qui contrôlent une large diversité de populations de nématodes ainsi que les populations virulentes sélectionnées au laboratoire.

## Un consortium de plus de 30 personnes



### UMR IGEP

Fournet S. Montary J.  
Grenier E.  
Piriou C  
Renault L

Folcher L.  
Garcia N.  
Ollivier F.

Le Roux A.C.  
Neveux M.S.  
Le Hingrat Y.  
Gobert V.

Aurousseau F.  
Abiven J.M.  
Barbary A.  
Joly-Lairy G.  
Mabire C.  
Saubeau G.  
Viguie C.

Esnault F.  
Pellé R.  
Cann M.P.  
Dantec M.A.  
Mear D.



Szilvazi S.

Marhadour S.  
Prodhomme C.



El Hage F.  
Brunisholz F.  
Gravouelle J.M.

### UMR SADPT



Berthet E.  
Coleno F.



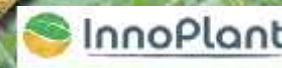
Debrock V.





*Vers une pomme de terre sans phytos ?  
Défis et enjeux pour la recherche et les filières*

3ème Carrefour Plant de Pomme de Terre  
organisé par l'UMT INNOPLANT<sup>2</sup>  
les 14-15 octobre 2020, Paris



**Merci de votre attention !**