

PROJET CASDAR GECONEM

GÉRER LA RÉSISTANCE AUX NÉMATODES À KYSTE

Geconem est un projet qui vise à étudier la possibilité de gérer collectivement et durablement les résistances vis-à-vis des nématodes à kyste de la pomme de terre.



Les nématodes à kyste *Globodera pallida* et *rostochiensis*, espèces classées de quarantaine, sont des ravageurs importants de la pomme de terre.

Le projet Geconem combine des analyses d'épidémiologie de surveillance du territoire des nématodes à kyste et de caractérisation du niveau de virulence avec le développement (caractérisation phénotypique et génotypique) de nouvelles constructions génétiques pouvant remplacer les variétés actuelles et contrôler une diversité étendue de populations. Pour atteindre cet objectif, le projet s'appuie sur l'analyse des stratégies collectives et individuelles de gestion des nématodes mises en œuvre à différentes échelles.

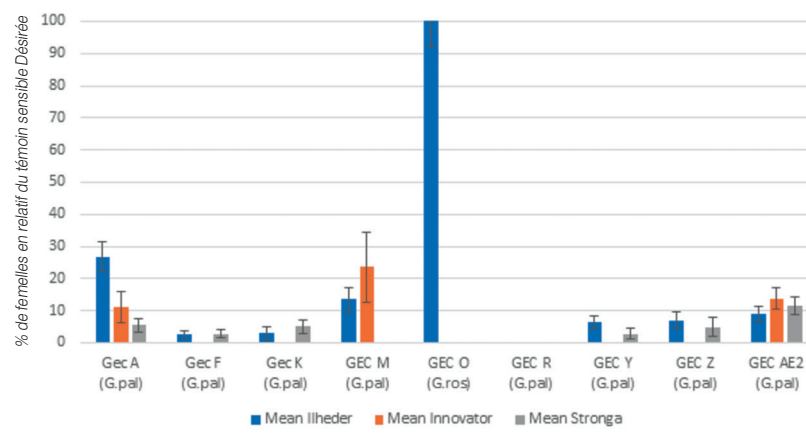
LA FILIÈRE FRANÇAISE ALERTÉE

Les nématodes à kyste *Globodera pallida* et *rostochiensis*, espèces classées de quarantaine, sont des ravageurs importants de la pomme de terre. La

découverte de populations virulentes, consécutive à l'utilisation non raisonnée de variétés résistantes dans le nord de l'Europe, alerte la filière française. En effet, la majorité des variétés inscrites au catalogue européen est issue de la source *Solanum vernei*, la résistance étant conférée par un facteur génétique cartographié sur le chromosome V (QTL¹ *GpaV_{vrn}*). Il est donc urgent de trouver collectivement des solutions pour préserver cette source de résistance et la qualité sanitaire du territoire national. Le projet Casdar Geconem (2019-2023), financé par le ministère de l'Agriculture et porté par l'Inrae (UMR Igepp), associe l'Anses, la DGAL, les SRAL, les deux instituts techniques Inov3PT et Arvalis Institut du végétal, les sélectionneurs français regroupés au sein de l'ACVNPT², ainsi

que la Coopérative de Noirmoutier. Il implique pour la première fois des spécialistes en science de gestion. Le projet a généré une synthèse historique de la surveillance du territoire français vis-à-vis des deux nématodes à kyste sur une période de vingt ans (2000 à 2020). Les données sont issues de celles de surveillance et de surfaces de production des filières pomme de terre (du registre parcellaire graphique, d'Agreste ou mises à disposition par FN3PT). L'absence de détection est également prise en compte pour mieux appréhender l'évolution de l'état sanitaire. Une carte interactive, à usage exclusif du consortium Geconem, permet de consulter cette synthèse à l'échelle de la commune et de constater que les contaminations sont contenues

Figure 1. CARACTÉRISATION DE LA VIRULENCE DES POPULATIONS DE GLOBODERA

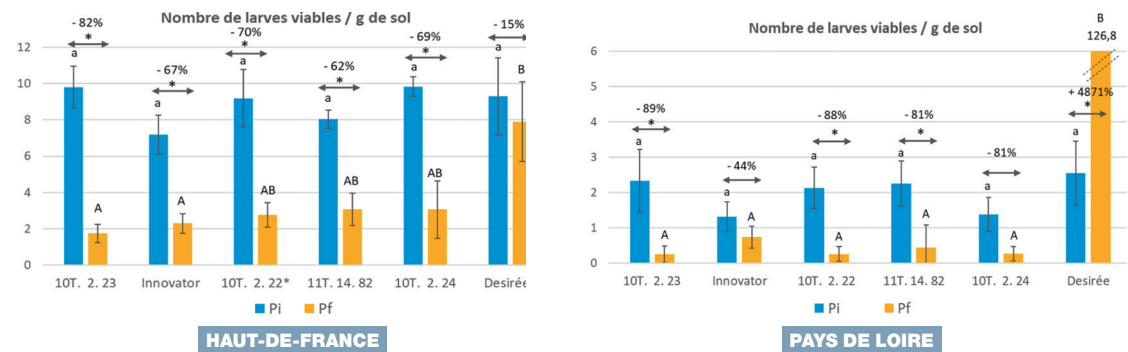


à certaines zones du territoire et ne se sont pas étendues de façon significative ces vingt dernières années.

DES ZONES À SURVEILLER

Une liste de foyers répertoriés en France a été mise à disposition par la DGAL sur la base des critères suivants : l'ancienneté du foyer, l'espèce détectée, le taux de contamination, la date de la dernière culture de pomme de terre, les variétés cultivées dans les rotations en privilégiant les parcelles ayant reçu des variétés avec un certain niveau de résistance et les apports extérieurs sur la parcelle (retours de terre, boues, etc.). Sur les 34 populations de nématodes récupérées, 50 % n'ont pu être analysées, les kystes n'étant pas assez nombreux ou vides. Les espèces de *Globodera* ont été identifiées par tests PCR temps réel multiplexe (Gamel *et al.* 2017). Sur les 17 populations restantes, 2 appartiennent à l'espèce *G. rostochiensis* et 15 à *G. pallida*. Leur virulence a été caractérisée par bio-tests, en évaluant leur capacité à se multiplier ou non sur cinq variétés de pomme de terre résistantes à l'une ou l'autre des deux espèces, ou aux deux, et en les comparant avec le taux de multiplication obtenu sur la variété témoin sensible **Désirée**. Aucune population virulente n'a été identifiée. Deux populations de *G. pallida* sont à surveiller, avec un pourcentage de femelles exprimé en pourcentage rela-

Figure 2. EFFET DES GÉNOTYPES SUR LES LARVES VIABLES



Évolution du pourcentage de larves viables avant et après culture de clones associant les combinaisons $GpaV_{vrn} + GpaX_{Ispl}$ sur Innovator témoin $GpaV_{vrn}$ et Désirée témoin sensible. Essais réalisés en parcelles contaminées.

tif par rapport au nombre de femelles sur la variété sensible supérieur à 20 % quand elles sont testées sur les variétés **lledher** (population Gec A) ou **Innovator** (Gec M). La population Gec O est avirulente, lledher n'étant pas résistante à *G. rostochiensis* (voir Figure 1).

DES CONSTRUCTIONS GÉNÉTIQUES ORIGINALES

Disposer le plus rapidement possible de nouvelles variétés pouvant contrôler les populations virulentes est un enjeu stratégique pour la filière. Geconem a permis de tester l'efficacité d'une nouvelle association entre le QTL $GpaV_{vrn}$ et le QTL $GpaX_{Ispl}$ identifié chez la source de résistance *S. sparsipilum*. Cette combinaison de QTL provoque une réaction précoce de la plante en bloquant les larves

juste après pénétration (un acquis du précédent projet Casdar AQRGpa, 2011-2014). Geconem montre que cette association $GpaV_{vrn} + GpaX_{Ispl}$ contrôle une large diversité de populations de nématodes, y compris la population virulente identifiée dans le nord de l'Europe et des populations sélectionnées au laboratoire par Fournet *et al.*, 2013. Il montre également que cette association est efficace en gestion de foyers de *G. pallida* non virulents en conditions naturelles. On observe une diminution du taux de contamination (en J2/g de sol) avec les génotypes $GpaV_{vrn} + GpaX_{Ispl}$ et avec la variété résistante **Innovator**. Ces baisses varient de 40 à 90 % selon le site. Les génotypes $GpaV_{vrn} + GpaX_{Ispl}$ sont majoritairement plus efficaces que la variété résistante (voir Figure 2).



Il est urgent de trouver des solutions pour préserver la source de résistance et la qualité sanitaire du territoire national.

V3-MANUPAL
CAISSERIE | PALETTÉRIE
Palox de 1,2 à 2 tonnes
Présent à **POTATO EUROPE**
Stand C 133
QUALITY BELGIUM 100%

www.palox.be - palette@v3-manupal.be
Rue du Parc Industriel, 33 Belgique 5590 Achêne +32 (0)83 23 17 87

NORD ÉQUIPEMENT FERMETURES
FABRICANT & INSTALLATEUR

Expert de la fermeture, nous vous accompagnons dans toutes les étapes de votre projet, de la conception à la pose. Alliant qualité, fiabilité et esthétique, les produits que nous proposons sont performants et répondent au mieux à vos besoins au quotidien.

Tél : 03 21 27 91 13 Mail : nef2@wanadoo.fr


DES MARQUEURS MOLÉCULAIRES POUR LES SÉLECTIONNEURS

Geconem avait également pour objectif de développer de nouveaux outils moléculaires utilisables par les sélectionneurs. Par une approche de génétique d'association génome complet sur un panel de géniteurs Inrae, des régions génomiques déjà caractérisées. Des sets de marqueurs SNP (Single Nucleotide Polymorphism, en français polymorphisme d'un seul nucléotide) associés au QTL connu *GpaV_{vrn}* et au QTL nouvellement identifié dans notre matériel et cartographié sur le chromosome 9 ont été définis, validés et transférés aux parte-


Figure 3. RÉGLEMENTATION ET LEVIERS D'ACTION EN CAS D'INFESTATION

En cas de détection de nématodes
(= analyses officielles positives)

→ **Obligation de mesures de gestion...**



... sur la parcelle contaminée



Formelles de *G. pallida* sur racines de pomme de terre (EINRAE)

- ✓ **Aucune plantation** de pomme de terre destinée à la **production de plants**.
- ✓ **Plantation possible par dérogation** du SRAL de **variétés résistantes** destinées à la consommation (note 8 ou 9), en respectant une rotation adaptée. Obligation d'analyse, à la récolte des pommes de terre, pour commercialisation.
- ✓ **Destruction mécanique ou chimique des repousses** de pomme de terre.
- ✓ **Nettoyage du matériel** afin d'enlever la terre et les débris végétaux, avant ou immédiatement après avoir quitté la parcelle.
- ✓ **Nouvelle analyse au terme de 6 ans**
 - ✓ si négative, levée des mesures de gestion de foyer
 - ✓ si positive, poursuite des mesures et nouvelle analyse sous 3 ans.



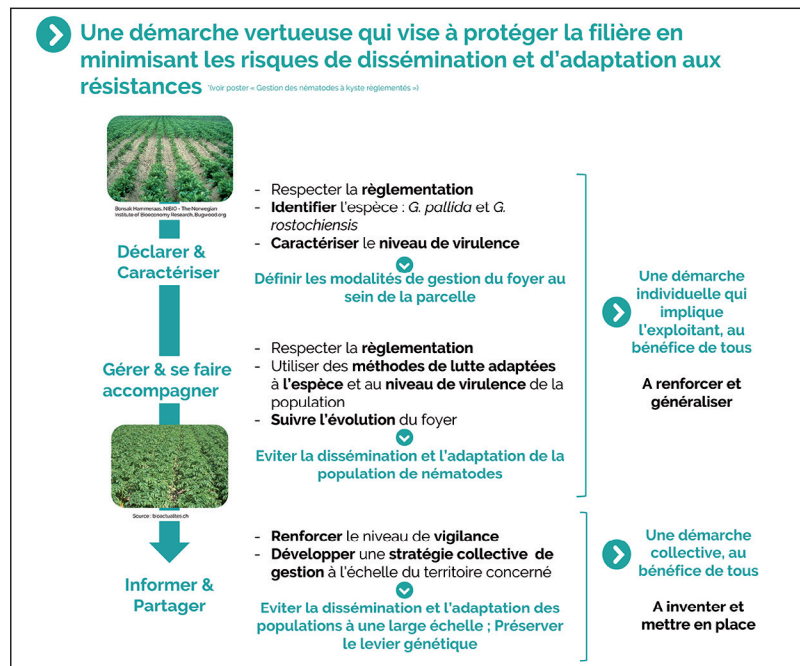
... sur les pommes de terre issues de la parcelle contaminée

Formelles de *G. pallida* sur tubercules de pomme de terre (EINRAE)

1. **Pas de plantation possible des tubercules issus de la parcelle**
2. **Devenir de la récolte issue de la parcelle** (au choix)
 - **Transformation en site industriel** ou en **entreprise de triage agréés**. Agrément par le SRAL de la procédure d'élimination des déchets, notamment pour les résidus de terre.
 - **Décontamination des tubercules par lavage ou broyage**, avec procédure d'élimination des résidus de terre, et analyse des tubercules avant commercialisation.
 - **Destruction du lot**: incinération; centre d'enfouissement technique; méthanisation.

Référence réglementaire : Règlement d'exécution (UE) 2022/1192 de la Commission du 11 juillet 2022 établissant des mesures destinées à éradiquer *Globodera pallida* (Stone) Behrens et *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens et à prévenir leur propagation

Figure 4. CONDUITE À TENIR ET PRINCIPAUX ACTEURS



naires du projet. Ce travail a été réalisé en partie par Julien Leuenberger, doctorant Cifre, financé par l'ACVNPT.

UN SUJET À PARTAGER

À l'échelle d'une structure, l'analyse des stratégies mises en place par la Coopérative agricole de Noirmoutier montre qu'il n'y avait non pas un seul bien commun, mais un enchevêtrement de communs : le calendrier de production, l'image de marque de la pomme de terre de primeur, l'irrigation, le foncier et la pression parasitaire. À cette liste s'ajoutait de fait l'utilisation des moyens de contrôle et en particulier des résistances aux nématodes. À l'échelle d'une région (les Hauts-de-France), il est apparu que le sujet était peu partagé, avec une méconnaissance de la réglementation. Un atelier regroupant les acteurs régionaux et nationaux, publics et privés, scientifiques et économiques, a permis de partager les attentes, inquiétudes et connaissances récentes en matière de gestion des nématodes à

kyste de la pomme de terre. La possibilité de mettre en place un dispositif de gestion collective, fondé sur un meilleur partage de l'information, a également été discuté.

Trois posters, présentant la réglementation et leviers d'actions en cas d'infestation (voir **Figure 3**), la conduite à tenir et principaux acteurs (voir **Figure 4**), ainsi que le levier génétique, ont été réalisés et expliqués aux agriculteurs de la Coopérative de Noirmoutier, ainsi que lors des rencontres techniques de Villers-Saint-Christophe (Aisne) de 2023.

Le projet Geconem se poursuit via le projet européen NemEmerge (2024-2027). Ce dernier va permettre d'identifier les facteurs impliqués dans la virulence et d'identifier des marqueurs moléculaires associés à la source *S. sparsipilum*. /

MARIE-CLAIRE KERLAN, INRAE

¹ QTL : *quantitative trait loci*, ou locus de caractères quantitatifs (LCQ).

² ACVNPT : *Association de créateurs de variétés nouvelles de pomme de terre*.