

anses

agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



Connaître, évaluer, protéger

Utilisation de variétés résistantes de pommes de terre dans des champs contaminés par des nématodes à kyste (*Globodera spp.*)

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

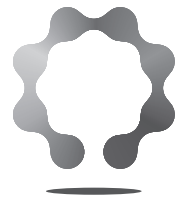
Mars 2016

Édition scientifique



anses

agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



Connaître, évaluer, protéger

Utilisation de variétés résistantes de pommes de terre dans des champs contaminés par des nématodes à kyste *(Globodera spp.)*

Avis de l'Anses

Rapport d'expertise collective

Mars 2016

Édition scientifique

Direction générale

Maisons-Alfort, le 30 mars 2016,

AVIS

de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

relatif à « Demande d'avis relatif à l'utilisation de variétés résistantes de pommes de terre dans des champs contaminés par des nématodes à kyste (*Globodera* spp.) »

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont rendus publics.

L'Anses a été saisie le 25 novembre 2015 par la DGAI pour la réalisation de l'expertise suivante : Demande d'avis relatif à l'utilisation de variétés résistantes de pommes de terre dans des champs contaminés par des nématodes à kyste (*Globodera* spp.).

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

1.1. Contexte

La réglementation phytosanitaire relative aux nématodes à kyste (arrêté du 28 juin 2010) autorise l'utilisation de variétés résistantes dans un champ contaminé par des nématodes à kyste après 3 années d'absence de culture de pommes de terre et ce, à condition que l'analyse nématologique soit négative. Dans ce cas la variété doit avoir une note de résistance minimale de 7, cette note étant obtenue à l'issue des tests de résistance dont le protocole est imposé par la directive européenne 2007/33/CE.

A ce jour, aucune liste de variétés n'a été publiée en France. Dans cet objectif, les professionnels ont fait parvenir à la DGAL une étude d'ARVALIS et des éléments sur les résistances des variétés avec, notamment une méthodologie pour sélectionner les variétés résistantes, y compris d'origine étrangère, à implanter dans un champ contaminé.

En première analyse, il est intéressant de constater que la rotation, les plantes pièges et l'utilisation de variétés résistantes permettent de diminuer les populations de nématodes à kyste. Il faut cependant rester vigilant puisque cette même étude montre que la mise en place de la variété

résistante à *Globodera pallida* (variété innovator) dans un champ contaminé par *Globodera rostochiensis* a multiplié par 86 la population de *Globodera rostochiensis*.

1.2. Objet de la saisine

Il est attendu de cette expertise de :

- déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés en France afin d'être éligible et utilisée comme variété résistante,
- préciser la note de résistance pour les variétés françaises indiquées résistantes par le GEVES,
- déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés dans un pays de l'Union européenne afin d'être éligible et utilisée comme variété résistante,
- évaluer la possibilité d'utiliser une variété résistante à une espèce et pas à l'autre et les exigences analytiques supplémentaires à mettre en place afin de garantir une bonne connaissance des populations de nématodes à kyste présentes dans un champ contaminé,
- évaluer les propositions d'utilisation des variétés résistantes des professionnels et, si nécessaire, proposer d'autres conditions d'utilisation au regard de cette expertise.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) » avec pour objectif le respect des points suivants : compétence, indépendance, transparence, traçabilité.

L'Anses a confié au CES « Risques biologiques pour la santé des végétaux » l'instruction de cette saisine. Les travaux d'expertise ont été soumis au CES. Le rapport produit par le rapporteur tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

La version finale du rapport a été présentée au CES pour discussion, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont rendues publiques *via* le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES

3.1. Analyse des attendus de l'expertise

Les principales conclusions de l'analyse sont extraites du rapport d'expertise.

3.1.1. Déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés en France afin d'être éligible et utilisable comme variété résistante.

Dans le contexte de la dérogation autorisant l'utilisation de variétés résistantes dans des parcelles déclarées contaminées, l'objectif est d'assainir la parcelle.

Il est donc indispensable d'utiliser des variétés résistantes qui ne multiplient pas la population de nématode. Ainsi, pour définir la note minimale appropriée, il semble nécessaire de relier la note de résistance de la variété de pomme de terre au taux de multiplication de la population du parasite. Comme la note de résistance correspond à la sensibilité relative par rapport à un témoin sensible (la variété « Désirée »), la relation entre sensibilité relative et taux de multiplication (Pf/Pi) dépendra du taux de multiplication mesuré sur « Désirée ».

Théoriquement, dès lors que le taux de multiplication est supérieur à 1, c'est-à-dire qu'un kyste de la population initiale (Pi) va produire plus d'un kyste en population finale (Pf), la variété multiplie la population de nématode.

En pratique, i) le nombre de larves par kyste peut être plus faible lorsque les kystes sont issus d'une variété résistante par rapport à ceux issus d'une variété sensible, et ii) ceci ne prend pas en compte le déclin naturel des populations de nématode à kyste. Les variétés avec une note de 7 ne sont donc pas considérées comme multiplicatrices des populations.

Néanmoins, comme une note de 7 ne garantit pas systématiquement la non-multiplication des populations de nématode, les variétés présentant des notes de 8 et de 9 sont à privilégier puisqu'elles assureront un assainissement de la parcelle plus efficace.

Par conséquent, l'article 12 de l'Arrêté du 28 juin 2010 qui autorise la plantation dans des parcelles contaminées de variétés résistantes dotées du niveau maximal disponible et *a minima* d'une note de résistance de 7, est adapté.

3.1.2. Préciser la note de résistance pour les variétés françaises indiquées résistantes par le GEVES.

La note de résistance des variétés est déterminée lors de leur l'inscription mais n'est pas indiquée sur le catalogue officiel français. Les variétés sont indiquées « sensible », « assez résistante » ou « résistante ». A ce jour, seules des variétés « sensibles » et « résistantes » vis-à-vis du pathotype Pa2/3¹ ont été inscrites au catalogue, c'est-à-dire qu'aucune variété « assez résistante » n'a été inscrite. La section pomme de terre du CTPS² ne prend en considération que les notes égales ou supérieures à 7 pour indiquer qu'une variété est résistante.

La correspondance est la suivante :

Note de résistance	Niveau de résistance (indiqué sur le catalogue)
8 et 9	Résistante
7	Assez résistante
de 1 à 6	Sensible

¹ Le pathotype Pa2/3 représente le continuum des pathotypes Pa2 et Pa3 qui sont liés à l'espèce *Globodera pallida*

² CTPS : Comité Technique Permanent de la Sélection des plantes cultivées

Afin de lever l'ambiguïté dans la dénomination de la résistance d'une variété de pomme de terre, un tel tableau de correspondance, entre la notation du niveau de résistance de la variété et la dénomination de ce niveau, pourrait être présenté dans le catalogue français.

3.1.3. Déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés dans un pays de l'Union européenne afin d'être éligible et utilisable comme variété résistante.

Les notes de résistance obtenues sur différentes variétés de pomme de terre par différents laboratoires européens dans le cadre d'un test inter-laboratoires semblent globalement fiables. Il n'y a donc aucune raison de déterminer une autre note minimale que celle adoptée par la France.

En revanche, le choix des variétés à utiliser en France, qui sont inscrites dans un autre Etat membre de l'Union européenne, doit se faire sur les notes de résistance face à Ro1 pour *G. rostochiensis* et face à Pa3 pour *G. pallida*, c'est-à-dire les seuls pathotypes présents actuellement sur le territoire national.

3.1.4. Evaluer la possibilité d'utiliser une variété résistante à une espèce et pas à l'autre et les exigences analytiques supplémentaires à mettre en place afin de garantir une bonne connaissance des populations de nématodes à kyste présentes dans un champ contaminé.

Les analyses réglementaires doivent identifier l'espèce. Il convient donc d'utiliser des variétés résistantes ciblant l'espèce (ou les espèces) présente(s). Cependant, l'utilisation de variétés résistantes à *G. rostochiensis* a abouti dans certaines populations au remplacement de *G. rostochiensis* par *G. pallida* en une décennie.

A l'inverse, lors d'évolutions expérimentales (c'est-à-dire la sélection récurrente sur un même génotype hôte) menées au laboratoire, la confrontation d'une population de *G. pallida* à la résistance de la variété « lledher » a abouti à la sélection de *G. rostochiensis* qui était présent en très petite quantité dans la population initiale. Il est donc important de continuer à sélectionner des variétés résistantes aussi bien à *G. rostochiensis* qu'à *G. pallida*.

3.1.5. Evaluer les propositions d'utilisation des variétés résistantes des professionnels et, si nécessaire, proposer d'autres conditions d'utilisation au regard de la présente expertise.

Comme indiqué précédemment, lorsqu'une parcelle est déclarée contaminée, il faut privilégier l'utilisation de variétés résistantes avec des notes de 8 ou 9 (et *a minima* avec une note de 7) face à l'espèce présente dans la parcelle (variétés inscrites au catalogue français ou dans d'autres catalogues européens).

Il convient également d'alterner les variétés résistantes, et idéalement des variétés présentant des gènes de résistance différents ou, *a minima*, des fonds génétiques différents, pour éviter les contournements (l'adaptation étant possible), et d'intégrer dans l'alternance une variété présentant une résistance aux deux espèces pour éviter le remplacement d'une espèce par une autre.

L'utilisation de plantes pièges (ou plantes de service) dont la date de récolte est antérieure à l'arrivée à maturité des femelles des nématodes est aussi un bon moyen d'assainir la parcelle. Une plante de service sert à déclencher l'éclosion des kystes. Il faut donc laisser la plante assez longtemps pour faire éclore un maximum de kystes, mais pas trop longtemps pour que de nouveaux kystes soient formés, c'est-à-dire environ 5-6 semaines. Cette durée peut varier selon la région. L'expérience montre que des conditions météorologiques défavorables empêchent la

récolte précoce et que la population de nématode est multipliée. Il est donc préférable d'utiliser des plantes de service qui sont résistantes face à l'espèce de nématode ciblée.

Dans tous les cas les mesures dérogatoires décrites dans l'article 12 de l'Arrêté du 28 juin 2010 doivent être appliquées sous la supervision du SRPV³.

3.2. Conclusions

Les principales propositions sont :

- de privilégier l'utilisation de variétés résistantes avec des notes de 8 ou 9 (et *a minima* avec une note de 7) face à l'espèce présente dans la parcelle ;
- d'alterner les variétés résistantes (présentant idéalement des gènes de résistance différents, ou *a minima* des fonds génétiques différents) afin d'éviter l'adaptation des populations de nématodes ;
- d'inclure dans cette alternance des variétés résistantes aux deux espèces de nématodes (*G. pallida* et *G. rostochiensis*) afin d'éviter le remplacement d'une espèce par l'autre ;
- de privilégier l'utilisation de plantes de service résistantes plutôt que sensibles.

Dans tous les cas, les mesures dérogatoires décrites dans l'article 12 de l'Arrêté du 28 juin 2010 doivent être appliquées sous la supervision du SRPV.

Comme le lien entre le niveau de résistance et la note des variétés françaises manque, il est proposé, pour lever l'ambiguïté dans la qualification de la résistance d'une variété de pomme de terre, de faire apparaître dans le catalogue français un tableau de correspondances entre l'appréciation de la résistance et la notation de la résistance des variétés.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail adopte les conclusions du CES.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail recommande d'intégrer dans le catalogue français un tableau de correspondances de l'appréciation de la résistance des variétés de pommes de terre et de la notation de leur résistance.

³ SRPV : Service Régional chargé de la Protection des Végétaux

La Directrice générale suppléante

Caroline Gardette

MOTS-CLES

Globodera pallida, *Globodera rostochiensis*, nématodes à kyste, pomme de terre, résistance aux nématodes à kyste.

Demande d'avis relatif à l'utilisation de variétés résistantes de pommes de terre dans des champs contaminés par des nématodes à kyste (*Globodera* spp.)

Saisine « n° 2015-SA-0242 »

RAPPORT d'expertise collective

« Comité d'experts spécialisé Risques biologiques pour la santé des végétaux »

Mars 2016

Mots clés

Globodera pallida, *Globodera rostochiensis*, nématodes à kyste, pomme de terre, résistance aux nématodes à kyste.

Présentation des intervenants

PRÉAMBULE : Les experts externes, membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

RAPPORTEURS

M. Josselin MONTARRY – Nématologiste – INRA Rennes, Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par le CES suivant :

- CES Risques Biologiques pour la Santé des Végétaux – 30/03/2015

Président

M. Philippe REIGNAULT – Professeur des universités, Université du Littoral Côte d'Opale, Unité de Chimie Environnementale et Interactions sur le Vivant

Membres

M. Claude ALABOUVETTE – Retraité (INRA)

Mme. Marie-Hélène BALESDENT – Chargé de recherche, INRA de Versailles-Grignon, UR BIOlogie et GESTion des Risques en agriculture

M. Philippe CASTAGNONE – Directeur de recherche, INRA PACA, Institut Sophia Agrobiotech

M. Bruno CHAUVEL – Chargé de recherche, INRA de Dijon, UMR Agroécologie

M. Nicolas DESNEUX – Chargé de recherche, INRA PACA, Institut Sophia Agrobiotech

Mme Marie-Laure DESPREZ-LOUSTAU – Directrice de recherche, INRA de Bordeaux, UMR Biodiversité, Gènes & Communautés

M. Abraham ESCOBAR-GUTIERREZ – Chargé de recherche, INRA de Lusignan, UR Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères

M. Laurent GENTZBITTEL – Professeur des universités, École Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement

M. Hervé JACTEL – Directeur de recherche, INRA de Bordeaux, UMR Biodiversité, Gènes & Communautés

M. Thomas LE BOURGEOIS – Directeur de recherche, CIRAD, UMR botAnique et bioInforMatique de l'Architecture des Plantes

M. Xavier NESME – Ingénieur de recherche, INRA, UMR 5557 Écologie microbienne

M. Pierre SILVIE – Chargé de recherche, IRD mis à disposition du CIRAD, CIRAD-PERSYST UPR 115 AïDA (Agroécologie et Intensification Durable des cultures Annuelles)

M. Stéphan STEYER – Attaché scientifique, Centre wallon de Recherches Agronomiques, Département Sciences du Vivant, Unité Biologie des nuisibles et biovigilance

M. Frédéric SUFFERT – Ingénieur de recherche, INRA de Versailles-Grignon, UR BIOlogie et GEstion des Risques en agriculture

Mme Valérie VERDIER – Directrice de recherche, IRD, UMR Résistance des Plantes aux Bioagresseurs

M. Éric VERDIN – Ingénieur de recherche, INRA, Unité de pathologie végétale d'Avignon

M. François VERHEGGEN – Enseignant-chercheur, Université de Liège - Faculté de Gembloux Agro-Bio Tech, Unité Entomologie fonctionnelle et évolutive

M. Thierry WETZEL – Directeur du laboratoire de Virologie Végétale, DLR RHEINPFALZ

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

M. Emmanuel GACHET – Coordinateur scientifique – Anses, Unité Expertise sur les risques biologiques

AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

INRA (Département Santé des plantes et environnement et Département Biologie et amélioration des plantes)

Mme Marie-Claire KERLAN – Généticienne de la pomme de terre – INRA Rennes, Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes

CONTRIBUTIONS EXTÉRIEURES

M. Sylvain FOURNET – Nématologiste – INRA Rennes, Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes

M. Didier MUGNIERY – Nématologiste – Retraité (INRA)

M. Jacques SOYER – GEVES, Secrétaire Technique, Section CTPS Pomme de terre

SOMMAIRE

Présentation des intervenants	3
Sigles et abréviations	6
Liste des figures	6
1 Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine	7
1.1 Contexte	7
1.2 Objet de la saisine	7
1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation	8
1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts	8
2 Analyse du risque lié à l'utilisation de variétés résistantes de pommes de terre	9
2.1 Contexte réglementaire	9
2.2 Cycle de vie et dispersion des nématodes à kyste	10
2.3 Tests de niveaux de résistance	12
2.4 Efficacité des résistances : variabilité dans l'espace et dans le temps	14
2.5 Analyse des attendus de l'expertise	16
2.5.1 Déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés en France afin d'être éligible et utilisable comme variété résistante.....	16
2.5.2 Préciser la note de résistance pour les variétés françaises indiquées résistantes par le GEVES.....	18
2.5.3 Déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés dans un pays de l'Union européenne afin d'être éligible et utilisable comme variété résistante.....	18
2.5.4 Evaluer la possibilité d'utiliser une variété résistante à une espèce et pas à l'autre et les exigences analytiques supplémentaires à mettre en place afin de garantir une bonne connaissance des populations de nématodes à kyste présentes dans un champ contaminé.....	19
2.5.5 Evaluer les propositions d'utilisation des variétés résistantes des professionnels et, si nécessaire, proposer d'autres conditions d'utilisation au regard de la présente expertise.....	19
3 Conclusions	20
4 Bibliographie	21
4.1 Publications	21
4.2 Normes	22
4.3 Législation et réglementation	22
ANNEXES	23
Annexe 1 : Lettre de saisine	24
Annexe 2 : Suivi des actualisations du rapport	26

Sigles et abréviations

CES : Comité d'Experts Spécialisé

CTPS : Comité Technique Permanent de la Sélection des plantes cultivées

GEVES : Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés Et des Semences

OEPP : Organisation Européenne et méditerranéenne pour la Protection des Plantes

ONQ : Organismes Nuisibles de Quarantaine

QTL : Quantitative Trait Loci

SRPV : Service Régional chargé de la Protection des Végétaux

Liste des figures

- Figure 1 : Cycle biologique des nématodes à kyste (Pauline Caster-Picard). _____ 11
- Figure 2 : Structuration génétique de populations de *Globodera tabacum* échantillonnées dans le Sud-Ouest de la France (Alenda *et al.*, 2014). Les populations de *G. tabacum* sont structurées en deux groupes génétiques distincts (cluster A et B) et la répartition géographique des populations assignées à chacun des deux groupes correspond parfaitement à l'organisation de la filière en deux coopératives tabacoles (Tabac Garonne Adour et Midi Tabac). _____ 12
- Figure 3 : Pourcentages d'assignation de populations originaires d'Amérique du Nord, d'Amérique du Sud et d'Europe aux différents clusters génétiques identifiés (Boucher *et al.*, 2013). Les trois populations québécoises de *G. rostochiensis* sont plus proches génétiquement des populations européennes que des populations d'Amérique du Nord. _____ 15
- Figure 4 : Niveau de virulence de lignées de *G. pallida* suite aux essais d'évolution expérimentale (Fournet *et al.*, 2013). Pourcentage de femelles produites après 0 (histogrammes blancs), 5 (histogrammes gris) et 8 générations (histogrammes noirs) sur des génotypes résistants de pomme de terre possédant le QTL $GpaV_{vm}$ et différant par leur fond génétique. _____ 16
- Figure 5 : Relation entre taux de multiplication de la population Chavornay et sensibilité relative des variétés (qui correspond à une note de résistance) pour une multiplication minimale (droite grise basse), moyenne (droite noire) et maximale (droite grise haute) de cette même population sur la variété sensible « Désirée ». A : Pour une sensibilité relative allant jusqu'à 110%. B : Zoom sur les notes de résistance les plus élevées. _____ 17

1 Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine

Le contexte et l'objet de la saisine présentés plus bas reproduisent littéralement le texte de la saisine dont a été saisie l'Agence.

1.1 Contexte

La réglementation phytosanitaire relative aux nématodes à kyste (arrêté du 28 juin 2010) autorise l'utilisation de variétés résistantes dans un champ contaminé par des nématodes à kyste après 3 années d'absence de culture de pommes de terre et ce, à condition que l'analyse nématologique soit négative. Dans ce cas la variété doit avoir une note de résistance minimale de 7, cette note étant obtenue à l'issue des tests de résistance dont le protocole est imposé par la directive européenne 2007/33/CE.

A ce jour, aucune liste de variétés n'a été publiée en France. Dans cet objectif, les professionnels ont fait parvenir à la DGAL une étude d'ARVALIS et des éléments sur les résistances des variétés avec, notamment une méthodologie pour sélectionner les variétés résistantes, y compris d'origine étrangère, à implanter dans un champ contaminé.

En première analyse, il est intéressant de constater que la rotation, les plantes pièges et l'utilisation de variétés résistantes permettent de diminuer les populations de nématodes à kyste. Il faut cependant rester vigilant puisque cette même étude montre que la mise en place de la variété résistante à *Globodera pallida* (variété innovator) dans un champ contaminé par *Globodera rostochiensis* a multiplié par 86 la population de *Globodera rostochiensis*.

1.2 Objet de la saisine

Il est attendu de cette expertise de :

- déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés en France afin d'être éligible et utilisée comme variété résistante,
- préciser la note de résistance pour les variétés françaises indiquées résistantes par le GEVES,
- déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés dans un pays de l'Union européenne afin d'être éligible et utilisée comme variété résistante,
- évaluer la possibilité d'utiliser une variété résistante à une espèce et pas à l'autre et les exigences analytiques supplémentaires à mettre en place afin de garantir une bonne connaissance des populations de nématodes à kyste présentes dans un champ contaminé,
- évaluer les propositions d'utilisation des variétés résistantes des professionnels et, si nécessaire, proposer d'autres conditions d'utilisation au regard de cette expertise.

1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation

L'Anses a confié au CES « Risques biologiques pour la santé des végétaux » l'instruction de cette saisine.

Les travaux d'expertise ont été soumis au CES. Le rapport produit par le rapporteur tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

La version finale du rapport a été présentée au CES pour discussion, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) » avec pour objectif le respect des points suivants : compétence, indépendance, transparence, traçabilité.

Ces travaux sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires.

1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont rendues publiques *via* le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

2 Analyse du risque lié à l'utilisation de variétés résistantes de pommes de terre

2.1 Contexte réglementaire

La réglementation phytosanitaire relative à la lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre, *Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis*, qui sont deux organismes nuisibles de quarantaine (ONQ), est régie par la Directive européenne 2007/33/CE, transcrite dans le droit national avec l'Arrêté français du 28 juin 2010, qui est édité par le ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt.

L'article 1 de l'Arrêté du 28 juin 2010 indique que la lutte contre *G. pallida* et *G. rostochiensis*, du fait de leur classement en ONQ, est obligatoire en tous lieux et de façon permanente sur tout le territoire national.

L'article 7 prévoit que des examens officiels sont nécessaires pour s'assurer qu'aucun nématode à kyste de la pomme de terre n'est détecté dans les parcelles destinées à la production de pomme de terre de semence (plant). L'article 9 indique qu'il y a lieu d'effectuer des enquêtes officielles dans les parcelles utilisées pour la production de pomme de terre de consommation et de transformation. Ainsi les services officiels français analysent chaque année au moins 0,5% de l'ensemble des surfaces de culture de pomme de terre (hors production de plants).

Lorsqu'une parcelle est déclarée contaminée, l'article 11 prévoit qu'aucune pomme de terre n'est plantée, que les repousses doivent être détruites mécaniquement ou chimiquement et que le matériel agricole quittant la parcelle doit être désinfecté et faire l'objet d'un lavage pour ôter la terre.

En dérogation à l'article 11, l'article 12 prévoit que des pommes de terre autres que celles destinées à la production de pomme de terre de semences peuvent être plantées dans une parcelle déclarée contaminée après avis du service régional chargé de la protection des végétaux (SRPV), et à condition : i) qu'elles soient d'une variété résistante dotées du niveau maximal disponible et *a minima* d'une note de résistance de 7, ii) ou qu'elles soient d'une variété de pomme de terre dont la date de récolte est antérieure à l'arrivée à maturité des femelles des nématodes, iii) ou que la parcelle ait fait l'objet d'une désinfection sous la supervision du SRPV.

L'article 15 indique que les parcelles reconnues contaminées sont soumises aux mesures visées à l'article 11 pour une durée initiale de six ans. Cette durée est réduite à trois ans dans le cas de la mise en œuvre d'une désinfection ou de l'utilisation de variétés résistantes ou dont la date de récolte est antérieure à l'arrivée à maturité des femelles, conformément à l'article 12. A l'issue de cette période initiale, un examen de détection (échantillonnage et analyse de sol) est effectué. Lorsque cet examen ne met pas en évidence la présence de nématode à kyste de la pomme de terre, les mesures visées à l'article 11 sont levées. En revanche, lorsque des nématodes à kyste de la pomme de terre sont détectés, les mesures sont prorogées pour une durée de trois ans, et l'ensemble de la procédure est reconduit par période de trois ans tant que les nématodes sont détectés.

Les protocoles officiels d'échantillonnage des parcelles et d'analyses de sols sont identiques entre la Directive européenne (Annexe II) et l'Arrêté français (Annexe III) et indiquent que les analyses de sols doivent aller jusqu'à l'identification de l'espèce de *Globodera* et, le cas échéant, jusqu'à la détermination du pathotype. Il est effectivement important de connaître la population présente dans une parcelle pour mieux lutter contre ces nématodes. Comme il est rappelé dans la saisine, la mise en place de la variété de pomme de terre « Innovator », qui est résistante à *G. pallida* uniquement, dans une parcelle contaminée par *G. rostochiensis* s'est soldée par une augmentation d'un facteur 86 de la population de ce dernier (étude Arvalis-Institut du végétal).

L'inscription des variétés résistantes aux nématodes à kyste (Cf. partie 2.3) suit la procédure suivante : chaque année, le Comité Technique Permanent de la Sélection des Plantes Cultivées (CTPS) dresse une liste de nouvelles variétés résistantes de pomme de terre qu'il transmet à la Commission européenne (Cf. Directive 2007/33/CE, article 12). Dans cette liste, sont indiqués les espèces, les pathotypes ou les populations de nématodes auxquels les variétés de pommes de terre sont résistantes, avec une indication du niveau de résistance et l'année de la détermination de ce niveau.

2.2 Cycle de vie et dispersion des nématodes à kyste

Lorsqu'une parcelle est contaminée par *G. pallida* ou *G. rostochiensis*, les exsudats racinaires de la pomme de terre provoquent l'éclosion des œufs contenus dans les kystes. Les larves sortent du kyste, migrent jusqu'à la racine, la pénètrent et développent un syncytium au niveau du cylindre central de la racine (Jones & Northcote, 1972). Après deux mues successives, le corps des femelles sort des racines, permettant ainsi la fécondation par les mâles redevenus libres. Une fois fécondé, c'est le corps de la femelle qui se transforme en kyste renfermant quelques centaines d'œufs (Figure 1). Le kyste est une forme de conservation qui peut survivre dans le sol pendant une dizaine d'années.

Les deux espèces *G. pallida* et *G. rostochiensis* sont diploïdes et mettent en œuvre une reproduction sexuée obligatoire, produisant une génération par saison culturale (espèces monovoltines ; Subbotin *et al.*, 2010). Une étude récente, conduite au champ, montre que *G. pallida* complète son cycle biologique en 463 degrés/jour, avec une température seuil à 4°C. Il faut donc 68 jours à 4°C de température seuil après la plantation pour qu'une larve de *Globodera* termine son cycle, c'est-à-dire pour observer sur les racines des femelles mûres et fécondées (Ebrahimi *et al.*, 2014).

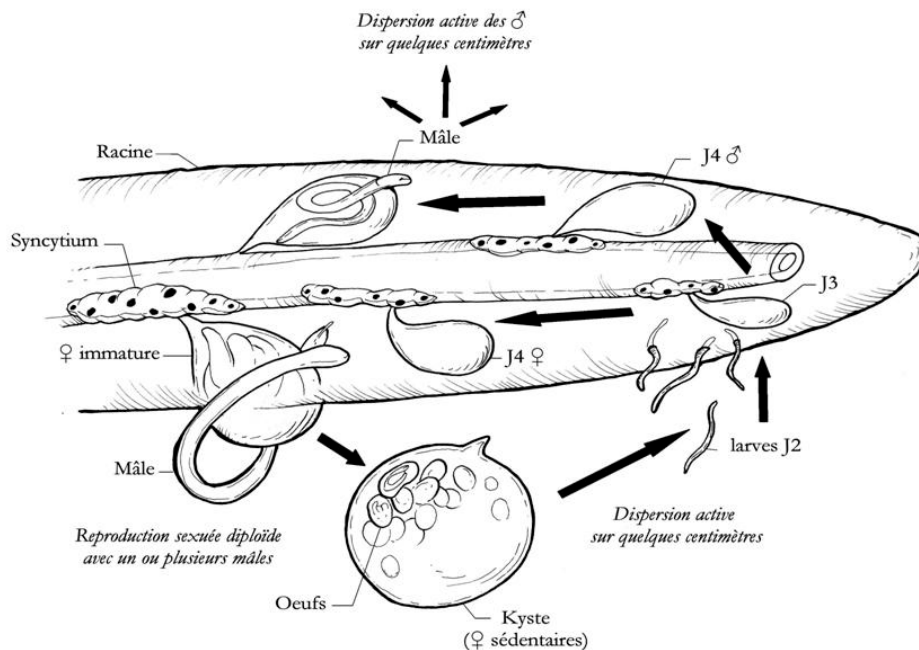


Figure 1 : Cycle biologique des nématodes à kyste (Pauline Caster-Picard).

Les nématodes à kyste ne se dispersent activement que sur de courtes distances, suffisantes pour atteindre les racines des plantes. Cependant, une analyse de la structure génétique de populations du nématode à kyste de la betterave *Heterodera schachtii*, réalisée avec des marqueurs microsatellites à l'échelle du Nord de la France, a mis en évidence que des populations échantillonnées dans des parcelles distantes de plus de 100 km ne sont que très faiblement différenciées, ce qui suggère d'importants flux de génotypes entre les parcelles. La dispersion passive des kystes est donc importante et l'hypothèse la plus probable est que ces flux soient dus au transport de terre par les engins agricoles (Plantard & Porte, 2004).

Cette hypothèse de l'impact des pratiques agricoles sur la dispersion des nématodes à kyste a ensuite été testée chez le nématode à kyste du tabac *Globodera tabacum*. Dix-huit populations ont été échantillonnées dans le Sud-Ouest de la France et génotypées avec un ensemble de marqueurs microsatellites. L'analyse de la structuration génétique de ces populations a mis en évidence deux clusters génétiquement distincts avec une bonne assignation de chaque individu à l'un ou l'autre des clusters. On observe que les deux groupes génétiques correspondent exactement aux limites de deux coopératives tabacoles (Figure 2). Ce résultat confirme donc bien l'impact de l'activité humaine, et plus particulièrement de l'organisation agricole, sur la dispersion de nématodes à kyste entre parcelles (Alenda *et al.*, 2014).

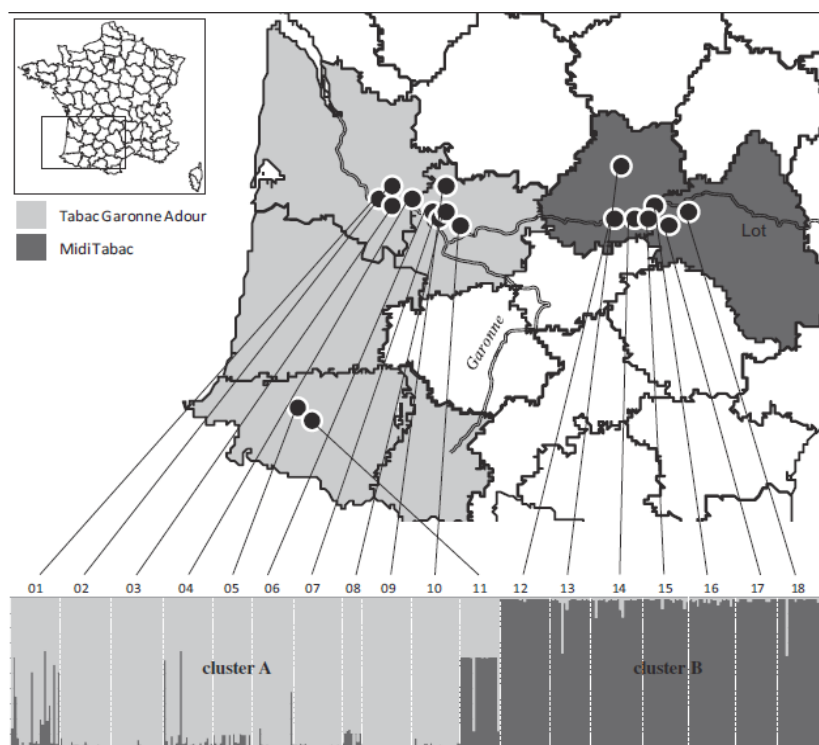


Figure 2 : Structuration génétique de populations de *Globodera tabacum* échantillonnées dans le Sud-Ouest de la France (Alenda *et al.*, 2014). Les populations de *G. tabacum* sont structurées en deux groupes génétiques distincts (cluster A et B) et la répartition géographique des populations assignées à chacun des deux groupes correspond parfaitement à l'organisation de la filière en deux coopératives tabacoles (Tabac Garonne Adour et Midi Tabac).

Par conséquent, la mesure de l'article 11 de l'Arrêté du 28 juin 2010 qui prévoit que le matériel agricole quittant une parcelle déclarée contaminée doit être désinfecté et faire l'objet d'un lavage pour ôter la terre est tout à fait pertinente.

2.3 Tests de niveaux de résistance

Les protocoles pour les tests de niveau de résistance sont identiques entre la Directive européenne (Annexe IV) et l'Arrêté français (Annexe II). Ces deux documents réglementaires (la Directive européenne 2007/33/CE et l'Arrêté du 28 juin 2010) indiquent deux populations standard de référence pour les pathotypes de *G. pallida*, Pa1 (population Scottish) et Pa3 (population Chavornay), et deux populations standard de référence (c'est-à-dire des populations qui sont maintenues et multipliées par des laboratoires accrédités et qui sont utilisées par l'ensemble des laboratoires européens réalisant des tests de résistance) pour les pathotypes de *G. rostochiensis*, Ro1 (population Ecosse) et Ro5 (population Harmerz). Les variétés testées ainsi que la variété de contrôle sensible « Désirée » sont inoculées avec 10 kystes (P_i : population initiale) et après un minimum de trois mois (ce qui assure la maturité des femelles) les kystes néo-formés sont dénombrés (P_f : population finale). La sensibilité relative de la variété testée est déterminée et exprimée en pourcentage selon la formule suivante :

$$P_f \text{ variété testée} / P_f \text{ variété de contrôle sensible} \times 100$$

La correspondance entre la différence de sensibilité avec la variété de contrôle sensible « Désirée » et la note de résistance des variétés est la suivante :

Sensibilité relative (%)	Note de résistance*
< 1	9
1.1 – 3	8
3.1 – 5	7
5.1 – 10	6
10.1 – 15	5
15.1 – 25	4
25.1 – 50	3
50.1 - 100	2
> 100	1

* la note de 9 correspond au degré de résistance le plus élevé

La définition des pathotypes chez les nématodes à kyste de la pomme de terre a évolué au cours du temps. Kort *et al.* (1977) ont proposé de regrouper les différents pathotypes décrits dans plusieurs pays européens (Pays-Bas et Grande-Bretagne principalement) et ainsi de partager *G. rostochiensis* en cinq pathotypes (Ro1, Ro2, Ro3, Ro4 et Ro5) et *G. pallida* en trois pathotypes (Pa1, Pa2 et Pa3) différenciables par leur multiplication (ou absence de multiplication) sur des hôtes différentiels. Mais dans les années 1980, l'OEPP a montré que les pathotypes Ro2, Ro3 et Ro5 ne pouvaient pas être distingués sur la base de leur multiplication sur les hôtes différentiels. Leur résistance étant quantitative, il existe un continuum dans le niveau de virulence des différentes populations (taux de multiplication sur un hôte résistant) tel qu'aucune séparation qualitative (+/-) et donc aucune assignation à un pathotype plutôt qu'à un autre n'est possible. Ainsi ces pathotypes ont été groupés sous le vocable Ro2/3/5. Pour les mêmes raisons, Ro1 et Ro4 ont été groupés sous le vocable Ro1/4, de même que Pa2 et Pa3, pour lesquels il existe également un tel continuum nommé Pa2/3. Le schéma des pathotypes a donc été actualisé ainsi :

Hôtes différentiels	<i>G. rostochiensis</i>		<i>G. pallida</i>	
	Ro1/4	Ro2/3/5	Pa1	Pa2/3
<i>S. tuberosum tuberosum</i>	+	+	+	+
<i>S. tuberosum andigenum</i> (H1)	-	+	+	+
<i>S. tuberosum multidissectum</i> (H2)	+	+	-	+
<i>S. vernei</i> 62.33.3	ε	ε	ε	ε

+ = multiplication, - = pas de multiplication, ε = très faible multiplication

Pour cette raison, les seuls pathotypes indiqués dans les documents réglementaires sont Ro1 (équivalent de Ro1/4), Ro5 (équivalent de Ro2/3/5), Pa1 et Pa3 (équivalent de Pa2/3). Il faut également noter que les résistances conférées par les gènes majeurs H1 et H2 sont des résistances totales qui bloquent complètement la multiplication du nématode, alors que la résistance portée par le clone 62.33.3 de *Solanum vernei* est conférée par des QTLs de résistance (le ou les gènes n'étant pas encore bien identifié(s)) qui ont pour effet de masculiniser les populations ce qui aboutit à une très faible multiplication (indiqué ε dans le tableau ci-dessus).

En France, la section « pomme de terre » du CTPS a décidé de ne tester la résistance des variétés de pommes de terre que face aux pathotypes présents sur le territoire national, c'est-à-dire les pathotypes Ro1/4 (population Ecosse) et Pa2/3 (population Chavornay). L'inscription sur le catalogue français ne demande effectivement pas d'évaluation de la résistance au pathotype Pa1, qui n'a été détecté que dans trois populations européennes (en Ecosse et en Irlande). Ainsi, et jusqu'à ce que d'autres pathotypes soient détectés, le choix des variétés à utiliser en France et qui sont inscrites dans un autre Etat membre de l'Union européenne doit se faire sur la base des notes de résistances obtenues face à Ro1 et Pa3. De plus, la population de *G. pallida* qui a été retenue comme population de référence (population Chavornay) pour les tests vis-à-vis du pathotype Pa3 est une population très agressive (D. Mugniéry, communication personnelle). L'idée étant que si une variété est résistante à une population très agressive, elle le sera *a priori* à toutes les autres populations.

Le catalogue français contient de nombreuses variétés résistantes à *G. rostochiensis* (Ro1/4) mais pour le moment seules deux variétés sont résistantes à *G. pallida* : « lledher » vis-à-vis de Pa2/3 et « Stronga » vis-à-vis de Pa2/3 et Ro1/4. De manière générale, les variétés résistantes à *G. pallida* les plus nombreuses se trouvent dans les catalogues étrangers (hollandais ou belge), notamment les double-résistantes (à *G. pallida* et *G. rostochiensis*). A titre d'exemple, le catalogue belge contient quatre variétés avec une note de résistance supérieure ou égale à 8 : « Innovator » vis-à-vis de Pa3 et « Arsenal », « Eurostar » et « Mont-Blanc » vis-à-vis de Pa3 et Ro1.

2.4 Efficacité des résistances : variabilité dans l'espace et dans le temps

Une phylogéographie de l'espèce *G. pallida* dans son centre d'origine (le Pérou) montre l'existence de cinq clades génétiques répartis du Sud au Nord du pays (Picard *et al.*, 2007) et que les populations présentes en Europe sont issues du clade I, du Sud du Pérou (Plantard *et al.*, 2008). Or la variété résistante de pomme de terre « lledher » (issue de la source de résistance *S. vernei*) montre une bonne résistance vis-à-vis du clade I uniquement ; les populations originaires des autres clades étant capables de se multiplier sur cette variété (S. Fournet, données non publiées). Il en est de même pour la résistance de la variété « Florijn » qui est efficace contre les populations européennes de *G. pallida* mais pas contre les populations péruviennes (Hockland *et al.*, 2012). Ces résultats montrent bien que l'efficacité des résistances est variable selon l'origine géographique des populations de nématodes et qu'il est important de maintenir les mesures visant à éviter l'introduction de populations étrangères, en particulier celles originaires d'Amérique du Sud.

Ainsi, caractériser au niveau génétique les populations de nématodes peut permettre d'orienter la gestion des foyers. Par exemple, une étude récente a montré que les populations québécoises de *G. rostochiensis* sont plus proches génétiquement des populations européennes que des populations d'Amérique du Nord, pourtant plus proches géographiquement (Figure 3). Cela suggère que, pour gérer ce foyer québécois, les résistances sélectionnées pour contrôler les populations européennes seront plus efficaces que les résistances sélectionnées aux Etats-Unis (Boucher *et al.*, 2013).

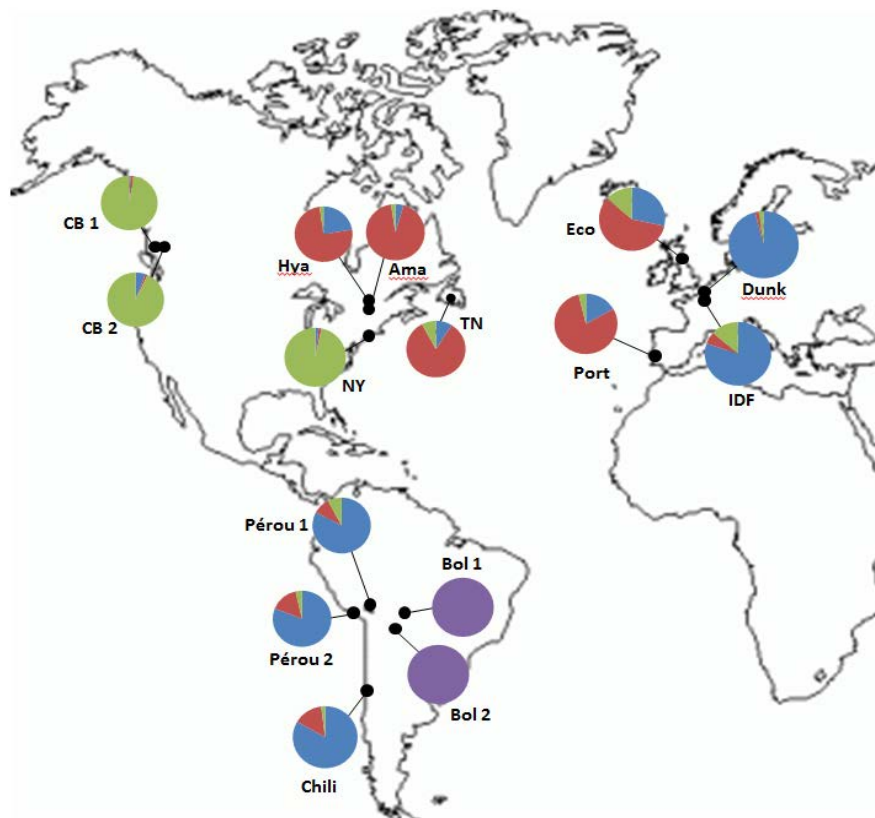


Figure 3 : Pourcentages d'assignation de populations originaires d'Amérique du Nord, d'Amérique du Sud et d'Europe aux différents clusters génétiques identifiés (Boucher *et al.*, 2013). Les trois populations québécoises de *G. rostochiensis* sont plus proches génétiquement des populations européennes que des populations d'Amérique du Nord.

Concernant le maintien de l'efficacité des résistances aux nématodes à kyste au cours du temps, c'est-à-dire la durabilité de ces résistances, une étude récente d'évolution expérimentale (c'est-à-dire de sélection récurrente sur un même génotype hôte) a montré que des populations de *G. pallida* sont capables de contourner la résistance de la variété « lledher » (Fournet *et al.*, 2013). Cette étude montre que le fond génétique du génotype de pomme de terre influence fortement la durabilité du facteur de résistance (le QTL *GpaV_{vm}*, issu de *S. vernei*). Par exemple, dans le cas d'« lledher » (génotype 60.96.1), le contournement est complet au bout de 8 générations, c'est-à-dire que la lignée qui a évolué sur ce génotype produit autant de femelles que la lignée témoin qui a évolué sur la variété sensible « Désirée » (Figure 4). Par ailleurs, lors de cette expérimentation, des patrons d'adaptation différentielle entre des génotypes possédant le même facteur de résistance mais des fonds génétiques différents et de virulence croisée sur différentes sources de résistance, ont été également mis en évidence. Ces résultats indiquent qu'il est préférable d'éviter la monoculture de variétés résistantes et qu'il faut gérer l'alternance des variétés selon la source de résistance à l'origine de la variété, mais également selon leur fond génétique.

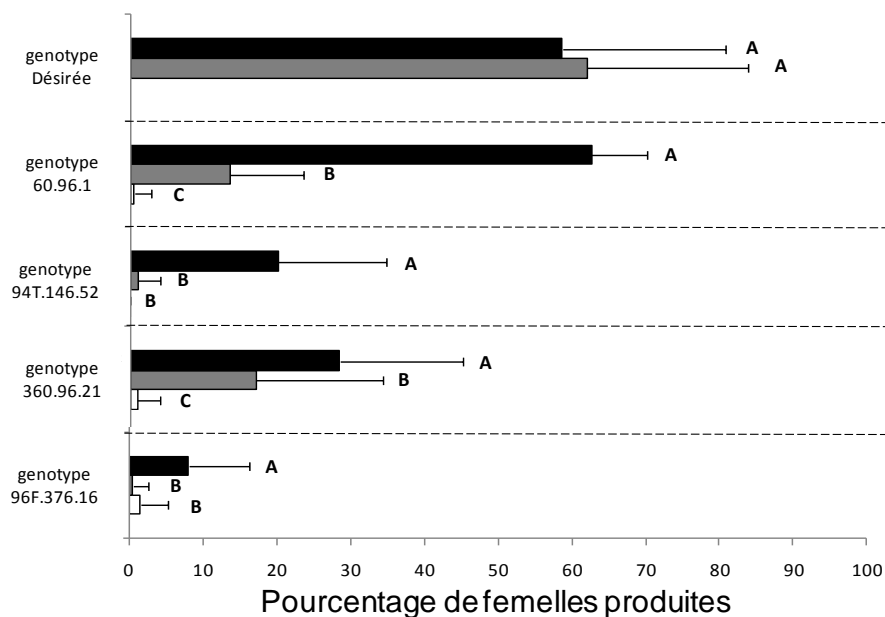


Figure 4 : Niveau de virulence de lignées de *G. pallida* suite aux essais d'évolution expérimentale (Fournet *et al.*, 2013). Pourcentage de femelles produites après 0 (histogrammes blancs), 5 (histogrammes gris) et 8 générations (histogrammes noirs) sur des génotypes résistants de pomme de terre possédant le QTL *GpaV_{vm}* et différant par leur fond génétique.

2.5 Analyse des attendus de l'expertise

2.5.1 Déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés en France afin d'être éligible et utilisable comme variété résistante.

Dans le contexte de la dérogation autorisant l'utilisation de variétés résistantes dans des parcelles déclarées contaminées, l'objectif est d'assainir la parcelle. Il est donc indispensable d'utiliser des variétés résistantes qui ne multiplient pas la population de nématode. Ainsi, pour définir la note minimale appropriée, il semble nécessaire de relier la note de résistance de la variété de pomme de terre au taux de multiplication de la population du parasite. Comme la note de résistance correspond à la sensibilité relative par rapport à un témoin sensible (la variété « Désirée »), la relation entre sensibilité relative et taux de multiplication (Pf/Pi) va dépendre du taux de multiplication mesuré sur « Désirée ». En utilisant les taux de multiplication sur « Désirée » des 10 dernières années et la formule de la sensibilité relative (Cf. partie 2.3), il est donc possible d'explorer cette relation linéaire pour les taux de multiplication minimal, moyen et maximal observés sur « Désirée » (Figure 5).

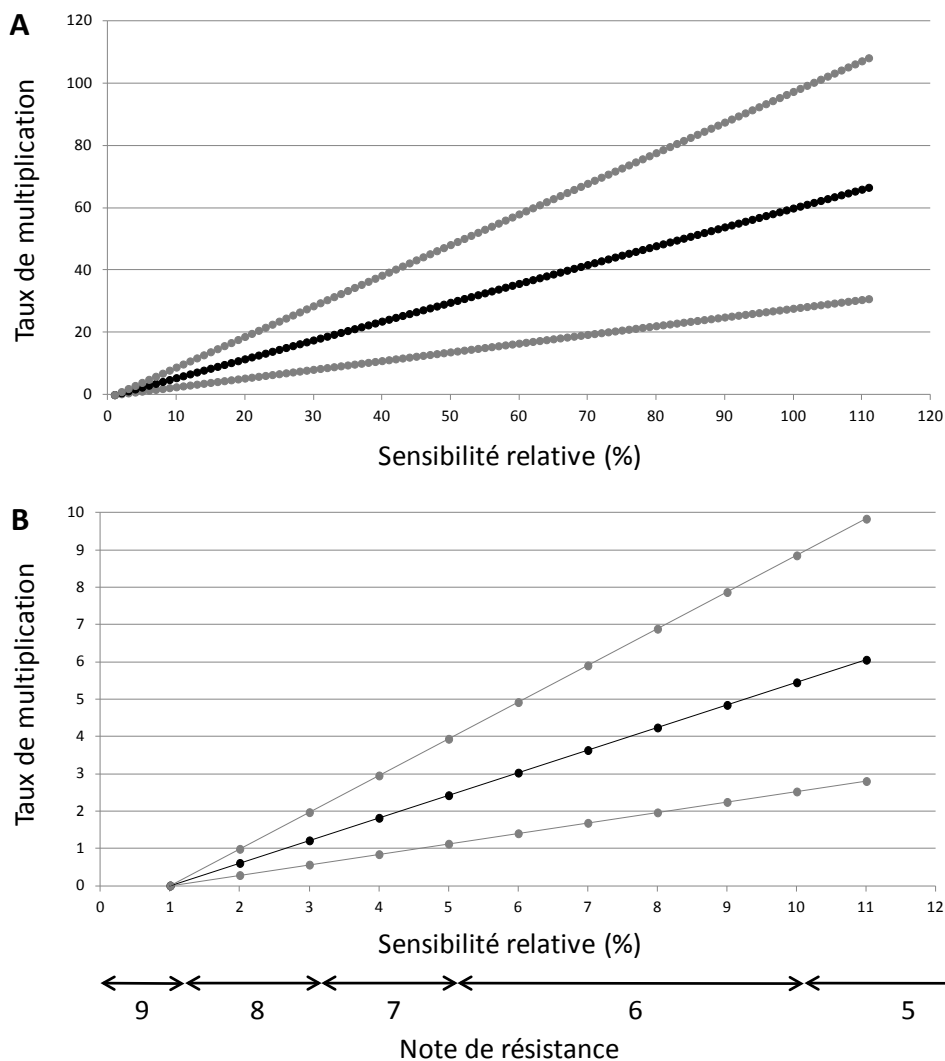


Figure 5 : Relation entre taux de multiplication de la population Chavornay et sensibilité relative des variétés (qui correspond à une note de résistance) pour une multiplication minimale (droite grise basse), moyenne (droite noire) et maximale (droite grise haute) de cette même population sur la variété sensible « Désirée ». A : Pour une sensibilité relative allant jusqu'à 110%. B : Zoom sur les notes de résistance les plus élevées.

Théoriquement, dès lors que le taux de multiplication est supérieur à 1, c'est-à-dire qu'un kyste de la population initiale (P_i) va produire plus d'un kyste en population finale (P_f), la variété multiplie la population de nématode. En pratique, ce n'est pas si simple puisque i) le nombre de larves par kyste peut être plus faible lorsque les kystes sont issus d'une variété résistante par rapport à ceux issus d'une variété sensible, et ii) ceci ne prend pas en compte le déclin naturel des populations de nématode à kyste. Effectivement, et compte tenu des différences climatiques régnant en France, le déclin naturel et annuel des *Globodera* est variable : 10 à 15% dans le nord, et de l'ordre de 50% dans le sud de la France.

C'est pourquoi, en pratique, les variétés avec une note de 7 ne sont pas considérées comme multiplicatrices des populations. Néanmoins, comme une note de 7 ne garantit pas systématiquement la non-multiplication des populations de nématode (Cf. Figure 5), les variétés présentant des notes de 8 et de 9 sont à privilégier puisqu'elles vont assurer un assainissement de la parcelle plus efficace.

Par conséquent, l'article 12 de l'Arrêté du 28 juin 2010 qui autorise la plantation dans des parcelles contaminées de variétés résistantes dotées du niveau maximal disponible et *a minima* d'une note de résistance de 7 est adapté.

2.5.2 Préciser la note de résistance pour les variétés françaises indiquées résistantes par le GEVES.

La note de résistance des variétés est déterminée lors de leur l'inscription mais n'est pas indiquée sur le catalogue officiel français. Les variétés sont indiquées « sensible », « assez résistante » ou « résistante ». A ce jour, seules des variétés « sensibles » et « résistantes » vis-à-vis du pathotype Pa2/3 ont été inscrites au catalogue, c'est-à-dire qu'aucune variété « assez résistante » n'a été inscrite. La section pomme de terre du CTPS ne prend en considération que les notes égales ou supérieures à 7 pour indiquer qu'une variété est résistante. La correspondance est la suivante :

Note de résistance	Niveau de résistance (indiqué sur le catalogue)
8 et 9	Résistante
7	Assez résistante
de 1 à 6	Sensible

Afin de lever l'ambiguïté dans la dénomination de la résistance d'une variété de pomme de terre, un tel tableau de correspondance entre la notation du niveau de résistance de la variété et la dénomination de ce niveau pourrait être présenté dans le catalogue français.

2.5.3 Déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés dans un pays de l'Union européenne afin d'être éligible et utilisable comme variété résistante.

Nous pouvons noter ici que des tests de résistance ont été réalisés en parallèle dans différents laboratoires (test inter-laboratoires) dans le cadre d'un projet européen (Euphresco, 2008-2009). Ainsi, 14 laboratoires de 12 pays européens ont testés différentes variétés, dont la variété « Innovator », résistante à *G. pallida*. Les résultats montrent une très faible variation inter-laboratoires : la variété obtient dix fois une note de 9, trois fois une note de 8 et une seule fois une note de 6.

Il semble donc que les notes de résistance obtenues par les différents laboratoires européens soient globalement fiables. Il n'y a donc aucune raison de déterminer une autre note minimale que celle adoptée par la France. En revanche, et jusqu'à ce que d'autres pathotypes soient détectés en France, le choix des variétés à utiliser en France et qui sont inscrites dans un autre Etat membre de l'union européenne doit se faire sur les notes de résistance face à Ro1 pour *G. rostochiensis* et face à Pa3 pour *G. pallida*, c'est-à-dire les pathotypes présents sur le territoire national.

2.5.4 Evaluer la possibilité d'utiliser une variété résistante à une espèce et pas à l'autre et les exigences analytiques supplémentaires à mettre en place afin de garantir une bonne connaissance des populations de nématodes à kyste présentes dans un champ contaminé.

Les analyses réglementaires devant identifier l'espèce, il convient d'utiliser des variétés résistantes ciblant l'espèce (ou les espèces) présente(s). Cependant, l'utilisation de variétés résistantes à *G. rostochiensis* (c'est-à-dire le déploiement du gène H1) a abouti dans certaines populations au remplacement en une décennie de *G. rostochiensis* par *G. pallida*. A l'inverse, lors d'évolutions expérimentales menées au laboratoire, la confrontation d'une population de *G. pallida* à la résistance de la variété « Iledher » a abouti à la sélection de *G. rostochiensis* qui était donc présent en très petite quantité dans la population initiale. Il est donc important de continuer à sélectionner des variétés résistantes aussi bien à *G. rostochiensis* qu'à *G. pallida*.

2.5.5 Evaluer les propositions d'utilisation des variétés résistantes des professionnels et, si nécessaire, proposer d'autres conditions d'utilisation au regard de la présente expertise.

Comme indiqué précédemment, lorsqu'une parcelle est déclarée contaminée, il faut privilégier l'utilisation de variétés résistantes avec des notes de 8 ou 9 (et *a minima* avec une note de 7) face à l'espèce présente dans la parcelle (variétés inscrites au catalogue français ou dans d'autres catalogues européens). Il convient également d'alterner les variétés résistantes, et idéalement des variétés présentant des gènes de résistance différents, ou *a minima* des fonds génétiques différents, pour éviter les contournements (l'adaptation étant possible) et d'intégrer dans l'alternance une variété présentant une résistance aux deux espèces pour éviter le remplacement d'une espèce par une autre.

L'utilisation de plantes pièges (ou plantes de service) dont la date de récolte est antérieure à l'arrivée à maturité des femelles des nématodes est aussi un bon moyen d'assainir la parcelle. Une plante de service sert à déclencher l'éclosion des kystes. Il faut donc laisser la plante assez longtemps pour faire éclore un maximum de kystes, mais pas assez longtemps pour que de nouveaux kystes soient formés, c'est-à-dire environ 5-6 semaines, mais selon la région, cette durée varie. L'expérience montre que le risque est que des conditions météorologiques défavorables empêchent la récolte précoce et que la population de nématode soit multipliée. Il est donc préférable d'utiliser des plantes de service qui sont résistantes face à l'espèce ciblée.

Dans tous les cas les mesures dérogatoires décrites dans l'article 12 de l'Arrêté du 28 juin 2010 doivent être appliquées sous la supervision du SRPV.

3 Conclusions

Les principales propositions sont :

- ▶ de privilégier l'utilisation de variétés résistantes avec des notes de 8 ou 9 (et *a minima* avec une note de 7) face à l'espèce présente dans la parcelle ;
- ▶ d'alterner les variétés résistantes (présentant idéalement des gènes de résistance différents, ou *a minima* des fonds génétiques différents) afin d'éviter l'adaptation des populations de nématodes ;
- ▶ d'inclure dans cette alternance des variétés résistantes aux deux espèces de nématodes (*G. pallida* et *G. rostochiensis*) afin d'éviter le remplacement d'une espèce par l'autre ;
- ▶ de privilégier l'utilisation de plantes de service résistantes plutôt que sensibles.

Dans tous les cas les mesures dérogatoires décrites dans l'article 12 de l'Arrêté du 28 juin 2010 doivent être appliquées sous la supervision du SRPV.

Comme le lien entre le niveau de résistance et la note des variétés françaises manque, il est proposé, pour lever l'ambiguïté dans la qualification de la résistance d'une variété de pomme de terre, de faire apparaître dans le catalogue français un tableau de correspondances entre l'appréciation de la résistance et la notation de la résistance des variétés.

Date de validation du rapport d'expertise collective par le comité d'experts spécialisé :
04 Mars 2016

4 Bibliographie

4.1 Publications

- ▶ Alenda C., Montarry J. & Grenier E. (2014). "Human influence on the dispersal and genetic structure of French *Globodera tabacum* populations." *Infection, Genetics and Evolution* **27**: 309-317.
- ▶ Boucher A.C., Mimee B., Montarry J., Bardou-Valette S., Bélair G., Moffett P. & Grenier E. (2013). "Genetic diversity of the golden potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* and determination of the origin of populations in Quebec, Canada." *Molecular Phylogenetics and Evolution* **69**: 75-82.
- ▶ Ebrahimi N., Viaene N., Demeulemeester K. & Moens M. (2014). "Observations on the life cycle of potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*, on early potato cultivars." *Nematology* **16**: 937-952.
- ▶ Fournet S., Kerlan M.C., Renault L., Dantec J.P., Rouaux C. & Montarry J. (2013). "Selection of nematodes by resistant plants has implications for local adaptation and cross-virulence." *Plant Pathology* **62**: 184-193.
- ▶ Hockland S., Niere B., Grenier E., Blok V., Phillips M., Den Nijs L., Anthoine G., Pickup J. & Viaene N. (2012). "An evaluation of the implications of virulence in non-European populations of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* for potato cultivation in Europe." *Nematology* **14**: 1-13.
- ▶ Jones M.G.K. & Northcote D.H. (1972). "Nematode-induced syncytium-A multinucleate transfer cell." *Journal of Cell Science* **10**: 789-809.
- ▶ Kort J., Ross H., Rumpfenhorst H.J. & Stone A.R. (1977). "An international scheme for identifying and classifying pathotypes of potato cyst-nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*." *Nematologica* **23**: 333-339.
- ▶ Picard D., Sempere T. & Plantard O. (2007). "A northward colonization of the Andes by the potato cyst nematode during geological times suggests multiple host-shifts from wild to cultivated potatoes." *Molecular Phylogenetics and Evolution* **42**: 308-316.
- ▶ Plantard O. & Porte C. (2004). "Population genetic structure of the sugar beet cyst nematode *Heterodera schachtii*: a gonochoristic and amphimictic species with highly inbred but weakly differentiated populations." *Molecular Ecology* **13**: 33-41.
- ▶ Plantard O., Picard D., Valette S., Scurrah M., Grenier E. & Mugniéry D. (2008). "Origin and genetic diversity of Western European populations of the potato cyst nematode (*Globodera pallida*) inferred from mitochondrial sequences and microsatellite loci." *Molecular Ecology* **17**: 2208-2218.
- ▶ Subbotin S.A., Mundo-Ocampo M. & Baldwin J.G. (2010). *Nematology Monographs & Perspectives Vol. 8A, Systematics of Cyst Nematodes (Nematoda: Heteroderinae)*. Brill, Boston, U.S.A.

4.2 Normes

NF X 50-110 (mai 2003) Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise. AFNOR (indice de classement X 50-110).

4.3 Législation et réglementation

Directive européenne 2007/33/CE du Conseil du 11 juin 2007 concernant la lutte contre les nématodes à kystes de la pomme de terre et abrogeant la directive 69/465/CEE.

Arrêté du 28 juin 2010 relatif à la lutte contre *Globodera pallida* (Stone) et *Globodera rostochiensis* (Wollenweber), nématodes à kystes de la pomme de terre. J.O n° 0150 du 1er juillet 2010.

ANNEXES

Annexe 1 : Lettre de saisine

2015 -SA- 0 2 4 2		COURRIER ARRIVE 30 NOV. 2015 DIRECTION GENERALE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGRO-ALIMENTAIRE ET DE LA FORET		
Direction générale de l'alimentation Service de la prévention des risques sanitaires de la production primaire Sous-direction de la qualité et de la protection des végétaux Bureau des Semences et de la Santé des Végétaux	Monsieur le Directeur général de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	
251, rue de Vaugirard 75732 Paris cedex 15	27-31 avenue du général Leclerc BP 94701 Maison Alfort cedex	
Dossier suivi par : Stéphanie CLARENC Tél. : 01 49 55 58 34 Mél : bssv.sdqpv.dgal@agriculture.gouv.fr Réf. interne : BSSV / 2015 -	Paris, le 25 NOV. 2015	
11 - 007		
Objet : Saisine relative à l'utilisation de variétés résistantes dans des champs contaminés par par des nématodes à kystes (<i>Globodera sp.</i>)		
Monsieur le Directeur général,		
La réglementation phytosanitaire relative aux nématodes à kystes (arrêté du 28 juin 2010) autorise l'utilisation de variétés résistantes dans un champ contaminé par des nématodes à kystes après 3 années d'absence de culture de pomme de terre et ce, à condition que l'analyse nématologique soit négative. Dans ce cas la variété doit avoir une note de résistance minimale de 7, cette note étant obtenue à l'issue des tests de résistance dont le protocole est imposé par la directive européenne 2007/33/CE.		
A ce jour, aucune liste de variétés n'a été publiée en France. Dans cet objectif, les professionnels ont fait parvenir à la DGAL une étude d'ARVALIS et des éléments sur les résistances des variétés avec, notamment une méthodologie pour sélectionner les variétés résistantes, y compris d'origine étrangère, à implanter dans un champ contaminé (voir annexe 1).		

En première analyse, il est intéressant de constater que la rotation, les plantes pièges et l'utilisation de variétés résistantes permettent de diminuer les populations de nématodes à kystes. Il faut cependant rester vigilant puisque cette même étude montre que la mise en place de la variété résistante à *Globodera pallida* (variété innovator) dans un champ contaminé par *Globodera rostochiensis* a multiplié par 86 la population de *Globodera rostochiensis*.


Il est attendu de cette expertise de :

- déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés en France afin d'être éligible et utilisée comme variété résistante,
- préciser la note de résistance pour les variétés françaises indiquées résistantes par le GEVES,
- déterminer la note de résistance minimale pour une variété dont les tests de résistance ont été réalisés dans un pays de l'Union européenne afin d'être éligible et utilisée comme variété résistante,
- évaluer la possibilité d'utiliser une variété résistante à une espèce et pas à l'autre et les exigences analytiques supplémentaires à mettre en place afin de garantir une bonne connaissance des populations de nématodes à kystes présentes dans un champ contaminé,
- évaluer les propositions d'utilisation des variétés résistantes des professionnels et, si nécessaire, proposer d'autres conditions d'utilisation au regard de cette expertise.

Mes services se tiennent à votre disposition pour vous apporter toute information et appui dans cette étude.

Compte tenu de la gravité de ce danger sanitaire et de l'urgence à aboutir, je vous saurais gré de bien vouloir me rendre un avis pour le 1^{er} février 2016.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le directeur général, l'expression de ma considération distinguée.


Le Directeur Général de l'Alimentation.
Patrick DEHAUMONT

Notes





Agence nationale de sécurité sanitaire
de l'alimentation, de l'environnement et du travail
14 rue Pierre et Marie Curie
94701 Maisons-Alfort Cedex
www.anses.fr / [@Anses_fr](https://twitter.com/Anses_fr)