



Bulletin de l'Alliance *Globodera*

Les nématodes à kystes de la pomme de terre dans le monde: Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur leur répartition et leur évolution

Eric Grenier et Benjamin Mimee

Répartition des NKPT

Les nématodes à kystes de la pomme de terre (NKPT) sont parmi les nématodes phytoparasites les plus spécialisés et les plus florissants. Ils se classent au deuxième rang des 10 principaux nématodes phytoparasites d'importance scientifique et économique. Comme leur principale plante hôte, la pomme de terre, les NKPT ont gagné presque toutes les parties du monde, initialement par l'entremise du sol adhérent aux tubercules provenant de terres infestées, mais aussi par toute autre voie de transport de sol contenant ces organismes. Le tracé de leur dispersion relève de la spéculation, mais les NKPT proviendraient des régions andines du Pérou et de la Bolivie. Aujourd'hui, les NKPT sont présents sur tous les continents, dans les zones tempérées, tropicales et tropicales méridionales, au

Dans cette édition:

Répartition des NKPT	1
Diversité du <i>Globodera</i>	2
Origines du <i>G. rostochiensis</i>	3
Origines du <i>G. pallida</i>	3
NKPT en Idaho	3
Carte Phylogéographic: Les Origins de <i>G. pallida</i>	4
À Propos du Projet GLOBAL	5

Distribution of Potato Cyst Nematodes: *Globodera pallida* and *Globodera rostochiensis*

The most common nematodes - *G. rostochiensis* and *G. pallida* - have been found in a total of 71 countries plus 6 islands worldwide: 35 countries have both species; an additional 33 countries have *G. rostochiensis*; and another 3 have *G. pallida*.



niveau de la mer et à plus haute altitude. Selon certains résultats, l'Europe serait un centre de dispersion secondaire; le Japon pourrait toutefois faire exception, des kystes provenant du Pérou y ayant peut-être été transportés par l'entremise de sacs de guano.

Aperçu de la diversité du genre *Globodera*

Les nématodes à kystes de la pomme de terre appartiennent au genre *Globodera*, dont les espèces sont toutes des parasites de plantes de la famille des Solanacées ou des Composées, à l'exception du *G. zelandica*. Au moins huit espèces du genre *Globodera* parasites des Solanacées sont connues. Ces huit espèces sont des parasites de la tomate,

Les espèces de *Globodera* qui parasitent la famille Solanaceae

G. tabacum

G. virginiae

G. solanacearum

G. mexicana

G. leptonepia

G. ellingtonae

G. rostochiensis

G. pallida

mais le *G. tabacum*, le *G. virginiae*, le *G. solanacearum* et le *G. mexicana* ne s'attaquent pas à la pomme de terre. Parmi les quatre espèces restantes, le *G. leptonepia* est unique; il a été découvert dans un chargement de pommes de terre transporté par navire, et on présume qu'il s'agit d'un parasite de la pomme de terre qui provient d'Amérique du Sud. Toutefois, cette espèce n'a pas été retrouvée dans le cadre de prélèvements à grande échelle de spécimens du genre *Globodera* réalisés dans les hautes terres andines. Le *G. leptonepia* demeure une espèce rare et peu connue. Le

G. ellingtonae est une espèce récemment décrite dont la répartition géographique se limite aux Amériques à l'heure actuelle. Cependant, il convient de souligner que, puisque cette espèce n'a été décrite que récemment, sa répartition pourrait s'élargir au cours des

années à venir. Le *G. ellingtonae* a initialement été découvert dans quelques champs de pommes de terre échantillonnés en Oregon et en Idaho, aux États-Unis, et a été décrit par la suite, mais l'espèce pourrait aussi être présente au Chili et en Argentine selon des données moléculaires issues de deux populations échantillonnées dans la région d'Antofagasta, au Chili, et la province de Salta, en Argentine. Il est manifestement nécessaire de caractériser ces deux populations sud-américaines de manière plus approfondie pour déterminer si elles appartiennent bien au *G. ellingtonae*, ou alors à une autre espèce du genre *Globodera* qui n'a pas encore été décrite.

Les deux espèces restantes du genre *Globodera* sont des parasites bien connus de la pomme de terre, soit le *G. pallida* et le *G. rostochiensis*. Le *Globodera rostochiensis*, appelé « nématode doré », a été identifié en Allemagne en 1913. Il a été signalé pour la première fois aux États-Unis en 1941, au Canada et en Inde durant les années 1960 et au Mexique dans les années 1970. De plus, il a été détecté dans divers endroits en Asie, en Afrique et en Australie. Il a jusqu'à maintenant été signalé dans 77 pays et îles (voir la carte de la page 1).



Kystes de *Globodera rostochiensis*, aussi appelé nématode doré (haut) et de *G. pallida*, connu sous l'appellation nématode à kyste pâle (bas) tels que vu au microscope. (Photos: X. Wang)

Origines du *Globodera rostochiensis*

Le centre d'origine du *G. rostochiensis* semble être la Bolivie, où la diversité génétique maximale de l'espèce a été observée. Cependant, les populations introduites en Europe puis, de là, aux États-Unis proviennent du sud du Pérou. La diversité génétique de l'espèce en Europe et en Amérique du Nord est plutôt faible comparativement à celle observée dans l'aire d'indigénat de celle-ci, en Amérique du Sud.

Le *G. rostochiensis* a longtemps été l'espèce de NKPT infestant le plus fréquemment les champs de pommes de terre dans les régions tempérées. Toutefois, la culture accrue de pommes de terre contenant le gène *H1* de résistance au *G. rostochiensis* a entraîné une hausse des infestations par le *G. pallida*. Malheureusement, le gène *H1* ne confère aux plantes aucune résistance au *G. pallida*.

Origines du *Globodera pallida*

Le *G. pallida*, appelé nématode à kystes pâles, n'est pas aussi largement répandu à l'échelle mondiale que le *G. rostochiensis*. Il a été signalé dans 55 pays (voir la carte de la page 1) et se rencontre principalement en régions tempérées. Grâce à de strictes mesures de quarantaine, le *G. pallida* et le *G. rostochiensis* ont essentiellement été tenus à l'écart des États-Unis, à l'exception d'une infestation de *G. pallida* récemment détectée en Idaho (voir la carte de la page 1).

Il est à noter que le *G. rostochiensis* est également présent dans la plupart des pays européens où le *G. pallida* a été signalé. Il est donc très probable que les deux espèces aient été introduites en Europe au même moment et dans la même région géographique, ce qui appuierait l'hypothèse selon laquelle la présence de ces espèces en Europe serait attribuable à une seule introduction ou à un nombre limité d'introductions. On peut toutefois remettre en doute la « rareté » des introductions, car il est possible que des NKPT aient été introduits en Europe à plusieurs autres reprises depuis l'Amérique du Sud, mais qu'ils ne soient pas parvenus à s'établir et à se disperser.

Infestation en Idaho

En 2006, l'Idaho State Department of Agriculture (ISDA) et l'Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) de l'USDA ont annoncé que le nématode à kystes pâles (*G. pallida*) avait été détecté dans l'État. C'était la première fois que cet organisme nuisible était détecté aux États-Unis. Des kystes de l'espèce ont été détectés durant un contrôle régulier de la terre résiduelle dans une installation de tri des pommes de terre de l'ISDA, dans le sud de l'Idaho. À la suite de cette découverte, des relevés ont été menés pour délimiter la répartition de l'organisme nuisible; sept champs infestés ont été trouvés, totalisant 911 acres dans un rayon de un mile, dans les comtés de Bingham et de Bonneville, en Idaho. Les champs infestés et une zone entourant ces champs ont été mis en quarantaine par décret fédéral, et, parallèlement, l'État a établi en août 2006 des restrictions relatives au transport de certains articles réglementés* depuis l'Idaho, en vue de prévenir la propagation du *G. pallida*. Un échantillonnage intensif du sol a mené à la découverte de 20 autres champs infestés par le *G. pallida* dans la région. Les 27 champs infestés se trouvent à l'intérieur d'une zone d'un rayon de 8,5 miles. Les champs qui sont en location commune, dans lesquels les mêmes pratiques agricoles et les mêmes équipements sont utilisés ou qui ont des limites communes ont fait l'objet de vastes relevés et sont également réglementés.

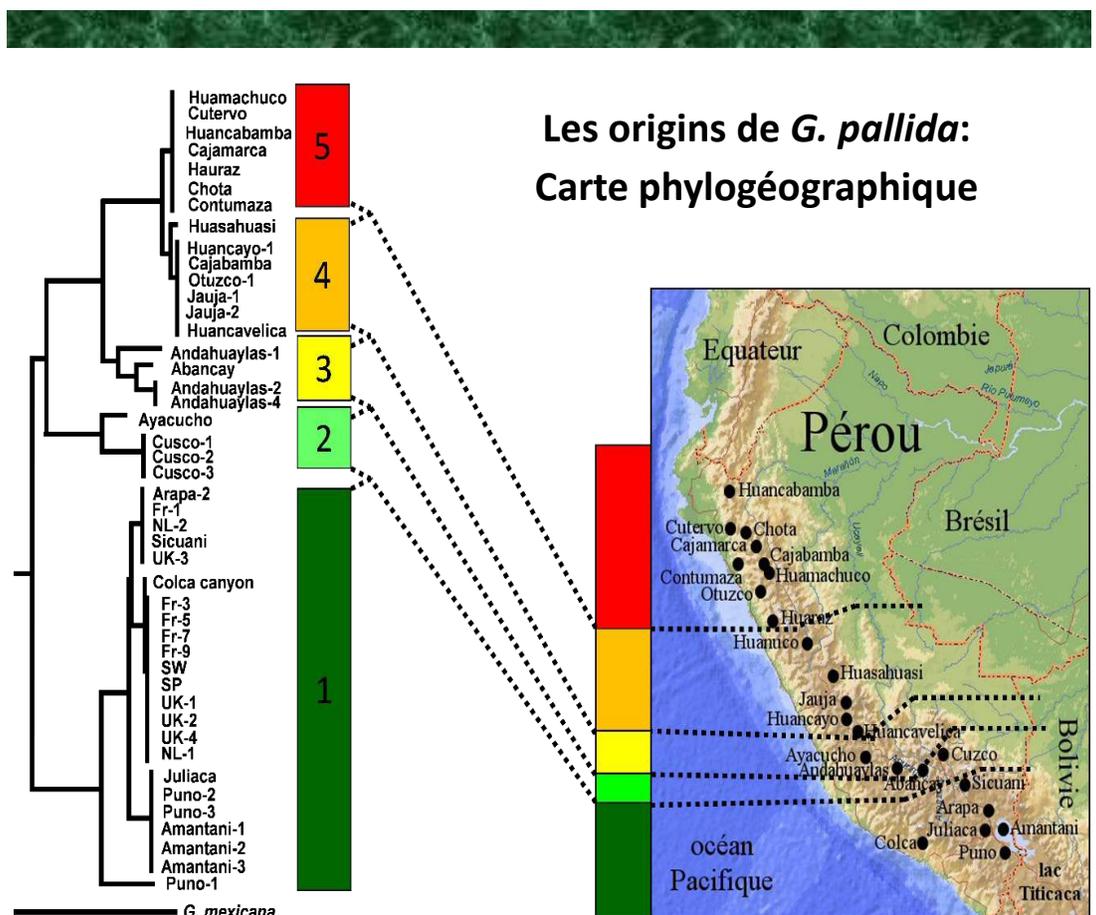
Une étude phylogéographique des populations de *G. pallida* échantillonnées dans l'ensemble de la cordillère des Andes au Pérou a révélé l'existence d'une structure phylogéographique du sud au nord, composée de cinq groupes distincts, nommés « clades » (voir la carte de la page 4).

Cette structure phylogéographique donne à penser que l'évolution des populations de *G. pallida* depuis le sud vers le nord du Pérou serait attribuable à la formation de la cordillère des Andes et à la colonisation des régions nouvelles par la pomme de terre sauvage. Le *G. pallida* aurait colonisé le nord du Pérou il y a 3 à 4 millions d'années, bien avant les débuts de l'agriculture, ce qui laisse croire que des populations de chaque clade phylogéographique auraient connu une évolution leur permettant de passer de leurs plantes hôtes sauvages à la pomme de terre cultivée. Toutes les populations européennes du *G. pallida* ont pour ancêtre une petite fraction de nématodes provenant de la rive nord du lac Titicaca, au Pérou.

Les populations de NKPT diffèrent en ce qui a trait à leur virulence, et la virulence des populations introduites en Europe et en Amérique du Nord n'équivaut qu'à une fraction de celle observée dans le centre d'origine des NKPT, en Amérique du Sud. Les variétés

de pommes de terre résistantes au *G. pallida* mises au point en Europe à partir du *Solanum vernei*, espèce sauvage apparentée à la pomme de terre, présentent une bonne résistance aux populations du clade I péruvien uniquement. Les populations appartenant aux autres clades du *G. pallida* sont toutefois capables de se multiplier sur ces variétés résistantes, et l'introduction de ces clades dans de nouvelles parties du monde représente donc un risque élevé.

Compte tenu de cette diversité génétique des NKPT à l'échelle mondiale, il est nécessaire de maintenir les mesures phytosanitaires et les autres mesures de contrôle et d'améliorer les outils de diagnostic. Des outils molécu-



Représentation graphique de la distribution historique des populations de *G. pallida* le long de la Cordillère des Andes au Pérou. Les recherches suggèrent que *G. pallida* s'est dispersé à partir du lac Titicaca il y a 3-4 millions d'années. Les clades 1 à 5 représentent cinq populations distinctes; la clade 1 a été identifiée comme l'origine des populations européennes et d'Idaho.

lares permettant l'identification des NKPT ont récemment été mis à profit pour l'évaluation de la diversité génétique de différentes populations. Toutefois, les outils de ce type ne semblent pas tous donner des résultats fiables pour l'étude de la diversité des NKPT à l'échelle mondiale. Dans la plupart des pays, la réglementation concernant l'importation de pommes de terre de semence ou de pommes de terre de consommation permet de réduire les risques d'introduction des NKPT. Cependant, il ne faut pas négliger la possibilité que les NKPT « voyagent » par d'autres voies; les kystes peuvent facilement être dispersés par diverses voies, comme le sol adhérent à d'autres légumes racines cultivés dans des champs infestés et l'équipement militaire ou agricole se déplaçant à travers le monde. Manifestement, les voies de dispersion des NKPT méritent d'être examinées plus en détail pour que les stratégies de contrôle puissent être améliorées.

Enfin, la résistance des plantes aux NKPT est un moyen efficace et écologique de lutter contre les populations de NKPT; dans sa directive 2007/33/EC, le Conseil de l'Union européenne recommande l'utilisation de variétés de pommes de terre résistantes pour réduire les concentrations de NKPT. Cependant, l'utilisation de variétés résistantes n'est assurément pas une panacée, car la culture continue de ces variétés exerce une forte pression de sélection sur les populations de NKPT. Dans de nombreux cas, les NKPT ont acquis la capacité de surmonter la résistance. Ainsi, puisque nous ignorons la durabilité exacte de la résistance aux NKPT, il semble judicieux de faire une gestion très prudente de toutes les sources de résistance. Les mesures de gestion incluraient idéalement des échantillonnages réguliers visant à surveiller les concentrations de NKPT dans les champs infestés ainsi que les caractéristiques de virulence des populations. Un de nos objectifs dans le cadre du projet GLOBAL est donc de trouver des marqueurs permettant de suivre avec précision la virulence des NKPT dans les champs infestés.

À Propos du Projet GLOBAL

GLOBAL est la contraction de "Globodera Alliance", un regroupement international de chercheurs, d'experts en transfert technologique et d'éducateurs ayant comme objectif commun l'éradication de *Globodera spp.* dans la culture de la pomme de terre.

Les membres du projet GLOBAL incluent des scientifiques de l'Université d'Idaho, de l'Université d'État de l'Oregon, de l'Université Cornell, du Département de l'Agriculture des États-Unis (USDA), d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, de l'Institut James Hutton et de l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA).

Pour des mises à jour sur le travail en cours:

Visitez www.globodera.org

Ou contactez Louise-Marie Dandurand: imd@uidaho.edu

Financé par USDA-NIFA
de subvention: 2015-69005-23634

Les Investigateurs de GLOBAL

- Louise-Marie Dandurand, PhD, Univ. of Idaho, GLOBAL Director
- Inga Zasada, PhD, USDA ARS, GLOBAL Co-Director
- Vivian Blok, PhD, James Hutton Institute, Scotland
- Glenn Bryan, PhD, James Hutton Institute, Scotland
- Walter De Jong, PhD, Cornell University
- Dee Denver, PhD, Oregon State University
- Eric Grenier, PhD, Nat. Inst. of Agr. Research (INRA), France
- Pam Hutchinson, PhD, University of Idaho
- John Jones, PhD, James Hutton Institute, Scotland
- Joe Kuhl, PhD, University of Idaho
- Chris McIntosh, PhD, University of Idaho
- Benjamin Mimee, PhD, Agriculture and Agri-Food Canada
- Rich Novy, PhD, USDA ARS
- Mike Thornton, PhD, University of Idaho
- Xiaohong Wang, PhD, USDA ARS and Cornell University
- Jonathan Whitworth, PhD, USDA



Les scientifiques du projet GLOBAL visitent les serres de confinement biologique d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, un organisme partenaire du projet GLOBAL. (I. Zasada)

Les conseillers de GLOBAL se composent des personnalités de l'industrie de la pomme de terre, des régulateurs fédéraux et étatiques et des universitaires qui ont dédié leurs temps et efforts à ce projet. Nous les remercions!

Les Conseillers de GLOBAL

- Bill Brewer, Oregon Potato Commission
- David Chitwood, PhD, USDA ARS
- Lorin Clinger, potato grower
- Tina Gresham, PhD, USDA APHIS PPQ
- Russell Ingham, PhD., Oregon State University
- Andrew Jensen, PhD, Northwest Potato Research Consortium
- Jonathan M. Jones, USDA APHIS
- Daniel Kepich, USDA APHIS
- Patrick Kole, JD, Idaho Potato Commission
- James LaMondia, PhD, Connecticut Agricultural Experiment Station
- Brian Marschman, USDA APHIS PPQ
- Jon Pickup, PhD, Science and Advice for Scottish Agriculture (SASA)
- Bryan Searle, potato grower
- Andrea Skantar, PhD, USDA ARS
- Alan Westra, Idaho Crop Improvement Association
- Melanie Wickham, Empire State Potato Growers, Inc.
- Ryan Krabill, United States Potato Board

Contactez-nous:

Pour plus d'information, commentaires ou suggestions, veuillez contacter Louise-Marie Dandurand, imd@uidaho.edu, ou Inga Zasada, inga.zasada@usda.ars.gov