

European and Mediterranean Plant Protection Organization  
 Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes

**National regulatory control systems**  
**Systèmes de lutte nationaux réglementaires**

## ***Heterodera glycines*: procédures pour la lutte officielle**

### **Champ d'application spécifique**

Cette norme décrit les procédures de lutte officielle visant à éradiquer ou enrayer *Heterodera glycines*, et comprend des éléments relatifs au suivi.

### **Approbation et amendement spécifiques**

Approbation initiale en 2008-09.

### **Introduction**

*Heterodera glycines* est un organisme de la liste A2 pour la région OEPP. Des détails sur sa biologie, sa répartition géographique et son importance économique figurent dans OEPP/CABI (1997) et PQR (OEPP/EPPO, 2005). *H. glycines* est l'un des organismes nuisibles les plus destructeurs du soja dans le monde. Malgré sa large gamme d'hôtes, *H. glycines* ne s'établit et ne devient un organisme nuisible d'importance économique que dans les endroits où le soja est largement cultivé, en rotations rapprochées ou en monoculture. Il s'est révélé très difficile à éradiquer et des mesures préventives sont donc essentielles.

Le nématode à kystes du soja, *H. glycines*, est présent au Japon depuis 1881 et a été signalé pour la première fois aux États-Unis en 1954 et au Canada en 1987. *H. glycines* a été trouvé en Italie en 2000<sup>1</sup> et les pays membres de l'OEPP ont estimé que l'OEPP devait recommander des mesures de lutte officielle pour empêcher une dissémination plus importante de cet organisme nuisible. La prévention de la dissémination de cet organisme nuisible dans la région est accomplie principalement par des mesures internationales, mais des mesures doivent également être mises en œuvre pour lutter contre cet organisme nuisible dans les lieux de production infestés.

Le soja, *Glycine max*, est la seule culture d'importance économique majeure qui est sérieusement affectée. Selon des statistiques de la FAO, environ 1 753 000 ha de soja étaient cultivés dans la région OEPP en 2005, les plus gros producteurs étant la Fédération de Russie (656 000 ha) et l'Ukraine (422 000 ha). D'autres plantes hôtes cultivées, principalement de la famille des Fabaceae, sont *Lespedeza* spp., *Lupinus albus*, *Penstemon* spp., *Phaseolus vulgaris*, *Vicia villosa*, *Vigna angularis* et *V. radiata*. Plus de 1 100 espèces de végétaux sont signalées comme des hôtes potentiels du nématode à kystes du soja. La plupart sont des adventices ou des espèces cultivées ne se trouvant pas communément dans les champs de soja ou les séquences culturales du soja. De nombreuses espèces permettent seulement au nématode de survivre jusqu'à ce qu'une plante hôte plus sensible soit disponible.

La température et l'humidité du sol sont les facteurs les plus importants qui déterminent la survie du nématode à kystes dans un champ en l'absence de plantes hôtes. Slack *et al.* (1972) ont montré<sup>2</sup> qu'en l'absence d'hôtes, les œufs contenus dans les kystes peuvent rester viables pendant 8 ans dans un sol humide à température fraîche, mais que la période de survie diminue avec l'augmentation de la température. Cette expérimentation a été prolongée et du soja a été planté après 9 ans pendant lesquels aucune plante hôte n'avait été autorisée à pousser suffisamment longtemps pour qu'une génération complète du nématode se développe. Des dégâts importants ont été enregistrés pendant la deuxième année de culture du soja. Aucun kyste ou œuf n'a été trouvé dans les échantillons de sol prélevés dans les parcelles. Cela confirme que la longévité de cet organisme nuisible n'est pas bien comprise (Riggs, comm. pers., 2007). Même dans du sol sec, certains œufs peuvent survivre dans les kystes jusqu'à trois ans en conditions fraîches (Slack *et al.*, 1972). La viabilité diminue plus rapidement lorsque du sol sec est exposé à des températures élevées ou lorsque le sol est inondé (Slack *et al.*, 1972).

Le nématode est sédentaire, excepté quelques déplacements indépendants très limités des juvéniles et des mâles. Par contre la durabilité du kyste permet un transport passif considérable. L'infestation de nouvelles parcelles est généralement due au déplacement de kystes dans des résidus de sol grâce, par exemple, à des

<sup>1</sup> Noter que *H. glycines* n'est pas réglementé dans l'Union européenne et que les prospections de suivi ne sont pas exigées dans les États membres.

<sup>2</sup> Dr Riggs a confirmé que l'étude de Slack *et al.* (1972) se basait sur un essai au champ, bien que cela ne soit pas clair dans l'article.

machines ou au vent. Des kystes contenant des juvéniles viables ont également été trouvés dans des excréments d'oiseaux (Epps, 1971).

Le transport international est plus susceptible de se produire avec du sol ou du substrat associé à des plantes ou des semences. Il a été montré que *H. glycines* peut rester viable jusqu'à 8 mois dans des particules de sol présentes dans des lots de semences (Epps, 1969). Les nématodes peuvent aussi être transportés dans les racines des plantes infestées.

Il est recommandé aux pays membres de l'OEPP ayant des zones à risque de préparer un plan d'urgence pour la surveillance, l'éradication et l'enrayement de cet organisme nuisible.

Cette norme présente les bases d'un système de lutte nationale réglementaire pour le suivi, l'éradication et l'enrayement de *H. glycines* et décrit:

- Les éléments de la prospection de suivi qui doit être conduite pour détecter une nouvelle infestation ou pour délimiter une zone infestée.
- Les mesures visant à éradiquer des populations récemment détectées (y compris une incursion)
- Les mesures d'enrayement pour empêcher une dissémination plus importante à l'intérieur du pays ou vers des pays voisins, dans des zones où l'organisme nuisible est présent et où l'éradication n'est plus considérée comme possible.

### **Prospection de suivi pour *H. glycines***

La détection précoce de *H. glycines* est basée sur l'échantillonnage de champs de soja avant l'apparition des symptômes. La surveillance des champs de soja doit également comporter une familiarisation avec les symptômes associés à cet organisme nuisible. L'Annexe 1 contient des indications sur l'échantillonnage au champ et les symptômes.

### **Éradication de *H. glycines***

Le programme d'éradication de *H. glycines* est basé sur la délimitation d'une ou plusieurs zones de quarantaine à l'intérieur du pays, dans lesquelles des mesures sont appliquées pour empêcher une dissémination plus importante de l'organisme nuisible et pour l'éradiquer. Ces mesures sont décrites à l'Annexe 2. Dans le cas de populations détectées récemment, la surveillance peut montrer que l'organisme nuisible est plus largement répandu. Dans ce cas, les pays peuvent souhaiter réévaluer les perspectives d'éradication et décider de mettre en œuvre un programme d'enrayement plutôt qu'un programme d'éradication.

### **Enrayement de *H. glycines***

Le programme d'enrayement de *H. glycines* dans le cas de populations établies est basé sur la rotation avec des variétés résistantes ou des plantes non-hôtes dans les champs infestés, et sur des mesures visant à empêcher la dissémination à partir des champs infestés. Ces mesures sont décrites à l'Annexe 3.

### **Références**

- Epps JM (1969) Survival of the soybean cyst nematode in seed stocks. *Plant Disease Reporter* **53**, 403-405.
- Epps JM (1971) Recovery of soybean cyst nematode *Heterodera glycines* from digestive tract of birds. *Journal of Nematology* **3**, 417-419.
- OEPP/CABI (1997) *Heterodera glycines*. *Organismes de quarantaine pour l'Europe*, 2<sup>ème</sup> edn, pp. 607-611. CAB International, Wallingford (GB).
- Niblack TL (1995) Soybean cyst nematode in the north central region: existing management options. In Proceedings, Conference on Soybean Cyst Nematode in the North Central Region. Ames, IA.
- Niblack TL, Arelli PR, Noel GR, Opperman CH, Orf JH, Schmitt DP, Shannon JG & Tylka GL (2002) A Revised Classification Scheme for Genetically Diverse Populations of *Heterodera glycines*. *Journal of Nematology*, **34**, 279-288.
- OEPP/EPPO (2005) PQR *Plant Quarantine Information System* (version 4.5). OEPP/EPPO, Paris, France.
- OEPP/EPPO (2008) Standard PM 7/89(1) Diagnostic protocol for *Heterodera glycines*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **38**, 379-389
- Slack DA, Riggs RD & Hamblen ML (1972) The effect of various factors and moisture on the survival of *Heterodera glycines* in the absence of a host. *Journal of Nematology* **4**, 263-266.

## Annexe 1 : Suivi de *H. glycines*

La détection précoce de *H. glycines* est basée sur l'échantillonnage du sol et des racines au champ, car l'organisme nuisible peut être présent dans un champ et réduire le rendement de plus de 30% sans que des symptômes soient visibles au-dessus du sol (Niblack, 1995). Le rabougrissement des plantes peut passer inaperçu si des zones étendues de champs sont affectées uniformément et s'il ne s'accompagne pas de chlorose. En outre, le développement de l'organisme nuisible à des niveaux occasionnant des dégâts dans les champs nécessite plusieurs années. Empêcher ce développement requiert une détection et une gestion précoces. L'échantillonnage des champs de soja, même ceux qui ne présentent pas de symptômes, est la seule façon de détecter *H. glycines* avant qu'il ne devienne un problème économique. Les inspecteurs doivent néanmoins être également capables d'identifier les symptômes pouvant être associés à *H. glycines*. Des directives sur la détection et l'identification de *H. glycines* figurent dans la Norme OEPP PM 7/89(1).

### Symptômes

Les symptômes causés par *Heterodera glycines* ne sont pas spécifiques. Des symptômes généraux sont par exemple des zones de mauvaise croissance dans une culture de soja. Les plantes montrent alors parfois un jaunissement, un flétrissement ou une perte de feuilles, avec une production de semence réduite. Il existe généralement une ligne de séparation nette entre les zones affectées ou non du champ. Dans les zones affectées, les rangs se ferment lentement et peuvent rester ainsi pendant toute la période de végétation. Les dégâts les plus importants se situent souvent dans le centre de la zone affectée. Les zones affectées se situent fréquemment à proximité des points d'entrée des machines dans le champ, ou dans les zones où du sol provenant d'autres champs est déposé par le vent ou l'eau. La diminution du rendement en grain est généralement le premier signe de la présence d'une infestation. La combinaison d'une croissance réduite et de jaunisse est généralement appelée "yellow dwarf disease" pour le soja contaminé par *H. glycines*. L'infestation des racines entraîne une augmentation du nombre de racines latérales, et une diminution du nombre de nodules de *Rhizobium* et de la fixation de l'azote. Les femelles jeunes et les kystes sont blancs, jaunes ou bruns, ont environ la taille d'une tête d'épingle et sont à peine visibles à l'œil nu à la surface de la racine. Ils peuvent être confondus avec des nodules de *Rhizobium* du soja. L'échantillonnage du sol pour trouver les kystes est cependant la meilleure méthode pour détecter la présence du nématode à kystes du soja; les juvéniles peuvent également être détectés dans des extractions effectuées pour rechercher les nématodes libres.

### Échantillonnage

Les critères suivants doivent être utilisés pour sélectionner les champs de soja pour l'échantillonnage:

- Dans les zones où la présence du nématode n'est pas connue, l'échantillonnage doit viser les champs plantés avec des semences importées d'un pays où le nématode est présent. Ces champs doivent être échantillonnés tous les 4-6 ans ou chaque deuxième année suivant la culture du soja, car le nématode peut réduire les rendements sans que des symptômes ne soient visibles.
- Dans les zones où le nématode est présent, l'échantillonnage doit viser des zones spécifiques, telles que l'entrée des champs, les lignes de clôture où le vent dépose de la terre, les zones qui ont tendance à former des mares ou à être inondées, et les zones qui présentent systématiquement un rendement faible, car ce sont celles où le nématode est plus susceptible d'être introduit.

Des échantillons peuvent être prélevés à tout moment de l'année, mais les périodes les plus adéquates sont juste avant la plantation et après la récolte. Des échantillons peuvent être prélevés à tout moment lorsque les plantes présentent des symptômes généraux de croissance réduite ou de jaunisse. Noter que les populations de *H. glycines* sont plus importantes au moment de la récolte. Si des symptômes indicatifs de la présence de *H. glycines* sont détectés, tels que des plantes jaunes ou rabougries, ou des racines rabougries et gonflées, des échantillons du sol et de racines associées à ces plantes doivent être collectés. Les racines doivent être soigneusement déterrées et examinées pour détecter la présence de femelles de *H. glycines* (kystes). L'infestation sur les racines est plus facile à détecter lorsque les femelles sont en maturation (c'est-à-dire ne sont pas encore des kystes) car les kystes peuvent facilement se détacher des racines lorsqu'on déterre la plante.

### Procédure d'échantillonnage du sol

La probabilité qu'un échantillon de sol de taille donnée contienne un ou plusieurs kystes dépend de la densité de population moyenne des kystes dans la zone échantillonnée. Inversement, la probabilité qu'une population d'une densité moyenne donnée soit détectée dépend de la quantité de sol examinée et, dans une moindre

mesure, du nombre de points où l'échantillon est prélevé et de la superficie dans laquelle les points d'échantillonnage sont répartis. En pratique la détection de populations relativement faibles nécessite de prélever dans le champ un volume de sol suffisamment important, qui est ensuite traité complètement pour extraire les kystes au laboratoire ou pour un essai biologique; le nombre de points d'échantillonnage dans le champ doit être suffisant pour tenir compte de l'hétérogénéité de la distribution.

La procédure d'échantillonnage minimale recommandée consiste à prélever, dans chaque 1 ha de la zone, 60 carottes (forages) de sol avec un outil d'échantillonnage semi-cylindrique afin de préparer un échantillon de 500 mL<sup>3</sup>. Le sol doit être collecté à une profondeur de 15 à 20 cm dans la zone des racines des plantes. La meilleure manière d'obtenir un échantillon représentatif est de collecter les carottes suivant un motif en zigzag dans l'ensemble de la zone d'échantillonnage. Pour les champs supérieurs à 1 ha, les échantillons de chaque ha doivent être traités séparément; pour les champs inférieurs à 1 ha, prélever le même nombre de carottes (60) et le même volume de sol (500 mL) que pour 1 ha. Les échantillons doivent être collectés dans un sac en polyéthylène. Les sacs en papier ne sont pas conseillés pour *H. glycines* car ils laissent le sol se dessécher de manière trop importante. Les échantillons ne doivent pas être conservés au soleil direct ou à un endroit où ils sont susceptibles de surchauffer.

## Annexe 2: Programme d'éradication

Le processus d'éradication nécessite quatre activités principales:

- surveillance pour examiner totalement la répartition de l'organisme nuisible
- enrayement pour empêcher la dissémination de l'organisme nuisible
- traitement et/ou mesures de lutte pour éradiquer l'organisme nuisible quand il est trouvé
- vérification de l'éradication de l'organisme nuisible.

### *Délimitation de la zone de quarantaine*

Si un foyer est détecté, des mesures visant à empêcher la dissémination doivent être appliquées et l'ONPV doit enquêter sur l'extension et la source primaire de ce foyer. Cette enquête doit inclure, au minimum, des analyses dans tous les autres champs de soja de l'exploitation agricole et des champs d'autres exploitations agricoles ayant partagé du matériel avec l'exploitation contaminée.

Tant que l'éradication n'est pas réalisée, les champs du lieu de production doivent être testés avant de planter du soja.

### Procédure d'échantillonnage

La procédure d'échantillonnage minimale recommandée consiste à prélever, dans chaque 1 ha de la zone, 100 carottes (forages) de sol avec un outil d'échantillonnage semi-cylindrique afin de préparer un échantillon de 1000 mL<sup>4</sup>. La taille totale de l'échantillon est plus élevée (1000 mL) que pour un programme de suivi (500 mL), car une probabilité de détection plus forte est requise aux fins de l'éradication. Voir l'Annexe 1 pour le procédé de collecte des échantillons. Pour les champs supérieurs à 1 ha, les échantillons de chaque ha doivent être traités séparément; pour les champs inférieurs à 1 ha, prélever le même nombre de carottes (100) et le même volume de sol (1000 mL) que pour 1 ha.

### *Prévention de la dissémination*

Le mouvement de sol à partir des champs infestés doit être interdit. Le matériel doit être nettoyé avec de l'eau ou de la vapeur à haute pression pour éliminer toutes les particules de sol et les débris avant de quitter la zone infestée. Les opérations culturales doivent, si possible, être effectuées en dernier dans les zones infestées. Les semences cultivées sur les terrains contaminés ne doivent pas être utilisées pour semer dans les champs qui ne sont pas infestés, sauf si elles ont été nettoyées de manière appropriée. *H. glycines* peut être disséminé dans des agrégats de sol associés aux semences.

---

<sup>3</sup> Ce régime d'échantillonnage est adapté à partir de celui pour les nématodes à kystes de la pomme de terre pour les champs destinés à la plantation de pommes de terre de semence (100 carottes de sol pour préparer un échantillon de 1500 mL). La taille de l'échantillon et le nombre de carottes sont inférieurs à ceux utilisés pour les nématodes à kystes de la pomme de terre, car *H. glycines* produit davantage de générations par an et a également davantage de plantes hôtes.

<sup>4</sup> Ce régime d'échantillonnage est adapté à partir de celui pour les nématodes à kystes de la pomme de terre (100 carottes de sol pour préparer un échantillon de 1500 mL). La taille de l'échantillon est inférieure à celle utilisée pour les nématodes à kystes de la pomme de terre, car *H. glycines* produit davantage de générations par an et a également davantage de plantes hôtes.

### *Traitement et/ou mesures de lutte pour éradiquer l'organisme nuisible quand il est trouvé*

Aucune culture de soja ou autre plante hôte ne doit être faite dans les champs contaminés pendant 8 ans et les adventices hôtes doivent être éliminées pendant la même période.

#### Autres options

En plus de l'exclusion des plantes hôtes, le programme d'éradication peut inclure une lutte chimique appliquée au sol pour réduire les populations de nématodes, l'utilisation d'agents de lutte naturels tels que les espèces de *Hirsutella*, ou la plantation de plantes de *Brassicaceae* comme biofumigants.

#### *Vérification de l'éradication de l'organisme nuisible*

Étant donné l'incertitude liée à la viabilité de l'organisme nuisible, le champ doit être testé à la fin de la période de huit ans. L'éradication peut être déclarée après une période minimum de huit ans sans plantes hôtes (cultures ou adventices) dans le champ et une analyse de sol négative pour le champ. Il est recommandé d'inclure un essai biologique dans la procédure d'analyse.

### **Annexe 3: Programme d'enrayement**

Dans le cas d'une population établie, l'éradication est difficile à réaliser, mais un programme d'enrayement permettra de réduire les pertes économiques et de retarder la dissémination.

Une lutte efficace contre *H. glycines* nécessite une combinaison de stratégies de gestion. La rotation et les variétés résistantes, la prévention de la dissémination, ainsi que toute pratique favorisant la bonne santé et croissance du soja, aideront à empêcher les dégâts par *H. glycines*.

#### *Rotation*

Dans les champs où *H. glycine* a été détecté (voir Annexe 2 pour la procédure d'échantillonnage), une rotation de quatre ans ou une rotation de six ans avec une culture non-hôte est recommandée pour réduire les niveaux de population de l'organisme nuisible. *Zea mays*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, *Brassica* spp. et les céréales sont les choix les plus communs de cultures non-hôtes pour réduire les populations de *H. glycines*. Les rotations les plus efficaces sont celles qui alternent des variétés de soja résistantes et non résistantes avec une ou plusieurs cultures non-hôtes entre les cultures de soja.

#### Variétés résistantes

Des variétés résistantes adéquates peuvent augmenter les rendements de plus de 50% dans les champs fortement infestés. Un test de race visant à déterminer une possible résistance d'un cultivar est décrit par Niblack *et al.* (2002). En raison de modifications inévitables du type de race chez cet organisme nuisible, les variétés résistantes seules ne peuvent pas permettre une protection à long terme. Pour gérer le problème des modifications de race, l'utilisation d'une combinaison de variétés résistantes et de rotations est suggérée (voir Tableau 1).

**Tableau 1.** Rotations recommandées pour les champs infestés par *H. glycines*

Rotation de quatre ans		Rotation de six ans	
Année	Séquence culturale	Année	Séquence culturale
1	Culture non-hôte	1	Culture non-hôte
2	Variété 1 résistante à <i>H. glycines</i> *	2	Variété 1 résistante à <i>H. glycines</i> *
3	Culture non-hôte	3	Culture non-hôte
4	Variété sensible	4	Variété 2 résistante à <i>H. glycines</i> *
		5	Culture non-hôte
		6	Variété sensible

\* La variété 1 est résistante à la race de *H. glycines* prédominante au champ. La variété 2 est résistance à la race la moins prédominante.

#### *Prévention de la dissémination*

Voir l'Annexe 2 pour les mesures visant à empêcher la dissémination.

#### *Mesures de lutte*

La lutte chimique appliquée au sol pour réduire les populations de nématodes peut également faire partie du programme d'enrayement, ainsi que l'utilisation d'agents de lutte naturels tels que les espèces d'*Hirsutella*. Des plantes de *Brassicaceae* peuvent également être plantées pour la biofumigation.