

anses

agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



Analyse de risque phytosanitaire *Plasmopara halstedii* - agent responsable de la maladie du mildiou tournesol

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Janvier 2014

Édition scientifique



anses

agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



Analyse de risque
phytosanitaire
Plasmopara halstedii -
agent responsable
de la maladie
du mildiou tournesol

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Janvier 2014

Édition scientifique

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 8 janvier 2014

AVIS

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

**relatif à « la réalisation d'une analyse de risque phytosanitaire sur le mildiou du
tournesol (*Plasmopara halstedii*) »**

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 2 juillet 2012 par le Ministère en charge de l'agriculture pour la réalisation de l'expertise suivante : Analyse de risque phytosanitaire portant sur le mildiou du tournesol (*Plasmopara halstedii*).

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Plasmopara halstedii (Farl.) (Berl et de Toni, 1888) est un organisme nuisible listé dans l'annexe IIA2 de la directive 2000/29/CE ("organismes nuisibles, présents dans la communauté et importants pour toute la communauté, dont l'introduction et la dissémination doivent être interdites dans tous les États membres s'ils se trouvent sur certains végétaux ou produits végétaux").

Des exigences sont donc instaurées pour l'introduction et la circulation de végétaux ou de produits végétaux au sein de l'Union Européenne (UE) (annexes IV-I et IV-II de la Directive 2000/29/CE). Ainsi, pour pouvoir être introduites et circuler sur le territoire de l'UE, les semences de *Helianthus annuus* (L., 1753) doivent avoir fait l'objet d'une constatation officielle :

- (a) que les semences proviennent de régions connues comme exemptes de *P. halstedii*.

ou

- (b) que les semences autres que celles produites sur des variétés résistant à toutes les races de *P. halstedii* présentes sur le lieu de production ont été soumises à un traitement approprié contre cet organisme.

Cette demande d'analyse de risque phytosanitaire (ARP) sur *P. halstedii*, émane de la DGAL (Ministère français en charge de l'agriculture) ; elle résulte du constat que cet organisme nuisible est très largement réparti dans le monde, ce qui rend extrêmement problématique le maintien de la capacité de nombreux pays à produire des lots de semences de tournesol exempts de cet agent pathogène.

Il a été demandé à l'Anses de réaliser une ARP sur *P. halstedii* agent responsable de la maladie du mildiou du tournesol (*H. annuus*) (Annexe 1).

L'ARP consiste à évaluer, selon des normes internationales, les preuves biologiques et autres données scientifiques ou économiques pour déterminer si un organisme nuisible doit être réglementé (ou déréglémenté) et la nature des mesures phytosanitaires éventuelles à prendre à son égard. L'ARP s'attache à évaluer l'importance potentielle d'un organisme nuisible particulier pour une aire géographique définie. Elle peut avoir plusieurs objectifs, les plus fréquentes étant l'identification d'une filière, l'identification d'un organisme nuisible, l'examen ou la révision d'une politique.

Dans le cadre de la présente saisine :

- le couple organisme nuisible / filière est *P. halstedii* / semences de *H. annuus* ;
- la zone ARP est l'Union Européenne ;
- l'objectif de l'ARP est l'examen et la révision d'une politique phytosanitaire.

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) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Risque Biologique pour la Santé des Végétaux ». L'Anses a confié l'expertise à un groupe de travail *ad hoc* « mildiou du tournesol ». Le rapport présentant la méthodologie et les résultats scientifiques de l'expertise, conduite entre le 1^{er} novembre 2012 et le 1^{er} décembre 2013, a été présenté au CES « Risque Biologique pour la Santé des Végétaux » le 3 décembre 2013 et a été adopté en séance.

La trame du rapport d'expertise collective est constituée du schéma OEPP pour l'analyse du risque phytosanitaire (ARP ; EPPO Standard PM 5/3(5)). La conduite de l'expertise a suivi l'ensemble du processus d'analyse de risque qui se subdivise en trois étapes complémentaires : initiation, évaluation (catégorisation de l'organisme nuisible, évaluation de la probabilité d'introduction et de dissémination, évaluation des conséquences économiques potentielles), et gestion du risque phytosanitaire.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES

■ Catégorisation de l'organisme nuisible

Du fait de sa large répartition en Europe, *P. halstedii* ne répond pas à la définition d'un organisme de quarantaine et le schéma OEPP aurait théoriquement pu conduire à l'arrêt de la démarche d'ARP.

Compte tenu du fait que l'analyse de risque était réalisée en vue de l'examen des dispositions de la directive 2000/29/CE relatives à cet organisme nuisible, la démarche d'ARP a toutefois été poursuivie afin d'apporter au gestionnaire du risque l'ensemble des connaissances scientifiques et techniques disponibles. Dans l'analyse, une attention particulière a été portée à l'utilité de distinguer les différents pathotypes de *P. halstedii* et aux alternatives réglementaires à envisager pour gérer le problème « mildiou ».

■ Entrée

Les semences de tournesol importées et/ou circulant au sein de la zone ARP constituent la principale filière d'entrée de *P. halstedii* dans les régions qui en seraient exemptes.

La biologie de *P. halstedii* rend possible sa survie dans les lots de semences de tournesol. Le traitement systématique de ces lots au mefenoxam (phénylamide), qui n'est pas efficace à 100% du fait de l'éventuelle présence d'isolats résistants, ne permet pas facilement la mise en évidence de l'oomycète car les méthodes de détection sont validées seulement sur des semences non traitées.

La mise en œuvre de la lutte génétique (utilisation de variétés résistantes), de la lutte chimique et de pratiques culturales adaptées (rotations) dans les pays producteurs de tournesol permet de limiter la prévalence de *P. halstedii* et les pertes provoquées par le mildiou, mais ne peut garantir que les semences soient totalement exemptes de l'oomycète, du fait de l'existence et l'apparition probable de pathotypes contournant les résistances variétales déployées et d'isolats résistants au mefenoxam.

L'introduction de *P. halstedii* via les semences circulant au niveau national, au sein de la zone ARP ou depuis des pays hors zone ARP, est ainsi très probable. Le fait qu'elle n'ait pu être évitée au cours des dernières décennies en dépit du statut d'Organisme Nuisible de Quarantaine (ONQ) de *P. halstedii* en constitue le principal élément de preuve.

■ Établissement

P. halstedii est susceptible de s'établir dans toutes les zones où le tournesol est cultivé. Le climat et la distribution des plantes hôtes (astéracées cultivées et sauvages) sont deux facteurs favorables à l'établissement de l'oomycète.

La probabilité d'établissement est jugée très élevée. En effet, le traitement des semences et l'utilisation de variétés résistantes limitent mais n'empêchent pas l'établissement de *P. halstedii* du fait de la sélection d'isolats résistant au mefenoxam et de pathotypes susceptibles de contourner les résistances variétales déployées.

■ Dissémination

Une fois que *P. halstedii* a été introduit et s'est établi dans une zone, sa dissémination est probable et s'opèrerait à une vitesse relativement rapide, que ce soit par des moyens naturels (vitesse modérée) ou via une assistance humaine (vitesse élevée, en l'absence de réglementation ; vitesse modérée, en présence d'une réglementation de type ONQ ou ORNQ (Organisme Réglementé Non de Quarantaine) assimilable à une norme de certification de semences). Cette évaluation a été élaborée en analysant spécifiquement pour l'ARP des données épidémiologiques concernant la situation française acquises par le SRAL Midi-Pyrénées (services déconcentrés de l'ONPV française ; J. Moinard) en collaboration avec l'INRA (D. Tourvieille). Le transport à longue distance de semences, qui a été traité en tant que filière d'introduction dans la zone ARP, en a été exclu.

■ Importance économique

Toutes les aires de la zone ARP où le tournesol est cultivé sont économiquement à risque. Lorsque les conditions climatiques s'y prêtent, l'impact potentiel de *P. halstedii* en l'absence de mesures de gestion est important.

En l'absence de mesures de gestion, *P. halstedii* est capable de provoquer des pertes de rendement allant jusqu'à 100% (destruction totale des plants contaminés qui peut entraîner l'abandon des parcelles trop touchées) en cas d'année climatiquement favorable à la maladie et de densité d'inoculum primaire importante dans la parcelle. Avec des mesures de gestion adaptées au contexte, en particulier utilisation de variétés résistant aux populations pathogènes, l'impact économique peut être estimé (à partir de la situation française) en moyenne à 3,5% de perte de rendement pour la zone ARP.

Un autre impact économique potentiel serait une désaffectation des agriculteurs pour cette espèce oléagineuse de printemps, difficilement remplaçable en rotation dans la zone ARP, notamment en Roumanie, France, Espagne, Hongrie et Bulgarie.

■ Conclusion de l'évaluation du risque phytosanitaire

P. halstedii est présent dans la zone ARP. Les mesures réglementaires appliquées à l'importation de semences n'ont pas permis d'éviter l'introduction de nouveaux isolats présentant un profil de risque important (nouvelles virulences vis-à-vis des variétés de tournesol cultivées et nouvelles résistances vis-à-vis du mefenoxam). L'impact économique du mildiou sur la culture de tournesol est important mais des méthodes de gestion existent et sont actuellement efficaces : résistances variétales, rotation culturale, application d'un fongicide en traitement de semences, norme de production de semences en vue d'assurer leur état sanitaire, suivi de l'évolution des virulences sur le territoire. La durabilité de ces méthodes est toutefois fragilisée par l'éventualité de nouvelles émergences, liées tant à de nouvelles introductions qu'à la capacité d'adaptation des populations pathogènes désormais établies dans la zone ARP.

■ Conclusion de la Gestion du risque phytosanitaire

P. halstedii étant largement distribué dans la zone ARP, la mise en place de mesures pour contrôler son introduction n'est pas pertinente. Toutefois, il est toujours possible de réduire l'impact du mildiou du tournesol à un niveau acceptable par la mise en place des mesures suivantes :

- dispositif d'épidémiosurveillance permettant de détecter l'émergence de nouveaux pathotypes (virulences) et de suivre leur évolution sur le territoire de la zone ARP ;
- convergence de pratiques normées en production de semences permettant d'assurer leur état sanitaire, qui pourrait être transcrit en un schéma de certification ayant un caractère obligatoire (type ORNQ) ;
- déploiement raisonné des résistances variétales dans les rotations, en fonction des pathotypes présents sur les zones de production, que favoriserait une bonne connaissance des profils de résistance des variétés ;
- poursuite des travaux de R&D sur les ressources génétiques du tournesol (identification des sources de résistance, cartographie génétique des gènes/allèles d'intérêt, développement d'outils de sélection assistée par marqueurs associés ; effort de sélection de la part des semenciers pour intégrer de nouvelles sources de résistance) et sur des matières actives durablement efficaces contre le mildiou du tournesol.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

Étant donné :

- (1) l'actuelle large distribution de *P. halstedii* dans la zone ARP ;
- (2) le rôle prépondérant de la transmission de *P. halstedii* par les semences (unique filière d'introduction considérée) ;
- (3) l'importance de la diversification d'origine évolutive constatée au niveau mondial (susceptible de s'exprimer par l'introduction de nouveaux isolats plus virulents ou résistants au mefenoxam au sein de la zone ARP par le biais du commerce international des semences), et la difficulté à interpréter la nature de cette diversité (marqueurs neutres vs. spectre de virulence) et à estimer le risque de nouvelles introductions ;
- (4) les dégâts provoqués en cultures destinées à la trituration, et plus en amont à la production de semences, variables en fonction des conditions climatiques et des systèmes de culture ;
- (5) l'existence de mesures de gestion (déploiement de résistances variétales, rotations culturales, traitement fongicide, pratique normée de production de semences en vue d'assurer leur état sanitaire) ;
- (6) l'existence d'un réseau d'épidémiosurveillance dans quelques pays (veille organisée de l'évolution des virulences sur le territoire), notamment en France, qui a prouvé son efficacité opérationnelle, indépendamment des mesures

règlementaires appliquées (quarantaine, passeport phytosanitaire, etc.) dont l'efficacité reste toutefois incertaine au regard du point (3) ;

et que :

L'expérience française consécutive au développement des épidémies de mildiou (années 60-70, puis années 90) a fait la preuve qu'il était possible de gérer la présence de *P. halstedii* et contrôler ses dégâts, en dépit de l'apparent manque d'efficacité des mesures de quarantaine s'étant traduit par l'extension de son aire de répartition puis par l'apparition de nouveaux pathotypes et d'isolats résistant aux phénylamides. La large prospection mise en place en France dès le début des années 90, ayant eu pour objectif de déceler l'émergence de nouveaux isolats de *P. halstedii* (nouvelle virulence, résistance aux phénylamides), a été déterminante dans l'efficacité de la gestion du problème « mildiou ». Cette gestion a consisté en la mise en œuvre de méthodes de lutttes impliquant les semenciers (introgression de nouveaux gènes de résistance permettant de faire face aux problèmes rencontrés) et le souci de maintenir, par des mesures de gestion contraignantes (épurations et refus des parcelles de productions de semences en cas de contamination), la qualité sanitaire des semences commercialisées. L'historique français (capacité des acteurs à mettre en place rapidement des solutions multiples et le succès des travaux de R&D visant à mettre sur le marché de nouvelles sources de résistance) conduit à estimer modérée la probabilité de se heurter à une impasse technique en cas d'introduction d'isolats exotiques dommageables à la culture du tournesol (c'est-à-dire de se trouver dans l'incapacité d'adapter rapidement les méthodes de lutttes actuelles à un nouveau contexte populationnel, plus problématique).

et convenant que :

Le risque lié à l'introduction de *P. halstedii* sur des semences de tournesol dans la zone ARP, son établissement, sa dissémination et son impact économique n'est pas acceptable en l'absence d'une capacité avérée à maintenir et faire appliquer une partie des mesures d'épidémiosurveillance (point 6) et à faire évoluer les mesures de gestion (point 5) en réponse à l'introduction possible de nouvelles virulences et résistances aux phénylamides.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail conclut que :

Le risque lié à 1) l'introduction de *P. halstedii* sur des semences de tournesol dans la zone ARP, 2) son établissement, 3) sa dissémination et 4) son impact économique **est acceptable si et seulement si**, en réponse à l'introduction de nouvelles virulences et résistances aux phénylamides et du changement de contexte populationnel que cela pourrait induire, **la capacité à maintenir et faire appliquer une partie des mesures phytosanitaires actuellement mises en œuvre et à faire évoluer les mesures de gestion est avérée :**

- d'une part, détection d'émergence de virulences et suivi de leur évolution sur le territoire de la zone ARP (dispositif d'épidémiosurveillance) ; convergence des pratiques normées en production de semences permettant d'assurer leur état sanitaire, qui pourrait être transcrit en un schéma de certification ayant un caractère obligatoire (type ORNQ) ;

- d'autre part, poursuite des recherches sur les ressources génétiques du tournesol (identification des sources de résistance, cartographie génétique des gènes/allèles d'intérêt, développement des outils de sélection assistée par marqueurs associés ; effort de sélection de la part des semenciers pour intégrer de nouvelles sources de résistance) et sur des matières actives durablement efficaces contre le mildiou du tournesol.

Le directeur général

Marc Mortureux

MOTS-CLES

Analyse de risque phytosanitaire, *Plasmopara halstedii*, mildiou du tournesol, *Helianthus annuus*, tournesol, Directive 2000/29/CE

Analyse de Risque Phytosanitaire

Plasmopara halstedii agent responsable de la maladie du mildiou du tournesol

Saisine « ARP Mildiou du tournesol »
2012-SA-0159

RAPPORT **d'expertise collective**

CES « Risques biologiques pour la santé des végétaux »
Groupe de travail « Mildiou du tournesol »

Décembre 2013

Mots clés

Analyse de risque phytosanitaire, *Plasmopara halstedii*, mildiou du tournesol, *Helianthus annuus*, tournesol, Directive 2000/29/CE

Présentation des intervenants

PREAMBULE : 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.

GROUPE DE TRAVAIL

Président

M. Frédéric SUFFERT – Ingénieur de recherche, INRA de Versailles-Grignon, Unité de recherche BIOlogie et GEstion des Risques en agriculture, *Spécialité : mycologie, épidémiologie*

Membres

M. François DELMOTTE – Chargé de recherche, INRA de Bordeaux Unité mixte de recherche santé et agroécologie du vignoble, *Spécialité: mycologie*

M. Marc DELOS – Expert national grandes cultures et biotechnologie végétale, Ministère en charge de l'agriculture, Direction Générale de l'Alimentation, *Spécialité: grandes cultures*

Mme Valérie GRIMAULT – Responsable du laboratoire de pathologie, GEVES, Station Nationale Essais de semences, *Spécialité: pathologie des semences*

M. Denis TOURVIEILLE de Labrouhe – Ingénieur de recherche, INRA de Clermont-Ferrand, Unité expérimentale PHACC, *Spécialité: phytopathologie*

M. Patrick VINCOURT – Directeur de recherche, INRA Toulouse, Laboratoire des interactions plantes-microorganismes, *Spécialité: génétique*

Mme Véronique WILSON – Responsable technique, Anses, Laboratoire de la santé des végétaux, unité de mycologie, *Spécialité : mycologie*

COMITE D'EXPERTS SPECIALISE

Les travaux, objets du présent rapport sont suivis par le CES suivant :

- CES Risques biologiques pour la santé des végétaux

Président

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

Membres

Mme Sylvie AUGUSTIN – Chargée de recherche, INRA d'Orléans, UR de zoologie forestière

Mme Nathalie BREDA – Directrice de recherche, INRA de Nancy, UMR Ecologie et Ecophysiologie Forestières

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

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

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

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

M. Jean-Claude LABERCHE – Professeur émérite - Université de Picardie Jules Verne

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

M. Guy LEMPERIERE – Directeur de recherche, IRD, Centre de Recherche et de Veille sur les maladies émergentes dans l'Océan Indien

M. Didier MUGNIÉRY – Retraité, ancien Directeur de Recherche à l'INRA de Rennes

M. Pierre SILVIE – Chargé de recherche, IRD mis à disposition du CIRAD, UR Systèmes de cultures annuels

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

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, RLP Agroscience, AIPlanta – Institute for Plant Research

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

M. Xavier TASSUS – Coordonnateur scientifique - Anses

Contribution scientifique

M. Guillaume FRIED – Responsable technique - Anses

Mme Raphaëlle MOUTTET – Responsable technique – Anses

SOMMAIRE

Présentation des intervenants	3
Expertise collective : synthèse de l'argumentaire et conclusions	8
Sigles et abréviations	9
Liste des tableaux	9
Liste des figures	10
1. Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine	11
1.1 Contexte.....	11
1.2 Objet de la saisine.....	11
1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation.....	12
2. Analyse de risque phytosanitaire	13
2.1 Étape 1: Initiation.....	13
2.2 Étape 2: Évaluation du risque phytosanitaire	18
2.2.1 Section A: Catégorisation de l'organisme nuisible	18
2.2.1.1 Identifier l'organisme nuisible	18
2.2.1.2 Déterminer si l'organisme est nuisible.....	19
2.2.1.3 Présence ou absence dans la zone ARP et situation réglementaire de l'organisme nuisible.....	21
2.2.1.4 Possibilités d'établissement et de dissémination dans la zone ARP	22
2.2.1.5 Possibilités de conséquences économiques dans la zone ARP.....	23
2.2.1.6 Conclusion de la catégorisation de l'organisme nuisible.....	23
2.2.2 Section B: Évaluation de la probabilité d'introduction et de dissémination et des conséquences éventuelles	24
2.2.2.1 Probabilité d'introduction et de dissémination	24
2.2.2.1.2 Probabilité d'entrée d'un organisme nuisible	24
2.2.2.1.2.1 Identification des filières	24
2.2.2.1.3 Probabilité que l'organisme nuisible soit associé avec la filière individuelle à l'origine.	25
2.2.2.1.4 Probabilité de survie pendant le transport ou le stockage	28
2.2.2.1.5 Probabilité que l'organisme nuisible survive aux procédures de lutte en vigueur	29
2.2.2.1.6 Probabilité de transfert à un hôte ou à un habitat approprié ?.....	29
2.2.2.1.7 Prise en compte d'autres filières	31
Conclusion sur la probabilité d'entrée	31
2.2.2.2 Probabilité d'établissement	32
2.2.2.2.1 Sélection des facteurs écologiques qui influencent le potentiel d'établissement.....	32
2.2.2.2.2 Identification de la zone d'établissement potentiel.....	33
2.2.2.2.2.1 Facteur 1. Plantes-hôtes et habitats adaptés.....	33
2.2.2.2.2.2 Facteur 2. Hôtes alternatifs et autres espèces essentielles.....	34
2.2.2.2.2.3 Facteur 3 Climat	34
2.2.2.2.2.4 Facteur 4 Autres facteurs abiotiques.....	34
2.2.2.2.2.5 Facteur 5 Compétition et ennemis naturels	34
2.2.2.2.2.6 Facteur 6: Gestion de l'environnement	35
2.2.2.2.2.7 Facteur 7: Culture sous abris	35

2.2.2.2.3 Zone d'établissement potentiel.....	36
2.2.2.2.4 Adéquation de la zone d'établissement potentiel.....	36
2.2.2.2.4.1 Présence d'hôtes ou d'habitats adaptés, d'hôtes alternes et de vecteurs dans la zone ARP.....	36
2.2.2.2.4.2 Adéquation de l'environnement.....	36
2.2.2.2.5 Pratiques culturelles et mesures de lutte	37
2.2.2.2.6 Autres caractéristiques de l'organisme nuisible influant sur la probabilité d'établissement.....	39
2.2.2.2.7 Conclusion sur la probabilité d'établissement	40
2.2.2.3 Probabilité de dissémination	43
2.2.2.3.1 Conclusion sur la probabilité de dissémination	49
2.2.2.4 Éradication, enrayement et populations transitoires de l'organisme nuisible	50
2.2.2.5 Évaluation des conséquences économiques éventuelles.....	51
2.2.2.5.1 Impact économique " <i>sensu-stricto</i> "	51
2.2.2.5.2 Impact environnemental	54
A. Questions pour les organismes nuisibles qui ne sont pas des plantes	54
2.2.2.5.3 Impact social.....	54
2.2.2.5.4 Autres impacts économiques	55
2.2.2.5.5 Conclusion de l'évaluation des conséquences économiques	55
2.2.2.6 Degré d'incertitude	56
2.2.2.6.1 Conclusion de l'évaluation du risque phytosanitaire	56
2.2.2.7 Conclusion générale de l'évaluation du risque phytosanitaire	57
2.3 Étape 3 : Gestion du risque phytosanitaire	58
2.3.1 Risque associé avec les filières majeures.....	58
2.3.2 Types de filières	59
2.3.3 Mesures réglementaires existantes.....	60
2.3.4 Identification d'options de gestion du risque appropriées	61
2.3.4.1 Options sur le lieu de production.....	61
2.3.4.1.1 Détection de l'organisme nuisible sur le lieu de production par des inspections ou des analyses.....	61
2.3.4.1.2 Prévention de l'infestation de la marchandise sur le lieu de production	62
2.3.4.1.3 Établissement et maintien d'une culture, d'un lieu de production ou d'une zone exempt de l'organisme nuisible	64
2.3.4.2 Options après la récolte, au moment du pré-agrément ou pendant le transport	65
2.3.4.2.1 Détection de l'organisme dans les envois par inspection ou analyse.....	65
2.3.4.2.2 Élimination de l'organisme nuisible de l'envoi par traitement ou d'autres procédures phytosanitaires.....	65
2.3.4.2.3 Options qui peuvent être mises en œuvre après l'entrée des envois	66
2.3.4.3 Évaluation des options de gestion du risque.....	68
2.3.5 Conclusion de la Gestion du risque phytosanitaire.....	72
Bibliographie	73
Publications.....	73
Normes.....	77
Législation et réglementation.....	77
ANNEXES.....	78
Annexe 1. Lettre de saisine	79
Annexe 2. Questionnaire à destination des ONPV	81

Annexe 3. Répartition géographique de <i>Plasmopara halstedii</i> dans le monde	86
Annexe 4. Répartition géographique de <i>Plasmopara halstedii</i> dans la zone ARP	93
Annexe n 5: Données épidémiologiques	97
Annexe 6 : Suivi des actualisations du rapport	106

Expertise collective : synthèse de l'argumentaire et conclusions

Les conclusions du rapport ont été adoptées lors du CES « risque biologique pour la santé des végétaux » du 3 décembre 2013.

Sigles et abréviations

Anses : Agence Nationale de Sécurité Sanitaires de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ARP : Analyse de Risque Phytosanitaire

CAPRA : Computer Pest Risk Analysis

CES : Comité d'Expert Spécialisé

CETIOM : Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux et du Chanvre

CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole

DEFRA : Department for Environment, Food and Rural Affairs

DGAL : Direction Générale de l'Alimentation

GNIS : Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants

GT : Groupe de Travail

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

OEPP : Organisation Européenne et méditerranéenne de Protection des Plantes

ONPV : Organisation Nationale de la Protection des Végétaux

ONQ : Organisme Nuisible de Qualité

ORNQ : Organisme Réglementé Non de Quarantaine

PCR : Polymerase Chain Reaction

P. halstedii : *Plasmopara halstedii*

SNP : Small Nuclear Polymorphism

SRAL : Service Régional de l'Alimentation

UE : Union Européenne

UFS : Union Française des Semenciers

Liste des tableaux

Tableau 1 – Espèces hôtes de <i>Plasmopara halstedii</i>	15
Tableau 2 – Synthèse de la présence des pathotypes par continent géographique	17
Tableau 3 – Importations totales de semences de tournesol en provenance de pays tiers à destination de l'UE27 entre 2001 et 2011 (source : Eurostat)	26
Tableau 4 – Quantité de semences de tournesol semées –dans l'UE27 entre 2001 et 2011 (données obtenues à partir des surfaces cultivées en tournesol ; source : Eurostat)	27
Tableau 5 - Importation de semences de tournesol en provenance de pays tiers à destination des principaux pays producteurs de tournesol de l'UE27 (importateurs d'au moins 100 t/an en moyenne) (source : Eurostat)	28
Tableau 6 - Liste des mesures de gestion identifiées	68

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de multiplication de <i>Plasmopara halstedii</i>	20
Figure 2 : Distribution de la culture de <i>Helianthus annuus</i> destinée à la production de semences	22
Figure 3 : Importation de semences de tournesol destinées à la plantation en provenance de pays tiers à destination de l'UE27 entre 2001 et 2011	27
Figure 4 : Graphique de visualisation des questions portant sur l'évaluation du risque d'introduction (CAPRA, EPPO)	30
Figure 5 : Analyse Génie de la concordance des réponses portant sur l'évaluation du risque d'introduction	31
Figure 6 : Graphique de visualisation des questions portant sur l'évaluation du risque d'introduction (CAPRA, EPPO)	41
Figure 7 : Analyse Génie de la concordance des réponses portant sur l'évaluation du risque d'établissement	41
Figure 8 : Analyse Génie de la concordance des réponses portant sur l'évaluation du risque d'entrée et d'établissement	42
Figure 9 : Chronologie de la mise en place des mesures réglementaires visant à lutter contre le mildiou du tournesol sur le territoire français	44
Figure 10 : Répartition géographique du pathotype 710 entre 1988 et 2001	45
Figure 11 : Répartition géographique du pathotype 703 entre 1989 et 2000	45
Figure 12 : Évolution de la prévalence des pathotypes émergents 710 et 703 à l'échelle du territoire français entre 1991 et 1998	46
Figure 13 : Taux de pénétration des variétés résistant au mildiou sur le territoire français entre 1991 et 2012 (source : UFS)	47
Figure 14 : Évolution de la proportion d'isolats de <i>P. halstedii</i> résistant au mefenoxam sur le territoire français entre 1994 et 2004	47

1. Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine

1.1 Contexte

Plasmopara halstedii (Farl.) (Berl et de Toni, 1888) est un organisme nuisible listé dans l'annexe IIA2 de la directive 2000/29/CE ("Organismes nuisibles, présents dans la communauté et importants pour toute la communauté, dont l'introduction et la dissémination doivent être interdites dans tous les États membres s'ils se trouvent sur certains végétaux ou produits végétaux").

Des exigences sont donc instaurées pour l'introduction et la circulation de végétaux ou de produits végétaux au sein de l'UE (annexes IV-I et IV-II de la Directive 2000/29/CE). Ainsi, pour pouvoir être introduites et circuler sur le territoire de l'UE, les semences de *Helianthus annuus* (L., 1753) doivent avoir fait l'objet d'une constatation officielle :

- (a) que les semences proviennent de régions connues comme exemptes de *P. halstedii*.

ou

- (b) que les semences autres que celles produites sur des variétés résistant à toutes les races de *P. halstedii* présentes sur le lieu de production ont été soumises à un traitement approprié contre cet organisme.

Cette demande d'analyse de risque phytosanitaire (ARP) sur *P. halstedii*, émane de la DGAL (Ministère français en charge de l'agriculture) ; elle résulte du constat que cet organisme nuisible est très largement réparti dans le monde, ce qui rend extrêmement problématique le maintien de la capacité de nombreux pays à produire des lots de semences de tournesol exemptes de cet agent pathogène.

1.2 Objet de la saisine

Il a été demandé à l'Anses de réaliser une ARP sur *P. halstedii* agent responsable de la maladie du mildiou du tournesol (*H. annuus*) (Annexe 1).

L'ARP consiste à évaluer, selon des normes internationales¹, les preuves biologiques et autres données scientifiques ou économiques pour déterminer si un organisme nuisible doit être réglementé (ou déréglémenté) et la nature des mesures phytosanitaires éventuelles à prendre à son égard. L'ARP s'attache à évaluer l'importance potentielle d'un organisme nuisible particulier pour une aire géographique définie. Elle peut avoir plusieurs objectifs, les plus fréquentes étant l'identification d'une filière, l'identification d'un organisme nuisible, l'examen ou la révision d'une politique.

Dans le cadre de la présente saisine :

- le couple organisme nuisible / filière est *P. halstedii* / semences de *H. annuus* ;
- la zone ARP est l'Union Européenne ;
- l'objectif de l'ARP est l'examen et la révision d'une politique phytosanitaire.

¹ Convention Internationale pour la Protection des Végétaux (2004), NIMP N°11 « Analyse du risque phytosanitaire pour les organismes de quarantaine, incluant l'analyse des risques pour l'environnement et des organismes vivants modifiés ».

La trame du rapport d'expertise collective est constituée du schéma OEPP pour l'ARP². La conduite de l'expertise a suivi le processus d'analyse du risque phytosanitaire, qui se subdivise en trois étapes interdépendantes : initiation, évaluation du risque phytosanitaire (catégorisation de l'organisme nuisible, évaluation de la probabilité d'introduction et de dissémination, évaluation des conséquences économiques potentielles), et gestion du risque phytosanitaire.

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. Le CES a souhaité qu'un groupe de travail (GT) *ad hoc* « mildiou du tournesol » soit constitué et ait en charge la réalisation des travaux d'expertise.

La version finale du rapport a été présentée au CES pour discussion, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques le 3 décembre 2013.

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.

Cette expertise est ainsi issue d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires.

² Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (2011) PM 5/3(5) « Lignes directrices pour l'analyse du risque phytosanitaire. Schéma d'aide à la décision pour l'Analyse du Risque Phytosanitaire pour les organismes de quarantaine »

2. Analyse de risque phytosanitaire

2.1 Étape 1: Initiation

1.01 Donner les raisons de mener l'ARP.

Le ministère en charge de l'agriculture a saisi l'Anses le 2 juillet 2012 pour la réalisation d'une analyse de risque phytosanitaire (ARP) portant sur *P. halstedii*, agent responsable de la maladie du mildiou du tournesol.

P. halstedii est très largement réparti dans le monde, ce qui rend extrêmement problématique le maintien de la capacité de nombreux pays à produire des lots de semences de tournesol exempts de cet agent pathogène.

1.02 a. Spécifier l'organisme nuisible ou les organismes nuisibles concernés et suivre le schéma pour chaque organisme successivement.

Nom:

Plasmopara halstedii (Farl.) (Berl. & De Toni, 1888)

Synonymes:

Peronospora halstedii Farl.

Plasmopara helianthi Novot. (Novotel'nova, 1962)

Classification:

Peronosporaceae, Peronosporales, Peronosporidae, Peronosporea, Incertae sedis, Oomycota, Chromista

(index fungorum, <http://www.indexfungorum.org>)

Noms vernaculaires de la maladie :

Downy mildew of sunflower (anglais)

Mildiou du tournesol (français)

Mildiú del girasol (espagnol)

Lozhnaya muchnistaya rosa podsolnechnika (russe)

(source OEPP)

1.02 b. Spécifier la filière concernée et identifier les organismes nuisibles susceptibles d'y être associés, et suivre le schéma successivement pour chacun des organismes nuisibles.

Sans objet

1.02 c. Si l'ARP est entreprise pour une autre raison, la spécifier.

Si aucun organisme nuisible, filière, ou autre raison de procéder à l'ARP n'a été identifié, l'ARP peut s'arrêter à ce point.

Sans objet

1.03 Définir clairement la zone ARP.

Tel qu'indiqué dans la saisine adressée le 2 juillet 2012 par le Ministère en charge de l'agriculture à l'Anses (Annexe 1), la zone ARP est constituée des 28 pays membres de l'Union Européenne à l'exclusion des régions ultra-marines.

1.04 Une ARP pertinente existe-t-elle déjà?

NON

À la connaissance du groupe de travail "mildiou du tournesol", il n'existe pas d'ARP déjà réalisée sur *P. halstedii*.

1.05 L'ARP antérieure est-elle toujours valide en totalité ou seulement en partie (périmée, appliquée dans des circonstances différentes, pour un organisme nuisible similaire mais distinct, pour une autre zone avec des conditions similaires) ?

Sans objet

1.06 Spécifier toutes les espèces de plantes hôtes (pour les organismes nuisibles affectant directement les plantes) ou tous les habitats appropriés (pour les plantes non parasites). Indiquer ceux présents dans la zone ARP.

Le tableau 1 recense les plantes hôtes actuellement connues de *P. halstedii*.

Tableau 1 : Genres et espèces de la famille des Astéraceae réputées comme hôtes potentiels de *Plasmopara halstedii*

Plante hôte	Référence bibliographique	Présence et état dans la zone ARP
<i>Ageratum</i> sp L.	Leppik 1966 (référéncé par Sackston 1981)	Oui, ornemental + naturalisé localisé (Madère)
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Walcz 2000	Oui, largement naturalisé
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Viranyi 1984	Oui, indigène
<i>Centaurea</i> sp. L.	Leppik 1966	Oui, indigène
<i>Chrysanthemum</i> sp L.	Leppik 1966 (référéncé par Sackston 1981)	Oui, Indigène
<i>Cineraria</i> sp L.	Leppik 1966	Oui, ornemental (<i>C. saxifraga</i>)
<i>Clibadium</i> sp	Leppik 1966	Non
<i>Coreopsis</i> sp L.	Leppik 1966	Oui, ornemental
<i>Dimorphotheca</i> sp Hill	Leppik 1966	Oui, ornemental
<i>Elephantopus</i> sp L.	Leppik 1966 (référéncé par Sackston 1981)	Non
<i>Emilia</i> sp Cass.	Leppik 1966	Oui, ornemental
<i>Erigeron</i> sp L.	Leppik 1966	Oui, naturalisé
<i>Eupatorium</i> sp Bubani		Oui, inclus indigène
<i>Eupatorium ageratoides</i> L. F.	Leppik 1966	Oui, ornemental
<i>Eupatorium purpureum</i> L.	Nishimura 1922	Oui, ornemental
<i>Eupatorium rugosum</i> Houtt.	Leppik 1966	Oui, ornemental
<i>Franseria</i> sp Cav.	Leppik 1966	a priori non
<i>Helianthus</i> L.		
<i>Helianthus annuus</i> L.	Viranyi 1984	Oui, cultivé
<i>Helianthus argophyllus</i> Torr. & A. Gray	Orellana, 1970	Non
<i>Helianthus divaricatus</i> L.	Nishimura, 1922	Non
<i>Helianthus giganteus</i> L.	Orellana, 1970	Non
<i>Helianthus grosseserratus</i> M. Martens	Orellana, 1970	Non
<i>Helianthus hirsutus</i> Raf.	Orellana, 1970	Non

<i>Helianthus nuttalli</i> Torr. & A. Gray	Orellana, 1970	Non
<i>Helianthus petiolaris</i> Nutt.	Viranyi 1984	Oui, ornemental
<i>Helianthus rigidus</i> (Cass.) Desf.	Orellana, 1970	Oui, ornemental + subspontané à proximité zones anthropiques
<i>Helianthus scaberrimus</i> Elliott	Orellana, 1970	Oui, naturalisé
<i>Helianthus strumosus</i> L.	Orellana, 1970	Oui mais localisé (Lituanie)
<i>Helianthus subrhomboideus</i> Rydb.	Orellana, 1970	Oui, ornemental + subspontané à proximité zones anthropiques
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Orellana, 1970	Oui, cultivé (maraîchage) et naturalisé
<i>Helianthus strumosus</i> L.	Orellana, 1970	Oui mais localisé (Lituanie)
<i>Helianthus occidentalis</i> Riddell	Orellana, 1970	Non
<i>Helianthus debilis</i> Nutt.	Leppik 1966	Oui, cultivé
<i>Helianthus lenticularis</i> Douglas ex Lindl.	Leppik 1966	Oui, cultivé
<i>Iva</i> sp L.	Leppik 1966	Oui, naturalisé
<i>Petasites</i> sp Mill.	Leppik 1966 (référéncé par Sackston 1981)	Oui, indigène
<i>Rudbeckia</i> sp L.	Bisby 1938 (référéncé par Sackston 1981)	Oui, cultivé et naturalisé
<i>Senecio</i> sp L.	Leppik 1966	Oui, indigène
<i>Venidium</i> sp Less.	Leppik 1966	Oui, ornemental
<i>Verbesina</i> sp L.	Leppik 1966	Oui, ornemental
<i>Vernonia</i> sp Schreb.	Leppik 1966 (référéncé par Sackston 1981)	Oui, ornemental
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Viranyi 1984	Oui, naturalisé
<i>Ximenesia</i> sp Cav.	Leppik 1966	voir <i>Verbesina</i>
<i>Zinnia</i> sp L.	Leppik 1966	Oui, ornemental

P. halstedii est parasite du tournesol *H. annuus*. Les principales plantes relais (de *P. halstedii* vers le tournesol) à considérer sont *Ambrosia artemisiifolia*, *Xanthium strumarium*, *Iva xanthiifolia* et *Senecio vulgaris*, qui sont parfois abondantes dans les parcelles cultivées en tournesol. Du fait de leur proximité botanique avec *H. annuus*, ces espèces sont peu sensibles à la plupart des herbicides utilisés dans cette culture (comm. pers. G Fried, 2012).

Les repousses de tournesol sont abondantes dans les zones de culture de cette espèce. La présence de mildiou sur ces repousses a déjà été observée. L'effet des repousses de tournesol sur le potentiel multiplicateur du mildiou semble être au moins aussi important que celui des quatre espèces adventices précédemment citées.

1.07 Spécifier la répartition de l'organisme nuisible pour une ARP par organisme.

P. halstedii a été initialement décrit sur le continent nord-américain (Yong and Morris, 1927), supposé comme étant le bassin d'origine du mildiou du tournesol. La présence de *P. halstedii* dans de nombreux autres pays producteurs de tournesol a été mise en évidence depuis une cinquantaine d'années (Leppik, 1962). À ce jour, seule l'Australie en est exempte. En dehors de ce pays, aucune zone de production prospectée n'est réputée indemne de *P. halstedii* (Annexe 3). D'autre part, différents pathotypes de *P. halstedii* ont été décrits dans le monde. Le terme "pathotype" est utilisé pour désigner une ou plusieurs populations de pathogène capable d'attaquer un même génotype de tournesol. Tous les individus de cette/ces populations possèdent le même profil de virulence, mais peuvent différer génétiquement pour d'autres caractères. Seul le pathotype 332 n'a pas été décrit sur le continent européen (cf. tableau 2).

Tableau 2 : Synthèse de la présence des pathotypes par continent

Pathotype	Asie	Afrique	Amérique du Nord	Amérique du Sud	Europe
100	1	1	1	0	1
300	0	0	1	1	1
304	0	0	0	0	1
307	0	0	0	0	1
310	0	0	1	0	1
314	0	0	0	0	1
330	0	1	1	1	1
332	0	1	0	0	0
334	0	0	0	0	1
700	1	0	1	1	1
701	0	0	0	0	1
703	0	0	0	0	1
704	0	0	0	0	1
707	0	0	0	0	1
710	0	1	1	1	1
714	0	0	0	0	1
717	0	0	0	0	1
720	0	0	0	0	1
730	0	1	1	1	1
732	0	0	0	0	1
733	0	0	0	0	1
770	0	0	1	1	1
774	0	0	0	0	1

(0) Absence du pathotype

(1) Présence du pathotype

2.2 Étape 2: Évaluation du risque phytosanitaire

2.2.1 Section A: Catégorisation de l'organisme nuisible

2.2.1.1 Identifier l'organisme nuisible

1.08 L'organisme est-il une entité taxonomique distincte et peut-il être distingué de façon adéquate des autres entités de même rang ?

OUI

Nom:

Plasmopara halstedii (Farl.) (Berl. & De Toni, *in* Berlese), De Toni & Fischer, *Syll. fung.* (Abellini) 7: 242 (1888)

Synonymes:

Peronospora halstedii Farl.,: 72 (1882)

Plasmopara helianthi Novot., *Sber. Dokl. nauch. Konf. Zashch. Rast. Tallin-Saku*, 1960: 136 (1962)

Classification:

Peronosporaceae, Peronosporales, Peronosporidae, Peronosporae, Incertae sedis, Oomycota, Chromista

P. halstedii est un oomycète, biotrophe obligatoire, dont la sexualité n'est pas maîtrisée en laboratoire, ce qui implique que les mécanismes pouvant conduire à l'apparition de nouvelles races restent hors de portée des méthodes d'investigations actuelles.

Les isolats de *P. halstedii* peuvent être caractérisés par leur pathotype (profil de virulence auxquels ils appartiennent). Ces pathotypes (ou "races") sont exclusivement définis sur la base de l'interaction avec une gamme d'hôte différentielle (Gulya, 1998).

Cependant, si la nomenclature à trois chiffres servant à caractériser un pathotype est acceptée au niveau international, l'harmonisation pose encore problème :

- certains auteurs n'utilisent pas tous les hôtes différentiels définis en 1998 par la communauté des pathologistes du tournesol;
- la caractérisation du comportement des génotypes de tournesol peut être affectée par les conditions de réalisation des tests (Mollinero-Demilly *et al.*, 2004);
- - Les neuf lignées de tournesol constituant la gamme différentielle actuelle de référence ne permettent pas de différencier tous les pathotypes connus. Ceci a conduit les pathologistes, en absence d'outil moléculaire fiable, à proposer l'extension de cette gamme à quinze lignées (Tourvieille de Labrouhe *et al.*, 2012)

Il convient de préciser qu'il existe une diversité de réponse des pathotypes de *P. halstedii* vis-à-vis du seul fongicide autorisé en traitement de semences, de la famille des phénylamides (mefenoxam) ; le caractère "sensible" ou "résistant" d'un isolat est donc totalement indépendant de sa caractérisation pathotypique.

1.09 Même si l'agent étiologique des symptômes particuliers n'a pas été totalement identifié, a-t-on montré qu'il produisait des symptômes constants et qu'il était transmissible ?

Sans objet

2.2.1.2 Déterminer si l'organisme est nuisible**1.10 Dans sa zone de répartition actuelle, l'organisme est-il connu comme un organisme nuisible (ou un vecteur d'organisme nuisible) des végétaux ou produits végétaux ?**

OUI

Description des symptômes

Les symptômes de la maladie du mildiou du tournesol varient selon le stade de la plante et les conditions climatiques. Ils dépendent également du site d'infection (cf. figure 1) et des variétés cultivées. Les symptômes les plus caractéristiques de la maladie sont décrits suivant les stades phénologiques du tournesol.

Phase de levée : retard de croissance, décoloration et feutrage blanc

Pendant la phase de levée, trois types de symptômes sont observables à des intensités variables, en liaison avec les conditions d'humidité et de température.

Les plantules infectées sont plus petites et ont un retard de croissance. Elles présentent un rabougrissement généralisé et dépérissent rapidement. L'hypocotyle est fin, les racines sont peu développées, le pivot est court et souvent recourbé. Les radicelles sont peu nombreuses. Les jeunes feuilles apparaissent décolorées. Des tâches vert pâle marbrent les feuilles et donnent l'impression d'une chlorose. Les cotylédons et les feuilles se couvrent d'un feutrage plus ou moins intense.

Une température défavorable ou une humidité insuffisante limite l'expression des symptômes. Ainsi, si le sol est sec, on n'observe pas de sporulation sur les racines ; si la température est basse et l'humidité de l'air peu élevée, les symptômes foliaires n'apparaissent pas et seule une réduction de taille est visible. Dans des conditions de forte croissance, comme des températures élevées, la plante peut également ne pas exprimer de symptômes. Pendant la levée, ces symptômes passent souvent inaperçus car ils ne concernent en général que quelques pieds, répartis sur l'ensemble de la parcelle.

Phase de croissance : nanisme, « aile de fougère » et feutrage

Durant la phase de croissance, l'aspect des plantes attaquées par le mildiou est très caractéristique.

Les plantes présentent une taille réduite. Ce nanisme peut être très prononcé, suite au raccourcissement de l'ensemble des entre-nœuds ou limité à la partie apicale. La tige est épaissie. Les feuilles présentent une décoloration marquée qui longe les nervures principales et qui peut concerner tout le limbe. Ces symptômes sont dits en "aile de fougère". Les pétioles se courbent vers le bas et plaquent, de façon plus ou moins nette, les feuilles contre la tige. Un feutrage plus ou moins important - expression de la phase de sporulation du champignon - apparaît sur la face inférieure des limbes, correspondant aux zones décolorées. Le système racinaire est réduit. Les pétioles et la tige sont cassants. Un brunissement des vaisseaux conducteurs est nettement visible. Ces symptômes sont les plus caractéristiques. Ils s'observent souvent par taches dans les parcelles, correspondant à des zones infectées où les conditions d'humidité ont favorisé les contaminations.

Des symptômes foliaires limités sont également observables. Ils correspondent à des infections tardives non systémiques. Ils se caractérisent par des taches décolorées de quelques millimètres carrés à quelques centimètres carrés au niveau du limbe entre les nervures. Ces taches de formes

angulaires, dites "en point de tapisserie", ne présentent pas de déformation. Un feutrage blanc, situé exactement au niveau des tissus décolorés, est également observable sur la face inférieure.

Des symptômes atypiques ont été observés, tels qu'un nanisme prononcé sans chlorose ni feutrage. Ce dernier est associé à une coloration plus foncée des feuilles. Si les conditions atmosphériques sont particulièrement sèches, le feutrage peut être inexistant.

Floraison : anomalies du capitule

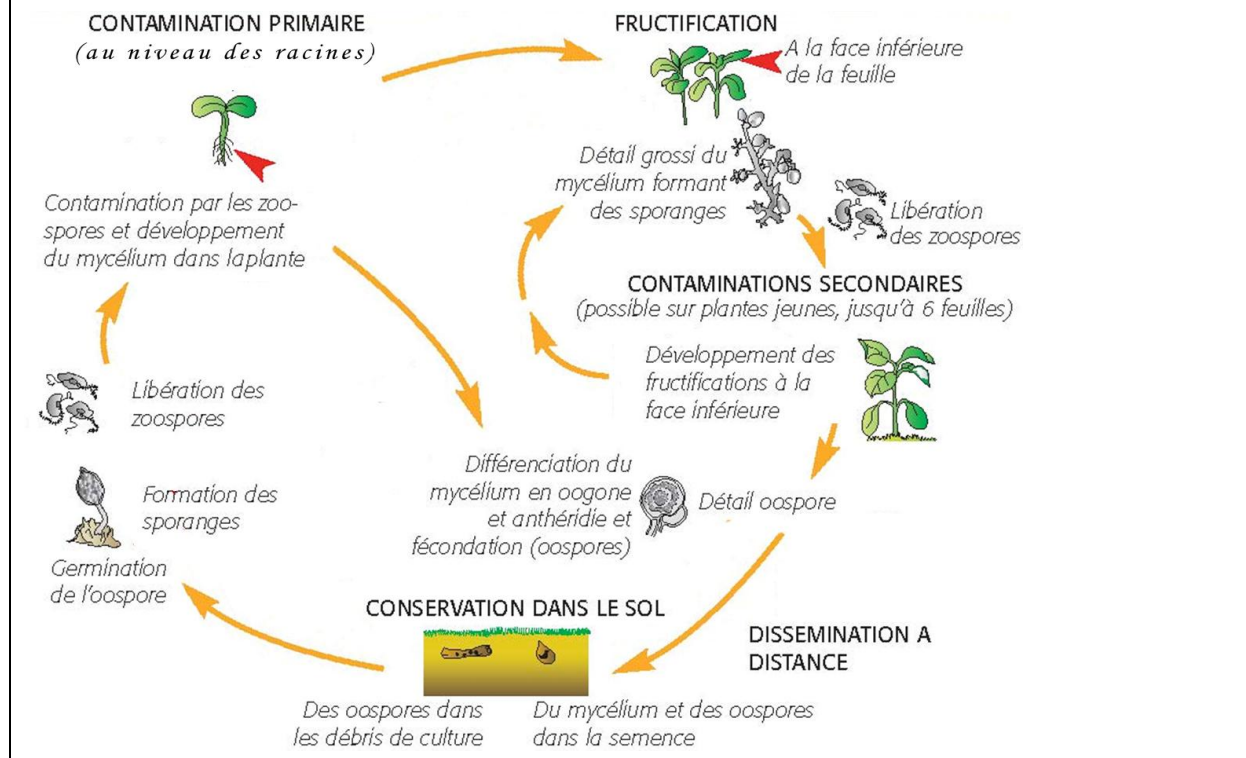
En plus du nanisme, de la décoloration et du feutrage blanc, les plantes attaquées par le mildiou et qui fleurissent présentent d'autres symptômes caractéristiques. Le pédoncule floral est peu développé et entraîne un port caractéristique, dit "la tête dans les épaules". Le capitule, contrairement à ce qui s'observe chez les plantes saines, ne s'incline pas. Il reste plus ou moins horizontal, tourné vers le ciel. Sa taille est réduite. L'inflorescence (plateau capitulaire) présente des malformations plus ou moins importantes, semblables à des boursouflures. Les bractées internes sont déformées. Les organes reproducteurs sont décolorés et prennent un aspect gris-jaune. Le pollen est rare ou inexistant. Le feuillage a une coloration vert intense, hormis les zones envahies par le champignon qui apparaissent vert-jaune. Le nanisme et la décoloration des feuilles caractéristiques peuvent concerner toute la plante ou seulement une partie plus ou moins importante du haut de la plante. Des plantes de taille normale ont été observées comme présentant des symptômes sur capitule sans aucun symptôme sur les feuilles au niveau de la tige.

Maturité

Les plantes attaquées par le mildiou peuvent arriver à maturité.

Les plantes de taille réduite présentent une tige enflée et un capitule déformé plus ou moins horizontal. Les feuilles ne sont pas entièrement desséchées et quelques traces de feutrage sont parfois visibles sur la face inférieure du limbe. Le plateau capitulaire est entièrement stérile ou porte quelques grains de faible taille.

Figure 1 Cycle de multiplication de *Plasmopara halstedii*



1.11 L'organisme a-t-il des attributs intrinsèques qui indiquent qu'il pourrait causer un danger significatif aux végétaux?

Sans objet

2.2.1.3 Présence ou absence dans la zone ARP et situation réglementaire de l'organisme nuisible

1.12 L'organisme nuisible est-il présent dans la zone ARP?

OUI

P. halstedii est présent dans tous les pays de l'UE producteurs de tournesol. Seul le pathotype 332, parmi les vingt-trois décrits dans le monde, est réputé absent de la zone ARP.

1.13 L'organisme est-il largement répandu dans la zone ARP?

À l'échelle de l'espèce :

P. halstedii est largement distribué dans la zone ARP avec neuf États membres de l'UE officiellement déclarés infestés (à l'OEPP et à l'UE ; Annexe 4). Aucune zone de production prospectée n'est réputée indemne de *P. halstedii*, à l'exception d'aires où le tournesol est une culture anecdotique ou n'a été que très récemment introduit (Annexe 3). Dans les principales régions historiques productrices de tournesol de la zone ARP, on peut même raisonnablement estimer que, si des tests étaient pratiqués, *P. halstedii* serait détecté dans les sols d'un grand nombre de parcelles ayant été plusieurs fois cultivées en tournesol. Le mildiou du tournesol est présent naturellement dans certaines régions de la zone ARP, malgré les mesures de gestion de ce parasite mises en place à partir des années 90 et toujours officiellement en vigueur. On notera toutefois que *P. halstedii* était répandu avant la mise en place de ces mesures.

À l'échelle du pathotype :

Aucune information exhaustive n'est disponible sur la distribution des pathotypes de *P. halstedii* dans les différents pays de la zone ARP, à l'exception de la France qui fait l'objet d'une prospection annuelle depuis 1990 (source ONPV).

Compte tenu des échanges de semences, on peut suspecter une dissémination des pathotypes entre pays et au sein de chaque pays (cf. 2.01 et 2.02).

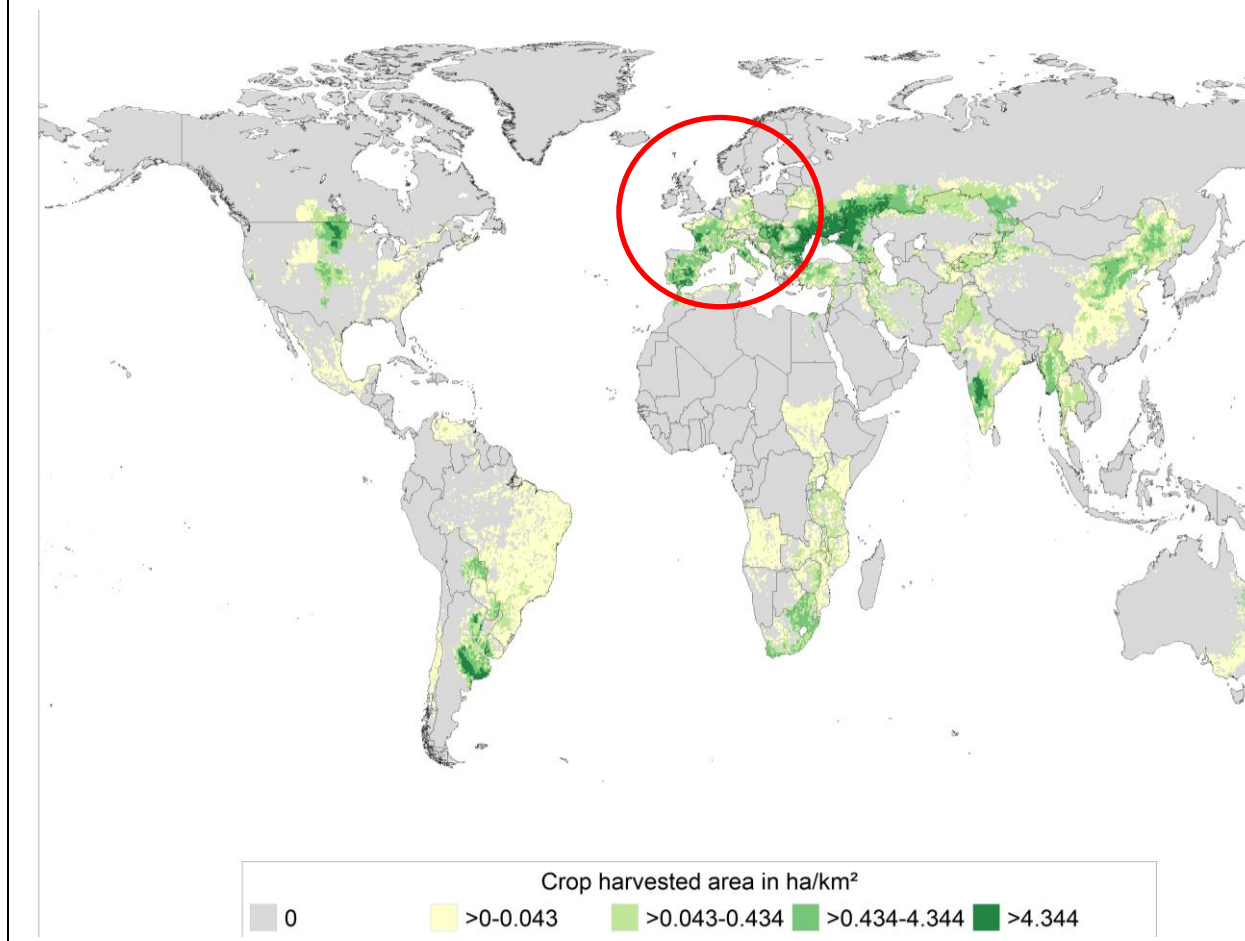
2.2.1.4 Possibilités d'établissement et de dissémination dans la zone ARP

1.14 Existe-il au moins une plante hôte (pour les organismes nuisibles affectant directement les plantes) ou un habitat approprié (pour les plantes non parasites) bien établie dans la zone ARP (en plein champ, sous abris ou les deux)?

OUI

Helianthus annuus (Tournesol), principale plante hôte, est une plante cultivée dans la zone ARP (cf figure 2).

Figure 2 : Distribution de la culture de *Helianthus annuus* (Monfreda et al, 2008)



1.15 Si un vecteur est le seul moyen pour l'organisme nuisible de se disséminer, existe-il un vecteur présent dans la zone ARP?**NON**

P. halstedii n'est pas transmis par un vecteur.

1.16 La répartition géographique connue de l'organisme nuisible comprend-elle des zones écoclimatiques comparables à celle de la zone ARP ou suffisamment similaires pour que l'organisme nuisible survive et prospère (considérer également les conditions sous abris)?**Sans objet****2.2.1.5 Possibilités de conséquences économiques dans la zone ARP****1.17 En se référant spécifiquement à la plante(s) ou aux habitats qui sont présents dans la zone ARP, et les dégâts ou les pertes causés par l'organisme nuisible dans sa zone de répartition actuelle, l'organisme nuisible peut-il par lui-même, ou en tant que vecteur, causer des dégâts ou des pertes significatifs aux végétaux ou d'autres impacts économiques négatifs (sur l'environnement, la société, ou les marchés à l'exportation) à travers l'effet sur la santé des végétaux dans la zone ARP?****OUI**

Dans son aire de distribution actuelle, et notamment en Europe, *P. halstedii* occasionne des dégâts significatifs sur *H. annuus*, plante d'importance agronomique.

Les conditions environnementales peuvent avoir un impact sur l'importance des dégâts causés par *P. halstedii*. En effet, l'expression du potentiel infectieux du sol dépend en partie de la pluviométrie. Dans des conditions humides, les oospores de *P. halstedii* germent et peuvent infecter rapidement les plants de tournesol. À l'opposé, dans des conditions sèches, les oospores restent en dormance et peuvent ainsi maintenir latent leur potentiel d'infection. Le risque d'apparition de la maladie est d'autant plus important que la pluviométrie est abondante lorsque les plantules ont atteint leur stade le plus sensible, c'est-à-dire entre la germination et l'émergence (Tourvieille de Labrouhe *et al.*, 2008).

2.2.1.6 Conclusion de la catégorisation de l'organisme nuisible**1.18 Cet organisme nuisible peut présenter un risque phytosanitaire pour la zone ARP**

P. halstedii est un organisme nuisible qui cause des dégâts sur culture de *H. annuus*, plante d'importance agronomique dans la zone ARP.

Cet oomycète est largement distribué dans la zone ARP.

De par sa très large distribution au sein de la zone ARP, *P. halstedii* ne répond pas en tant qu'espèce à la définition d'un organisme de quarantaine, cependant les différents pathotypes du pathogène peuvent être répartis de façon hétérogène entre les continents et à l'intérieur de la zone ARP.

1.19 L'organisme nuisible ne peut pas être considéré comme un organisme de quarantaine pour la zone ARP et l'évaluation de cet organisme peut s'arrêter.

P. halstedii ne répondant pas à la définition d'un organisme de quarantaine, le schéma OEPP devrait conduire à l'arrêt de l'ARP.

Toutefois, étant dans le cas d'une ARP réalisée en vue de l'examen des dispositions de la directive 2000/29/CE relatives à cet organisme nuisible, l'ARP sera poursuivie afin d'apporter au gestionnaire du risque l'ensemble des informations disponibles. Une attention particulière sera portée à l'utilité de distinguer les différents pathotypes dans l'analyse de risque et les réponses réglementaires apportées

pour gérer ce risque.

2.2.2 Section B: Évaluation de la probabilité d'introduction et de dissémination et des conséquences éventuelles

2.2.2.1 Probabilité d'introduction et de dissémination

2.2.2.1.2 Probabilité d'entrée d'un organisme nuisible

2.2.2.1.2.1 Identification des filières

2.01 Lister les filières pertinentes.

- Semences (en prenant en compte la réglementation - directive 2008/61/CE : introduction de matériel sous certificat d'importation traité avec un phénylamide (spécialité autorisée) et potentiellement infecté par des isolats résistant à la matière active utilisée)
- Graines destinées à l'industrie (transformation huile et tourteau)
- Graines pour oisellerie (pures ou en mélange)
- Graines apéritives (pipas grillées salées)
- Graines destinées à la boulangerie (pains aux graines de tournesol)
- Sol contenant des oospores en provenance de pays autorisés (directive 2000/29 CE)
- Machines agricoles contaminées (par exemple moissonneuses batteuses parfois déplacées entre pays ou sur de longues distances pendant les récoltes)
- Plantes coupées et semi-finies
- Introduction de matériel végétal potentiellement contaminé à des fins de sélection variétale ou scientifique en milieu confiné (en prenant en compte la réglementation - directive 2008/61/CE)

2.02 Sélectionner à partir des filières pertinentes, en utilisant des avis d'experts, celles qui semblent les plus importantes.

Quel que soit le cas envisagé - génotype sensible ou résistant à certains pathotypes, semences traitées ou non traitées - les semences de tournesol constituent la principale voie d'entrée de *P. halstedii* dans la zone ARP.

Les semences non traitées et de variétés non-résistantes (c'est-à-dire sensibles à un ou plusieurs pathotypes) sont la voie d'introduction la plus importante des différents pathotypes.

Les semences hybrides portant des gènes de résistance mais issues d'un parent femelle sensible à *P. halstedii* sont des vecteurs potentiels (risque de présence d'oospores dans les tissus de la plante porte-graine).

Du fait de la résistance de nombreux isolats aux phénylamides autorisés, les semences traitées peuvent également constituer une voie d'entrée.

2.2.2.1.3 Probabilité que l'organisme nuisible soit associé avec la filière individuelle à l'origine.

2.03 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière dès son origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme?

Très probable

Aucune interception de *P. halstedii* présent sur *H. annuus* importés dans la zone ARP n'a été notifiée à l'OEPP par ses États membres entre 1999 et 2011. De plus, les analyses PCR réalisées sur 189 échantillons de semences prélevés en France à l'import entre 2005 et 2012 en suivant la méthode MHs/07/24 (Anonymous, 2007) se sont toutes révélées négatives dans les limites de l'échantillonnage et de la sensibilité de détection de la méthode (comm. pers. V Wilson, 2013).

Toutefois, la grande majorité des régions productrices de semences de tournesol est infestée par *P. halstedii*. Vu l'importance des échanges et les limites intrinsèques de la méthode d'échantillonnage et d'analyse des semences à l'import, il est très probable que *P. halstedii* soit présent dans les lots de semences de tournesol dès lors que ceux-ci ont été produits dans une parcelle contaminée. D'autre part, il est connu que *P. halstedii* a déjà été introduit à plusieurs reprises dans la zone ARP (Ahmed *et al*, 2012 ; Delmotte *et al*, 2008), vraisemblablement par les semences.

Niveau d'incertitude : faible

2.04 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière dès son origine?

Les mesures de gestion disponibles sont :

1. Production de semences dans des parcelles indemnes de *P. halstedii*
2. Élimination des plantes malades dans les parcelles de production
3. La résistance variétale (utilisation de génotype porte-graine résistant aux pathotypes établis localement)
4. Traitement des semences des lignées parentales avec des fongicides efficaces
5. Traitement des semences produites avec des fongicides efficaces
6. Contrôle de la qualité sanitaire des semences : contamination par *P. halstedii* conduisant à un refoulement ou à une destruction du lot positif après analyse de laboratoire (Anonymous, 2007).

Du fait de la réglementation (directive 2000/29/CE), les mesures principalement mises en œuvre sont les mesures 5, 4 et 2 par ordre décroissant d'importance. La mesure 3 est mise en œuvre de façon dynamique dans le temps pour suivre l'apparition des nouveaux pathotypes ; elle reste de l'initiative du semencier. La mesure 6 est réalisée par "sondage" dans le cadre de suivi de filière (importation en provenance du pays de production).

Modérément probable

Malgré la mise en place des mesures de gestion décrites ci-dessus, les semences hybrides portant des gènes de résistance mais issues d'un parent femelle sensible sont des vecteurs potentiels par le risque de présence d'oospores dans les tissus de la plante porte-graine. Du fait de la résistance de nombreux isolats aux phénylamides autorisées, les semences traitées peuvent également constituer une voie d'entrée.

Le nombre restreint d'échantillons testés à partir d'un lot de semences et le niveau de sensibilité de détection des méthodes d'analyse par PCR (MHs/07/24 ; dix semences infectées dans cinq cents saines ; loos *et al*, 2007) peuvent expliquer l'introduction inopinée de lots de semences contaminés malgré un résultat d'analyse négatif.

La possibilité de combiner plusieurs mesures de gestion permet de diminuer la probabilité d'introduction de nouveaux pathotypes, sans toutefois l'annuler.

Niveau d'incertitude : modéré

Une incertitude existe quant à la fréquence à laquelle les mesures de gestion décrites ci-dessus sont combinées. Si ces mesures ne sont pas combinées, l'introduction est évaluée comme probable.

Par ailleurs, la durabilité d'efficacité des phénylamides est limitée (Lafon *et al*, 1998 ; Moinard *et al*, 2006 ; Molinero-Ruiz *et al*, 2008).

2.05 En prenant en compte le volume de mouvement le long de la filière (pour les périodes pendant lesquelles l'organisme est susceptible d'y être associé), quelle est la probabilité que cette fréquence favorise l'entrée?

Très probable

Les importations de semences de tournesol dans l'UE ont fortement et régulièrement augmenté (multipliées par 3) au cours de la dernière décennie (cf. tableau 5). Cette évolution concerne la grande majorité des pays producteurs de tournesol de la zone ARP (France, Roumanie, Hongrie, Espagne, Autriche, Allemagne), à l'exception de la Bulgarie (cf. tableau 7). La surface cultivée en tournesol a également augmenté pendant la même période, mais de façon moins importante (hausse de 50%). Cette différence significative entre le flux de semences entrant et la quantité de semences importées effectivement semées dans la zone ARP (absence de données liée à l'impossibilité de tracer les lots de semences qui ne font que transiter par la zone ARP) s'explique par le rôle important de certains pays européens (notamment la France) dans la production de semences certifiées et leur commercialisation intra- et hors zone ARP (export). La position privilégiée sur le plan géographique de l'Europe et ses infrastructures portuaires en font une plaque tournante pour cette activité économique, d'autant qu'elle abrite le siège et les sites de production des principales sociétés productrices de semences de tournesol dans le monde. On peut ainsi raisonnablement estimer qu'une partie importante des semences commercialisées ne fait que transiter par la zone ARP sans y être semées (source UFS). Seule la quantité de semences importées et effectivement semées constitue un risque d'introduction de *P. halstedii* ; on peut estimer l'augmentation de cette quantité comme étant au maximum égale à l'augmentation des surfaces cultivées en tournesol dans la zone ARP (donc inférieure à 50 %) au cours de la dernière décennie.

Compte tenu des éléments qui précèdent, on peut considérer, à mesures phytosanitaires égales, que le risque d'introductions ponctuelles ou multiples de *P. halstedii* - pathotypes déjà présents ou non - dans la zone ARP (corrélé à la quantité de semences importées et semées) s'est accru par rapport à la fin des années 90.

Niveau d'incertitude : faible

Tableau 3 - Importations totales de semences de tournesol en provenance de pays tiers à destination de l'UE27 entre 2001 et 2011 (source : Eurostat)

Année	Quantité (en t/an)
2001	4 065
2002	3 359
2003	6 294
2004	6 445
2005	8 883
2006	7 309
2007	9 272
2008	9 824
2009	10 257
2010	13 864
2011	12 354

Tableau 4 – Quantité de semences de tournesol semées dans l'UE27 entre 2001 et 2011 (données obtenues à partir des surfaces cultivées en tournesol* ; source : Eurostat)

Année	Superficie (1 000 ha)	Quantité de semences(t)
2001	3 093	15 466
2002	3 049	15 248
2003	3 622	18 110
2004	3 176	15 879
2005	2 982	14 908
2006	3 183	15 917
2007	2 765	13 825
2008	3 754	18 768
2009	3 208	16 038
2010	3 806	19 033
2011	4 301	21 504

*densité de semis retenue : 5 kg/ha

Figure 3 : Importation de semences de tournesol destinées à la plantation en provenance de pays tiers à destination de l'UE27 entre 2001 et 2011 (source : Eurostat)

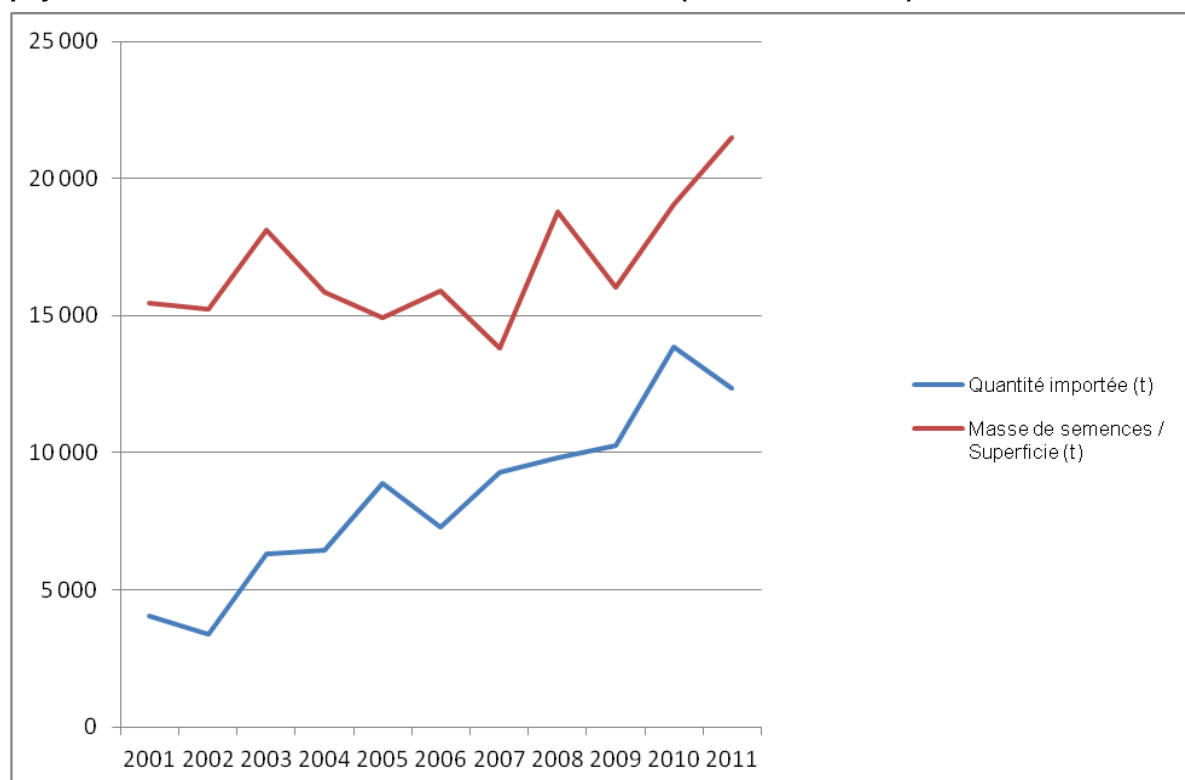


Tableau 5 : Importation de semences de tournesol en provenance de pays tiers à destination des principaux pays producteurs de tournesol de l'UE27 (importateurs d'au moins 100 t/an en moyenne) (source : Eurostat)

PAYS	Quantité annuelle moyenne sur la période 2009 à 2011 (en t/an)
EU27	12 158
FRANCE	4 714
ROUMANIE	2 106
HONGRIE	2 053
ESPAGNE	1 165
AUTRICHE	742
ALLEMAGNE	640
ITALIE	254
PAYS-BAS	249
BULGARIE	130
AUTRES PAYS	1 086

2.06 En prenant en compte la fréquence de mouvement le long de la filière (pour les périodes pendant lesquelles l'organisme est susceptible d'y être associé), quelle est la probabilité que cette fréquence favorise l'entrée?

Improbable

La probabilité que *P. halstedii* soit associé à la semence ne varie pas en fonction de la période (mois de l'année) d'entrée dans la zone ARP des semences importées. Les périodes d'importation ne modifient en effet pas le risque d'introduction puisque le parasite est localisé à l'intérieur de la semence, sous une forme de conservation (oospore) et peut ainsi survivre plusieurs mois dans des conditions habituelles de stockage des semences (Allard, 1978 ; Cohen and Sakston, 1974 ; Masirevic and Jasnic, 2006 ; Meliala, 2001 ; Spring, 2000 ; Spring and Zipper, 2000 ; Viriany, 1988).

Niveau d'incertitude : faible

2.2.2.1.4 Probabilité de survie pendant le transport ou le stockage

2.07 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage?

Probable

Le parasite est localisé à l'intérieur de la semence sous une forme de conservation (oospore) et peut ainsi survivre plusieurs mois dans des conditions habituelles de stockage des semences (Allard, 1978 ; Cohen & Sakston, 1974 ; Masirevic & Jasnic, 2006 ; Meliala, 2001 ; Spring, 2000 ; Spring & Zipper, 2000 ; Viriany, 1988).

Niveau d'incertitude : faible

Les oospores sont capables de survivre pendant une durée de deux ans sur des semences de tournesol (Meliala, 2001). Il existe une incertitude sur leur durée de survie au-delà de cette période,

mais la majorité des semences sont semées dans un délai de deux ans.

2.08 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage?

Très improbable

P. halstedii est un oomycète biotrophe obligatoire. Il ne peut se multiplier ou augmenter en prévalence pendant le transport ou le stockage des semences, bien que capable de se conserver et de survivre dans les tissus morts de ces mêmes semences.

Niveau d'incertitude : faible

2.2.2.1.5 Probabilité que l'organisme nuisible survive aux procédures de lutte en vigueur

2.09 Avec les procédures d'inspection actuelles, quelle est la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté?

Probable

Dans le cadre de la réglementation actuelle :

- L'inspection documentaire porte sur la certification d'une absence de l'organisme dans la parcelle de production et/ou la réalisation d'un traitement de semence adapté et autorisé.
- L'inspection visuelle d'un lot de semence ne permet pas de déterminer la présence ou l'absence de *P. halstedii*. Des prélèvements par "sondage" dans quelques lots de semences de tournesol importés dans la zone ARP sont pratiqués et suivis d'analyses en laboratoire (Anonymous, 2007).

Nous n'avons pas l'assurance que les mesures précitées soient appliquées de manière homogène aux points d'entrée de la zone ARP. De plus, même si les mesures d'inspection étaient généralisées à tous les points d'entrée, compte tenu des limites d'efficacité de la méthode d'inspection (échantillonnage peu représentatif dans le cas de lots de grande taille et limite de sensibilité de la méthode de détection en laboratoire), l'introduction de semences contaminées est estimée comme probable.

Niveau d'incertitude : modéré

2.2.2.1.6 Probabilité de transfert à un hôte ou à un habitat approprié ?

2.10 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié?

Très probable

P. halstedii est introduit concomitamment avec son hôte (semence) et semé dans un environnement (sol) favorable à sa conservation (oospores). De fait, une fois introduit dans la zone ARP, la rencontre de *P. halstedii* avec son hôte dans un environnement qui lui est favorable est une certitude.

Niveau d'incertitude : faible

2.11 La probabilité d'entrée pour la filière doit être évaluée

Probable

Quel que soit le cas envisagé - génotype sensible ou résistant à certains pathotypes, semences traitées ou non traitées - les semences de tournesol constituent la principale voie d'entrée de *P. halstedii* dans la zone ARP. De plus, la grande majorité des régions productrices de semences de tournesol est infestée par cet oomycète qui a, selon toute vraisemblance, déjà été introduit à plusieurs reprises dans la zone ARP par le biais de cette filière. L'application de la réglementation existante (directive 2000/29/CE), mise en œuvre par différentes mesures techniques (combinées ou non), permet de diminuer le risque d'introduction de nouveaux pathotypes sans toutefois le supprimer. Par

ailleurs, la durabilité d'efficacité des phénylamides autorisées est limitée.

Les pays importateurs de semences de tournesol de la zone ARP sont également producteurs. Le volume de semences importé est conséquent et constitue un élément propice à l'introduction de *P. halstedii*

Les périodes d'importation ne modifient pas le risque d'introduction puisque le parasite est localisé à l'intérieur de la semence et peut survivre plusieurs mois dans des conditions habituelles de stockage des semences.

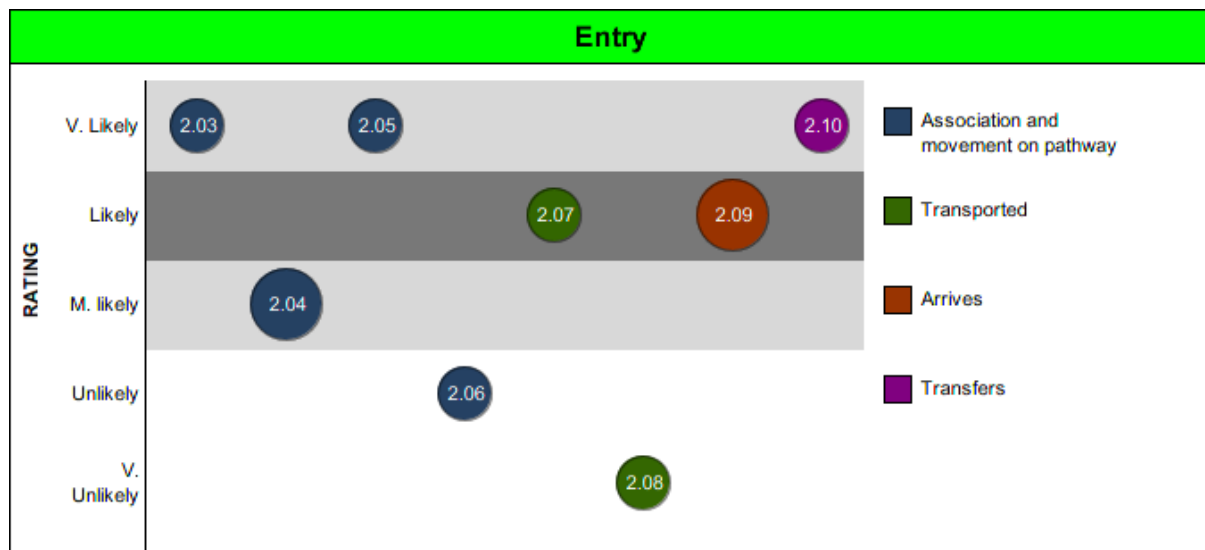
P. halstedii est introduit concomitamment avec son hôte (semence) et semé dans un environnement (sol) favorable à sa conservation (oospores). De fait, une fois introduit dans la zone ARP, la rencontre de *P. halstedii* avec son hôte dans un environnement qui lui est favorable est une certitude.

L'ensemble de ces éléments conduisent les experts à estimer l'introduction de *P. halstedii* par la filière "semences de tournesol" dans la zone ARP comme probable avec une incertitude faible.

Le jugement global des experts est illustré par la figure 4 et étayé par les résultats présentés à la figure 5.

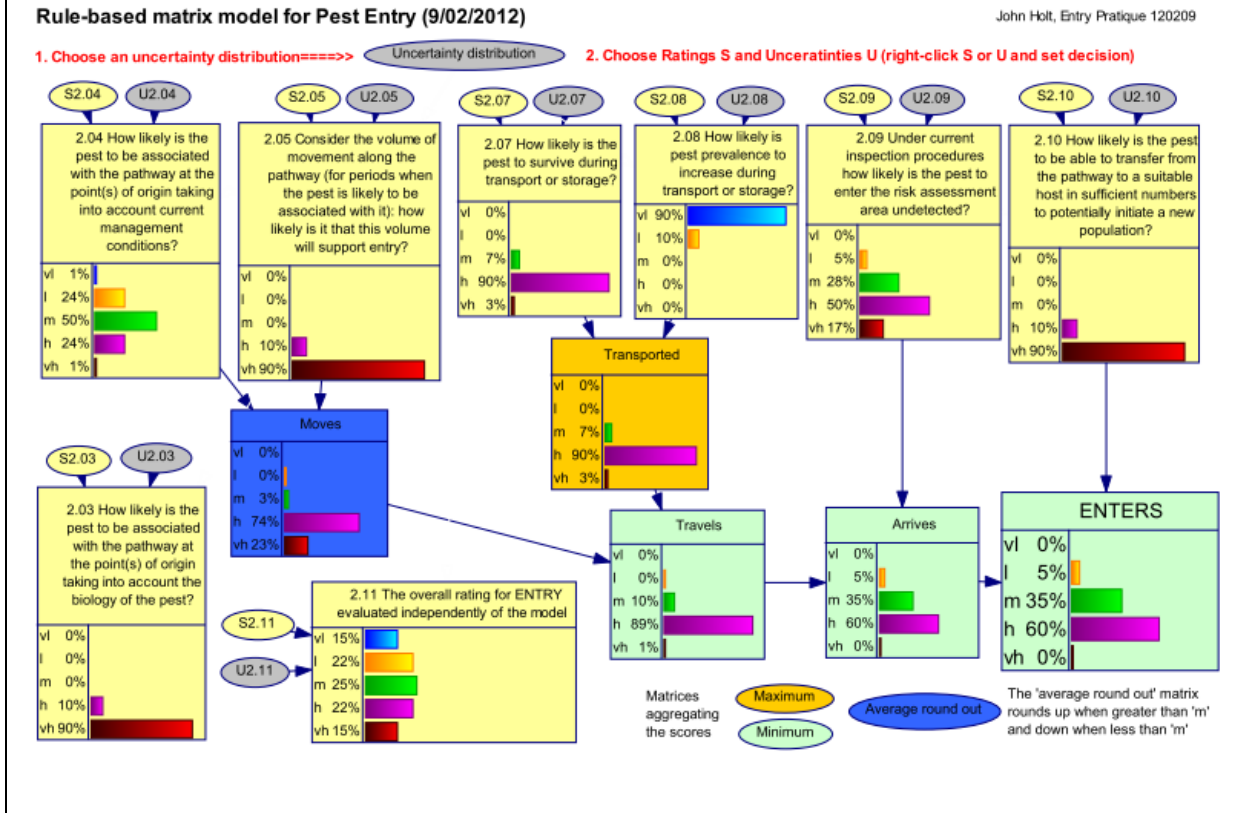
Niveau d'incertitude : faible

Figure 4 : Graphique de visualisation des questions portant sur l'évaluation du risque d'introduction (CAPRA, EPPO)



Plus les ronds sont gros et plus l'incertitude portant sur la réponse est importante.

Figure 5 : Analyse Génie de la concordance des réponses portant sur l'évaluation du risque d'introduction



2.2.2.1.7 Prise en compte d'autres filières

2.12 Doit-on envisager d'autres filières?

NON

Conclusion sur la probabilité d'entrée

2.13 Décrire la probabilité globale d'entrée en prenant en compte les risques présents par les différentes filières et estimer la probabilité globale d'entrée dans la zone ARP pour ce ravageur (commenter les points clés qui ont conduit à la conclusion).

Probable

Cf. question 2.11

Niveau d'incertitude : faible

2.2.2.2 Probabilité d'établissement

2.2.2.2.1 Sélection des facteurs écologiques qui influencent le potentiel d'établissement

No.	Facteur	Colonne A Le facteur est-il susceptible d'avoir une influence sur les limites de la zone d'établissement potentiel?	Colonne B Le facteur est-il susceptible d'influencer l'établissement dans la zone d'établissement potentiel?
1	Plantes hôtes et habitats adaptés (voir note pour la Q3.01)	Répondre à la Q3.01.	Répondre à la Q3.09.
2	Hôtes alternatifs et autres espèces essentielles (voir note pour la Q3.02)	Seulement si c'est pertinent, répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.02. Si NON, justifier.	Seulement si c'est pertinent, répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.10. Si NON, justifier.
3	Climat (voir note pour la Q3.03)	Répondre à la Q3.03.	Répondre à la Q3.11.
4	Autres facteurs abiotiques (voir note pour la Q3.04)	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.04. Si NON, justifier.	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.12. Si NON, justifier.
5	Compétition et ennemis naturels (voir note pour la Q3.05)	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.05. Si NON, justifier.	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.13. Si NON, justifier.
6	Gestion de l'environnement (voir note pour la Q3.06)	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.06. Si NON, justifier.	Répondre aux Q3.14 et 3.15.
7	Culture sous abris (voir note pour la Q3.07)	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.07. Si NON, justifier.	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q 3.16. Si NON, justifier.

Résumer le tableau en listant les questions de la colonne A (où la réponse est OUI) auxquelles il faut maintenant répondre pour délimiter la zone d'établissement potentiel puis aller à la Question 3.01. Ne répondre qu'à ces questions et à la question 3.08 pour identifier la zone.

Pour la ligne 4. **OUI**

Les facteurs abiotiques (autres que le climat) à prendre en compte car susceptibles d'avoir une influence sur les limites de l'aire d'établissement sont :

- La nature des sols (structure, texture, pH).
- Le caractère plus ou moins drainant des parcelles, qui dépend de leur topographie, de la nature et des travaux du sol.
- L'importance du ruissellement (notamment sous climat méditerranéen, où le régime des précipitations lui est propice).

Pour la ligne 6. **OUI**

Les pratiques culturales susceptibles d'avoir une influence sur les limites de l'aire d'établissement sont :

- Le travail du sol (drainage, labour) habituellement pratiqué.
- Les pratiques de fertilisation et d'amendement habituelles. L'utilisation d'herbicides pour le contrôle des repousses de tournesol, des adventices et de la flore spontanée potentiellement hôte de *P. halstedii*.

Résumer le tableau en listant les questions de la colonne B (où la réponse est OUI) auxquelles il faut maintenant répondre pour évaluer dans quelle mesure cette zone est bien appropriée pour l'établissement. Après avoir répondu à la question 3.08, aller à la question 3.09 et ne répondre qu'à ces questions.

4. **OUI**

Les facteurs abiotiques (autres que le climat) à prendre en compte car susceptibles d'avoir une influence sur les qualités de l'aire d'établissement sont :

- La topographie des parcelles : zone inondable (risque d'accumulation de sédiments contaminés par *P. halstedii*), présence de fourrières et de zones d'accumulation d'eau, lignes de pente prononcées (Zizzerini, 1978), importance du ruissellement (notamment sous climat méditerranéen, où le régime des précipitations lui est propice).
- La nature des sols (structure, texture, pH).
- Le caractère plus ou moins drainant des parcelles.
- Les travaux du sol (labour).

2.2.2.2 Identification de la zone d'établissement potentiel

2.2.2.2.1 Facteur 1. Plantes-hôtes et habitats adaptés

3.01 Identifier et décrire la zone où il existe des plantes hôtes ou des habitats adaptés dans la zone ARP (en dehors des cultures sous abris).

Toutes les régions où le tournesol est - et peut être - cultivé dans la zone ARP, sont propices à l'établissement de *P. halstedii*. La présence d'une flore spontanée potentiellement hôte de *P. halstedii* pourrait également favoriser son établissement dans la zone ; on estime que ses effets sont quantitativement négligeables, compte tenu de l'importance des surfaces actuellement cultivées en tournesol. Les conséquences qualitatives (sélection des populations pathogènes) de cette flore à l'intérieur ou à proximité immédiate des parcelles cultivées en tournesol sont cependant inconnues (Viranyi and Spring, 2011).

2.2.2.2.2 Facteur 2. Hôtes alternatifs et autres espèces essentielles

3.02 L'ensemble de la zone identifiée dans 3.01 a-t-elle les hôtes alternatifs ou les autres espèces essentielles qui sont nécessaires au cycle biologique de l'organisme nuisible?

Non requis

P. halstedii n'a pas d'hôtes alternatifs ; aucune espèce autre que *H. annuus* n'est connue comme étant essentielle à la réalisation de son cycle de vie.

2.2.2.2.3 Facteur 3. Le climat

3.03 L'ensemble de la zone identifiée dans les questions précédentes a-t-elle un climat adapté à l'établissement?

OUI

Le climat n'est pas un facteur limitant l'établissement. En effet, alors que *P. halstedii* ne peut être introduit que concomitamment avec son hôte (semence), les conditions climatiques nécessaires à son établissement et à l'expression de la maladie sont également celles qui sont favorables à la levée du tournesol.

2.2.2.2.4 Facteur 4. Autres facteurs abiotiques

3.04 L'ensemble de la zone identifiée comme permettant l'établissement dans les questions précédentes a-t-elle d'autres facteurs abiotiques favorables à l'établissement?

NON

Aucun autre facteur abiotique (nature des sols, topographie et caractère plus ou moins drainant des parcelles, travail des sols) n'empêche totalement l'établissement de *P. halstedii*. En revanche, ces facteurs peuvent influencer sa multiplication.

2.2.2.2.5 Facteur 5. Compétition et ennemis naturels

3.05 Est-il probable que la zone identifiée comme permettant l'établissement dans les questions précédentes reste la même en présence de compétiteurs et d'ennemis naturels?

Non requis

P. halstedii n'a pas de compétiteurs ou d'ennemis naturels connus.

2.2.2.2.6 Facteur 6: Gestion de l'environnement

3.06 Est-il probable que la zone identifiée comme permettant l'établissement dans les questions précédentes reste la même malgré la gestion de l'environnement?

NON

Un certain nombre de pratiques culturales sont susceptibles d'influencer la probabilité d'établissement de *P. halstedii* :

- Date de semis.
- Irrigation mal maîtrisée autour de la période de levée (on notera que l'influence de l'irrigation est négligeable sur le mildiou, celle-ci n'étant seulement pratiquée qu'en production de semences, de façon marginale).
- Rotations culturales.
- Lutte génétique : utilisation de variétés résistantes.
- Lutte chimique : utilisation de fongicides en traitement de semences préventif (seul le méfénoxam, énantiomère du métalaxyl, de la famille des phénylamines est actuellement autorisé).
- Travail du sol favorisant le drainage et recours limité au semis direct.
- Destruction des cultures contaminées et interdiction de la culture du tournesol dans ces parcelles pendant un certain nombre d'années (on notera que l'efficacité de ces deux mesures combinées, propres à la France, n'a jamais été évaluée).

Aucune de ces mesures ne peut à elle seule empêcher totalement l'établissement du mildiou (quels que soient les pathotypes et la résistance aux fongicides des isolats considérés) à l'exception de la dernière, à condition qu'une surveillance systématique puisse réellement être mise en œuvre et que l'interdiction de culture intervienne très rapidement après l'introduction effective de *P. halstedii* (en pratique très peu probable).

L'utilisation de variétés résistantes et de fongicides est susceptible d'avoir une action sélective sur la structure génétique des populations de *P. halstedii*, avec pour conséquence une certaine différenciation entre les isolats introduits dans la zone ARP et qui s'y sont effectivement établis (par exemple les pathotypes 703 et 710), et ceux issus de populations désormais considérées comme indigènes (apparition de nouveaux pathotypes par des mécanismes d'évolution et de sélection). Dans la zone ARP, l'aire de culture du tournesol est probablement devenue une aire de coévolution géographiquement autonome du mildiou et de son hôte (cultivé), tout comme l'était sa zone d'origine (Ahmed *et al.*, 2012).

2.2.2.2.7 Facteur 7: Culture sous abris

3.07 Les plantes-hôtes sont-elles cultivées sous abris dans la zone ARP ? Si l'organisme nuisible est une plante, a-t-il été signalé comme étant une adventice sous abris ailleurs ?

NON

Le tournesol est une culture de plein air. Des tournesols ornementaux sont parfois cultivés sous abris, mais la pratique est très peu répandue.

2.2.2.2.3 Zone d'établissement potentiel

3.08 En combinant les réponses cumulatives aux questions 3.01 à 3.06 auxquelles on a répondu avec la réponse à la question 3.07, identifier la partie de la zone ARP où la présence de plantes-hôtes ou d'habitats adaptés et où les autres facteurs favorisent l'établissement de l'organisme nuisible.

Toutes les régions où est cultivé le tournesol sont favorables à l'établissement de *P. halstedii*.

2.2.2.2.4 Adéquation de la zone d'établissement potentiel

2.2.2.2.4.1 Présence d'hôtes ou d'habitats adaptés, d'hôtes alternes et de vecteurs dans la zone ARP

3.09 Quelle est la probabilité que la répartition des hôtes ou des habitats adaptés dans la zone d'établissement potentiel favorise l'établissement ?

Très probable

La culture du tournesol est largement distribuée dans la zone ARP.

Niveau d'incertitude : faible

3.10 Quelle est la probabilité que la répartition, dans la zone d'établissement potentiel, d'hôtes alternes ou d'autres espèces essentielles au cycle biologique de l'organisme nuisible favorise l'établissement ?

Non requis

2.2.2.2.4.2 Adéquation de l'environnement

3.11 En se basant sur la zone d'établissement potentiel déjà identifiée, dans quelle mesure les conditions climatiques affectant l'établissement de l'organisme de cette zone sont-elles similaires à celles de la zone de répartition actuelle ?

Complètement similaires

Les conditions climatiques nécessaires au développement de *P. halstedii* sont présentes dans la zone ARP, comme l'illustre le fait que *P. halstedii* y est déjà largement établi, à l'exception des pays situés au nord de la zone ARP et des régions montagneuses.

Niveau d'incertitude : faible

3.12 En se basant sur la zone d'établissement potentiel, quelle similitude existe-t-il entre les autres facteurs abiotiques affectant l'établissement de l'organisme nuisible pour cette zone et ceux de la zone de répartition actuelle ?

Complètement similaire

Niveau d'incertitude : faible

3.13 En se basant sur la zone d'établissement potentiel, quelle est la probabilité que l'établissement se produise malgré la compétition avec des espèces existantes, et/ou la présence d'ennemis naturels déjà présents ?

Non requis

2.2.2.5 Pratiques culturales et mesures de lutte

3.14 Dans quelle mesure la gestion de l'environnement dans la zone d'établissement potentiel favorise-t-elle l'établissement de l'organisme?

1. Date de semis et irrigation

Favorable

La pratique d'un semis précoce, dont l'objectif est généralement d'éviter un stress hydrique durant la période post-floraison, rend plus probable la présence d'eau libre (propice à la phase parasitaire de *P. halstedii*) au moment où la semence germe, en avril-mai, et contribue donc à l'établissement de *P. halstedii* (Delanoë, 1972).

Une irrigation précoce mal maîtrisée, dont l'objectif serait de favoriser la germination des semences et la levée du tournesol, est également de nature à favoriser l'établissement de *P. halstedii* ; la pratique de l'irrigation du tournesol au semis est toutefois exceptionnelle au sein de la zone ARP. L'irrigation au stade post-floraison, pratiquée dans certaines régions (par exemple en Andalousie), n'a pas d'incidence sur l'établissement de *P. halstedii*, hormis par le fait qu'elle peut, comme la pluie, favoriser la dissémination de *P. halstedii* à très courte distance par « splash » (infections secondaires contribuant au développement de l'épidémie à l'échelle d'une saison).

Niveau d'incertitude : faible

2. Rotation culturale

Pas du tout favorable

Les rotations culturales longues (fréquence de retour de la culture du tournesol supérieure ou égale à trois ans) sont de nature à diminuer la probabilité d'établissement de *P. halstedii*. Les résultats d'enquêtes menées sur cent trente parcelles en 1997 et 1998 dans treize régions françaises ont montré une diminution de 50% de la pression « mildiou » si le tournesol n'apparaissait pas dans la rotation au cours des trois années précédentes (Délos *et al.*, 2000) ; l'incidence de la maladie diminue très fortement après la sixième année sans tournesol dans un sol fortement infesté, même si quelques oospores peuvent rester viables plus de quatorze ans dans du sol séché (Tourvieille *et al.*, 2000). L'absence de tournesol pendant plusieurs années réduit donc fortement le risque de voir le mildiou se développer. À l'inverse, la sévérité des attaques de *P. halstedii* augmente de 10 à 20 % lors de la troisième culture de tournesol (Alabouvette & Marty, 1977).

La réussite de l'éradication passive de *P. halstedii* d'une parcelle où le parasite aurait été introduit ne pourrait donc être garantie avant une quinzaine d'année, consécutivement à une interdiction de la culture du tournesol, sous réserve qu'aucune nouvelle introduction n'ait eue lieu et que le parasite n'ait rencontré aucune plante hôte (repousse de tournesol ou Astéraceae sauvage).

Niveau d'incertitude : faible

3. Désherbage

Pas du tout favorable

La pratique du désherbage du tournesol et des cultures en rotation (Delos *et al.*, 2000 ; Gindrat *et al.*, 1998 ; Pilorgé, 1997), parce qu'elle réduit la quantité de repousses et d'adventices potentiellement hôtes, apparaît défavorable à l'établissement de *P. halstedii*. En effet, les repousses de tournesol, n'étant protégées ni chimiquement ni génétiquement (descendant de génotype hétérozygote pour la résistance), sont plus attaquées que les variétés hybrides cultivées et constituent donc une source d'inoculum plus importante.

Niveau d'incertitude : Faible

4. Labour

Légèrement favorable

Comme pour la plupart des oomycètes à phase tellurique, dont la mobilité est favorisée par l'eau libre, le labour serait défavorable aux attaques de mildiou (meilleur drainage). De façon antagoniste, il pourrait favoriser la survie du parasite présent sur la parcelle : enfouit en profondeur, l'inoculum pourrait survivre jusqu'aux labours suivants ; repositionné dans les couches du lit de semences, il serait ensuite activé par l'action conjointe de l'oxygène et probablement des exsudats racinaires.

Niveau d'incertitude : Modéré

5. Lutte chimique et génétique

Pas du tout favorable pour les pathotypes avirulents et les isolats sensibles au mefenoxam (phénylamide).

- Lutte génétique : utilisation de variétés résistantes.
- Lutte chimique : utilisation de phénylamides en traitement de semences préventif.

Niveau d'incertitude : Faible

3.15 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible s'établisse malgré les pratiques de gestion phytosanitaires existantes ?

Probable

Aucune des mesures de gestion listées au 3.14 n'empêche totalement l'établissement de *P. halstedii*.

La lutte chimique et la lutte génétique n'empêchent ni l'établissement de pathotypes virulents (non contrôlés par la résistance variétale) ni celui d'isolats résistant aux phénylamides. Par ailleurs, mises en œuvre de façon systématique, ces deux méthodes peuvent conduire à sélectionner des pathotypes virulents et les isolats résistants aux phénylamides.

Niveau d'incertitude : faible

3.16 Est-il probable que l'organisme nuisible s'établisse dans des cultures sous abris dans la zone ARP ?

Non requis

2.2.2.6 Autres caractéristiques de l'organisme nuisible influant sur la probabilité d'établissement

3.17 Quelle est la probabilité que la stratégie de reproduction de l'organisme nuisible et la durée de son cycle de développement facilitent son établissement ?

Très probable

P. halstedii provoque rarement des symptômes de mildiou sur les plantes issues de semences infectées. Ceci peut s'expliquer par le délai entre la libération des oospores dans le sol et leur capacité à émettre un zoosporange conduisant à l'infection d'une plante (Delanoë, 1972 ; Cohen & Sackston, 1974 ; Patil & Mayee, 1990). D'autre part, certains génotypes de tournesol possèdent la propriété, induite par certains gènes de résistance, de bloquer le parasite au niveau du système racinaire : la plante apparaît saine alors que le parasite a envahi le système racinaire où il peut réaliser entièrement son cycle biologique (Mouzeyar, 1993). Compte tenu d'un retour de la culture du tournesol généralement compris entre deux et quatre ans, ce délai entre l'introduction de *P. halstedii* via la semence et son établissement dans une parcelle (se manifestant par la présence de symptômes) limite fortement la capacité à détecter précocement *P. halstedii* avant qu'il n'y soit considéré comme établi.

Niveau d'incertitude : faible

3.18 L'organisme nuisible est-il très adaptable ?

Oui, très adaptable

À l'instar de la plupart des oomycètes parasites de plante, *P. halstedii* a une capacité d'adaptation élevée comme l'illustrent l'apparition de la résistance aux phénylamides autorisés et le contournement des résistances du tournesol :

Sensibilité aux fongicides

L'utilisation quasi systématique d'un seul fongicide (en France, méfenoxam) peut expliquer la généralisation de la fréquence des résistances constatées dans le cadre de la prospection annuelle réalisée en France par le SRAL Midi-Pyrénées (services déconcentrés de l'ONPV française ; J. Moinard).

Spectre de virulence

La présence de gènes de résistance (résistance hôte spécifique) crée une pression sélective sur les populations de *P. halstedii* conduisant à l'apparition rapide de pathotypes capables de surmonter la résistance variétale (Tourvieille *et al.*, 2005 ; 2010).

Valeur sélective (fitness) et agressivité

Le parasite s'adapte aux conditions de cultures et au génome de sa plante hôte et est susceptible de voir son agressivité augmenter à chaque cycle de multiplication (Tourvieille *et al.*, 2009).

Enfin, l'introduction de nouveaux isolats conduit à un brassage génétique favorable à un gain de fitness et de pouvoir pathogène (Ahmed *et al.*, 2012). En effet, une analyse de la variabilité neutre (i.e. SNP anonymes) des populations mondiales de *P. halstedii* montre que la diversité génétique des populations du pathogène dans son bassin d'origine est plus grande que dans les zones introduites (F. Delmotte comm pers). Ce résultat indique donc que toute la variabilité génétique de l'espèce n'a pas encore été introduite en Europe. Dans le cas d'un organisme récemment introduit tel que *P. halstedii*, la durabilité des résistances est fortement conditionnée par notre capacité à anticiper les conséquences liées à de nouvelles introductions. En l'absence de données suffisantes sur les caractéristiques des populations originelles de *P. halstedii* (Amérique du Nord), nous ne pouvons donc pas prédire si de nouvelles introductions du pathogène en Europe conduiront ou non à diminuer l'efficacité de la lutte génétique actuelle contre le mildiou.

La relation entre marqueurs "neutres" et profils de virulence établie sur des populations européennes (Allemagne (Spring *et al*, 1994) et France (Delmotte *et al*, 2008 ; Ahmed *et al*, 2012)), a été infirmée par une étude des populations à l'échelle mondiale (Delmotte, comm pers). Cette apparente contradiction s'explique par le mode de reproduction fortement "autogame" du pathogène (résultat de l'homothallisme), couplé avec l'existence de plusieurs sources d'introduction récentes en Europe. Ce mode de reproduction explique que la diversité génétique des pathotypes introduits se maintient dans le temps.

Niveau d'incertitude : faible

3.19 L'organisme nuisible s'est-t-il établi dans de nombreuses nouvelles zones hors de son zone d'origine ?

Très largement établi dans de nouvelles zones

L'aire d'origine de *P. halstedii* est les États-Unis d'Amérique. Son aire de répartition géographique était considérée comme mondiale dès le début des années 1960 (Leppik, 1962).

Niveau d'incertitude : faible

2.2.2.7 Conclusion sur la probabilité d'établissement

3.20 La probabilité globale d'établissement doit être décrite.

Très élevée

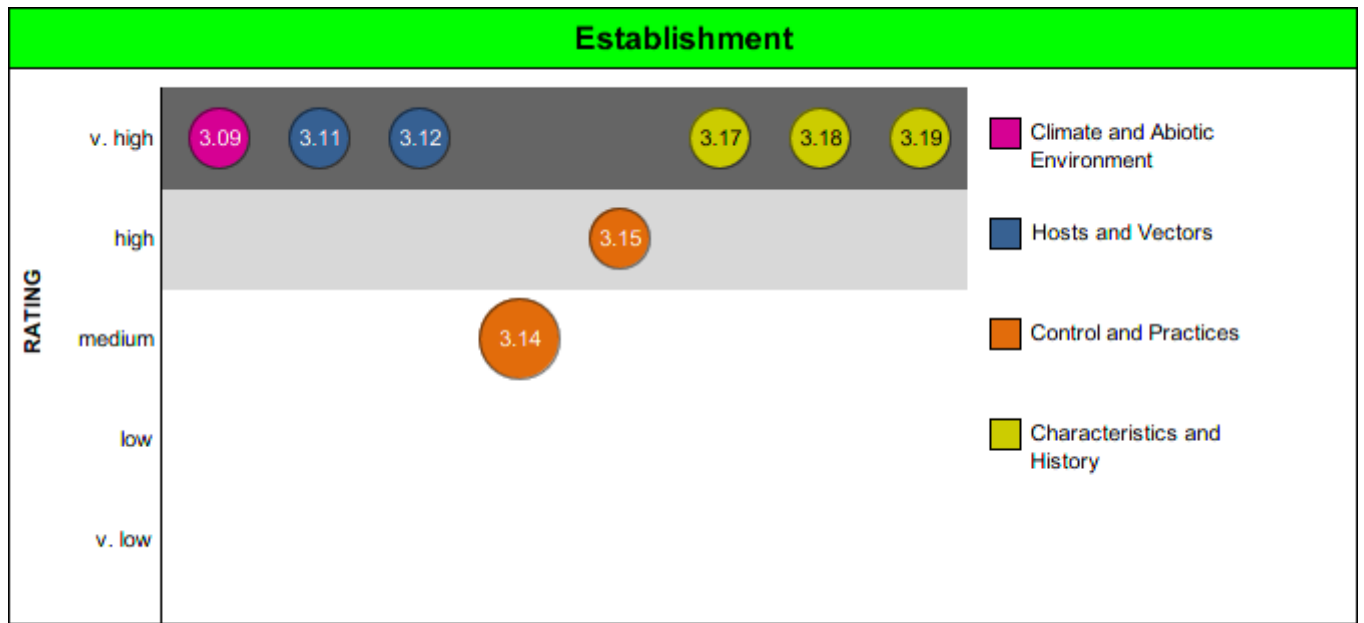
Toutes les régions où le tournesol est - et peut être - cultivé dans la zone ARP sont propices à l'établissement de *P. halstedii*. Le climat n'est pas un facteur limitant pour l'établissement. En effet, comme *P. halstedii* ne peut être introduit qu'avec les semences de son hôte, les conditions climatiques nécessaires à l'établissement et à l'expression de *P. halstedii* sont également celles qui sont favorables à la levée du tournesol.

Aucune mesure de gestion ne peut à elle seule empêcher totalement l'établissement du mildiou (quels que soient les pathotypes et le niveau de résistance aux fongicides des isolats considérés) à l'exception de la mise en place de mesures d'épidémiologie-surveillance accompagnées d'une destruction systématique des cultures contaminées (tolérance zéro) et d'une interdiction de la culture du tournesol dans ces parcelles pendant au moins une dizaine d'années (Tourvieille, 2000). Une interrogation subsiste pour la mise en place de telles mesures d'éradication : le caractère potentiellement asymptomatique du mildiou et l'impossibilité de contrôler les millions d'hectares susceptibles de recevoir la culture de tournesol rendent les résultats de telles mesures très incertains.

D'autre part, l'utilisation de variétés résistantes et de fongicides est susceptible d'avoir une action sélective sur la structure génétique des populations de *P. halstedii*, avec pour conséquence une certaine différenciation entre les isolats introduits dans la zone ARP et ceux issus de populations désormais considérées comme indigènes (nouveaux pathotypes). Dans la zone ARP, la zone de culture du tournesol est probablement devenue une aire de coévolution géographiquement autonome du mildiou et de son hôte (cultivé), tout comme l'était sa zone d'origine (Ahmed *et al.*, 2012).

Niveau d'incertitude : faible

Figure 6 : Graphique de visualisation des questions portant sur l'évaluation du risque d'introduction (CAPRA, EPPO)



Plus les ronds sont gros et plus l'incertitude portant sur la réponse est importante.

Figure 7 : Analyse Génie de la concordance des réponses portant sur l'évaluation du risque d'établissement

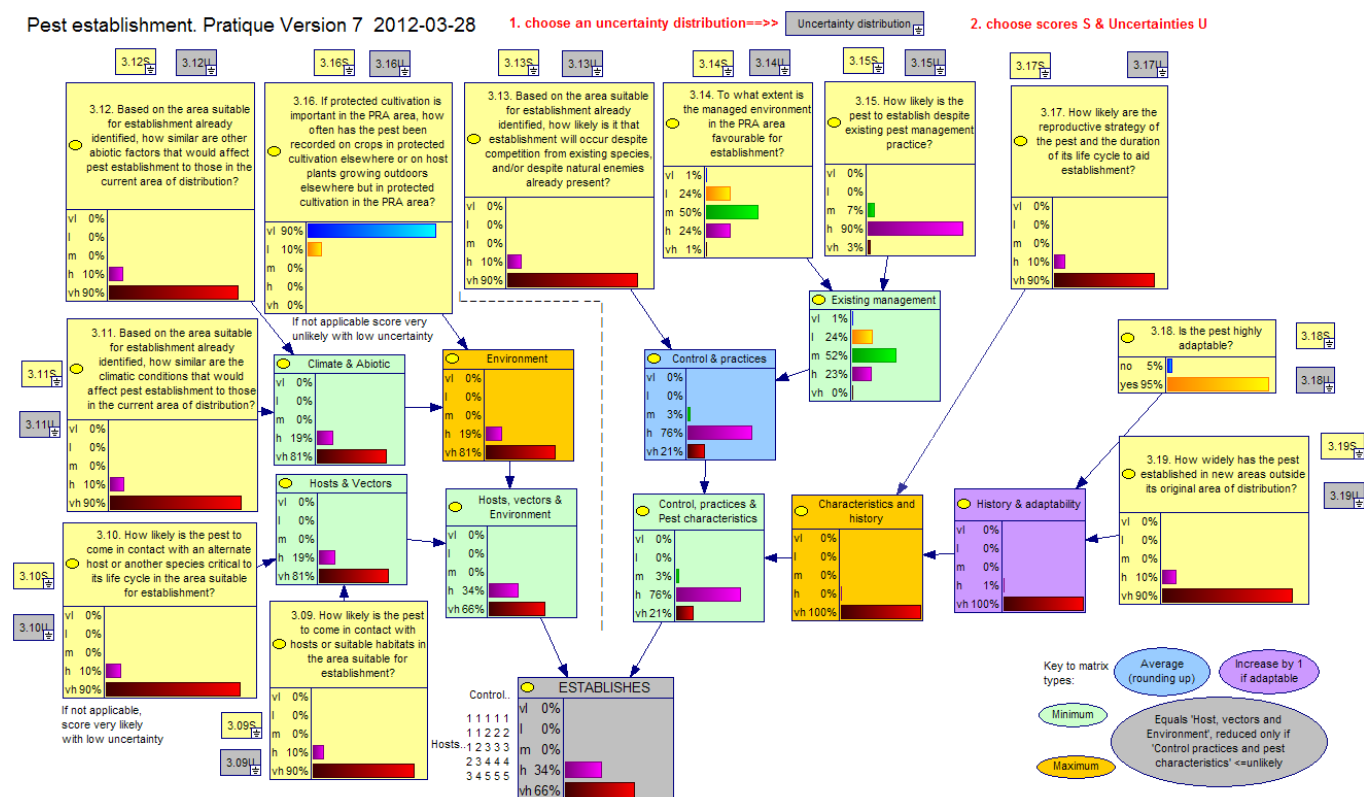
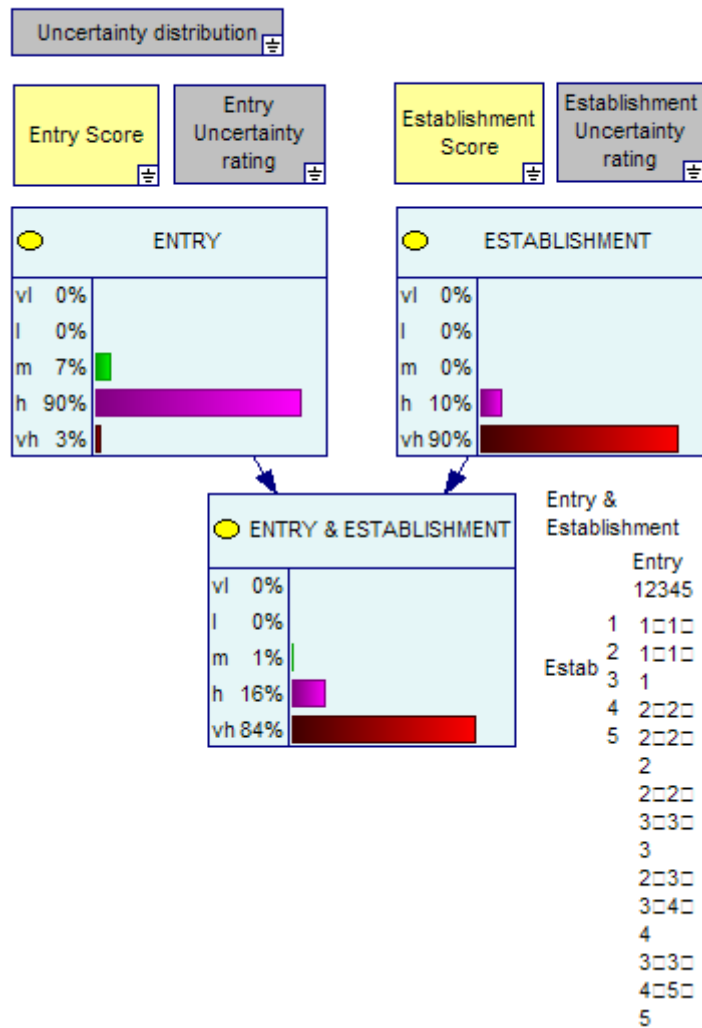


Figure 8 : Analyse Génie de la concordance des réponses portant sur l'évaluation du risque d'entrée et d'établissement

Integrating scores for entry and establishment based on overall scores/uncertainties for each provided by the assessors



2.2.2.3 Probabilité de dissémination

4.01 Quelle est la vitesse de dissémination la plus probable par des moyens naturels (dans la zone ARP)?

1. À l'échelle de la parcelle

Une fois introduit dans la parcelle, l'inoculum de *P. halstedii* doit se multiplier avant que la maladie ne provoque des dégâts importants. Un retour fréquent de la culture de tournesol, mais également la présence de repousses ou d'adventices potentiellement hôtes de *P. halstedii* malgré l'absence de culture du tournesol, contribue à multiplier cet inoculum et à le disséminer sur de courtes distances, voire à homogénéiser sa répartition à l'échelle de la parcelle.

La dissémination aérienne de *P. halstedii* n'est possible que par le biais de sporanges transportés par le vent, au moins à 1500 m (Delanoë, 1972) et par la pluie à moins d'un mètre (mécanisme de "splash").

Dans le sol, les zoospores se déplacent horizontalement et verticalement avec l'eau de pluie ou d'irrigation (Delanoë, 1972). D'après Zizzerini (1978), le déplacement des zoospores à la surface du sol est également possible et est affecté par les lignes de pente. La fréquence de la maladie est plus forte dans les zones d'accumulation d'eau de ruissellement.

Vitesse de dissémination modérée

Niveau d'incertitude : faible

2. Entre parcelles

Faible vitesse de dissémination

La dissémination de *P. halstedii* par le vent est possible entre parcelles adjacentes ou distantes d'au moins 1500 m (Delanoë, 1972).

Niveau d'incertitude : faible

3. À l'échelle d'une Région

Faible vitesse de dissémination

Les cours d'eau et rivières constituent des voies de dissémination de l'inoculum à ne pas négliger ; les parcelles situées en zone inondable présenteraient un risque d'accumulation de sédiments contaminés par *P. halstedii* (Meliala *et al*, 2000). Des attaques de mildiou sur des *H. annuus* sauvages poussant directement dans le lit des rivières ont déjà été observées (A. Bervillé, com. pers.).

Niveau d'incertitude : élevé

4. À longue distance

Inconnu

La capacité de dissémination à longue distance par le vent, à défaut de données biologiques en dehors de celles de Delanoë (1972), est réputée inférieure à quelques kilomètres. L'absence de mildiou en Australie montre que la dissémination intercontinentale par voie naturelle est très peu probable.

Niveau d'incertitude : modéré

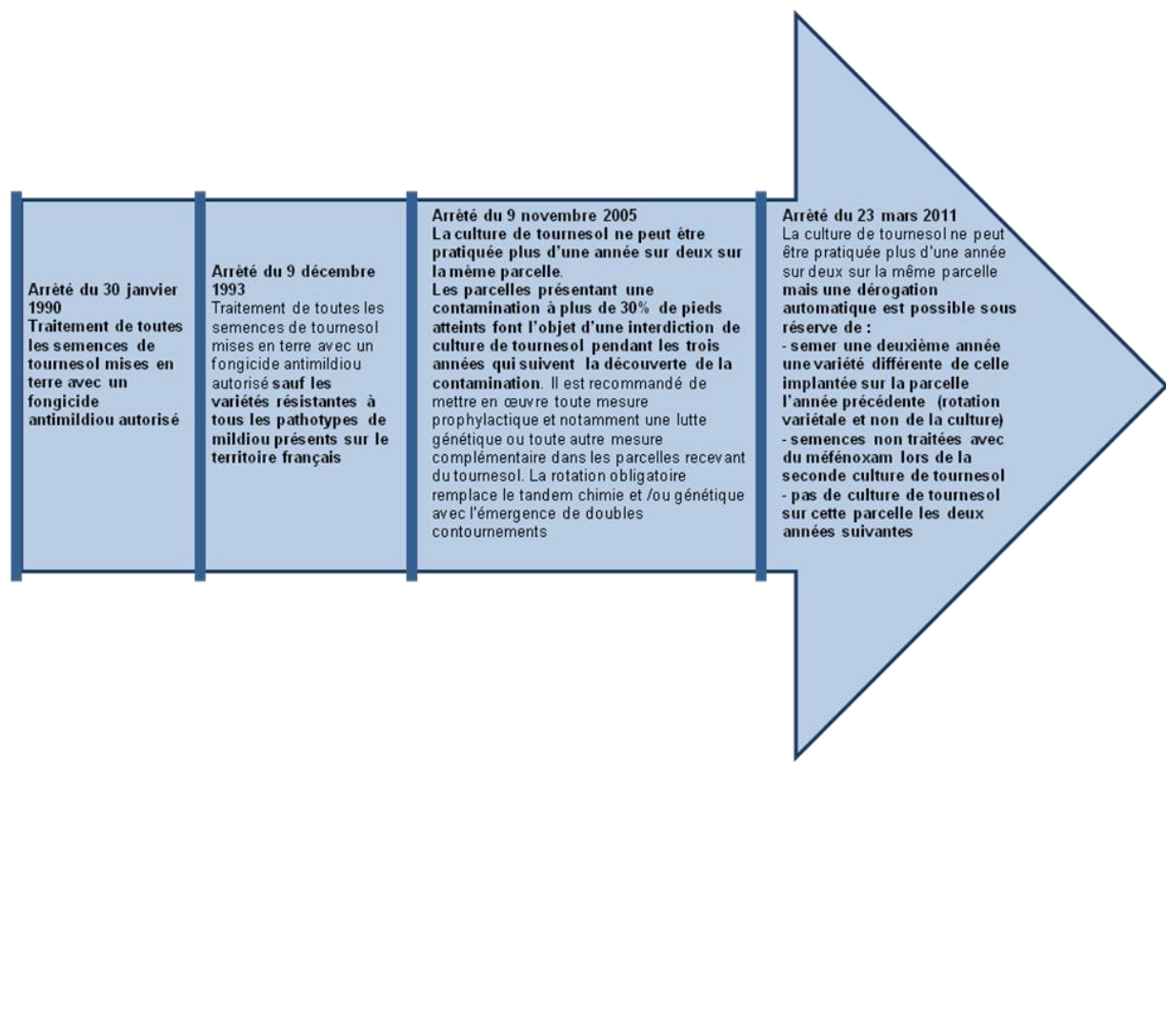
Vitesse globale : vitesse de dissémination modérée

Niveau d'incertitude : modéré

4.02 Quelle est la vitesse de dissémination la plus probable avec assistance humaine (dans la zone ARP)?

Compte tenu du manque de connaissances épidémiologiques robustes sur la dynamique spatio-temporelle du mildiou (notamment à l'échelle européenne), nous avons mobilisé des données historiques relatives à la situation française de 1988 à 2012 et les avons analysées de façon à en extraire les éléments quantitatifs pouvant être extrapolés à l'ensemble de la zone ARP. Ces données ont été acquises par le SRAL Midi-Pyrénées (services déconcentrés de l'ONPV française ; J. Moinard) en collaboration avec l'INRA (D. Tourvieille). Notre analyse a intégré le fait que, pendant la période de suivi, le statut d'organisme de quarantaine (application de la directive 2000/29) et de certification des semences (normes de qualité, règlement technique annexe de la production, du contrôle et de la certification des semences de tournesol, arrêté du 19 septembre 2008) a vraisemblablement créé un biais dans l'estimation de la capacité de dissémination de *P. halstedii* (cf. figure 9). La capacité de dissémination que l'on a pu estimer a posteriori n'est en effet pas ce qu'elle aurait été en l'absence de méthodes de lutte. La **première étape** de l'analyse a consisté à quantifier la dissémination du mildiou en France dans le contexte réglementaire et les mesures de lutte effectivement appliquées. La **seconde étape** a consisté à émettre un avis quant à la capacité de dissémination du mildiou dans la zone ARP (réponse à la question 4.02 *sensu stricto*) en recensant et hiérarchisant les voies de dissémination a) avec et b) en l'absence des mesures de gestion actuelles (directive 2000/29).

Figure 9 – Chronologie de la mise en place des mesures réglementaires visant à lutter contre le mildiou du tournesol sur le territoire français



Première étape

Données analysées :

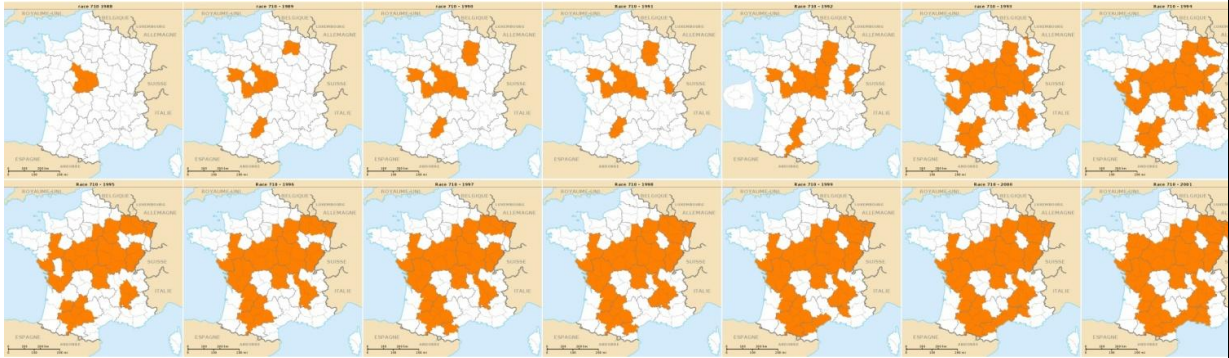
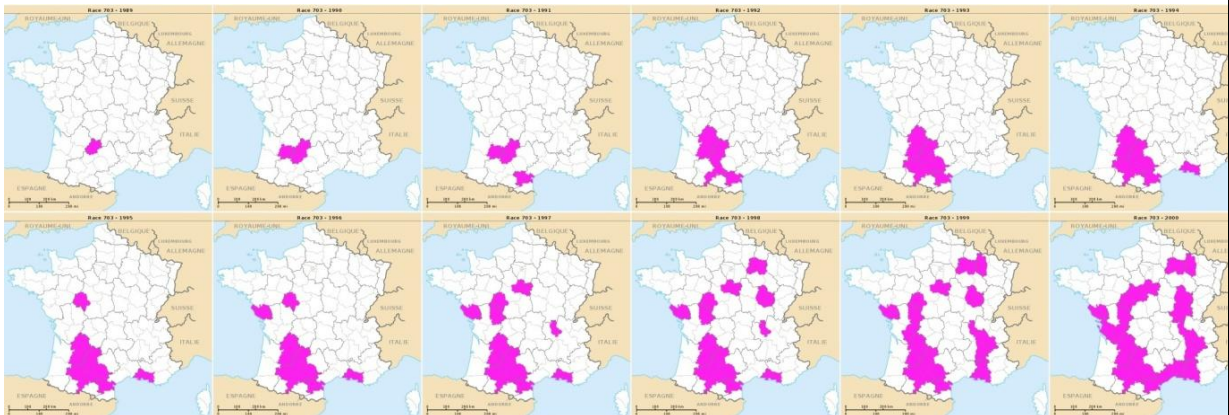
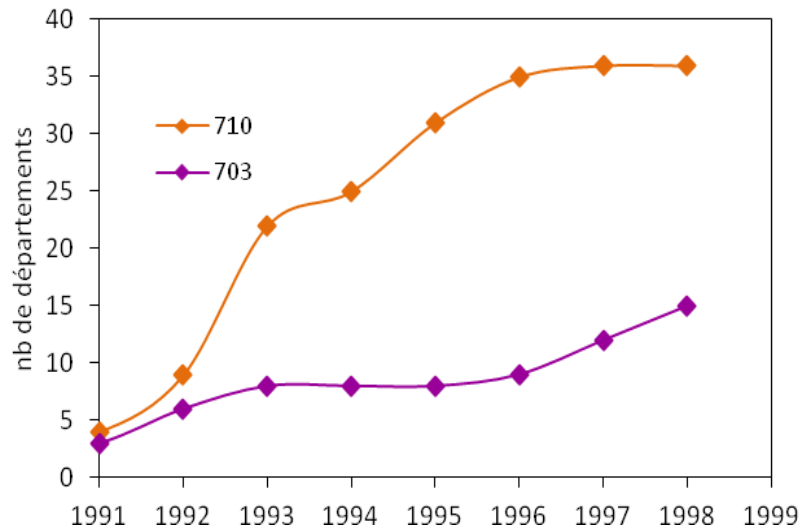
Annexe 5 : tableau de prévalence des pathotypes 703 et 710 en France entre 1988 et 1998
(source : SRAAL Midi-Pyrénées - INRA)**Figure 10 - Répartition géographique du pathotype 710 entre 1988 et 2001****Figure 11 - Répartition géographique du pathotype 703 entre 1989 et 2000**

Figure 12 - Évolution de la prévalence des pathotypes émergents 710 et 703 à l'échelle du territoire français entre 1991 et 1998



La dissémination des pathotypes 710 et 703 en France (source ONPV France), pays de la zone ARP dans lequel ils ont été détectés pour la première fois en 1988 et 1989, respectivement (cf. figure 10, 11 et 12), constitue un bon exemple de progression spatio-temporelle de *P. halstedii* consécutif à une émergence susceptible d'être généralisée à l'ensemble de la zone ARP.

La répartition spatiale du pathotype 710, plus agressif (INRA-Clermont Ferrand, 1995-2005, non publié), semble avoir atteint son maximum dans les années 1997-1998 tandis qu'à la même période celle du pathotype 703 progressait encore.

Les sources de résistance utilisées par les sélectionneurs vis-à-vis des pathotypes 703 et 710 sont les mêmes (D. Tourvieille, com. pers.) et il est probable qu'il n'existe que très peu d'hybrides possédant la résistance à un seul de ces deux pathotypes. Le taux de renouvellement des variétés cultivées en Europe, qui pourrait expliquer la différence de dissémination entre pathotypes, est une information qui n'a pu être obtenue.

Entre 1992 et 1998, le déploiement de gènes de résistance ciblant les pathotypes émergents a été relativement lent ; en 1998, seulement 20% des variétés cultivées portaient de tels gènes de résistance (cf. figure 13). Ce déploiement semble n'avoir que peu influencé la vitesse de dissémination des différents pathotypes. En parallèle, le traitement au métalaxyl (puis mefenoxam) n'explique pas les différences de vitesse de dissémination des pathotypes 710 et 703 entre 1991 et 1994 (cf. figure 12), les premiers isolats résistants à cette matière active n'ayant été caractérisés qu'en 1994 (cf. figure 14). La résistance s'est développée au sein de la population au cours de la décennie 1994-2004 et s'est depuis généralisée. Le suivi de l'évolution de la proportion d'isolats de *P. halstedii* résistant au métalaxyl sur le territoire français entre 1994 et 2004 (cf. figure 14) illustre également l'intensification de l'introduction des résistances « gène à gène » aux pathotypes 100, 703 (Sud-Ouest) et 710 (Nord).

Figure 13 - Taux de pénétration des variétés résistant au mildiou sur le territoire français entre 1991 et 2012 (source : UFS)

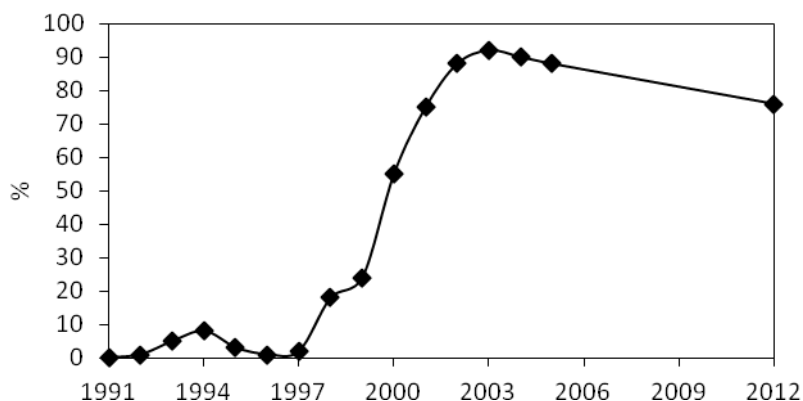
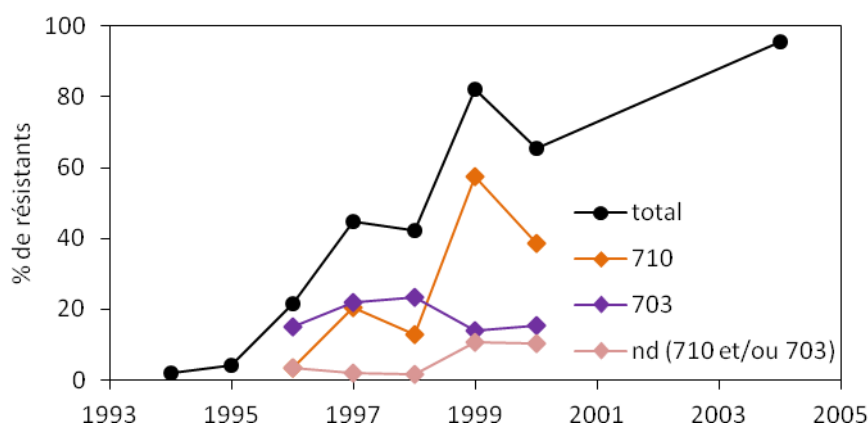


Figure 14 - Évolution de la proportion d'isolats de *P. halstedii* résistant au métalaxyl (puis mefenoxam) sur le territoire français entre 1994 et 2004



Des résultats issus de prospections très récentes dans le Sud-Ouest de la France (Dordogne, Gironde, Lot-et-Garonne) ont montré que le mildiou a été observé sur 30 à 40% des parcelles cultivées en tournesol ; entre 25 et 30 % présentaient des attaques sur des plants isolés et entre 5 et 10% présentaient des foyers multiples (Bulletin de Santé du Végétal, bilan tournesol pour les campagnes 2011-2012 et 2012-2013, C. Vogrincic, CETIOM).

L'ensemble de ces éléments confirme que la dissémination de *P. halstedii* peut être rapide en dépit des mesures de lutte règlementaire telles qu'elles ont été mises en œuvre en France.

Seconde étape

Recensement et hiérarchisation des voies de dissémination (avec et en l'absence des mesures de gestion) :

a) sans mesure de gestion

- Commercialisation de semences de tournesol produites dans des zones contaminées.
- Échange de machines agricoles (CUMA, entreprises de travaux agricoles).
- Vent.

Vitesse de dissémination : élevée

Niveau d'incertitude: moyen

b) avec mesure de gestion

Semences :

- traitées (mefenoxam) ;
ou
- produites à partir de régions indemnes ;
ou
- variétés résistant aux pathotypes connus dans la région de production.

De la même façon que l'importation de semences contaminées en provenance d'autres continents peut expliquer l'introduction et l'établissement de *P. halstedii* dans la zone ARP, sa dissémination à l'échelle d'un pays (France) a été relativement rapide (pour une maladie à phase tellurique) en dépit des mesures de lutte mises en œuvre.

Les dispositions pratiques qui résultent du statut de parasite de quarantaine n'ont pas permis d'éviter l'émergence puis l'extension de l'aire de répartition de nouveaux pathotypes.

Les dispositions pratiques de lutte mises en œuvre dans le processus de production de semences dans les pays de la zone ARP ne permettent pas d'exclure que la dissémination par les semences a joué un rôle dans l'extension de la maladie en France entre 1992 et 1998. De fait, dans le cas étudié, l'importance relative d'une dissémination par voie anthropique (semences) et par voies naturelles ne peut être précisée.

Vitesse de dissémination : modérée

Niveau d'incertitude : faible

2.2.2.3.1 Conclusion sur la probabilité de dissémination

4.03 Décrire la vitesse globale de dissémination

Vitesse de dissémination globale : modérée

Du fait que *P. halstedii* soit un pathogène dont une partie du cycle est tellurique et du fait de la mise en œuvre de mesures de gestion, sa vitesse de dissémination globale est estimée modérée.

Niveau d'incertitude : faible

4.04 Quelle est votre meilleure estimation de la durée nécessaire pour que l'organisme atteigne son étendue maximale dans la zone ARP ?

P. halstedii est déjà présent dans toutes les principales zones de production du tournesol.

L'extension du mildiou suivra vraisemblablement l'extension de la culture du tournesol.

Certains pathotypes n'ont pas été détectés partout dans la zone ARP.

La dissémination des pathotypes dépend du panel de résistance déployé au champ ; par conséquent il est très difficile de la prédire. En conditions favorables (important pays producteur de tournesol, utilisation de variétés sensibles aux pathotypes), les données que nous avons analysées montrent que la dissémination d'un pathotype (710, 703) est intervenue en moins d'une décennie à l'échelle d'un pays comme la France, où dans certaines régions le mildiou est désormais présent dans environ 1/3 des parcelles de tournesol.

Il est très probable que la dissémination de nouveaux isolats (pour lesquels aucun gène de résistance n'est encore déployé ou qui sont résistants au fongicide utilisé) intervienne dans la zone ARP à l'échelle d'une ou deux décennies.

Niveau d'incertitude: faible

4.05 Sur la base des réponses aux questions 4.01, 4.02, et 4.04 tout en tenant compte de la présence éventuelle de l'organisme nuisible, quelle est la proportion de la zone d'établissement potentiel que vous vous attendez à voir envahie par l'organisme au bout de cinq ans ?

P. halstedii est déjà présent dans toutes les principales zones de production du tournesol.

Pour un isolat pour lequel les méthodes de lutte génétique et chimique sont insuffisamment efficaces, il est probable qu'entre 10 et 25% de la zone potentielle d'établissement soit touchée par l'organisme au bout de cinq ans.

Niveau d'incertitude: modéré

2.2.2.4 Éradication, enrayement et populations transitoires de l'organisme nuisible

5.01 Compte tenu de ses caractéristiques biologiques, est-il probable que l'organisme nuisible puisse survivre aux programmes d'éradication dans la zone d'établissement potentiel?

Très probable

En production de semences, les mesures règlementaires relatives à un parasite de quarantaine (pratique de "l'épuration" et utilisation de seuils) ont été appliquées après avoir été adaptées au contexte (flux de semences en provenance de pays de la zone ARP). Si des mesures d'éradication *sensu stricto* avaient été généralisées conformément à la directive 2000/29 CE et à l'arrêté national de lutte, il aurait été impossible de proposer à la vente des semences de tournesol, compte tenu de la généralisation du mildiou à l'échelle du territoire. Aucune mesure d'éradication n'est donc actuellement envisageable vis-à-vis de *P. halstedii*.

La déclaration d'un foyer intervient tardivement par rapport à l'introduction de *P. halstedii* (maintien discret de l'inoculum primaire, fonte de semis, porteur sain au niveau des parties aériennes ; Allard, 1978).

Niveau d'incertitude : faible

5.02 Compte tenu de ses caractéristiques biologiques, est-il probable que l'organisme nuisible ne puisse pas être enrayé dans le cas d'un foyer dans la zone ARP?

Probable

Le confinement d'un petit foyer isolé semble envisageable. La situation actuelle dans la zone ARP montre néanmoins que les mesures prises dans le cadre de la directive 2000/29 CE (par exemple, en France, l'arrêté national de lutte obligatoire du 18 novembre 2005, modifié le 23 mars 2011) ont été inefficaces dans la pratique pour enrayer l'extension de nouveaux pathotypes. Au cours des vingt dernières années, les mesures n'ont pas permis d'éviter les introductions multiples et dissémination en France (voir question 4.02). Il est difficile d'estimer la contribution de ces mesures au ralentissement de l'extension de nouveaux pathotypes.

La déclaration d'un foyer intervient généralement tardivement par rapport à l'introduction de *P. halstedii* (maintien discret de l'inoculum primaire, fonte de semis, porteur sain au niveau des parties aériennes ; Allard, 1978), ce qui rend très difficile la mise en œuvre d'un confinement. L'interdiction stricte de la culture du tournesol serait le seul moyen de limiter l'extension du mildiou sous réserve que tout le territoire d'introduction soit couvert par une telle mesure d'interdiction, aussi utopique soit-elle.

Des mesures de confinement *sensu stricto* (définition d'un front d'endiguement et d'une zone tampon) n'auraient aucun sens dans les principaux pays producteurs de tournesol de la zone ARP, compte tenu de la répartition actuelle du mildiou.

En ce qui concerne les aires géographiquement restreintes déclarées indemnes de *P. halstedii*, l'identification d'un foyer de maladie conduirait probablement, à moyen terme, à l'invasion de *P. halstedii* malgré la mise en place de mesure de confinement (voir question 4.02). Cependant, les mesures de confinement prises aux Royaume-Uni qui s'apparentent à une tentative d'éradication semblent avoir montré une certaine efficacité à court terme après la détection d'un foyer très localisé (5 ha) en 2010 (DEFRA, com. pers.). Ces mesures ont consisté en une destruction par enfouissement des débris (labour) et une interdiction de la culture du tournesol pendant dix ans sur ces 5 ha. Le fait que le tournesol soit une culture très peu répandue au Royaume-Uni (de l'ordre de 1000 ha) facilite la mise en œuvre de ces mesures. Rien ne permet toutefois d'affirmer qu'elles seront plus efficaces que lorsqu'elles ont été appliquées en France après la détection des premiers foyers d'un nouveau pathotype virulent (710) en 1988 (De Guénin, 1990).

Niveau d'incertitude : modéré

5.03 Quelle est la probabilité que des populations transitoires soient présentes dans la zone ARP via une migration naturelle ou une entrée via des activités humaines (y compris l'introduction intentionnelle dans l'environnement) ou la dissémination depuis des populations établies?

Non requis

2.2.2.5 Évaluation des conséquences économiques éventuelles

2.2.2.5.1 Impact économique "sensu-stricto"

6.01 Quelle est l'importance de l'effet négatif de l'organisme nuisible sur le rendement et/ou la qualité des cultures ou sur les coûts de lutte dans sa zone de répartition actuelle?

Modéré

P. halstedii étant déjà largement présent dans la zone ARP, notre estimation des effets négatifs et des coûts de la lutte a été réalisée en utilisant les données (nuisibilité, pertes, coût de la lutte) issues de cette zone plutôt que d'autres parties du monde, où le mildiou est également présent.

P. halstedii provoque des dégâts sur les cultures de tournesol de trituration en provoquant une diminution de rendement de grains récoltés. Dans des conditions climatiques favorables à l'expression des symptômes de la maladie, en présence de pathotypes contournant certaines résistances variétales disponibles et en appliquant les méthodes de lutte classiquement mises en œuvre, une perte de rendement annuelle moyenne de 3,5 % de la production (en France) peut être observée, soit environ 7000 t pour un coût estimé à 3,5 M€ (source CETIOM, coût actualisé 2012). Cette valeur constitue l'ordre de grandeur que nous retenons pour la zone ARP. Les mesures de lutte en culture consistent en un traitement de semences (quasi systématique) à base de mefenoxam (phénylamide) et en l'utilisation de variétés résistantes aux pathotypes majoritaires dans la zone de culture.

Pour ce qui concerne la production de semences, la situation de la France, où *P. halstedii* est largement distribué, montre qu'en moyenne environ 0,1% des surfaces cultivées sont "refusées" aux agriculteurs producteurs de semences après la détection de la présence de *P. halstedii*. L'UFS (Union Française des Semenciers) estime que les mesures de lutte consistant en la mise en œuvre d'une "épuration" systématique des plantes symptomatiques dans les parcelles infectées et le refus des parcelles les plus contaminées (se traduisant par la présence de plantes infectées dans la parcelle après épuration), représenteraient un coût annuel estimé à 60 000 € pour un chiffre d'affaire de la filière (France) de 80 M€. À ce coût doit être ajouté le coût de surveillance de l'ensemble des parcelles de production de semences, qu'il est difficile d'estimer, certains coûts ne pouvant être affectés au seul problème "mildiou". Parmi les coûts de lutte, il serait nécessaire de prendre en compte le coût associé à l'introgession des gènes de résistances, qui a pu représenter au début des années 1990 une part significative des frais de recherche, ainsi que le coût de traitement des semences (répercuté, dans une certaine mesure, sur le prix de vente des semences).

La rotation culturale, notamment l'alternance entre tournesol et céréales à pailles, peut être vue comme une "contrainte technique", mais dont les bénéfices agronomiques sont multiples. L'incitation à la pratique de rotations culturales plus longues, du fait de la présence généralisée de *P. halstedii* dans certaines régions, a donc dans l'absolu un coût négligeable d'un point de vue macroéconomique. Elle peut toutefois être à l'origine de difficultés techniques locales et avoir certaines années un impact non négligeable à l'échelle d'une exploitation agricole, dans des configurations particulières (semis de céréales impossible aux dates habituelles, à l'automne ou pendant l'hiver). Le bénéfice incontestable de la rotation a conduit le gestionnaire du risque à imposer cette pratique, en France (règle administrative contraignante), confrontant la profession à des impasses techniques les années les plus favorables au mildiou. Ainsi, à l'échelle d'une exploitation agricole, il n'est pas rare que soit parfois limitée voire supprimée la culture de tournesol, compte tenu du "risque mildiou", des contraintes de rotation et de la nature du parcellaire. L'application stricte de la règle a régulièrement posé des problèmes en France, que seul l'octroi de dérogations a permis de solutionner, fragilisant au passage la pertinence d'un cadre réglementaire qui semble parfois trop contraignant de l'avis des professionnels. Le gestionnaire du risque, dans ses préconisations, se doit de prendre en compte l'intérêt technique des rotations, dans un contexte où le mildiou est (ou serait) généralisé, sans en

minimiser les contraintes : le cas de la rotation souffre en effet de nombreux contre-exemples attestant de son intérêt relatif.

Niveau d'incertitude : faible

6.02 Quelle est l'importance de l'effet négatif de l'organisme nuisible sur le rendement et/ou la qualité des cultures dans la zone ARP sans aucune mesure de lutte?

Très important

P. halstedii est présent dans toutes les régions de la zone ARP où le tournesol est cultivé. Sans aucune mesure de lutte, l'impact des attaques de mildiou (infections primaire et secondaire) serait majeur. L'extension des dégâts engendrés par *P. halstedii* dans ces conditions pourrait conduire à l'abandon de la culture du tournesol dans la zone ARP. Du fait que, dans la pratique, différentes méthodes de lutte ont été mises en œuvre dès l'établissement de *P. halstedii*, il est difficile d'évaluer les dégâts provoqués par ce parasite en l'absence de toute méthode de lutte et de réglementation. Pour répondre à la question 6.01 en restant dans la logique du schéma ARP, il est toutefois nécessaire de considérer que *P. halstedii* est capable de provoquer des pertes de rendement allant jusqu'à 100% (destruction totale des plants contaminés) en cas d'année climatiquement favorable à la maladie et de densité d'inoculum primaire importante dans la parcelle.

Niveau d'incertitude : faible

6.03 Quelle est l'importance de l'effet négatif de l'organisme nuisible sur le rendement et/ou la qualité des cultures dans la zone ARP sans aucune mesure de lutte supplémentaire?

Majeure

Les mesures de contrôle ciblant d'autres oomycètes nuisibles tels que *Pythium* sp. et *Phytophthora* sp. sont susceptibles de réduire l'effet négatif de *P. halstedii*.

Niveau d'incertitude : moyen

6.04 Quelle est l'importance de l'effet négatif de l'organisme nuisible sur le rendement et/ou la qualité des cultures dans la zone ARP quand toutes les mesures autorisées à disposition des producteurs sont appliquées, sans mesures réglementaires?

Mineure

P. halstedii est actuellement contrôlé en culture par le traitement quasi systématique des semences de tournesol par un produit phytopharmaceutique à base de mefenoxam (phénylamide) et par l'utilisation de variétés résistant aux pathotypes identifiés dans la zone ARP. Ces deux méthodes sont efficaces pour limiter l'impact économique de *P. halstedii* sur les cultures de tournesol. Toutefois, l'apparition d'isolats résistants au mefenoxam diminue l'efficacité de ce type de traitement. D'autre part, l'émergence de nouveaux pathotypes peut conduire au contournement des résistances présentes dans les variétés de tournesol actuellement cultivées. Un effort de recherche et développement serait nécessaire pour permettre la commercialisation de nouveaux produits phytopharmaceutiques et l'introgession de nouveaux gènes de résistance dans le schéma de sélection du tournesol. En cas de diminution de l'efficacité globale de ces méthodes de lutte, la mise en place de rotations culturales plus longues pour contrôler la maladie diminuerait la surface disponible pour la culture du tournesol, réduisant ainsi la quantité de grains récoltés dans la zone ARP.

Niveau d'incertitude : faible

6.05 Quelle est l'importance de l'augmentation probable des coûts de production (comprenant les coûts pour la lutte) que l'organisme nuisible est susceptible d'entraîner dans la zone ARP en l'absence de mesures réglementaires ?**Mineure**

P. halstedii est déjà largement installé dans la zone ARP, ce qui a déjà conduit à développer des méthodes de lutte indépendamment des mesures réglementaires existantes. Dans le cas de l'émergence de nouveaux pathotypes, soit du fait de leur introduction en provenance de pays tiers soit de leur apparition à partir de la population préexistante dans la zone ARP, des coûts de lutte complémentaires (introgression de nouveaux gènes de résistance par les sélectionneurs) seraient induits mais vraisemblablement externalisés (augmentation du prix des semences de tournesol).

Niveau d'incertitude : faible**6.06 En se basant sur le marché total, c'est-à-dire la taille du marché domestique plus le marché d'exportation, pour les végétaux et les produits végétaux à risque, quel sera l'impact probable d'une perte de marchés à l'exportation, par exemple si les partenaires commerciaux décident d'interdire les importations depuis la zone ARP ?****Majeur**

À ce jour, le mildiou n'est pas un organisme qui semble pénaliser les exportations de semences de tournesol (source UFS). En 2012, ce sont environ 6 000 t de semences de tournesol qui ont été exportées depuis la zone ARP (source GNIS). Ceci représente un marché compris entre 50 et 100 M€ par an (source UFS). Les pertes économiques liées à une interdiction d'importation en provenance de la zone ARP concerneraient essentiellement la production de semences. En effet, les grains de tournesol destinés à la trituration sont, pour la majeure partie d'entre-elles, destinées à la production d'huile et de tourteau et transformées au sein de la zone ARP.

Niveau d'incertitude : faible**6.07 Dans quelle mesure les producteurs supporteront-ils des conséquences directes ?****Mineure**

En France, afin de limiter l'impact du mildiou dans les parcelles de tournesol destinées à la production de semences, des épurations sont mises en place afin d'éliminer les plantes infectées. Dans le cas d'une infestation trop importante, la parcelle est abandonnée pour la production de semences. Le coût correspondant aux charges d'épuration réalisée par les producteurs est pris en charge par le semencier ; les producteurs sont actuellement défrayés à hauteur de 14 €/heure de travail et indemnisés en cas de parcelle refusée sur une base d'environ 2 400 €/ha (source UFS). Les sociétés semencières françaises estiment le coût global de l'épuration et du refus de culture à environ 60 000 €/an pour un chiffre d'affaire annuel de 80 M€, soit moins de 0,1% du chiffre d'affaire (source UFS).

En ce qui concerne la production de grains de tournesol destinées à la trituration, l'estimation des conséquences directes du mildiou doit être modulée en fonction des conditions climatiques, favorables ou non à l'expression des symptômes, de la présence généralisée de pathotypes contournant les résistances variétales disponibles ou d'isolats résistant au mefenoxam. En France, on estime à 7000 t de grains récoltés la perte de rendement potentielle en cas d'année défavorable (3,5% de la production de tournesol d'une année). Ceci représenterait un coût de 3,5 M€ (cours 2012 du grain de tournesol = 500 €/t).

Niveau d'incertitude : faible

2.2.2.5.2 Impact environnemental

A. Questions pour les organismes nuisibles qui ne sont pas des plantes

6.08. Quelle est l'importance de l'impact environnemental causé par l'organisme dans sa zone d'invasion actuelle?

P. halstedii est un parasite dont l'impact est agronomique. Ses impacts économiques directs sont sans conteste plus importants que ses conséquences environnementales, considérées comme nulles dans l'état actuel des connaissances.

6.08.0A Sur la base des éléments expliqués dans la note, considérez-vous qu'il est possible de répondre à la question sur l'impact environnemental causé par l'organisme nuisible dans sa zone d'invasion actuelle ?

Sans Objet

6.09. Quelle serait l'importance probable de l'impact environnemental dans la zone ARP ?

Sans Objet

2.2.2.5.3 Impact social

6.10 Quelle est l'importance des dégâts sociaux causés par l'organisme nuisible dans sa zone de répartition actuelle?

Mineure

Les mesures de gestion mises en place permettent de contrôler *P. halstedii* sans qu'aucune conséquence sociale ne se manifeste.

Niveau d'incertitude : faible

6.11 Quelle sera l'importance probable des dégâts sociaux dans la zone ARP?

Modérée

Le tournesol est une culture relativement récente dans la zone ARP (France : 1970 ; Espagne ; Bulgarie et Roumanie : 1950).

En l'absence de toute méthode de lutte, notamment celles imposées par son statut (ONQ ou ORNQ), *P. halstedii* provoquerait une diminution de la rentabilité de la culture de tournesol et, par conséquent, une baisse des surfaces cultivées et leur remplacement par des cultures de substitution (colza, sorgho et soja) ; cela conduirait vraisemblablement à une augmentation de la place des céréales à pailles au sein des rotations, le maïs n'étant pas une culture fréquente dans les systèmes de culture incluant actuellement du tournesol. La présence généralisée du mildiou aurait des conséquences limitées dans les secteurs d'aval et de la transformation.

Niveau d'incertitude : modéré

2.2.2.5.4 Autres impacts économiques

6.12 Dans quelle mesure l'organisme nuisible est-il susceptible de perturber les systèmes biologiques ou intégrés utilisés pour lutter contre d'autres organismes nuisibles?

Perturbations minimales

P. halstedii n'est pas susceptible de perturber un quelconque système de protection biologique ou intégrée ciblant d'autres bioagresseurs.

Niveau d'incertitude : faible

6.13 Quelle est la probabilité que l'augmentation des autres coûts résultant de l'introduction soit importante?

Mineure

L'introduction de nouveaux pathotypes de *P. halstedii* actuellement absents de la zone ARP est un risque potentiel. Dans le cas de l'émergence de nouveaux pathotypes, la recherche de nouveaux gènes de résistance nécessitera un effort de recherche et développement conséquent. Il n'est toutefois pas possible d'évaluer les coûts respectifs induits par l'introduction d'un nouveau pathotype par rapport à une émergence résultant d'une recombinaison au sein des populations déjà établies dans la zone ARP.

Niveau d'incertitude : faible

6.14 Quelle est la probabilité que l'impact économique d'autres organismes nuisibles augmente si l'organisme étudié peut agir comme vecteur ou hôte pour ces organismes nuisibles ou si ses caractéristiques génétiques peuvent passer à d'autres espèces, en modifiant leur nature génétique?

La probabilité que l'impact économique d'autres organismes nuisibles augmente si l'organisme étudié peut agir comme vecteur ou hôte pour ces organismes nuisibles est quasi nulle. En effet, *P. halstedii* n'est pas connu à ce jour comme vecteur ou hôte.

Niveau d'incertitude : faible

2.2.2.5.5 Conclusion de l'évaluation des conséquences économiques

6.15 En faisant référence à la zone d'établissement potentiel identifiée à la Q 3.08, identifier les zones qui sont les plus à risque d'impacts économiques, environnementaux et sociaux. Résumer les impacts et indiquer comment ceux-ci peuvent changer dans le futur.

Les zones le plus à risque sont les zones où le tournesol est actuellement cultivé de façon importante et occupe une place clé dans les rotations (France, Espagne, Hongrie, Bulgarie et Roumanie). *P. halstedii* est déjà largement installé dans la zone ARP, ce qui a déjà conduit à développer des méthodes de lutte indépendamment des mesures réglementaires existantes.

Sans aucune mesure de lutte, l'impact des attaques de mildiou (infection primaire et secondaire) serait majeur. L'extension des dégâts engendrés par *P. halstedii* dans ces conditions pourrait conduire à l'abandon de la culture du tournesol dans la zone ARP. Du fait que, dans la pratique, différentes méthodes de lutte ont été mobilisées dès l'apparition du mildiou sur tournesol, il est difficile d'évaluer les dégâts provoqués par ce parasite en l'absence de toute méthode de lutte et de réglementation. Toutefois, *P. halstedii* est capable de provoquer des pertes allant jusqu'à 100% (destruction totale des plants contaminés) en cas d'année climatiquement favorable au mildiou et de densité d'inoculum primaire importante dans la parcelle.

Dans le cas de l'émergence de nouveaux pathotypes, soit du fait de leur introduction en provenance de pays tiers soit de leur apparition à partir de la population préexistante dans la zone ARP, des coûts de lutte complémentaires (introgression de nouveaux gènes de résistance) seraient induits.

Niveau d'incertitude : faible

2.2.2.6 Degré d'incertitude

2.2.2.6.1 Conclusion de l'évaluation du risque phytosanitaire

Entrée

Évaluer la probabilité d'entrée et indiquer les éléments qui rendent l'entrée la plus probable ou ceux qui la rendent la moins probable. Identifier les filières par ordre de risque et comparer leur importance en pratique.

Les semences de tournesol importées et/ou circulant au sein de la zone ARP constituent la principale filière d'entrée de *P. halstedii* dans les régions qui en seraient exemptes.

La biologie de *P. halstedii* rend possible sa survie dans les lots de semences de tournesol. Le traitement systématique de ces lots au mefenoxam (phénylamide), qui n'est pas efficace à 100% du fait de l'éventuelle présence d'isolats résistants, ne permet pas facilement la mise en évidence de l'oomycète car les méthodes de détection sont validées seulement sur des semences non traitées.

La mise en œuvre de la lutte génétique (utilisation de variétés résistantes), de la lutte chimique et de pratiques culturales adaptées (rotations) dans les pays producteurs de tournesol permet de limiter la prévalence de *P. halstedii* et les pertes provoquées par le mildiou, mais ne peut garantir que les semences soient totalement exemptes de l'oomycète, du fait de l'existence et l'apparition probable de pathotypes contournant les résistances variétales déployées et d'isolats résistants au mefenoxam.

L'introduction de *P. halstedii* via les semences circulant au niveau national, au sein de la zone ARP ou depuis des pays hors zone ARP, est ainsi très probable. Le fait qu'elle n'ait pu être évitée au cours des dernières décennies en dépit du statut d'Organisme Nuisible de Quarantaine (ONQ) de *P. halstedii* en constitue le principal élément de preuve.

Établissement

Évaluer la probabilité d'établissement, et indiquer les éléments qui rendent l'établissement plus probable ou ceux qui le rendent le moins probable. Spécifier quelle partie de la zone ARP présente le plus grand risque d'établissement.

P. halstedii est susceptible de s'établir dans toutes les zones où le tournesol est cultivé. Le climat et la distribution des plantes hôtes (astéracées cultivées et sauvages) sont deux facteurs favorables à l'établissement de l'oomycète.

La probabilité d'établissement est jugée très élevée. En effet, le traitement des semences et l'utilisation de variétés résistantes limitent mais n'empêchent pas l'établissement de *P. halstedii* du fait de la sélection d'isolats résistants au mefenoxam et de pathotypes susceptibles de contourner les résistances variétales déployées.

Dissémination

Évaluer la probabilité de dissémination, et indiquer les éléments qui rendent la dissémination plus probable ou ceux qui la rendent moins probable.

Une fois que *P. halstedii* a été introduit et s'est établi dans une zone, sa dissémination est probable et s'opèrerait à une vitesse relativement rapide, que ce soit par des moyens naturels (vitesse modérée) ou via une assistance humaine (vitesse élevée, en l'absence de réglementation ; vitesse modérée, en présence d'une réglementation de type ONQ ou ORNQ (Organisme Réglementé Non de Quarantaine) assimilable à une norme de certification de semences). Cette évaluation a été élaborée en analysant spécifiquement pour l'ARP des données épidémiologiques concernant la situation française acquises par le SRAL Midi-Pyrénées (services déconcentrés de l'ONPV française ; J. Moinard) en collaboration avec l'INRA (D. Tourvieille). Le transport à longue distance de semences, qui a été traité en tant que filière d'introduction dans la zone ARP, en a été exclu.

Importance économique

Lister les impacts économiques potentiellement les plus importants, et estimer quelle est la probabilité qu'ils se produisent dans la zone ARP. Spécifier quelle partie de la zone ARP est économiquement la plus menacée.

Toutes les aires de la zone ARP où le tournesol est cultivé sont économiquement à risque. Lorsque les conditions climatiques s'y prêtent, l'impact potentiel de *P. halstedii* en l'absence de mesures de gestion est important.

En l'absence de mesures de gestion, *P. halstedii* est capable de provoquer des pertes de rendement allant jusqu'à 100% (destruction totale des plants contaminés qui peut entraîner l'abandon des parcelles trop touchées) en cas d'année climatiquement favorable à la maladie et de densité d'inoculum primaire importante dans la parcelle. Avec des mesures de gestion adaptées au contexte, en particulier utilisation de variétés résistant aux populations pathogènes, l'impact économique peut être estimé (à partir de la situation française) en moyenne à 3,5% de perte de rendement pour la zone ARP.

Un autre impact économique potentiel serait une désaffection des agriculteurs pour cette espèce oléagineuse de printemps, difficilement remplaçable en rotation dans la zone ARP, notamment en Roumanie, France, Espagne, Hongrie et Bulgarie.

2.2.2.7 Conclusion générale de l'évaluation du risque phytosanitaire

L'évaluateur du risque doit donner une conclusion générale de l'évaluation du risque phytosanitaire et estimer si l'organisme nuisible ou la filière évaluée est un bon candidat pour l'étape 3 de l'ARP: la sélection d'options de gestion du risque et une estimation du risque phytosanitaire associé.

P. halstedii est présent dans la zone ARP. Les mesures réglementaires appliquées à l'importation de semences n'ont pas permis d'éviter l'introduction de nouveaux isolats présentant un profil de risque important (nouvelles virulences vis-à-vis des variétés de tournesol cultivées et nouvelles résistances vis-à-vis du mefenoxam). L'impact économique du mildiou sur la culture de tournesol est important mais des méthodes de gestion existent et sont actuellement efficaces : résistances variétales, rotation culturale, application d'un fongicide en traitement de semences, normes de production de semences en vue d'assurer leur état sanitaire, suivi de l'évolution des virulences sur le territoire. La durabilité de ces méthodes est toutefois fragilisée par l'éventualité de nouvelles émergences, liées tant à de nouvelles introductions qu'à la capacité d'adaptation des populations pathogènes désormais établies dans la zone ARP.

2.3 Étape 3 : Gestion du risque phytosanitaire

2.3.1 Risque associé avec les filières majeures

7.01 Le risque identifié dans l'étape d'évaluation phytosanitaire pour toutes les combinaisons organisme nuisible/filière est-il un risque acceptable?

Étant donné :

- (1) l'actuelle large distribution de *P. halstedii* dans la zone ARP ;
- (2) le rôle prépondérant de la transmission de *P. halstedii* par les semences (unique filière d'introduction considérée ; voir question 2.12) ;
- (3) l'importance de la diversification d'origine évolutive constatée au niveau mondial (susceptible de s'exprimer par l'introduction de nouveaux isolats plus virulents ou résistant au mfenoxam au sein de la zone ARP par le biais du commerce international des semences), et la difficulté à interpréter la nature de cette diversité (marqueurs neutres vs. spectre de virulence) et à estimer le risque de nouvelles introductions ;
- (4) les dégâts provoqués en cultures destinées à la trituration, et plus en amont à la production de semences, variables en fonction des conditions climatiques et des systèmes de culture ;
- (5) l'existence de mesures de gestion (déploiement de résistances variétales, rotations culturales, traitement fongicide, pratique normée de production de semences en vue d'assurer leur état sanitaire) ;
- (6) l'existence d'un réseau d'épidémiosurveillance dans quelques pays (veille organisée de l'évolution des virulences sur le territoire), notamment en France, qui a prouvé son efficacité opérationnelle, indépendamment des mesures réglementaires appliquées (quarantaine, passeport phytosanitaire, etc.) dont l'efficacité reste toutefois incertaine au regard du point (3) ;

Et que :

L'expérience française consécutive au développement des épidémies de mildiou (années 60-70, puis années 90) a fait la preuve qu'il était possible de gérer la présence de *P. halstedii* et contrôler ses dégâts, en dépit de l'apparent manque d'efficacité des mesures de quarantaine s'étant traduit par l'extension de son aire de répartition puis par l'apparition de nouveaux pathotypes et d'isolats résistant aux phénylamides. La large prospection mise en place en France dès le début des années 90, ayant eu pour objectif de déceler l'émergence de nouveaux isolats de *P. halstedii* (nouvelle virulence, résistance aux phénylamides), a été déterminante dans l'efficacité de la gestion du problème "mildiou". Cette gestion s'est manifestée par la mise en œuvre de méthodes de luttes impliquant les semenciers (introgression de nouveaux gènes de résistance permettant de faire face aux problèmes rencontrés) et le souci de maintenir, par des mesures de gestion contraignantes (épurations et refus des parcelles de productions de semences en cas de contamination), la qualité sanitaire des semences commercialisées. L'historique français (capacité des acteurs à mettre en place rapidement des solutions multiples et le succès des travaux de R&D visant à mettre sur le marché de nouvelles sources de résistance) conduit à estimer modérée la probabilité de se heurter à une impasse technique en cas d'introduction d'isolats exotiques dommageables à la culture du tournesol (c'est-à-dire de se trouver dans l'incapacité d'adapter rapidement les méthodes de luttes actuelles à un nouveau contexte populationnel, plus problématique).

Nous convenons que :

Le risque lié à l'introduction de *P. halstedii* sur des semences de tournesol dans la zone ARP, son établissement, sa dissémination et son impact économique n'est pas acceptable en l'absence d'une capacité avérée à maintenir et faire appliquer une partie des mesures d'épidémiosurveillance (point 6) et à faire évoluer les mesures de gestion (point 5) en réponse à l'introduction possible de nouvelles virulences et résistances aux phénylamides.

Et concluons que :

Le risque lié à 1) l'introduction de *P. halstedii* sur des semences de tournesol dans la zone ARP, 2) son établissement, 3) sa dissémination et 4) son impact économique **est acceptable si et seulement si**, en réponse à l'introduction de nouvelles virulences et résistances aux phénylamides et du changement de contexte populationnel que cela induirait, **la capacité à maintenir et faire appliquer une partie des mesures phytosanitaires (réglementaires) actuellement mises en œuvre et à faire évoluer les mesures de gestion est avérée :**

- d'une part, détection d'émergence de virulences et suivi de leur évolution sur le territoire de la zone ARP (dispositif d'épidémiosurveillance) ; convergence des pratiques normées en production de semences permettant d'assurer leur état sanitaire, qui pourrait être transcrit en un schéma de certification ayant un caractère obligatoire (type ORNQ ; voir détail dans la partie "Gestion").

- d'autre part, poursuite des recherches sur les ressources génétiques du tournesol (identification des sources de résistance, cartographie génétique des gènes/allèles d'intérêt, développement des outils de sélection assistée par marqueurs associés ; effort de sélection de la part des semenciers pour intégrer de nouvelles sources de résistance) et sur des matières actives durablement efficaces contre le mildiou du tournesol.

2.3.2 Types de filières

7.02 La dissémination naturelle est-elle une des filières (voir la réponse à la question 2.01)?

Non

Seule la filière semences de tournesol a été étudiée et prise en compte. La dissémination naturelle a été abordée dans la section "probabilité de dissémination" et non en tant que filière d'entrée.

7.03 L'organisme nuisible entre-t-il déjà dans la zone ARP par dissémination naturelle ou est-il susceptible d'y entrer dans un futur proche? (voir réponse à la question 2.01 & 4.01)

Sans objet

7.04 La dissémination naturelle est-elle la filière principale?

Sans objet

7.05 L'entrée par dissémination naturelle pourrait-elle être limitée ou empêchée par des mesures de lutte appliquées dans la zone d'origine?

Sans objet

7.06 La filière étudiée est-elle un végétal ou un produit végétal?

Oui

La filière "semences de tournesol" est un produit végétal.

7.07 La filière étudiée est-elle l'entrée avec des voyageurs?

Non

7.08 La filière étudiée est-elle des engins ou des moyens de transport contaminés?**Non****7.09 Si l'organisme nuisible est une plante, est-ce la marchandise en tant que telle?****Non**

L'organisme nuisible n'est pas une plante.

2.3.3 Mesures réglementaires existantes**7.10 Les mesures réglementaires existantes appliquées sur la filière peuvent-elles empêcher l'introduction de l'organisme nuisible?****Non**

P. halstedii est actuellement listé à l'annexe IA2 de la directive 2000/29/CE (organismes nuisibles, présents dans la communauté et importants pour toute la communauté, dont l'introduction et la dissémination doivent être interdite dans tous les états membres s'ils se trouvent sur certains végétaux ou produits végétaux).

Les exigences phytosanitaires applicables aux semences de tournesol figurent dans l'annexe IV partie A chapitre 1 et l'annexe IV partie A chapitre 2. Ainsi pour pouvoir être introduites et circuler sur le territoire de l'UE, les semences de *H. annuus* doivent avoir fait l'objet d'une constatation officielle :

- a) Que les semences proviennent de régions connues comme exemptes de *P. halstedii* (Farlow) Berl. et de Toni
- ou
- b) Que les semences autres que celles produites sur des variétés résistant à toutes les races de *P. halstedii* (Farlow) Berl. et de Toni présentes sur le lieu de production ont été soumises à un traitement approprié contre cet organisme.

En pratique seuls trois types de semences peuvent être introduits : celles provenant de zones indemnes, celles issues de variétés résistantes et celles soumises à un traitement fongicide. Dès lors qu'au moins une de ces exigences est respectée, les semences peuvent faire l'objet de la délivrance d'un certificat phytosanitaire.

L'application de cette réglementation a vraisemblablement permis de limiter les introductions, sans toutefois les empêcher. On relève parmi les facteurs limitant l'efficacité de l'action : la généralisation de la résistance des isolats de *P. halstedii* au mefenoxam qui est le seul fongicide utilisé en traitement de semence ; peu d'ONPV disposent d'un inventaire exhaustif des pathotypes présents sur le lieu de production de semences.

Niveau d'incertitude: faible**7.11 Est-il probable que les mesures changent dans un avenir proche?****Oui**

Cette ARP étant initiée en vue de l'examen ou de la révision des dispositions de la directive 2000/29/CE relatives à *P. halstedii*, il est possible que les mesures phytosanitaires évoluent.

La large distribution de *P. halstedii* et la généralisation des isolats résistants au mefenoxam dans les principales régions productrices de la zone ARP (constat réalisé en France, cf question 4.02), mais également dans d'autres pays de la zone ARP (par exemple en Hongrie ; Gulya & Viranyi, 1991) et sur d'autres continents (par exemple aux Etats-Unis ; Gulya *et al.*, 1991), pose la question des limites de l'efficacité de la réglementation actuelle sur semences de tournesol en lien avec le niveau de risque phytosanitaire associé.

Il est prévu que soit adopté un nouveau règlement relatif aux mesures de protection contre les organismes nuisibles aux végétaux dans l'UE. Cette proposition, actuellement à l'examen (COM(2013)267), pourrait à terme remplacer l'actuel régime phytosanitaire européen (directive

2000/29/CE du Conseil). Ce nouveau règlement donnerait un cadre aux organismes de qualité faisant l'objet de mesures permanentes pour la commercialisation *via* la certification qui pourrait concerner *P. halstedii*.

Niveau d'incertitude: Modéré

7.12 Concluez-vous qu'il faut envisager d'autres mesures?

Non

2.3.4 Identification d'options de gestion du risque appropriées

2.3.4.1 Options sur le lieu de production

2.3.4.1.1 Détection de l'organisme nuisible sur le lieu de production par des inspections ou des analyses

7.13 L'organisme nuisible peut-il être détecté de manière fiable par une inspection visuelle sur le lieu de production?

Oui

Les symptômes visuels sur plante à l'échelle de la parcelle constituent des indices forts d'une contamination par *P. halstedii*. Le parasite peut être détecté assez facilement si la variété cultivée n'est pas résistante, si l'inspection est réalisée à un stade précoce de développement de la plante (avant le stade "bouton étoilé") et si un nombre suffisant de plantes est observé à l'échelle de la parcelle. A l'inverse, l'absence de symptômes visuels sur les plantes ne permet pas d'affirmer que la parcelle n'est pas contaminée (phase parasitaire tellurique) ou que le mildiou est absent et ne s'exprimera pas ultérieurement.

Après récolte, *P. halstedii* n'est pas visuellement détectable sur la semence. Pas conséquent, une inspection visuelle des lots de semences juste avant leur plantation ne permet pas de garantir l'absence du parasite.

Niveau d'incertitude: faible

7.14 L'organisme nuisible peut-il être détecté de manière fiable par une analyse sur le lieu de production?

Oui

Plusieurs protocoles d'analyse biologique d'échantillons de terre ont été développés (Gulya, comm. pers. ; Tourvieille *et al.*, 2005 ; Madeuf, comm. pers.). Ces protocoles ont un double objectif : 1) mettre en évidence la présence du parasite sur la parcelle ; 2) isoler des souches afin de caractériser leur profil de virulence. Si les protocoles diffèrent quant à la méthode de récupération de l'inoculum, tous sont basés sur un test biologique reproduisant le protocole de laboratoire destiné à caractériser la résistance des génotypes de tournesol (Cohen et Sackston, 1974). Leur efficacité dépend évidemment de la qualité de l'échantillonnage.

Les méthodes de détection sur semences, par les techniques d'amplification par PCR en temps réel ou par PCR conventionnelle, pourraient être adaptées pour l'identification de *P. halstedii*, voire pour la détermination *in planta* du pathotype. L'échantillon analysé est composé de 100-500 mg de l'agent pathogène (sporangiophores et sporanges) ou de tissus contaminés (Anonymous, 2008).

Les coûts actuels de ces méthodes sont tels qu'elles ne sont appliquées qu'exceptionnellement.

Niveau d'incertitude: faible

2.3.4.1.2 Prévention de l'infestation de la marchandise sur le lieu de production

7.15 L'infestation de la marchandise peut-elle être empêchée de manière fiable en traitant la culture?

Non

Il n'existe pas de traitement fongicide ayant prouvé son efficacité en traitement en végétation vis-à-vis de *P. halstedii* et susceptible de contrôler les expressions "systémiques" de la maladie (formes dommageables dans les cultures de tournesol destiné à la trituration et formes responsables de la contamination des semences).

Niveau d'incertitude: faible

7.16 L'infestation de la marchandise peut-elle être empêchée de manière fiable en utilisant des cultivars résistants? (*Cette question n'est pas pertinente pour les plantes nuisibles*)

Oui

L'utilisation de lignées parentales femelles résistant aux pathotypes présents dans les parcelles de production de semences, est, sous réserve de la très grande pureté du lot de semences utilisées, la méthode la plus sûre pour qu'une variété hybride soit résistante (tournesol destiné à la trituration) et ne véhicule pas l'agent pathogène par ses semences. L'utilisation seule d'une lignée mâle porteuse de gènes de résistance aux pathotypes présents dans la zone de culture de l'hybride apportera également une certaine sécurité, quoique légèrement inférieure du fait d'éventuels apports de pollen exogènes et/ou du fait que la lignée femelle serait susceptible de véhiculer l'agent pathogène bien que l'hybride soit résistant.

Dans certaines régions de la zone ARP où *P. halstedii* est présent depuis 30 à 40 ans (France), l'importante diversité génotypique des populations pathogènes pourrait conduire à l'émergence de pathotypes virulents vis-à-vis des résistances déployées (Delmotte *et al.*, 2008 ; Tourvieille *et al.*, 2005 ; Tourvieille *et al.*, 2010 ; Ahmed *et al.*, 2012). A cette échelle géographique, aucune donnée relative au niveau de polymorphisme de virulence de ces populations ne permet à ce jour de prévoir l'occurrence de nouveaux événements de contournement de résistance ; cependant, compte tenu de l'historique, on peut estimer cette occurrence comme probable.

L'utilisation systématique de variétés résistantes peut réduire l'impact de *P. halstedii* sur la culture de tournesol en diminuant la symptomatologie. Toutefois, en bloquant la multiplication de l'organisme nuisible au niveau des racines, l'utilisation de variétés résistantes n'empêche pas le maintien de l'inoculum dans une parcelle infectée. De plus, l'utilisation généralisée de résistances de type monogénique au détriment de sources de résistance quantitative pourrait contribuer à la sélection de pathotypes contournant la résistance. Les résistances quantitatives n'exercent *a priori* pas une telle pression de sélection mais ne peuvent toutefois pas empêcher la présence du parasite sur la semence.

En France, le critère de résistance aux pathotypes de *P. halstedii* est pris en compte dans l'inscription des variétés de tournesol au catalogue officiel. Une connaissance systématique et exhaustive des profils de résistance des variétés hybrides inscrites permettrait une lutte génétique plus efficace par le choix des variétés en fonction des profils de virulence présents sur les parcelles.

En synthèse, un déploiement *ad hoc* de gènes de résistance peut, notamment si lui est associée une gestion variétale à l'échelle du territoire, limiter très fortement la probabilité de contamination de plants de tournesol dans des parcelles destinées à la production de semences. En cas de contamination, les parcelles pourraient toutefois être "épurrées", comme pratiqué actuellement, afin de limiter le risque de commercialisation de lots de semences contaminées.

Niveau d'incertitude : faible

7.17 L'infestation de la marchandise peut-elle être empêchée de manière fiable en cultivant la plante dans des conditions spécifiées (par ex. culture sous abri comme dans des serres insect-proofs, isolement physique, milieu de culture stérilisé, exclusion de l'eau de ruissellement, etc.)?

Non

Les conditions de production du tournesol (trituration et semences) en plein champ ne sont pas compatibles avec les mesures envisagées.

Niveau d'incertitude : faible

7.18 L'infestation de la marchandise peut-elle être empêchée de manière fiable en récoltant seulement à certaines périodes de l'année, ou à certains âges/stades de développement de la culture?

Non

La filière considérée étant la semence, la récolte ne peut être réalisée à un autre stade de développement.

Niveau d'incertitude : faible

7.19 L'infestation de la marchandise peut-elle être empêchée de manière fiable dans le cadre d'un schéma de certification (c'est-à-dire un schéma officiel pour la production de végétaux sains destinés à la plantation)?

Oui

La production de semences selon un schéma de certification constitue une solution efficace de contrôle, sous réserve de sa mise en application dans l'ensemble de la zone ARP. La mise en place d'un tel schéma de certification n'est en outre pas incompatible avec l'abandon du statut ONQ, et pourrait même s'y substituer (statut ORNQ). Un schéma de certification permettrait de limiter de manière fiable l'infestation de la marchandise sans pour autant l'empêcher complètement.

En France la certification est d'ores et déjà organisée selon les dispositions du règlement technique général de la production, du contrôle et de la certification des semences, ainsi que du règlement technique annexe des semences certifiées hybrides de tournesol (arrêté du 19 septembre 2008). La production de semences de tournesol certifiées est fondée sur le maintien de lignées parentales, la réalisation de combinaisons hybrides déclarées lors de l'inscription au catalogue des espèces et variétés et le bon état physiologique et sanitaire de la semence. Ainsi, une parcelle destinée à la production de semences ne doit avoir porté, pendant les trois dernières campagnes de production, aucune culture de tournesol ou d'autres espèces susceptibles de favoriser une infestation parasitaire à laquelle le tournesol se révèle sensible (règlement technique semences de tournesol). Les parcelles présentant des plantes contaminées par le mildiou du tournesol doivent être obligatoirement épurées.

Niveau d'incertitude : faible

2.3.4.1.3 Établissement et maintien d'une culture, d'un lieu de production ou d'une zone exempt de l'organisme nuisible

7.20 Sur la base de la réponse à la question 4.01, sélectionner les mesures possibles basées sur la capacité de dissémination naturelle.

très faible capacité de dissémination naturelle culture exempte, ou lieu de production exempt ou zone exempte

capacité de dissémination naturelle faible à modérée lieu de production exempt ou zone exempte

capacité de dissémination naturelle élevée à très élevée zone exempte

élevée à très élevée

P. halstedii a une capacité de dissémination naturelle modérée, par le vent, la pluie et les eaux de ruissellement. Le transport par le vent des sporanges peut se faire au moins jusqu'à une distance de 1500 m (Delanoë, 1972).

La mise en place d'un lieu de production exempt ou d'une zone exempt paraît difficilement envisageable.

Niveau d'incertitude : modéré

7.21 L'absence de l'organisme nuisible dans une culture, un lieu de production ou une zone peut-elle être garantie de manière fiable ?

Si non

La mesure possible identifiée à la question 7.20 ne convient pas

Non

L'absence de l'organisme nuisible dans une culture ou un lieu de production ne peut être garantie de façon absolue compte tenu de la répartition actuelle, large, de *P. halstedii* dans la zone ARP. En effet, la culture de variétés résistantes tout comme l'utilisation du mefenoxam en traitement de semences peut masquer la présence de *P. halstedii* dans le sol en empêchant ou limitant l'expression des symptômes de la maladie. La répartition non homogène de l'agent pathogène dans une parcelle peut être aussi une limite à sa mise en évidence par des techniques d'analyse de sol. D'autre part, comme l'expression précoce du mildiou requiert des conditions climatiques particulières (pluie quelques jours après le semis), l'absence de précipitation ne permet pas de mettre en évidence la présence de *P. halstedii* y compris dans des zones réputées non-indemnes de mildiou.

Niveau d'incertitude : faible

2.3.4.2 Options après la récolte, au moment du pré-agrément ou pendant le transport

2.3.4.2.1 Détection de l'organisme dans les envois par inspection ou analyse

7.22 L'organisme nuisible peut-il être détecté de manière fiable par une inspection visuelle d'un envoi au moment de l'exportation, pendant le transport/stockage?

Si oui ou peut être considéré dans une approche **mesure possible: inspection visuelle de systémique** l'envoi

Non

P. halstedii est un organisme microscopique invisible à l'œil nu qui ne provoque pas de symptômes sur les semences.

Niveau d'incertitude: faible

7.23 L'organisme nuisible peut-il être détecté de manière fiable par une analyse (par ex. pour une plante nuisible, des semences dans un envoi)?

Si oui ou peut être considéré dans une approche **mesure possible: test spécifique de l'envoi systémique**

Oui

Il existe une méthode de détection de *P. halstedii* sur semences de tournesol par PCR en temps réel duplex. La sensibilité de cette méthode est inférieure à une graine contaminée dans un échantillon de 1000 graines analysées (Ioos *et al.*, 2012). La méthode s'applique aux semences de tournesol non traitées (sans enrobage). Comme toutes les méthodes PCR, elle ne statue pas sur la viabilité de l'ON.

Il n'existe pas de méthode microbiologique permettant d'isoler ce parasite biotrophe obligatoire. L'observation microscopique de coupe de graine permet de mettre en évidence la présence de l'oomycète mais n'est pas réalisable en routine.

Niveau d'incertitude : faible

2.3.4.2.2 Élimination de l'organisme nuisible de l'envoi par traitement ou d'autres procédures phytosanitaires

7.24 L'organisme nuisible peut-il être détruit de manière efficace dans l'envoi par traitement (chimique, thermique, irradiation, physique)?

Si oui ou peut être considéré dans une approche **mesure possible: traitement spécifique systémique**

Aucun traitement (chimique, thermique, irradiation, physique) n'a pour l'instant montré son efficacité dans la destruction de la forme de conservation du parasite (oospore) localisé entre l'amande et le tégument interne de la coque. Les conditions permettant une destruction physique de *P. halstedii* affecterait probablement la viabilité de la semence. L'efficacité des traitements chimiques existants (fongicide) est mise à mal par l'apparition de plus en plus fréquente de souches résistantes.

Niveau d'incertitude : modéré

7.25 L'organisme nuisible est-il présent seulement sur certaines parties des végétaux ou produits végétaux (par ex. écorce, fleurs) qui peuvent être éliminées sans diminuer la valeur de l'envoi? (Cette question n'est pas pertinente pour les plantes nuisibles)

Si oui

mesure possible: élimination de parties de plantes dans l'envoi

Non

En culture, *P. halstedii* peut être présent dans toute la plante : racines, tiges, feuilles et inflorescences. Le parasite est également associé aux semences lorsqu'elles sont issues d'une plante infectée (Meliala, 2001).

Niveau d'incertitude : faible

7.26 L'infestation de l'envoi peut-elle être empêchée de manière fiable par la façon de le manipuler et de l'emballer?

Si oui ou peut être considéré dans une approche systémique

Mesure possible : méthodes de manipulation/d'emballage spécifiques

Non

Les méthodes de manipulation et d'emballage n'influencent pas le niveau de contamination des semences.

Niveau d'incertitude : faible

2.3.4.2.3 Options qui peuvent être mises en œuvre après l'entrée des envois

7.27 L'organisme nuisible peut-il être détecté de manière fiable en quarantaine post-entrée?

Si oui

mesure possible: importation sous permis/licence spécial et quarantaine post-entrée

Oui

La quarantaine à l'entrée est définie comme le confinement officiel d'articles réglementés, pour observation et recherche ou pour inspection, analyses et/ou traitements ultérieurs. Dans ce cadre, un test de détection par PCR pourrait permettre la mise en évidence de *P. halstedii* dans des lots de semences infectés (sensibilité de la méthode inférieure à une graine contaminée dans un échantillon de 1000 graines analysées ; loos *et al.*, 2012). Les modalités d'échantillonnage d'un lot de semences devraient être sélectionnées en fonction du niveau de sensibilité du test utilisé et de la prévalence attendu de *P. halstedii* dans le lot.

L'organisme nuisible peut être détecté de manière fiable en quarantaine post-entrée mais cela semble difficilement réalisable de façon systématique compte tenu des volumes, des périodes restreintes d'importation (flux instantanés élevés) et des coûts d'analyse.

Niveau d'incertitude : modéré

7.28 Des envois potentiellement infestés peuvent-ils être acceptés sans risque pour certaines utilisations, pour une distribution limitée dans la zone ARP ou pour des périodes d'entrée limitées, et ces limitations peuvent-elles être appliquées en pratique?**Si oui****mesure possible: importation sous permis/licence spécial et restrictions spécifiques****Oui**

Dès lors que les semences sont potentiellement contaminées, ces dernières présentent un risque étant donné que *P. halstedii* peut se multiplier dans la parcelle dès le semis et y survivre plusieurs années.

A l'heure actuelle, des semences infestées peuvent être envoyées utilisés pour des travaux à des fins d'essai ou à des fins scientifiques ou pour des travaux sur les sélections variétales, sous réserve qu'elles soient importées conformément aux dispositions de la directive 2008/61/CE. Au cas où le statut réglementaire de *P. halstedii* serait modifié, il serait nécessaire de tracer l'importation depuis l'extérieur de la zone ARP et les mouvements à l'intérieur de la zone ARP de matériel connu pour être contaminé, puis contrôler l'usage qui pourrait en être fait à des fins de recherche ou de sélection.

Niveau d'incertitude : modéré**7.29 Existe-t-il des mesures efficaces pouvant être prises dans le pays importateur (surveillance, éradication, enrayement) pour empêcher l'établissement et/ou l'impact économique ou d'autres impacts) ?****Si oui****Mesures possibles: surveillance interne et/ou campagne d'éradication ou d'enrayement****Oui**

La mise en place d'une surveillance du territoire permettrait d'avoir une meilleure connaissance de la répartition de *P. halstedii* et de ses pathotypes au sein de la zone ARP. L'utilisation de variétés résistantes rendrait cette surveillance des cultures d'autant plus pertinente qu'elle permettrait ensuite la mise en adéquation des profils de résistance avec le ou les pathotypes majoritaires identifiés sur un territoire donné.

De plus, certaines pratiques culturales (rotations) ou mesures prophylactiques (prévention du transport de terre, gestion des résidus de culture contaminés et destruction des adventices hôtes jouant le rôle de réservoir) peuvent limiter l'impact économique.

Niveau d'incertitude : modéré

2.3.4.3 Évaluation des options de gestion du risque

7.30 L'analyse en cours a-t-elle identifié des mesures qui permettront de réduire le risque d'introduction de l'organisme nuisible? Les lister.

Si oui **Aller à la question suivante**

Si non **Aller au point 7.37**

Oui			
Tableau 6 : Liste des mesures de gestion identifiées			
Question	Approche systémique	Mesure possible	Niveau d'incertitude
7.13	X	Examen visuel des parcelles de production de semences	Faible
7.16	X	Culture de variétés résistantes	Faible
7.19	X	Mise en œuvre d'un schéma de certification pour la production de semences	Faible
7.20	X	Production de semences à partir de parcelles a priori indemnes	Modéré
7.23	X	Echantillonnage et analyse des lots de semences	Faible
7.27	X	Quarantaine post-entrée	Modéré
7.28	X	Restriction spécifique	Modéré
7.29	X	Surveillance interne Pratiques culturales limitant la multiplication de l'organisme et l'impact économique	Modéré

7.31 Chaque mesure identifiée individuellement réduit-elle le risque à un niveau acceptable?**Si oui****Aller au point 7.34****Si non****Aller à la question suivante****Non**

Pour mémoire, l'éradication de *P. halstedii* dans la zone ARP est un objectif totalement inatteignable compte tenu de la distribution actuelle de cet organisme ; il est hors d'atteinte selon la norme sur l'éradication (Norme Internationale pour les Mesures Phytosanitaires 9).

Si l'on considère comme "acceptable" le niveau de risque :

- en trituration, comme étant au maximum le niveau d'impact actuel de la maladie en culture,
- en production de semences, comme étant la qualité sanitaire de la semence telle que définie par un schéma de certification de la semence,

aucune mesure individuelle ne permet à elle seule de réduire le risque à un niveau acceptable.

Niveau d'incertitude : faible**7.32 Pour les mesures qui ne réduisent pas le risque à un niveau acceptable, peut-on en combiner deux ou plus pour réduire le risque à un niveau acceptable?****Si oui****Aller au point 7.34****Si non****Aller à la question suivante****Oui**

Une combinaison de mesures réduit davantage le risque que l'utilisation de mesures prises individuellement. En combinant par exemple :

- (7) l'utilisation de variétés dont le profil de résistances est en adéquation avec les pathotypes de *P. halstedii* identifiés dans une aire donnée,
- (8) la mise en œuvre d'un schéma de certification incluant une rotation culturale, un examen des parcelles de multiplication, des mesures d'épuration,
- (9) et l'analyse des lots de semences selon un plan d'échantillonnage adapté entraînant le refus des lots de semences contaminés,

le risque serait significativement réduit.

Niveau d'incertitude : modéré**7.33 Si les seules mesures disponibles réduisent le risque mais pas à un niveau acceptable, ces mesures peuvent toujours être appliquées, car il est possible qu'elles puissent au moins retarder l'introduction ou la dissémination de l'organisme nuisible. Dans ce cas, une combinaison de mesures phytosanitaires à ou avant l'exportation, et de mesures internes (question 7.29) doit être envisagée.**

Aller à la question suivante

7.34 Estimer à quel point les mesures (ou la combinaison de mesures) envisagées interfèrent avec le commerce international.

La certification, si elle était rendue obligatoire pour *P. halstedii*, impliquerait qu'elle soit mise en œuvre dans l'ensemble des pays exportateurs de semences de tournesol de la zone ARP. Elle serait donc susceptible de présenter un impact favorable sur le commerce international en valorisant les semences produites dans la zone ARP.

En revanche, la mise en place d'une analyse systématique des lots de semences en circulation intra- et extracommunautaire pourrait avoir des conséquences négatives sur le commerce international, par exemple du fait des coûts liés au stockage des lots de semences en aire de dédouanement jusqu'à l'obtention du résultat des analyses qui serait en outre à la charge de l'exportateur.

Les autres mesures considérées auraient un moindre impact sur le commerce international.

Niveau d'incertitude : modéré

7.35 Estimer à quel point les mesures (ou la combinaison de mesures) envisagées ont un bon rapport coût-efficacité, ou dans quelle mesure elles ont des conséquences sociales ou environnementales indésirables.

En dehors des coûts additionnels liés à la mise en place systématique de tests de détection de *P. halstedii* par PCR sur les lots de semences, aucune des autres mesures considérées ne présenterait un rapport coût-efficacité qui entrave sa mise en œuvre, comme en témoigne les pratiques actuelles. Toutefois, le coût de main d'œuvre, les freins aux échanges pour la production de tournesol et surtout les conditions d'application hétérogènes des mesures réglementaires aux différents points d'entrée limiterait fortement l'efficacité d'un plan de surveillance.

Le traitement chimique des lots de semences est susceptible de présenter un effet environnemental indésirable. Cet effet serait fonction des volumes de semences à traiter et des matières actives utilisées.

Les mesures proposées pour la gestion du mildiou en culture sont, en pratique, celles qui sont actuellement mise en œuvre par les agriculteurs et les sélectionneurs (français) ; leur maintien n'aurait donc pas de conséquences sociales prévisibles. Inversement, l'absence de tout plan de contrôle aurait pour conséquence de modifier les niveaux de responsabilité, vraisemblablement au dépend des agriculteurs, et donc ne serait pas sans conséquence sociale.

Niveau d'incertitude : faible

7.36 A-t-on identifié des mesures (ou combinaison de mesures) qui réduisent le risque pour cette filière, et n'interfèrent pas excessivement avec le commerce international, ont une efficacité-coût adéquate et n'ont pas de conséquences sociales ou environnementales?

Si oui Pour une analyse initiée pour une filière, aller au point 7.39
Pour une analyse initiée par un organisme nuisible, aller au point 7.38

Si non Aller à la question suivante

Oui

Utilisées en combinaison, les mesures listées ci-dessous permettent de réduire le risque pour la filière :

Mesures opérationnelles :

- 1) production de semences sur des parcelles a priori indemnes ;
- 2) examen de parcelles de multiplication et épuration ;
- 3) plan de surveillance associé à la culture de variétés dont le profil de résistance est en adéquation avec les pathotypes identifiés dans la zone ARP ;
- 4) échantillonnage et analyse des lots de semences ;
- 5) élimination des débris végétaux associés aux semences ;
- 6) pratiques culturales limitant l'impact économique ;
- 7) traitement chimique des lots de semences (en diversifiant les modes d'action).

7.37 Envisager l'interdiction de la filière.

Pour une analyse initiée pour une filière, aller au point 7.39
une analyse initiée par un organisme nuisible, aller au point 7.38

Sans objet

Analyse initiée par un organisme nuisible

7.38 Toutes les filières principales ont-elles été analysées (pour une analyse initiée par un organisme nuisible)?**Si oui** Aller au point 7.41**Si non** Analyser la filière principale suivante**Oui**

S'agissant d'une ARP portant sur *P. halstedii* sur tournesol, seule la filière "semences de tournesol" a été étudiée.

Les filières d'entrée de *P. halstedii* correspondant à d'autres végétaux ou produits végétaux hôtes n'ont pas été abordées dans cette analyse du risque.

7.39 Tous les organismes nuisibles ont-ils été analysés (pour une analyse initiée par filière)?**Si oui** Aller au point 7.40**Si non** Aller au point 7.01 (pour analyser l'organisme nuisible suivant)**Sans objet****7.40 Pour une analyse initiée par une filière, comparer les mesures appropriées pour tous les organismes nuisibles identifiés pour cette filière et qui ont les caractéristiques d'organismes de quarantaine; sélectionner seulement celles qui assurent une sécurité phytosanitaire contre tous les organismes nuisibles**

Aller au 7.42

Sans objet**7.41 Considérer l'importance relative des filières identifiées dans la conclusion de la section sur l'entrée de l'organisme nuisible de l'évaluation du risque phytosanitaire.**

Les semences de tournesol importées et circulant au sein de la zone ARP constituent la principale filière d'entrée de *P. halstedii* dans des zones qui seraient exemptes.

7.42 Il convient d'envisager d'inclure toutes les mesures ou combinaison de mesures identifiées comme étant appropriées pour chaque filière ou pour la marchandise dans la réglementation phytosanitaire afin d'offrir un choix de mesures aux partenaires commerciaux. Il faut spécifier les exigences de données pour la surveillance et le suivi que le pays exportateur doit fournir**Sans Objet****7.43 Outre la(les) mesure(s) choisie(s) pour être appliquée(s) par le pays exportateur, un certificat phytosanitaire (CP) sera requis pour certaines marchandises. Le CP est une attestation par le pays exportateur que les exigences du pays importateur ont été remplies. Dans certaines circonstances, une déclaration supplémentaire sur le CP peut être nécessaire (voir Norme OEPP PM 1/1(2) *Utilisation du certificat phytosanitaire*).****Sans objet**

7.44 S'il n'existe pas de mesures qui réduisent le risque pour une filière, ou si les seules mesures efficaces interfèrent excessivement avec le commerce international, n'ont pas une efficacité-coût adéquate ou ont des conséquences sociales ou environnementales indésirables, la conclusion de l'étape de la gestion du risque phytosanitaire peut être que l'introduction ne peut pas être empêchée. Dans le cas d'un organisme nuisible ayant une grande capacité de dissémination, il est important de communiquer et de collaborer à l'échelle de la région.

Sans objet

2.3.5 Conclusion de la Gestion du risque phytosanitaire.

Résumer les conclusions de l'étape de Gestion du risque phytosanitaire. Lister toutes les options potentielles de gestion et indiquer leur efficacité. Les incertitudes doivent être identifiées.

P. halstedii étant largement distribué dans la zone ARP, la mise en place de mesures pour contrôler son introduction n'est pas pertinente. Toutefois, il est toujours possible de réduire l'impact du mildiou du tournesol à un niveau acceptable par la mise en place des mesures suivantes :

- dispositif d'épidémiosurveillance permettant de détecter l'émergence de nouveaux pathotypes (virulences) et de suivre leur évolution sur le territoire de la zone ARP ;
- convergence de pratiques normées en production de semences permettant d'assurer leur état sanitaire, qui pourrait être transcrit en un schéma de certification ayant un caractère obligatoire (type ORNQ) ;
- déploiement raisonné des résistances variétales dans les rotations, en fonction des pathotypes présents sur les zones de production, que favoriserait une bonne connaissance des profils de résistance des variétés ;
- poursuite des travaux de R&D sur les ressources génétiques du tournesol (identification des sources de résistance, cartographie génétique des gènes/allèles d'intérêt, développement d'outils de sélection assistée par marqueurs associés ; effort de sélection de la part des semenciers pour intégrer de nouvelles sources de résistance), et sur des matières actives durablement efficaces contre le mildiou du tournesol.

Bibliographie

Publications

- Acimovic M. (1980) Occurrence of sunflower diseases in Bulgaria, Romania, Hungary and Yugoslavia. *Helia*. 5
- Ahmed S, Tourvieille de Labrouhe D, Delmotte F (2012) Emerging virulence arising from hybridisation facilitated by multiple introductions of the sunflower downy mildew pathogen *Plasmopara halstedii*. *Fungal Genetics and Biology*. 49(10), 847-855
- Alabouvette C, Marty J (1977) Influence des conditions climatiques et culturales sur l'expression de quelques maladies du tournesol. In 'Annales de Phytopathologie' (incomplet)
- Allard C (1978) Mildiou du tournesol: recherches concernant les modalités de l'infection naturelle [*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni]. Informations Techniques CETIOM. 62 : 3-10
- Anonymous (2008) *Plasmopara halstedii* OEPP/EPPO, Bulletin 38, 343-348
- Anonymous (2007) Méthode officielle de détection de *Plasmopara halstedii* (Farlow) Berlese et de Toni dans un lot de graines par la technique d'amplification par polymérisation en chaîne. Ministère en charge l'agriculture MHs/07/24 (<http://www.anses.fr/Documents/LABO-Ft-MOA-Plasmopara.pdf>)
- Anselme C. (1972) Problèmes posés par la transmission du mildiou (*Plasmopara helianthi* novot.) par les semences. Inf Tech. CETIOM, 29
- Berlese AN, De Toni JB (1888) Phycomyceteae. In Saccardo PA (ed.) *Sylloge Fungorum Omnium Hucusque Cognitorum*, vol 7, 181–322.
- Borovkova I, Borovkov A, McClean P, Gulya T, Vick B Restriction fragment length polymorphisms and RAPD markers in DNA of *Plasmopara halstedii*, the downy mildew fungus of sunflower. In 'Proceedings of the 13th International Sunflower Conference Volume 2, Pisa, Italy, 7-11 September 1992.', 1992, pp. 1420-1425
- Carson M (1981) New Race of *Plasmopara halstedii* Virulent on Resistant Sunflowers in South Dakota. *Plant disease* 65(10), 842-843.
- Choi YJ, Park MJ, Shin HD (2009) First Korean report of downy mildew on *Coreopsis lanceolata* caused by *Plasmopara halstedii*. *Plant pathology* 58(6), 1171-1171.
- Cohen Y, Sackston WE (1974) Seed infection and latent infection of sunflower by *Plasmopara halstedii*. *Canadian Journal of Botany*, 52, 231-238.
- Delanoë D (1972) Biologie et épidémiologie du mildiou du tournesol (*Plasmopara helianthi* Novot.). CETIOM Informations Techniques 29, 1-49.
- Delmotte F, Giresse X, Richard-Cervera S, M'Baya J, Vear F, Tourvieille J, Walser P, Tourvieille de Labrouhe D (2008) Single nucleotide polymorphisms reveal multiple introductions into France of *Plasmopara halstedii*, the plant pathogen causing sunflower downy mildew. *Infection, Genetics and Evolution* 8(5), 534-540.
- Delos M., Eychenne N., Birba I. and Fabry C. (2000) Etude des facteurs expliquant les fluctuations des attaques de *Plasmopara halstedii* en France. 15^{ème} conférence internationale sur le tournesol. Toulouse (France), 12-15 juin
- Escande A, Pereyra V (2002) Variantes de *Plasmopara halstedii*, modifícan al manejo del mildiu o enanismo del girasol en la Argentina. XIX Jornada de actualización profesional" Cosecha Gruesa.
- García G, Gulya T (1991) Sunflower downy mildew race distribution in North Dakota and Minnesota. In *Proceeding of Sunflower Research. Workshop, 13th, Fargo (USA)*, p. 3-5
- Gindrat D., Frei P. and Pellet D. (1998) Le mildiou du tournesol en Suisse. Maitriser les repousses de tournesol en grandes cultures, une nécessité. *Revue Suisse agricole*. 30 : 61-76
- Gosset H (1995) Le mildiou du tournesol au Maroc. *Phytoma*. 476, 19-21
- Guénin (De) MC, 1990. Mildiou du tournesol, le mal renait de ses cendres. *Phytoma*, 419, 26-30.
- Gulya T, Nowell D, Serrhini MN and Arouay K (1995) New races of sunflower downy mildew in Africa. *South African journal of science*. 91

- Gulya T, Tourvieille de Labrouhe D, Masirevic S, Penaud A, Rashid K, Viranyi F (1998) Proposal for standardized nomenclature and identifications of races of *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew). In proceeding of the Symposium on Sunflower Downy Mildew, Fargo (USA), 130-136
- Gulya TJ (1996) New races of sunflower downy mildew in Europe and Africa. Proceeding 18th Sunflower research workshop (USA)
- Gulya TJ, Sackston WE, Viranyi F, Masirevic S, Rashid KY (1991) New Races of the Sunflower Downy Mildew Pathogen (*Plasmopara halstedii*) in Europe and North and South America. Journal of Phytopathology 132(4), 303-311.
- Gulya, T. and Viranyi, F. (1991) Races of sunflower downy mildew in Hungary and comparison of Apron tolerance between US and Hungarian isolates. 13th Sunflower Research Workshop, January 10-11, Fargo (USA, ND), 6-8.
- Heller-Dohmen M, Göpfert JC, Hammerschmidt R, Spring O (2008) Different pathotypes of the sunflower downy mildew pathogen *Plasmopara halstedii* all contain isometric virions. Molecular plant pathology 9(6), 777-786.
- Henning A, França Neto JB (1985) Physiological race and sources of resistance to downy mildew (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & de Toni) in Brazil, Proceeding of 11th international sunflower conference, Mar del Plata (Arg)
- Ioos R, Laugustin L, Rose S, Tourvieille J, Tourvieille de Labrouhe D (2007) Development of a PCR test to detect the downy mildew causal agent *Plasmopara halstedii* in sunflower seeds. Plant pathology 56(2), 209-218.
- Ioos R, Fourrier C, Wilson V, Webb K, Schereffer JL, Tourvieille de Labrouhe D (2012) An optimized duplex real-time PCR tool for sensitive detection of the quarantine oomycete *Plasmopara halstedii* in sunflower seeds. Phytopathology 102(9), 908-917.
- Jiménez Díaz R (1973) Notas sobre la presencia en España del mildiu del girasol. An. INIA Ser. Prot. Veg 3, 95-105.
- Lafon S, Délos M, Gay P, Tourvieille de Labrouhe D (1998) Metalaxyl resistance in french isolates of downy mildew. ISA, Symposium III "Sunflower downy mildew", 12-14 January, Fargo (USA - North Dakota), 62-73.
- Lafon S, Delos M, Raulic I, and Tourvieille de Labrouhe (2000) Bilan de dix années de surveillance du mildiou du tournesol en France. Proceeding of 15th International sunflower conference. 12-15 juin 2000, Toulouse (France)
- Leppik EE (1962) Distribution géographique du mildiou du tournesol et de quelques autres agents pathogènes transmis par les semences. Bulletin phytosanitaire de la FAO. 126-129
- Leppik EE. (1965) *Plasmopara halstedii* and other diseases on *Dimorphoteca*. Plant Disease reporter. 49(11)
- Leppik EE. (1966) Origine et spécialisation du complexe "*Plasmopara halstedii*" sur les composées. Bulletin phytosanitaire de la FAO
- Louvet J, Kermaol J (1966) Le mildiou menace-t-il la culture du tournesol en France. C R Acad Agric 52, 896-902.
- Masirevic S, Jasnic S (2006) Downy mildew (*Plasmopara halstedii*) of sunflower. Biljni Lekar (Plant Doctor), 34 (4/5), 315-319.
- Meliala *et al.* (2000) La maladie in le mildiou du tournesol
- Meliala C (2001) Biologie du *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni, agent du mildiou du tournesol (*Helianthus annuus* L.). Docteur d'Université, Spécialité : Pathologie végétale, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand (France), N° 345.
- Moinard J, Mestries E, Penaud A, Pinochet X, Tourvieille de Labrouhe D, Vear F, Tardin MC, Pauchet I, Eychenne N (2006) Le Mildiou du Tournesol. Phytoma - La Défense des Végétaux, 586, 33-43.
- Molinero RL, Domínguez J, Melero-Vara JM (2000) Evaluation of Spanish isolates of *Plasmopara halstedii* for tolerance to metalaxyl. Helia 23(33), 33-38.
- Molinero-Ruiz ML, Cordon-Torres MM, Martinez-Aguilar J, Melero-Vara JM, Dominguez J (2008) Resistance to metalaxyl and to metalaxyl-M in populations of *Plasmopara halstedii* causing downy mildew in sunflower. Can. J. Plant Pathol.-Rev. Can. Phytopathol., 30 (1), 97-105.

- Mollinero-Demilly V, Guénard M, Giroult C, Herbert O, Tourvieille de Labrouhe D, Philippon J, Penaud A, Tardin MC, Argeles G, Costes M, Mezzarobba A, Masse P, Pauchet I, Cellier V, Grégoire S (2004) Improving the sunflower downy mildew resistance test. Proc. 16th International Sunflower Conference, Fargo, ND USA, 99-104.
- Monfreda, C., Ramankutty, N. and Foley, J. A. (2008) Farming the planet: 2. Geographic distribution of crop areas, yields, physiological types, and net primary production in the year 2000, Global Biogeochemical Cycles, 22, 1-19
- Monotti M and Zizzerini A. (1974) La peronospora del girasole. Inf. Fitopatol. 24(3), 5-14
- Mouzeyar S, Gosset H, El Asri M, Vear F and Tourvieille de Labrouhe D (1993) Première description au Maroc du mildiou du tournesol et identification de la race de *Plasmopara helianthi*. Al Awamia. 78 : 113-128
- Mouzeyar S (1993) Etude de la résistance du tournesol, *Helianthus annuus* L., au mildiou causé par *Plasmopara halstedii*. Thèse, Université d'Auvergne, n° DU 585, 98p.
- Mouzeyar S, Vear F, Philippon J, and Tourvieille de Labrouhe D (1991) Downy mildew race distribution in France and a new hypothesis concerning resistance genetics. Proc. 13th Sunflower Res. Workshop, Fargo, 8-11
- Nishimura M. (1922) Studies in *Plasmopara halstedii*. Journal. College of Agriculture. Hokkaido Imperial University. 11(3), 185-215
- Novotel'nova, N.S. (1962) *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni kak sbornyio vid. Obosnovanie k taksonomicheskomu podrazdeleniyu roda *Plasmopara* na Slozhonotsvetnykh. Botanicheskiĭ Zhurnal SSSR 47 (7): 970-981
- Onan E, Çimen M, Karcilioglu A (1992) Fungal diseases of sunflower in Aegean region of Turkey. Journal of Turkish Phytopathology 21(2), 101-107.
- Orellana RG. (1970) Resistance susceptibility of sunflowers to downy mildew and variability in *Plasmopara halstedii*. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 97(2), 91-97
- Pilorgé E. (1997) Mildiou du tournesol : la situation au champ. Les rencontres annuelles du CETIOM – Tournesol, Paris (France), 9-12 déc, 21-26
- Patil MA and Mayee CD (1990) Race identity of indian *Plasmopara halstedii*, cause of downy mildew of sunflower. Indian ohytopathology. 42(4), 517-519
- Rashid YK (1993) Incidence and virulence of *Plasmopara halstedii* on sunflower in western Canada during 1988-1991. Canadian journal of plant pathology. 15, 206-210
- Rashid YK (1995) Sunflower downy mildew – A comeback in 1994. Proceeding of the 17th workshop January 12 and 13, 1995
- Rozynek B, Spring O (2000) Pathotypes of sunflower downy mildew in southern parts of Germany. Helia 23(32), 27-34.
- Sackston W (1957) Diseases of Sunflowers in Uruguay. Plant Disease Reporter 41(10), 885-889.
- Sackston W (1978) Sunflower disease mapping in Europe and adjacent mediterranean countries. P 7-29 in proceeding of 8th international sunflower conference (USA)
- Sackston W (1981) Downy mildew of sunflower [*Plasmopara halstedii*]. In "The Downy Mildew" Edited by Spencer DM. Academic Press London. 545-575
- Sackston W, Gulya T, Miller J (1990) A proposed international system for designating races of *Plasmopara halstedii*. Plant disease 74(9), 721-723.
- Sha H, Dong B, Leng T (1996) Identification of the races of sunflower downy mildew in Jilin Province [China]. Oil Crop of China 18.
- Shindrova PS (2000) Distribution and race composition of downy mildew (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. and de Toni) in Bulgaria. Helia 23(33), 25-31.
- Spring O, Miltner F, Gulya T (1994) New races of sunflower downy mildew (*Plasmopara halstedii*) in Germany. Journal of Phytopathology 142(3), 241-244.
- Spring O (2000) Homothallic sexual reproduction in *Plasmopara hasteldii*, the downy mildew of sunflower. Hélia, 23 (32), 19-26.
- Spring O, Zipper R (2000) Isolation of oospores of sunflower downy mildew, *Plasmopara halstedii*, and microscopical studies on oospore germination. Journal of Phytopathology, 148 (4), 227-231.

- Thanassouloupoulos C, Mappas C (1992) First report of downy mildew of sunflower in Greece. *Plant disease* 76(5).
- Tourvieille de Labrouhe D (1999) La nouvelle nomenclature des races de *Plasmopara halstedii*, agent du mildiou du tournesol, appliquée aux races françaises. *OCL*. 6(3), 219-221
- Tourvieille de Labrouhe D, Pilorgé E, Nicolas P, Vear F (2000) Le mildiou du tournesol.
- Tourvieille de Labrouhe D, Walser P, Jolivot D, Roche S, Serre F, Leguillon M, Delmotte F, Bordat M, Godiard L, Vincourt P and Vear F (2012) Proposal for improvement of sunflower downy mildew race nomenclature. In 'Proceedings of the 18th Int. Sunfl. Conf. Mar del Plata, Argentina', 2-1
- Tourvieille de Labrouhe D, Walser P, Serre F, Roche S, Vear F (2008) Relations between spring rainfall and infection of sunflower by *Plasmopara halstedii* (downy mildew). In 'Proceeding of. 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain', 97-102
- Tourvieille de Labrouhe, Mouzeyar S, Lafon S and Regnault Y (1991) Evolution des races de mildiou (*Plasmopara helianthi*) sur tournesol en France. ANPP, 3rd international conference on plant diseases, Bordeaux (France), december 3-5 1991
- Tourvieille J, Million J, Roedel-Drevet P, Nicolas P and Tourvieille de Labrouhe D (2000) Molecular variability of *Plasmopara halstedii*. Proceeding of 15th international sunflower conference, Toulouse (France)
- Tourvieille de la Brouhe D, Mestries E and Walser P, (2005) Quelles perspectives pour la lutte génétique vis-à-vis du mildiou du tournesol ? *OCL*, 12 (2), 85-93
- Tourvieille *et al.*, (2009) Variabilité de l'agressivité de *Plasmopara halstedii*, étude de sa stabilité en test de laboratoire, *OCL*, 16 (1), 52-58
- Tourvieille *et al.* (2010) Impact of major gene resistance management for sunflower on fitness of *Plasmopara halstedii* (downy mildew) populations, *OCL*, 17 (1), 56-64
- Viljoen A, Van Wyk P, Nowell D, Gulya T (1997) Occurrence of downy mildew on sunflower in South Africa. *Plant disease* 81(1), 111-111.
- Viranyi F (1984) Recent research on the downy mildew of sunflower in Hungary, *Helia* 7, 35-38
- Virányi F (1988) Factors affecting oospore formation in *Plasmopara halstedii*. 12th International Sunflower Conference, Novi Sad (Yougoslavia), II, 32-37.
- Viranyi F, Gulya T (1995) Inter- isolate variation for virulence in *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew) from Hungary. *Plant pathology* 44(4), 619-624.
- Viranyi F, Spring O (2011) Advances in sunflower downy mildew research. *European journal of plant pathology* 129(2), 207-220.
- Vranceanu A, Pirvu N, Iliescu H (1978) A new race of the fungus *Plasmopara halstedii* Novot. identified in Romania. In 'Proc. 8th Int. Sunflower Conf, Minneapolis, MN', 328-333
- Walcz I, Bogar K. and Virany F. (2000) Study on an Ambrosia isolate of *Plasmopara halstedii*. *Helia*, 23(33), 19-24
- Walcz I, Viranyi F (1996) Resistance of sunflower to downy mildew races 1, 3 and 4. *Helia* 19.
- Yong, PA, Morris HE, (1927). *Plasmopara* downy mildew of cultivated sunflower. *American Journal of Botany* 14, 551-552.
- Zad S, Rahmanpour S (1997) Identification of physiological races of *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl et De Toni the causal agent of sunflower downy mildew in Mazandaran province and Gorgan plain in Iran. In 'Annales ANPP', 1997
- Zizzerini A (1978) Diffusion of *Plasmopara helianthi* in relation to the soil slopes. *Phytopathologia Mediterranea* 17, 153-156.
- Zizzerini A (1980) Sunflower diseases in Italy. *Helia* 3, 45-46.
- Zizzerini A, Tosi L (1998) First Report of Downy Mildew (Race 2) of Sunflowers in Italy. *Plant disease* 82(2), 263-263.
- Zimmer DF (1974) Physiological specialization between races of *Plasmopara halstedii* in America and Europe. *Phytopathology*. 64, 1465-1467

Normes


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

Législation et réglementation

DIRECTIVE 2000/29/CE DU CONSEIL du 8 mai 2000 concernant les mesures de protection contre l'introduction dans la Communauté d'organismes nuisibles aux végétaux ou aux produits végétaux et contre leur propagation à l'intérieur de la Communauté. Journal officiel des Communautés européennes.

ANNEXES

Annexe 1. Lettre de saisine



2012 -SA- 0 1 5 9

COURRIER ARRIVE
0 3 JUL. 2012
DIRECTION GENERALE

LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'AGROALIMENTAIRE

<p>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 Adresse : 251, rue de Vaugirard 75 732 PARIS CEDEX 15 Dossier suivi par : Pierre ROUQUIÉ Tél. : 01 49 55 58 34 / Fax : 01 49 55 59 49 Courriel institutionnel : bssv.sdqpv.dgal@agriculture.gouv.fr</p>	<p>Le Directeur général de l'alimentation à Monsieur le Directeur général de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail 253 avenue du Général Leclerc 94701 Maisons Alfort cedex</p>
---	--

Réf. Interne : BSSV/2012- **07 - 001** Paris, le **- 2 JUL. 2012**

Objet : Saisine pour la réalisation d'une Analyse de Risque Phytosanitaire sur le mildiou du tournesol (*Plasmopara halstedii*)

Plasmopara halstedii, organisme pathogène responsable des attaques de mildiou sur tournesol (*Helianthus annuus*), est un organisme nuisible de quarantaine listé dans l'annexe II A2 de la directive 2000/29/CE.

Des exigences sont à ce titre prévues pour l'importation et le mouvement au sein de l'Union européenne (UE). (annexes IV – I et IV – II de la Directive).

Ainsi, pour pouvoir être introduites et circuler sur le territoire de l'UE (hors départements d'Outre-mer), les semences d' *Helianthus annuus* doivent satisfaire aux exigences particulières suivantes:

Constatation officielle

- a) que les semences proviennent de régions connues comme exemptes de *Plasmopara halstedii* (Farlow) Berl et de Toni

ou

- b) que les semences autres que celles produites sur des variétés résistant à toutes les races de *Plasmopara halstedii* (Farlow) Berl et de Toni présentes sur le lieu de production ont été soumises à un traitement approprié contre cet organisme.

Cet organisme nuisible est listé dans l'arrêté national du 31 juillet 2000 modifié, en annexe B, et de ce fait peut faire l'objet de mesures de lutte obligatoire.

Organisme nuisible présent dans toutes les régions productrices de tournesol en France, il est combattu essentiellement par

- la mise en culture de variétés de tournesol résistantes aux races de mildiou identifiées et installées sur le territoire (lutte génétique)
- la rotation culturale (mesure agronomique)

- le traitement des semences par lutte chimique avec le seul produit homologué à cet effet à base de phénylamides

Une forte diffusion de cet organisme nuisible est observée sur le territoire national, rendant très problématique la production de semences de tournesol exemptes de ce pathogène,

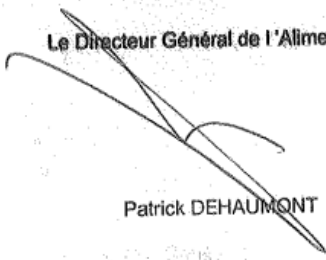
La Direction générale de l'alimentation saisit officiellement l'ANSES en vue de la réalisation d'une Analyse de Risque Phytosanitaire (ARP) pour le territoire de l'Union européenne (hors Départements d'Outre-mer).

Les résultats de cette étude devront servir à alimenter une réflexion au niveau Européen sur la révision éventuelle de son statut d'organisme de quarantaine ou a minima sur la modification des exigences pour l'importation et les mouvements au sein de l'UE.

Je vous saurai gré de bien vouloir me rendre un rapport intermédiaire courant mars 2013 et votre analyse définitive **avant le 01 octobre 2013**.

Je vous remercie de bien vouloir m'accuser réception de la présente demande. Mes services se tiennent à votre disposition pour vous apporter toute information complémentaire.

Le Directeur Général de l'Alimentation



Patrick DEHAUMONT

Annexe 2. Questionnaire à destination des ONPV

Questionnaire on
Plasmopara halstedii
“Sunflower downy mildew”
and his impact in the European Union.

For the attention of NPPO of:

*Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark,
Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland,
Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands,
Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain,
Sweden, United kingdom.*

Please return this questionnaire to

MAAPRAT
Direction Générale de l'Alimentation
SDQPV-BSSV
251 rue de Vaugirard
75732 PARIS Cedex 15
FRANCE

Name of the country	
---------------------	--

PART I : *Plasmopara halstedii*

1-Is the country a sunflower crop producer? <ul style="list-style-type: none"> - oilseed - Confectionary - Seed production - Ornaments 	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
---	------------------------------	-----------------------------

1-Is the country a sunflower crop producer? <ul style="list-style-type: none"> - oilseed - Confectionary - Seed production - Ornaments 	Importer <input type="checkbox"/>	Exporter <input type="checkbox"/>
---	-----------------------------------	-----------------------------------

Surface (in ha) of the sunflower fields	
---	--

2-Is <i>Plasmopara halstedii</i> subject to official monitoring?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
--	------------------------------	-----------------------------

If yes,

Description of the official monitoring	
--	--

3-Presence of <i>Plasmopara halstedii</i> in the country?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
---	------------------------------	-----------------------------

If yes,

What is, on average, the area of fields infected (ha).			
How do you estimate the evolution of the surface?	Decreasing <input type="checkbox"/>	Stable <input type="checkbox"/>	Increasing <input type="checkbox"/>
Phytosanitary action [survey, inspection, testing (name, frequency), etc]			

If no,

When did you observe for the last time symptoms of the disease?	Never <input type="checkbox"/>	Date
Phytosanitary action [survey, inspection, testing (name, frequency), etc]		

4-How do you assess the economic impact of the sunflower downy mildew disease?	No <input type="checkbox"/>	Low <input type="checkbox"/>	Medium <input type="checkbox"/>	High <input type="checkbox"/>
	Don't know <input type="checkbox"/>			
Comment :				

PART II : Systems for production of healthy seeds of sunflower

1-Does the country have a system for production of healthy seeds of sunflower?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
--	------------------------------	-----------------------------

If yes,

2-Does the seeds originate from areas known to be free from <i>Plasmopara halstedii</i> ?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
---	------------------------------	-----------------------------

If yes,

Basis of the pest free status of the areas of origin	
--	--

If no,

Phytosanitary measures taken about <i>Plasmopara halstedii</i>	
--	--

3-Does the country have a certification scheme for the production of healthy seeds of sunflower.	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
--	------------------------------	-----------------------------

If yes,

Does the certification scheme have specific requirement for <i>Plasmopara halstedii</i>	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
---	------------------------------	-----------------------------

If yes,

What are the specific requirement for <i>Plasmopara halstedii</i> [for example : Testing methods (name, frequency), inspection, cultural practices, traceability]	
--	--

PART III : official label – Plant passport

What special requirements must be satisfied about *Plasmopara halstedii* for issuing plant passport in your country?

1-Maintenance of nuclear stock [for example : Testing methods (name, frequency), inspection, cultural practices, traceability]	
---	--

2-Production of propagation stock [for example : Testing methods (name, frequency), inspection, cultural practices, traceability]	
--	--

3-Production of certified stock [for example : Testing methods (name, frequency), inspection, cultural practices, traceability]	
--	--

4-Others requirements / comments	
----------------------------------	--

Part IV : *Plasmopara halstedii* a quarantine pest (Directive 2000/29/EC)

1- <i>Plasmopara halstedii</i> is a quarantine pest (Directive 2000/29/CE) : Which arguments are in favour of maintaining <i>Plasmopara halstedii</i> as a quarantine pest? Which arguments would justify its deregulation?	a	No <input type="checkbox"/>
---	---	-----------------------------

For which reasons?	
--------------------	--

Comment on the questionnaire

Annexe 3. Répartition géographique de *Plasmopara halstedii* dans le monde

Pays	Région	Pathotype	Année de publication	Référence
Asie				
Chine	Heilongjiang	?	1963	Liu Xiruo, 1963 (référéncé par Sha Honglin <i>et al.</i> , 1996)
Chine	Jilin	100	1996	Sha Honglin <i>et al.</i> , 1996
Chine		700	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
Inde		100	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Inde		100	1990	Patil et Mayee, 1990
Irak		?	1962	Leppik, 1962
Iran		?	1962	Leppik, 1962
Iran		?	1978	Sackston, 1978
Iran	Mazandaran, Gorgan	?	1997	Zad et Rahmanpour, 1997
Israël		?	1962	Leppik, 1962
Israël		?	1978	Sackston, 1978
Japon		?	1962	Leppik, 1962
Jordanie		?	1962	Leppik, 1962
Pakistan		?	1962	Leppik, 1962
Taiwan		?	1981	Sackston, 1981
Turquie		?	1962	Leppik, 1962
Turquie		?	1992	Onan <i>et al.</i> , 1992
Turquie		?	1978	Sackston, 1978
Afrique				
Afrique du Sud		730	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Afrique du Sud		?	1997	Viljoen et van Wyk, 1997
Egypte		?	1981	Sackston, 1981
Ethiopie		?	1962	Leppik, 1962
Ethiopie		?	1981	Sackston, 1981
Maroc		100	1993	Mouzeyar <i>et al.</i> , 1993
Maroc		730	1999	Gulya <i>et al.</i> , 1996

Maroc		100	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Maroc		730	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Maroc		330	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Maroc		710	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Maroc		332	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Maroc		100	1995	Gosset, 1995
Maroc		100	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
Ouganda		?	1981	Sackston, 1981
Rhodesie		?	1981	Sackston, 1981
Zimbabwe		730	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Amérique du nord				
Canada		310	1992	Borovkova, 1992
Canada		310	1991	Gulya, 1991
Canada	Quebec	100	1990	Sackston, 1990
Canada		300	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
Canada		700	1995	Rashid, 1995
Canada		730	1995	Rashid, 1995
Canada		300	1995	Rashid, 1995
Canada		310	1995	Rashid, 1995
Canada		330	1995	Rashid, 1995
Canada		100	1995	Rashid, 1995
Canada		100	1993	Rashid, 1993
Canada		300	1993	Rashid, 1993
Canada		700	1993	Rashid, 1993
Canada		730	1993	Rashid, 1993
USA		?	1922	Nishimura, 1922
USA		?	1962	Leppik, 1962
USA		300	1974	Zimmer, 1974
USA		700	1992	Borovkova, 1992
USA		770	1992	Borovkova, 1992
USA		700	1981	Carson, 1981
USA		710	1991	Garcia et Gulya, 1991

USA	300	1991	Garcia et Gulya, 1991
USA	330	1991	Garcia et Gulya, 1991
USA	770	1991	Garcia et Gulya, 1991
USA	700	1991	Garcia et Gulya, 1991
USA	730	1991	Garcia et Gulya, 1991
USA	300	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
USA	700	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
USA	730	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
USA	770	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
USA	330	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
USA	710	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
Amérique du sud			
Argentine	?	1962	Leppik, 1962
Argentine	300	2003	Escande et Pereyra, 2003
Argentine	330	2003	Escande et Pereyra, 2003
Argentine	730	2003	Escande et Pereyra, 2003
Argentine	770	2003	Escande et Pereyra, 2003
Argentine	710	2003	Escande et Pereyra, 2003
Argentine	700	1991	Gulya, 1991
Argentine	330	1991	Gulya, 1991
Brésil	?	1962	Leppik, 1962
Brésil	300	1985	Henning et Neto, 1985
Chili	?	1962	Leppik, 1962
Mexique	?	1976	Fucikovsky, 1976 (référéncé par Sackston 1981)
République dominicaine	?	1962	Leppik, 1962
Uruguay	?	1962	Leppik, 1962
Uruguay	?	1957	Sackston, 1957
Europe			
Allemagne	730	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Allemagne	770	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996

Allemagne	Baviere, Wurtemberg	730	2000	Rozynek et Spring, 2000
Allemagne	Baviere, Wurtemberg	710	2000	Rozynek et Spring, 2000
Allemagne	Hesse, Wurtemberg	330	2000	Rozynek et Spring, 2000
Allemagne	Hesse	310	2000	Rozynek et Spring, 2000
Allemagne	Hesse	300	2000	Rozynek et Spring, 2000
Allemagne	Württemberg	100	1994	Spring <i>et al.</i> , 1994
Allemagne	Württemberg	730	1994	Spring <i>et al.</i> , 1994
Allemagne	Baden	770	1994	Spring <i>et al.</i> , 1994
Bulgarie		?	1980	Acimovic, 1980
Bulgarie		700	1992	Borovkova, 1992
Bulgarie		730	1991	Gulya, 1991
Bulgarie		?	1978	Sackston, 1978
Bulgarie		100	2000	Shindrova, 2000
Bulgarie	au Nord	300	2000	Shindrova, 2000
Bulgarie		700	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
Espagne		100	1973	Jimenez Diaz, 1973
Espagne		?	1962	Leppik, 1962
Espagne		100	2000	Molinero Ruiz <i>et al.</i> , 2000
Espagne		300	2000	Molinero Ruiz <i>et al.</i> , 2000
Espagne		730	2000	Molinero Ruiz <i>et al.</i> , 2000
Espagne		310	2000	Molinero Ruiz <i>et al.</i> , 2000
Espagne		703	2000	Molinero Ruiz <i>et al.</i> , 2000
Espagne		710	1996	Gulya et al, 1996
Espagne		?	1978	Sackston, 1978
France		100	1972	Anselme <i>et al.</i> , 1972
France		100	1972	Delanoe, 1972
France		?	1962	Leppik, 1962
France		100	1974	Zimmer, 1974
France		100	1991	Mouzeyar <i>et al.</i> , 1991
France		703	1991	Mouzeyar <i>et al.</i> , 1991

France	710	1991	Mouzeyar <i>et al.</i> , 1991
France	730	1992	Borovkova, 1992
France	310	1992	Borovkova, 1992
France	701	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
France	710	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
France	732	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
France	733	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
France	100	1966	Louvet et Kermoal, 1966
France	730	1991	Gulya, 1991
France	310	1991	Gulya, 1991
France	100	2000	Lafon <i>et al.</i> , 2000
France	300	2000	Lafon <i>et al.</i> , 2000
France	700	2000	Lafon <i>et al.</i> , 2000
France	703	2000	Lafon <i>et al.</i> , 2000
France	710	2000	Lafon <i>et al.</i> , 2000
France	?	1978	Sackston, 1978
France	100	1991	Tourvieille <i>et al.</i> , 1991
France	703	1991	Tourvieille <i>et al.</i> , 1991
France	710	1991	Tourvieille <i>et al.</i> , 1991
France	100	1999	Tourvieille <i>et al.</i> , 1999
France	300	1999	Tourvieille <i>et al.</i> , 1999
France	700	1999	Tourvieille <i>et al.</i> , 1999
France	703	1999	Tourvieille <i>et al.</i> , 1999
France	710	1999	Tourvieille <i>et al.</i> , 1999
France	304	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
France	100	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
France	703	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
France	700	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
France	300	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
France	100	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France	300	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France	304	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012

France		307	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		314	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		334	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		700	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		703	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		704	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		707	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		710	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		714	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		717	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		730	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		774	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
Grece	au Nord	?	1992	Thanassouloupoulos et Mappas, 1992
Hongrie		?	1980	Acimovic, 1980
Hongrie		?	1962	Leppik, 1962
Hongrie		100	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		300	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		700	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		730	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		710	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		330	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		100	1992	Borovkova, 1992
Hongrie		730	1992	Borovkova, 1992
Hongrie		300	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Hongrie		700	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Hongrie		730	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Hongrie		710	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Hongrie		330	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Hongrie		730	1991	Gulya, 1991
Hongrie		?	1978	Sackston, 1978
Hongrie		100	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
Hongrie		730	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000

Hongrie	100	1996	Walcz et Viranyi, 1996
Hongrie	700	1996	Walcz et Viranyi, 1996
Hongrie	730	1996	Walcz et Viranyi, 1996
Italie	100	1980	Zizzerini, 1980
Italie	100	1974	Monotti et Zizzerini, 1974
Italie	?	1978	Sackston, 1978
Italie	300	1998	Zizzerini et Tosi, 1998
Moldavie	?	1981	Sackston 1981
Pologne	?	1978	Sackston, 1978
Roumanie	?	1980	Acimovic, 1980
Roumanie	?	1962	Leppik, 1962
Roumanie	300	1978	Vranceanu <i>et al.</i> , 1978
Roumanie	?	1978	Sackston, 1978
Russie	?	1962	Leppik 1962
Russie	?	1978	Sackston 1978
Slovaquie	720	2008	Heller-Dohmen, 2008
(ex-)Tchécoslovaquie	?	1981	Sackston, 1981
(ex-)Yougoslavie	?	1980	Acimovic, 1980
(ex-)Yougoslavie	?	1962	Leppik, 1962
(ex-)Yougoslavie	100	1992	Borovkova, 1992
(ex-)Yougoslavie	?	1978	Sackston, 1978
(ex-)Yougoslavie	100	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000

Annexe 4. Répartition géographique de *Plasmopara halstedii* dans la zone ARP

Pays	Région	Pathotype	Année de publication	Référence
Union Européenne				
Allemagne		730	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Allemagne		770	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Allemagne	Baviere, Wurtemberg	730	2000	Rozynek et Spring, 2000
Allemagne	Baviere, Wurtemberg	710	2000	Rozynek et Spring, 2000
Allemagne	Hesse, Wurtemberg	330	2000	Rozynek et Spring, 2000
Allemagne	Hesse	310	2000	Rozynek et Spring, 2000
Allemagne	Hesse	300	2000	Rozynek et Spring, 2000
Allemagne	Württemberg	100	1994	Spring <i>et al.</i> , 1994
Allemagne	Württemberg	730	1994	Spring <i>et al.</i> , 1994
Allemagne	Baden	770	1994	Spring <i>et al.</i> , 1994
Bulgarie		?	1980	Acimovic, 1980
Bulgarie		700	1992	Borovkova, 1992
Bulgarie		730	1991	Gulya, 1991
Bulgarie		?	1978	Sackston, 1978
Bulgarie		100	2000	Shindrova, 2000
Bulgarie	au Nord	300	2000	Shindrova, 2000
Bulgarie		700	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
Espagne		100	1973	Jimenez Diaz, 1973
Espagne		?	1962	Leppik, 1962
Espagne		100	2000	Molinero Ruiz <i>et al.</i> , 2000
Espagne		300	2000	Molinero Ruiz <i>et al.</i> , 2000
Espagne		730	2000	Molinero Ruiz <i>et al.</i> , 2000
Espagne		310	2000	Molinero Ruiz <i>et al.</i> , 2000
Espagne		703	2000	Molinero Ruiz <i>et al.</i> , 2000
Espagne		710	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Espagne		?	1978	Sackston, 1978
France		100	1972	Anselme <i>et al.</i> , 1972
France		100	1972	Delanoe, 1972
France		?	1962	Leppik, 1962

France	100	1974	Zimmer, 1974
France	100	1991	Mouzeyar <i>et al.</i> , 1991
France	703	1991	Mouzeyar <i>et al.</i> , 1991
France	710	1991	Mouzeyar <i>et al.</i> , 1991
France	730	1992	Borovkova, 1992
France	310	1992	Borovkova, 1992
France	701	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
France	710	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
France	732	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
France	733	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
France	100	1966	Louvet et Kermaal, 1966
France	730	1991	Gulya, 1991
France	310	1991	Gulya, 1991
France	100	2000	Lafon <i>et al.</i> , 2000
France	300	2000	Lafon <i>et al.</i> , 2000
France	700	2000	Lafon <i>et al.</i> , 2000
France	703	2000	Lafon <i>et al.</i> , 2000
France	710	2000	Lafon <i>et al.</i> , 2000
France	?	1978	Sackston, 1978
France	100	1991	Tourvieille <i>et al.</i> , 1991
France	703	1991	Tourvieille <i>et al.</i> , 1991
France	710	1991	Tourvieille <i>et al.</i> , 1991
France	100	1999	Tourvieille <i>et al.</i> , 1999
France	300	1999	Tourvieille <i>et al.</i> , 1999
France	700	1999	Tourvieille <i>et al.</i> , 1999
France	703	1999	Tourvieille <i>et al.</i> , 1999
France	710	1999	Tourvieille <i>et al.</i> , 1999
France	304	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
France	100	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
France	703	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
France	700	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
France	300	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
France	100	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France	300	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012

France		304	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		307	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		314	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		334	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		700	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		703	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		704	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		707	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		710	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		714	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		717	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		730	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
France		774	2012	Tourvieille <i>et al.</i> , 2012
Grece	au Nord	?	1992	Thanassouloupoulos et Mappas, 1992
Hongrie		?	1980	Acimovic, 1980
Hongrie		?	1962	Leppik, 1962
Hongrie		100	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		300	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		700	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		730	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		710	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		330	1995	Viranyi et Gulya, 1995
Hongrie		100	1992	Borovkova, 1992
Hongrie		730	1992	Borovkova, 1992
Hongrie		300	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Hongrie		700	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Hongrie		730	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Hongrie		710	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Hongrie		330	1996	Gulya <i>et al.</i> , 1996
Hongrie		730	1991	Gulya, 1991
Hongrie		?	1978	Sackston, 1978
Hongrie		100	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
Hongrie		730	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000
Hongrie		100	1996	Walcz et Viranyi, 1996

Hongrie	700	1996	Walcz et Viranyi, 1996
Hongrie	730	1996	Walcz et Viranyi, 1996
Italie	100	1980	Zazzerini, 1980
Italie	100	1974	Monotti et Zazzerini, 1974
Italie	?	1978	Sackston, 1978
Italie	300	1998	Zazzerini et Tosi, 1998
Pologne	?	1978	Sackston, 1978
Roumanie	?	1980	Acimovic, 1980
Roumanie	?	1962	Leppik, 1962
Roumanie	300	1978	Vranceanu et al, 1978
Roumanie	?	1978	Sackston, 1978
Slovaquie	720	2008	Heller-Dohmen, 2008
Tchécoslovaquie	?	1981	Sackston, 1981
Yougoslavie	?	1980	Acimovic, 1980
Yougoslavie	?	1962	Leppik, 1962
Yougoslavie	100	1992	Borovkova, 1992
Yougoslavie	?	1978	Sackston, 1978
Yougoslavie	100	2000	Tourvieille <i>et al.</i> , 2000

Annexe n 5: Données épidémiologiques

Prévalence mildiou tous pathotypes confondus

Source : SRAL Midi-Pyrénées (services déconcentrés de l'ONPV française ; J. Moinard) en collaboration avec l'INRA (D. Tourvieille)

Pour les années 1994 et 1995 la prévalence est égale à : nombre de parcelles contaminées / nombre de communes prospectées.

Pour les années 1996, 1997 et 1998 la prévalence est égale à : nombre de parcelles contaminées / nombre de parcelles prospectées.

Années	Départements										
	01	03	07	09	10	11	13	14	16	17	18
1998		39,2			28,6	36,4			53,9	21,4	0,0
1997	0,0	11,5		0,0	30,3	12,5	0,0	0,0	Positif	Positif	
1996						Positif		0,0	Positif	Positif	
1992		35,0			24,0						20,0
1995		Positif						0,0		12,5	
1994		14,3			20,0		0,0	0,0			

Années	Départements										
	21	24	25	26	30	31	32	33	34	36	37
1998	42,9	54,6	Positif			60,4	26,3			0,0	Positif
1997	23,2	Positif	Positif	0,0	0,0	36,7	24,2				
1996	10,5	22,7	Positif			18,9	14,8	0,0			
1992	Positif	4,8				8,3	6,7			Positif	
1995	53,0	27,8	Positif			Positif	10,0	0,0		Positif	
1994	43,3	2,6	30,8			0,0	5,9	0,0			

Années	Départements										
	38	39	40	41	43	45	46	47	49	51	53
1998		21,5		0,0		6,7		27,8		15,8	
1997	13,6	25,9						30,0	10,0		
1996		Positif	0,0					24,2	Positif		
1992					41,9		19,8				33,3

1995		Positif						7,7			Positif
1994		58,3			0,0			0,0	0,0		0,0

Années / Départements	54	55	57	58	61	63	67	68	69	70	71
1998	18,8	28,6		15,0	0,0	42,9				38,2	23,1
1997		21,1		20,0	0,0	0,0	50,0			3,9	31,0
1996					0,0					26,7	9,5
1992	26,9		47,4			12,5			Positif	58,8	Positif
1995				35,3	0,0	Positif				Positif	54,6
1994		18,2	0,0		0,0	0,0				47,5	

Années / Départements	72	77	78	79	81	82	84	85	86	88	89
1998	0,0			50,0	Positif	77,8		0,0	7,1	22,2	20,0
1997				Positif	30,6	54,6	0,0		Positif		28,6
1996				Positif	11,1	37,5		42,9	Positif		
1992		5,4			21,4	22,2					40,4
1995		53,3			Positif			Postif	Positif		50,0
1994		0,0	0,0		Positif	60,0	0,0	0,0			

Années / Départements	91
1998	
1997	
1996	
1992	
1995	
1994	0,0

Présence des pathotypes

Si le pathotype A (= 710) ou B (= 703) a été détecté dans un département une année donnée, on le considère présent également les années suivantes même si le département n'a pas fait l'objet d'une prospection ou si celle-ci s'est révélée négative (on note dans ce cas respectivement « x » pour « présence supposée de « A » et « y » pour présence supposée de « B ») ; « nd » pour « non déterminé »

Années Départements											
	01	03	07	09	10	11	13	14	16	17	18
1998		A	y		A	xB	y		A	A	A
1997		A	y		A	AB	y		A	A	A
1996		A	y		x	B	y		A	A	A
1995		A	y		A	y	y		x	A	A
1994		A	y		A	y	B		x	A	A
1993		A	y		x	y			A	A	A
1992		x	B		A	y					x
1991		x			x	B					A
1990		A			A						A
1989											
1988											nd

Années Départements											
	21	24	25	26	30	31	32	33	34	36	37
1998	AB	xB	Ay	x		AB	AB			x	AB
1997	A	xB	AB	x		AB	xB			x	Ay
1996	x	AB	x	x		AB	AB			x	Ay
1995	A	y	A	x		xB	xB			A	AB
1994	A	B		A		AB	xB			A	x
1993	A	y		A		B	AB			A	A
1992		B					AB				
1991											
1990											
1989											
1988										nd	

Années \ Départements												
	38	39	40	41	43	45	46	47	49	51	53	
1998	A	x		A		AB	B	AB	x	AB	x	
1997	A	A		x		AB		xB	A	A	x	
1996	x	x		x		A		xB	x	x	x	
1995	x	x		A		A		xB	x	A	A	
1994	x	A		x		x		Ay	x			
1993	A	x		A		A		AB	A			
1992	A	A						B				
1991		A						B				
1990								B				
1989				nd			nd		nd	nd		
1988				nd								

Années \ Départements												
	54	55	57	58	61	63	67	68	69	70	71	
1998	A	A	x	A		Ay	x		A	A	A	
1997	x	A	x	A		Ay	x		B	A	x	
1996	x	x	x	x		Ay	x		A	x	x	
1995	A	A	A	A		Ay	A			A	x	
1994	x	A		A		xB				A	A	
1993	A			A		A					A	
1992						A				A		
1991												
1990												
1989												
1988												

Années / Départements											
	72	77	78	79	81	82	84	85	86	88	89
1998		x		A	AB	aB		xB	Ay	A	A
1997		A		A	AB	AB		xB	AB	A	A
1996		x		A	AB	xB		xB	A		x
1995		A			AB	Ay		A	A		A
1994					B	AB		A	x		A
1993				nd	B	B			A		A
1992						B					A
1991						y					
1990						B					
1989						nd			nd		
1988											

Années / Départements	
	91
1998	
1997	
1996	
1995	
1994	
1993	
1992	
1991	
1990	
1989	
1988	

années	"prévalence nationale"		"incidence départementale"	type de prospection
	nb	proportion		
1998	27	0,82	0,32	prospection "large"
1997	24	0,73	0,25	prospection "large"
1996	18	0,82	0,22	prospection "large"
1992	21	1,00	0,25	prospection "large"
1995	19	0,86	0,34	prospection "allégée"
1994	11	0,41	0,30	prospection "allégée"

"Prévalence à la parcelle"

années	département				
	21	31	32	81	89
1998	0	0	0		0
1997	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0
1992	positif	0	0	0	0

Suivi de l'évolution de la prévalence des pathotypes 710 et 703 à l'échelle du territoire français entre 1991 et 1998

sous "option 2" : on ne prends en compte que les détections effectives.

pathotype	nombre de départements	
	710	703
1998	25	10
1997	24	8
1996	12	5
1995	22	2
1994	15	5
1993	20	5
1992	7	5
1991	2	2
1990	3	2
1989	0	0
1988	0	0

sous "option 1" (option privilégiée) : Si le pathotype A (= 710) ou B (= 703) a été détecté dans un département une année donnée, on le considère présent également les années suivantes même si le département n'a pas fait l'objet d'une prospection ou si celle-ci s'est révélée négative (on note dans ce cas respectivement "x" pour "présence supposée de "A" et y pour "présence supposée de "B") ; "nd" pour "non déterminé".

pathotype	nombre de départements	
	710	703
1998	36	15
1997	36	12
1996	35	9
1995	31	8
1994	25	8
1993	22	8
1992	9	6
1991	4	3
1990	3	2
1989	0	0
1988	0	0

Suivi de l'évolution de la proportion d'isolats de *P. halstedii* résistants au métalaxyl sur le territoire français entre 1994 et 2004

année	nombre		%	pathotypes			
	total	résistant	total	710	703	nd (710 et/ou 703)	autre
1994	54	1	1,85				
1995	94	4	4,26				
1996	92	20	21,74	3,26	15,22	3,26	0,00
1997	141	63	44,68	20,57	21,99	2,13	0,00
1998	185	78	42,16	12,97	23,24	1,62	4,32
1999	150	123	82,00	57,33	14,00	10,67	0,00
2000	98	64	65,31	38,78	15,31	10,20	1,02
2004	23	22	95,65				

Annexe 6 : Suivi des actualisations du rapport

[à utiliser si la première version est actualisée afin de tracer et de rendre clairement visibles les modifications.]

Date	Version	Page	Description de la modification
	01		Première version

Notes



Agence nationale de sécurité sanitaire
de l'alimentation, de l'environnement et du travail
27-31 avenue du général Leclerc
94701 Maisons-Alfort Cedex
www.anses.fr