

anses

agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



Connaître, évaluer, protéger

Transformation des fruits d'agrumes contaminés par *Phyllosticta citricarpa*

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Avril 2016

Édition scientifique



anses

agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



Connaître, évaluer, protéger

Transformation des fruits d'agrumes contaminés par *Phyllosticta citricarpa*

Avis de l'Anses

Rapport d'expertise collective

Avril 2016

Édition scientifique

Direction générale

Maisons-Alfort, le 7 avril 2016

AVIS

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

**relatif à « à l'analyse de risque liée à la transformation des fruits d'agrumes contaminés par
Phyllosticta citricarpa dans des conditions garantissant la maîtrise du risque de
contamination du territoire de l'Union européenne »**

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

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

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

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

Ses avis sont rendus publics.

L'Anses a été saisie le 25 novembre 2015 par la Direction Générale de l'Alimentation du ministère en charge de l'agriculture pour la réalisation de l'expertise suivante : demande d'avis relatif à l'analyse de risque liée à la transformation des fruits d'agrumes par *Phyllosticta citricarpa* dans des conditions garantissant la maîtrise du risque de contamination du territoire de l'Union Européenne.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Les importations de fruits d'agrumes dans l'Union européenne sont régies par les dispositions de la directive 2000/29/CE, transposée en droit français dans l'arrêté du 24 mai 2006, ces dispositions étant complétées par des mesures d'urgences spécifiques à certains pays d'origine publiées par la Commission européenne, telle que la Décision 2014/422/UE qui concerne l'Afrique du Sud.

Dans l'état actuel de la législation, les lots de fruits trouvés contaminés à l'importation peuvent être transformés avant d'être détruits, exceptés s'ils proviennent d'Afrique du Sud, puisque la Décision 2014/422/UE l'interdit explicitement.

En pratique lorsque les fruits proviennent d'une autre origine que l'Afrique du Sud, certains États-membres autorisent la transformation, et d'autres non, parmi lesquels la France.

Compte tenu des caractéristiques de *Phyllosticta citricarpa*, le fait d'autoriser en France la transformation en jus des fruits d'agrumes non originaires d'Afrique du Sud contaminés par ce parasite, avant de détruire leurs résidus, présente-t-il un risque phytosanitaire qui peut être maîtrisé moyennant certaines précautions, sachant qu'il existe dans certaines régions françaises des zones de production d'agrumes, et si oui, quelles seraient ces précautions ?

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) « Risques Biologiques pour la Santé des Végétaux ». L'Anses a confié à trois rapporteurs externes. Les travaux ont été présentés au CES tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques entre le 10/01/2016 et le 22/03/2016. Ils ont été adoptés par le CES « Risques Biologiques pour la Santé des Végétaux » réuni le 22/03/2016.

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

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

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES ET DES RAPPORTEURS

En référence au rapport d'expertise collective portant sur une demande d'avis relatif à l'analyse de risque lié à la transformation des fruits d'agrumes contaminés par *Phyllosticta citricarpa* dans des conditions garantissant la maîtrise du risque de contamination du territoire de l'Union Européenne :

Compte-tenu des caractéristiques biologiques de *P. citricarpa* :

- Capacité à se disperser à courte distance (pycnidiospores) et longue distance (ascospores),
- longue période de latence (durée entre l'infection et l'apparition des premières pycnides), en particulier sur les fruits ;

Et de l'évaluation du risque de son transfert à des plantes hôtes (*Citrus* sp.) :

- Risque de transfert de *P. citricarpa* vers des *Citrus* sp.,
- Risque d'échappement de *P. citricarpa* au cours du transport et du process industriel,
- Identification de zones à risque (zones où sont et peuvent être cultivés des *Citrus* sp.) en France métropolitaine ;

Le CES et les rapporteurs considèrent qu'une approche dérogatoire autorisant l'utilisation de lots de fruits importés contaminés par *P. citricarpa* en vue de leur transformation en jus de fruits en France métropolitaine présenterait un risque sanitaire qui ne serait maîtrisable que dans certaines conditions précisées ci-après, en accord avec les préconisations de l'EFSA (2014), déclinées au niveau métropolitain.

Les dérogations pourraient être accordées à une ou plusieurs unités de transformation (usines), clairement identifiées, déclarées et approuvées, à condition que :

(i) les sites de transformation, ainsi que toutes les zones comprises entre le point d'interception des lots contaminés en France métropolitaine, les unités de transformation et les unités de décontamination des résidus issus du pressage, se situent dans une « zone non à risque » (c'est-à-dire en dehors des régions Corse, PACA et Languedoc-Roussillon) ;

(ii) l'ensemble des mesures de gestion décrites visant à garantir l'absence de toute propagule viable de *P. citricarpa* dans les résidus et effluents, soient appliquées :

- Transport des agrumes du lieu d'interception jusqu'au site de pressage :
 - avant transport, stockage des containers identifiés comme contaminés dans un lieu clos ;
 - mise en place d'une traçabilité complète du lot contaminé jusqu'à la destruction des résidus ;
 - transport du lot contaminé en container étanche et scellé jusqu'à l'usine de transformation ;
 - formation du personnel en charge du transport.

- Stockage et traitement sur le lieu de transformation
 - stockage des containers et/ou des palettes avec des lots de fruits contaminés en milieu clos ;
 - information du personnel de l'usine sur les risques, et engagement du personnel à suivre les consignes de gestion des fruits et des résidus ;
 - interdiction de présence de tout plant de *Citrus* sp., y compris à vocation ornementale, dans l'enceinte de l'usine ;
 - prendre toutes les mesures pour qu'aucun fruit du lot identifié contaminé, avec ou sans symptôme visible, ne s'échappe du process industriel de production de jus ;
 - traitement des effluents ayant été en contact avec des lots de fruits contaminés afin de garantir l'absence d'échappement de propagules viables de *P. citricarpa*.

- Gestion des déchets de fruits des lots contaminés après transformation
 - stockage des résidus de fruits provenant de lots contaminés et des eaux de ruissellement dans un lieu permettant leur gestion et leur traitement, dont l'accès est contrôlé ;
 - traitement de l'ensemble des résidus issus de lots de fruits contaminés et de ses effluents garantissant l'absence d'échappement de propagules viables de *P. citricarpa* ;
 - limitation du temps de stockage des résidus avant traitement à une certaine durée (de l'ordre d'une semaine) pour réduire la probabilité de dissémination de pycnidiospores ou la formation de pseudothèces ;
 - dans le cas où le traitement des résidus n'aurait pas lieu sur le site de l'usine (méthanisation, destruction par incinération, etc.), le transport des résidus issus de lots de fruits contaminés doit s'effectuer dans les mêmes conditions que celui des fruits avant transformation. Le sous-traitant devra appliquer les mêmes mesures concernant le stockage et gestion des effluents garantissant l'absence d'échappement de propagules viables de *P. citricarpa*.
 - déclaration et agrément par l'ONPV de l'usine de transformation et des sociétés sous-traitantes susceptibles de rentrer en contact avec les lots de fruits contaminés, de leurs résidus ou de leurs effluents ;
 - exclusion de la mise en décharge et de l'utilisation en alimentation animale des résidus issus de lots de fruits contaminés compte tenu de la difficulté de garantir l'absence d'échappement de propagules viables de *P. citricarpa*.

(iii) ces dérogations soient à durée limitée dans le temps et renouvelables sous conditions (valorisation d'un nombre limité de lots de fruits contaminés ; vérification que l'unité de transformation ne se « spécialise » pas dans le traitement systématique de lots de fruits contaminés, préalablement interceptés dans d'autres États de l'UE ou identifiés comme tel dès l'export), ceci pour ne pas avoir à gérer des volumes trop importants de résidus contaminés, qui augmentent le risque d'établissement.

Le CES est d'accord avec les rapporteurs qui proposent que les dérogations soient accordées pour une période d'un an, avec ré-évaluation basée sur le ratio de lots de fruits contaminés/lots de

fruits sains traités dans l'année par l'unité de transformation. À l'issue de cette période, l'évolution du pourcentage de lots d'agrumes interceptés à l'entrée en France comme contaminés par *P. citricarpa* et ne provenant pas d'Afrique du Sud devra également être analysée pour s'assurer que les taux/fréquences de contamination de fruits en provenance des pays concernés (pays exportateurs hors Afrique du Sud) n'ont pas augmenté de façon importante. Il s'agira en particulier de s'assurer que la procédure dérogatoire n'induit pas indirectement un relâchement des pratiques de prévention des contaminations dans les pays exportateurs.

Dans ces conditions, l'efficacité d'une approche de dérogation est estimée haute. La faisabilité technique de la dérogation est évaluée haute pour les « zones non à risque » et faible pour les « zones à risque » c'est-à-dire les régions Corse, PACA, et Languedoc-Roussillon. En effet, dans l'ensemble des « zones à risque » la présence potentielle de culture de *Citrus* sp. aux abords d'une unité de transformation et dans la zone empruntée pour le transport des fruits contaminés ou des résidus ne permettrait pas de réduire suffisamment le risque de transfert de *P. citricarpa*, malgré l'ensemble des mesures citées précédemment. Le CES et les rapporteurs préconisent donc de ne pas accorder de dérogation à des unités de transformation localisées en zone à risque ou qui feraient appel à des sociétés sous-traitantes impliquées dans le traitement des résidus et localisées dans ces mêmes zones. De même, des lots de fruits contaminés interceptés sur le territoire métropolitain dans une « zone à risque » ne devraient pas pouvoir bénéficier de cette dérogation. L'incertitude sur les niveaux d'évaluation est jugée faible.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

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

La Directrice générale suppléante

Caroline GARDETTE

MOTS-CLES

Phyllosticta citricarpa, agrumes, transformation, analyse de risque

Demande d'avis relatif à l'analyse de risque lié à la transformation des fruits d'agrumes contaminés par *Phyllosticta citricarpa* dans des conditions garantissant la maîtrise du risque de contamination du territoire de l'Union Européenne

Saisine « n°2015-SA-0243 *Phyllosticta citricarpa* »

**RAPPORT
d'expertise collective**

« Comité d'Experts Spécialisés Risques Biologiques pour la Santé des Végétaux »

Mars 2016

Mots clés

***Phyllosticta citricarpa*, agrumes, transformation, analyse de risque**

Présentation des intervenants

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

RAPPORTEURS

Mme. Marie-Hélène BALESSENT – Chargée de recherche, INRA de Versailles-Grignon, UMR BIOlogie et GEstion des Risques en agriculture

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

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

.....

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

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

- CES Risques Biologiques pour la Santé des Végétaux – 22 mars 2016

Président

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

Membres

M. Claude ALABOUVETTE – Retraité (INRA)

Mme. Marie-Hélène BALESSENT – Chargée de recherche, INRA de Versailles-Grignon, UMR BIOlogie et GEstion des Risques en agriculture

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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, UMR BIOlogie et GEstion des Risques en agriculture

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

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

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

M. Thierry WETZEL – Directeur du laboratoire de Virologie Végétale, RLP Agrosience, AIPlanta – Institute for Plant Research

.....

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

M. Xavier TASSUS – Coordinateur d'Expertise Scientifique – Anses

AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

M. David MAKOWSKI – Directeur de recherche, INRA de Versailles Grignon UMR Agronomie

SOMMAIRE

Présentation des intervenants	3
Sigles et abréviations	6
Liste des figures	6
1 Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine.....	7
1.1 Contexte.....	7
1.2 Objet de la saisine.....	7
1.3 Modalités de traitement	7
1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts.	7
2 Évaluation du risque lié à la tranformation en jus de fruits infectés par <i>Phyllosticta citricarpa</i> et proposition de mesures de gestion.....	8
2.1 Contexte - Stratégie	8
2.2 Cycle biologique de <i>Phyllosticta citricarpa</i>	9
2.3 Principales conclusions de l'analyse de l'EFSA de 2014	12
2.4 Évaluation du risque, depuis l'interception de fruits contaminés jusqu'à l'élimination ou la valorisation des déchets de pressage	14
2.4.1 Risque de transfert de <i>P. citricarpa</i> vers des plants de <i>Citrus</i> sp.....	14
2.4.2 Risque d'échappement de <i>P. citricarpa</i> au cours du transport et du process industriel	16
2.4.2.1 Transport des agrumes du lieu d'interception jusqu'au site de pressage	16
2.4.2.2 Stockage	16
2.4.2.3 Process industriel de transformation	16
2.4.2.4 Valorisation des résidus de pressage.....	17
2.4.3 Identification de zones à risque en France métropolitaine	17
2.4.4 Identification de périodes à risque	18
2.5 Gestion / mesures de précaution	18
2.5.1 Transport des agrumes du lieu d'interception jusqu'au site de pressage.....	18
2.5.2 Stockage et traitement sur le lieu de transformation	19
2.5.3 Gestion des déchets de fruits des lots contaminés après transformation	19
3 Conclusions des rapporteurs.....	20
4 Bibliographie.....	21
4.1 Publications.....	21
4.2 Normes.....	22
4.3 Législation et réglementation.....	22
ANNEXES	23
Annexe 1 : Lettre de saisine	24
Annexe 2 : Analyse de la procédure de validation utilisée par Magarey et al. (2015)	26

Sigles et abréviations

DGAL : Direction Générale de l'Alimentation

EFSA : European Food Safety Authority

OEPP : Organisation Européenne et Méditerranéenne de la Protection des Plantes

ONPV : Organisations Nationales de la Protection des Végétaux

ORR : Option de Réduction du Risque

PACA : Région Provence Alpes Côte d'azure

PLH : Panel on Plant Health

UE : Union Européenne

Liste des figures

Figure 1 : Schéma général de la filière d'entrée de *Phyllosticta citricarpa* à partir de fruits d'agrumes, d'après l'analyse de risque de l'EFSA (2014). La partie plus particulièrement concernée ici est encadrée en rouge ; elle fait apparaître les différentes étapes où des options de réduction des risques (ORR) doivent être envisagées. _____ 9

Figure 2: Cycle biologique de *Phyllosticta citricarpa*, agent de la maladie des taches noires des agrumes (repris de Heather Hartzog USDA-APHIS-PPQ-CPHST-PERAL) _____ 11

1 Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine

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

1.1 Contexte

Les importations de fruits d'agrumes dans l'Union européenne sont régies par les dispositions de la directive 2000/29/CE, transposée en droit français dans l'arrêté du 24 mai 2006, ces dispositions étant complétées par des mesures d'urgences spécifiques à certains pays d'origine publiées par la Commission européenne, telle que la Décision 2014/422/UE qui concerne l'Afrique du Sud.

Dans l'état actuel de la législation, les lots de fruits trouvés contaminés à l'importation peuvent être transformés avant d'être détruits, exceptés s'ils proviennent d'Afrique du Sud, puisque la Décision 2014/422/UE l'interdit explicitement.

En pratique lorsque les fruits proviennent d'une autre origine que l'Afrique du Sud, certains États-membres autorisent la transformation, et d'autres non, parmi lesquels la France.

1.2 Objet de la saisine

*Compte tenu des caractéristiques de *Phyllosticta citricarpa*, le fait d'autoriser en France la transformation en jus des fruits d'agrumes non originaires d'Afrique du Sud contaminés par ce parasite, avant de détruire leurs résidus, présente-t-il un risque phytosanitaire qui peut être maîtrisé moyennant certaines précautions, sachant qu'il existe dans certaines régions françaises des zones de production d'agrumes, et si oui, quelles seraient ces précautions ?*

1.3 Modalités de traitement

L'Anses a confié à trois rapporteurs, rattachés au comité d'experts spécialisé (CES) « Risques Biologiques pour la Santé des Végétaux », l'instruction de cette saisine.

Les travaux d'expertise des rapporteurs ont été soumis régulièrement au CES (tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques). Le rapport produit par les rapporteurs tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

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

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) »

1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts.

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

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

2 Évaluation du risque lié à la transformation en jus de fruits infectés par *Phyllosticta citricarpa* et proposition de mesures de gestion

2.1 Contexte - Stratégie

La question de la saisine est la suivante :

« Compte tenu des caractéristiques de *Phyllosticta citricarpa*, le fait d'autoriser en France la transformation en jus de fruits d'agrumes non originaires d'Afrique du Sud contaminés par ce parasite, avant de détruire leurs résidus, présente-t-il un risque phytosanitaire qui peut être maîtrisé moyennant certaines précautions, sachant qu'il existe dans certaines régions françaises des zones de production d'agrumes et si oui quelles seraient ces précautions ? »

Il est donc demandé d'évaluer un risque phytosanitaire concernant une utilisation dérogatoire de fruits contaminés par un parasite de quarantaine en France sachant que d'autres pays européens l'autorisent déjà, et éventuellement comment maîtriser ce risque.

Cette dérogation exclut les fruits importés d'Afrique du Sud qui font l'objet de mesures plus strictes compte-tenu des interceptions récentes et répétées de l'agent pathogène (Décision 2014/422/UE).

Il est à noter que l'organisme en question, *Phyllosticta citricarpa*, agent de la maladie des taches noires des agrumes, a fait l'objet d'une analyse de risque sanitaire pour l'Union européenne très récente (EFSA, 2014) et très approfondie par l'EFSA Panel on Plant Health (PLH): « Scientific Opinion on the risk of *Phyllosticta citricarpa* (*Guignardia citricarpa*) for the EU territory with identification and evaluation of risk reduction options ». Cette étude comprend une analyse des options de réduction des risques (ORR) le long de la filière, relatives en particulier à l'utilisation de lots importés contaminés destinés à une utilisation industrielle (principalement fabrication de jus).

Le Panel d'experts européens mentionne explicitement une approche dérogatoire pour l'utilisation de fruits importés contaminés par *P. citricarpa* pour des usines de transformation officiellement déclarées et approuvées (page 136 du rapport EFSA 2014). L'efficacité de cette approche est jugée haute. Toutefois la faisabilité pour les zones « à risque » (avec production d'agrumes) de l'Union européenne (UE) est jugée faible, compte tenu de la difficulté de mettre en œuvre les mesures de confinement et de contrôle.

L'analyse réalisée a donc pris comme point de départ l'analyse de l'EFSA publiée en 2014 (voir schéma général en Figure 1): (i) en recherchant si une actualisation des connaissances (et des conséquences en termes de risque) était nécessaire sur certains points (analyse des articles scientifiques parus postérieurement à l'étude de l'EFSA publiée en 2014), (ii) en approfondissant la partie de l'analyse de risque liée à la transformation de fruits contaminés, et (iii) en considérant une application au cas particulier de la France, pays de l'UE producteur d'agrumes. À notre connaissance (communication par la DGAL), les pays de l'UE autorisant actuellement la destruction par transformation de fruits de *Citrus* sp. contaminés par *P. citricarpa* sont la Grande-Bretagne et les Pays-Bas, non producteurs d'agrumes.

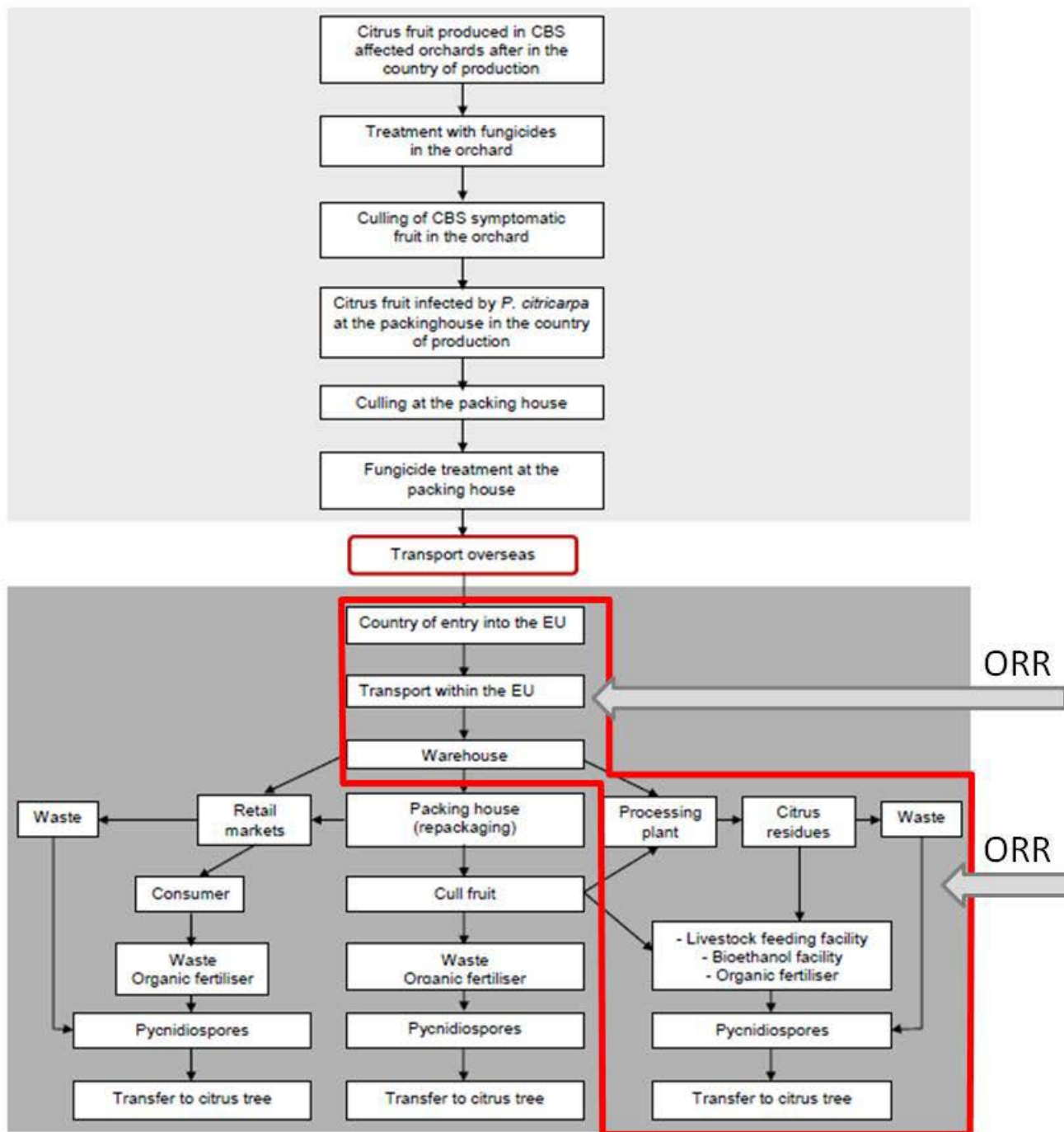


Figure 1 : Schéma général de la filière d'entrée de *Phyllosticta citricarpa* à partir de fruits d'agrumes, d'après l'analyse de risque de l'EFSA (2014). La partie plus particulièrement concernée ici est encadrée en rouge ; elle fait apparaître les différentes étapes où des options de réduction des risques (ORR) doivent être envisagées.

2.2 Cycle biologique de *Phyllosticta citricarpa*

Sont repris ici les principaux éléments rassemblés dans le document de l'EFSA (2014) et dans l'analyse de risque réalisée par l'USDA (2010).

Phyllosticta citricarpa (McAlpine) Van der Aa (synonyme *Guignardia citricarpa* Kiely), agent de la maladie des taches noires des agrumes, est un champignon ascomycète appartenant à l'ordre des Botryosphaeriales, comprenant de nombreux agents pathogènes de plantes mais également des espèces endophytes, comme l'espèce *Phyllosticta capitalensis* (Wikee *et al.*, 2013).

Comme chez de nombreux champignons, le cycle biologique de *P. citricarpa* comprend une phase sexuée, avec production d'ascospores, et une phase asexuée, avec production de pycnidiospores. Ces deux phases se déroulent à différentes périodes de l'année, sur plusieurs organes ; elles expliquent des caractéristiques de dispersion de l'agent pathogène différentes. Leur rôle dans la dynamique épidémique est donc différent.

Les ascospores, qui sont les propagules ayant la plus grande capacité de dispersion (par le vent) sont produites au sein de pseudothèces (fructifications sexuées) sur les feuilles (y compris leur pétiole) tombées au sol ; il est à noter que la chute des feuilles de *Citrus* sp. intervient tout au long de l'année. La formation des pseudothèces se produit au cours des semaines qui suivent la chute des feuilles et plusieurs mois après (180 jours). La formation des pseudothèces, leur maturation et la libération des ascospores sont fortement dépendantes de facteurs de l'environnement, en particulier la pluie. Une alternance d'épisodes pluvieux et secs favorise ainsi le développement des pseudothèces. La libération des ascospores nécessite la présence d'eau, mais trop de pluie peut avoir des effets négatifs, par exemple en favorisant le développement de saprophytes sur les feuilles au détriment de *P. citricarpa*. Quelle que soit la date de chute des feuilles, les ascospores sont principalement libérées au début de l'été, sous l'effet de facteurs environnementaux favorables. Des modèles ont été construits pour prédire la date de début et la durée d'émission des ascospores en fonction de la température et de l'humectation. Les ascospores sont transportées par le vent et peuvent infecter les feuilles et les fruits. Compte-tenu de cette dispersion possible à grande distance, les ascospores sont considérées comme la forme de dispersion naturelle et de colonisation du parasite la plus importante d'un point de vue épidémiologique. Plusieurs études montrent que les feuilles et les fruits sont sensibles pendant une très longue période, pouvant aller jusqu'à huit mois pour les fruits et dix mois pour les feuilles. La gamme complète de conditions climatiques permettant l'infection par les ascospores n'a pas été établie expérimentalement ; on considère généralement qu'une période d'humectation d'au moins quinze heures est nécessaire, avec des températures de 15 à 29°C (optimum autour de 25°C).

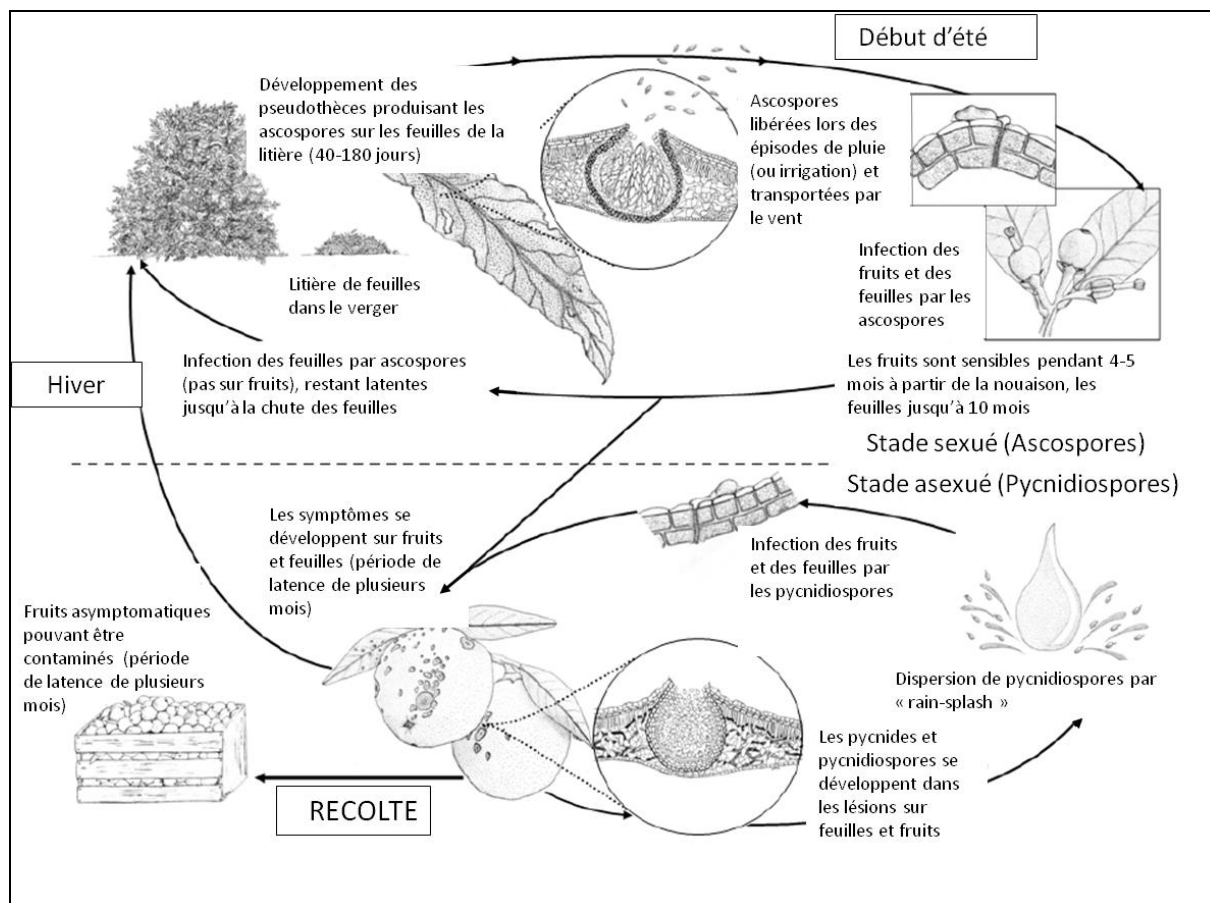


Figure 2: Cycle biologique de *Phyllosticta citricarpa*, agent de la maladie des taches noires des agrumes (repris de Heather Hartzog USDA-APHIS-PPQ-CPHST-PERAL)

Après infection, les feuilles et les fruits restent asymptomatiques pendant plusieurs mois. Les feuilles ne présentent en général aucun symptôme avant leur chute. Sur fruits, le champignon reste sous une forme latente, entre la cuticule et l'épiderme, jusqu'à ce que le fruit ait atteint sa taille finale. Le développement des symptômes se produit au moment de la maturation, sous forme de petites lésions circulaires (plusieurs types de lésions, variant notamment par la couleur étant observées en fonction du stade de maturité des fruits et des conditions d'environnement). Dans ces lésions peuvent se former des pycnides, fructifications asexuées à l'origine des pycnidiospores. Il n'a jamais été observé de développement de pseudothèces sur fruits, en conditions naturelles ou contrôlées. À notre connaissance aucune étude n'a toutefois été menée pour détecter la présence de pseudothèces sur les déchets de fruits stockés ou en cours de compostage. Les pycnides à la surface des fruits produisent les pycnidiospores dans une masse mucilagineuse. En présence d'eau, les pycnidiospores sont libérées et dispersées par les éclaboussures de pluie (« rain-splash »). Il s'agit donc d'une dispersion à courte distance, qui pourrait atteindre quelques mètres en présence de vent, d'après une étude expérimentale récente prenant en compte la taille des gouttes de pluie et la vitesse du vent (Perryman *et al.*, 2014). Les infections par pycnidiospores peuvent donc se produire seulement si des organes sensibles se trouvent à proximité immédiate de fruits ou de tissus foliaires infectés, de proche en proche à l'intérieur d'un arbre ou à partir de la litière (pycnides matures sur les feuilles mortes, surtout au niveau des pétioles) vers les branches basses des arbres. L'importance de ce mécanisme d'infection pourrait être accrue avec l'utilisation de plus en plus fréquente de porte-greffes nanisants. À noter que le rôle des insectes et des oiseaux (vecteurs potentiels de pycnides et pycnidiospores à grande distance) n'est pas documenté dans le cas de *P. citricarpa* mais ne peut être totalement exclu. Les pycnidiospores peuvent infecter les jeunes fruits et feuilles, mais ne semblent pas capables de coloniser directement les feuilles de la litière (Truter *et al.*, 2007). La

germination des pycnidiospores nécessite au moins douze heures d'humectation et pourrait se produire dans une gamme de température allant de 10 à 40°C. Bien que les pycnidiospores puissent théoriquement assurer un développement polycyclique de la maladie, leur rôle épidémiologique a souvent été considéré comme assez faible. L'agrégation des attaques parfois observée à l'échelle d'un arbre ou d'un verger constitue toutefois un indice indirect de leur contribution.

Au final, en accord avec le classique « triangle épidémiologique », le développement d'épidémies de la maladie des taches noires des agrumes résulte de la coïncidence de la disponibilité d'inoculum de *P. citricarpa*, d'organes sensibles de *Citrus* sp. et de conditions climatiques favorables pour les processus infectieux. Ainsi la plus grande sensibilité de certaines espèces ou de cultivars de *Citrus* sp. pourrait s'expliquer par la concordance temporelle de la production de fruits avec les périodes de forte pression d'inoculum (libération d'ascospores) et de conditions climatiques favorables. La très grande sensibilité des citrons (*Citrus limon*) pourrait en particulier s'expliquer par leurs multiples floraisons annuelles. De même, les variétés tardives d'oranges douces produisent leurs fruits à une période potentiellement favorable aux infections.

Une caractéristique importante du cycle de *P. citricarpa* concerne la longue période de latence (durée entre l'infection et l'apparition des premières pycnides), en particulier sur les fruits. Les symptômes peuvent ainsi apparaître plusieurs mois après récolte, lors du transport ou du stockage.

2.3 Principales conclusions de l'analyse de l'EFSA de 2014

Pour rappel, les principales conclusions de l'étude de l'EFSA en 2014 sur les risques associés à *P. citricarpa* pour la santé des plantes dans l'UE, et les mesures de réduction de risques envisageables, sont les suivantes :

- Il existe un risque que *P. citricarpa* soit introduit dans l'UE par le biais de l'importation de fruits de *Citrus* sp., y compris sans feuilles, car les spores (pycnidiospores) produites sur la peau des fruits peuvent être dispersées par les projections d'eau de pluie. L'établissement de l'agent pathogène peut s'opérer si des résidus de fruits infectés sont disposés à proximité d'hôtes (*Citrus* sp.) sensibles, la probabilité de transfert étant fonction de la prévalence de *P. citricarpa* sur les fruits et la fréquence et la quantité de résidus contaminés mis à proximité immédiate avec des hôtes sensibles. La durée de production de spores infectieuses par ces résidus, avant qu'ils ne soient totalement décomposés, fait partie des incertitudes pour estimer le risque avec précision.
- Il existe un risque que, suite à son introduction, *P. citricarpa* s'établisse et se propage dans les zones de production d'agrumes de l'UE; l'utilisation de plusieurs modèles de simulation climatique montre que l'infection, la dissémination et la reproduction de *P. citricarpa* pourraient avoir lieu dans les régions de production d'agrumes de l'UE entre la fin de l'été et le milieu de l'automne, les zones favorables aux infections entre la fin du printemps et le début de l'été étant en effet assez peu nombreuses. L'EFSA indique toutefois un niveau d'incertitude élevé sur les simulations de risque lié au climat, compte tenu de la sensibilité des modèles à des paramètres potentiellement mal estimés, et le manque de connaissances précises sur la distribution du parasite et la prévalence de la maladie.
- L'éradication de l'agent pathogène dans un pays où il a été introduit n'a jamais été effective. S'il entrerait accidentellement dans une zone précédemment non touchée de l'UE, les options disponibles pour réduire le risque d'établissement et de propagation seraient limitées. Une option possible dont l'efficacité estimée serait grande, serait de différencier à

l'intérieur de l'UE des zones « à risque » et des zones « sans risque » (= sans culture d'agrumes et/ou défavorables sur le plan climatique pour *P. citricarpa*) et d'empêcher l'entrée de marchandises contaminées dans les zones à risques. Au cas où ce zonage serait réalisé en utilisant la notion de « zone protégée », la faisabilité de cette approche a toutefois été jugée très faible, compte tenu des difficultés à appliquer des mesures de contrôle et de suivi sur le terrain. L'EFSA a également envisagé une approche dérogatoire pour l'utilisation de fruits importés contaminés par *P. citricarpa* dans des unités de transformation (usines de fabrication de jus de fruit) officiellement déclarées et approuvées (page 136 EFSA, 2014). L'efficacité de cette approche est jugée haute. Toutefois la faisabilité dans des zones de l'UE considérées comme étant « à risque » (avec production d'agrumes) est jugée faible, compte tenu de la difficulté de mettre en œuvre des mesures de confinement et de contrôle.

- Par conséquent, l'EFSA estime qu'il est plus efficace de se concentrer sur des options de réduction des risques visant à empêcher l'entrée de cet agent pathogène dans l'UE.

Les conclusions de l'EFSA ont été partiellement remises en cause par les résultats des travaux de modélisation de Magarey *et al.* (2015), qui ont estimé que le risque d'établissement de *P. citricarpa* en Europe était marginal et se limitait aux zones les plus méridionales de l'UE (Sud de l'Italie et Grèce). Les sorties du modèle tendent en effet à montrer que les conditions climatiques favorables aux infections par des ascospores et des pycnidiospores au cours d'une saison culturale sont généralement discontinues en Europe et donc peu propices à la réalisation de plusieurs cycles successifs caractérisant un développement épidémique. Pour autant, les rapporteurs estiment que le résultat de ces simulations ne permet pas à lui seul d'affirmer que les conditions climatiques entre deux saisons culturales sont défavorables à la survie de *P. citricarpa*, et donc que le risque d'installation *sensu stricto* est nul ou très faible. D'un point de vue épidémiologique, une prévalence ou incidence faible n'est en effet pas contradictoire avec une capacité de persistance élevée. Il est important de rappeler qu'en Afrique du Sud la maladie des taches noires des agrumes était jusque dans les années 1950 limitée à des zones climatiques tempérées caractérisées par des étés relativement pluvieux, avant de s'étendre finalement à des zones nettement plus sèches, considérées initialement comme impropres au développement de la maladie (Kotzé, 1981; Martinez-Minaya *et al.*, 2015a). Même si le résultat des simulations de Magarey *et al.* (2015) montre que la zone climatique méditerranéenne européenne n'est théoriquement « pas favorable » à *P. citricarpa*, il est impossible de conclure qu'elle lui est « totalement défavorable », ce type d'analyse étant très dépendant des jeux de données utilisés et des incertitudes fortes restant sur certains paramètres (e.g., Dupin *et al.*, 2011 ; Makovski, com. pers.). L'analyse historique des précédentes évaluations du risque confrontées aux dynamiques effectives d'établissement de la maladie dans des zones qui en étaient exemptes incite à la prudence. En effet, lorsqu'elle fut découverte par Doidge dans le Natal en 1929, la maladie des taches noires des agrumes ne provoquait pas de dégâts importants ; on estima que les conditions climatiques dans la plupart des zones de culture de *Citrus* sp. en Afrique du Sud n'étaient pas propice à son développement. Selon Kotzé (1981), cette erreur d'appréciation fut très préjudiciable. Elle fut pourtant renouvelée au Zimbabwe en raison des conclusions plutôt optimistes de Whiteside (1965) quant au potentiel de développement épidémique de *P. citricarpa*, basées sur le fait que pendant plusieurs années aucune épidémie importante ne se développa en Afrique du Sud malgré la persistance d'inoculum.

Cette évolution dans l'épidémiologie de la maladie pourrait s'expliquer par des processus intervenant à l'échelle pluriannuelle, bien décrits dans le cas des invasions biologiques et caractéristiques des « émergences ». Kotzé (1981) signale ainsi que 5 à 30 ans peuvent s'écouler entre l'observation des premiers symptômes dans une région et un développement épidémique. Cette phase de « latence » (« lag phase »), correspondant à une augmentation progressive (« build-up ») de l'inoculum, n'est pas prise en compte par des modèles simulant seulement l'effet

du climat sur des dynamiques épidémiques annuelles indépendantes les unes des autres. Les processus impliqués pourraient inclure : (i) l'augmentation progressive de la quantité d'inoculum primaire (ascospores issues de la litière foliaire) jusqu'à atteindre un certain seuil expliquant le déclenchement de dynamiques épidémiques annuelles *sensu stricto* ; et (ii) le passage d'une phase monocyclique (contamination par des ascospores produites à partir d'un pool initial de pseudothèces présents sur la litière foliaire) à une phase polycyclique (infections secondaires par des pycnidiospores produites par les pycnides présentes sur les feuilles et les fruits infectés). Il est plausible que certaines évaluations du risque aient ainsi surestimé le caractère limitant du climat (voir aussi Martinez-Minaya *et al.*, 2015b). La plupart des modèles actuels de simulation des zones climatiques favorables, en particulier celui de Magarey *et al.* (2015), prennent peu en compte les dynamiques épidémiologiques à long terme, dont l'importance est pourtant bien documentée en Afrique du Sud.

Compte tenu de ce qui précède, les rapporteurs considèrent que l'étude récente de Magarey *et al.* (2015), avec ses limites et les incertitudes importantes qui persistent, ne remet pas en cause la conclusion d'un risque d'établissement possible de *P. citricarpa* en Europe considéré à une échelle pluri-annuelle, tel qu'évalué par l'EFSA (2014) en combinant plusieurs types de modèles. La réglementation actuelle qui considère *P. citricarpa* comme un Organisme Réglementé de Quarantaine (ORQ) ne saurait donc être remise en cause. Le risque d'établissement de *P. citricarpa* en France métropolitaine à partir d'une filière de transformation de fruits infectés a donc été évalué indépendamment du risque qu'il provoque des dégâts importants et/ou récurrents une fois établi.

2.4 Évaluation du risque, depuis l'interception de fruits contaminés jusqu'à l'élimination ou la valorisation des déchets de pressage

L'évaluation porte sur le risque d'établissement de *P. citricarpa* en France métropolitaine (Corse incluse), consécutif à l'instauration d'une dérogation autorisant le pressage d'agrumes contaminés (oranges, pamplemousses et citrons), tout au long du process industriel, c'est-à-dire depuis l'interception de fruits contaminés (symptomatiques) jusqu'à la destruction ou la valorisation des déchets de pressage, en incluant la chaîne de transport.

L'analyse globale du risque posé par *P. citricarpa* en Europe, en l'absence de mesure de gestion et de dérogation autorisant le pressage d'agrumes contaminés, a été réalisée récemment par un comité d'experts de l'EFSA (EFSA, 2014). Les rapporteurs se sont appuyés en grande partie sur les conclusions de cette analyse de risque.

Le rapport comprend une première étape d'analyse du risque basée sur des critères exclusivement biologiques (partie 2.3.1). Conformément à la saisine, le risque est analysé à partir de l'interception d'un lot de fruits contaminés (l'introduction est, de fait, un évènement certain). Le cas où des feuilles seraient présentes n'a pas été pris en considération, étant entendu que dans pareille situation aucune dérogation ne saurait être accordée (Directive 2000/29/UE).

La seconde étape d'analyse du risque s'appuie sur les éléments biologiques précédemment exposés et prend en compte des éléments du process industriel de transformation des fruits et de gestion des déchets (résidus et effluents), incluant les phases de transport et de déchargement (partie 2.3.2).

2.4.1 Risque de transfert de *P. citricarpa* vers des plants de *Citrus* sp.

Le risque d'établissement de *P. citricarpa* sur un territoire est dépendant de la probabilité de transfert de propagules infectieuses (inoculum) vers des plants de *Citrus* sp. Ce transfert résulte de la mise en contact de plants de *Citrus* sp. avec des propagules infectieuses libres (spores) issues de tissus végétaux contaminés, transfert pouvant avoir lieu avant, pendant ou après le transport des fruits (en l'occurrence des fruits de *Citrus* sp. sans feuilles).

(i) Le mouvement de tissus végétaux contaminés peut se produire à « longue » et à « courte » distance. Les rapporteurs estiment qu'il ne peut s'agir que de mouvements accidentels *via* le process industriel de transformation des agrumes et de gestion de leurs déchets (résidus solides et effluents), incluant les phases de transport et de déchargement. Il peut par exemple s'agir du déplacement accidentel de fruits contaminés (échappement d'un container ou prélèvement par un individu) ou du déplacement de résidus issus du pressage (jusqu'au pied de plants de *Citrus* sp. ou à proximité immédiate de vergers).

(ii) La dissémination de propagules infectieuses libres (spores) de *P. citricarpa* peut se produire à « longue » distance et à « courte » distance.

La dissémination naturelle à longue distance peut faire intervenir des ascospores transportées par le vent, potentiellement sur plusieurs dizaines voire centaines de kilomètres. Dans l'état actuel des connaissances et du scénario envisagé (interception d'un lot d'agrumes contaminés sans feuilles), il apparaît extrêmement peu probable que des pseudothèces libérant ensuite des ascospores puissent se former ; les fruits n'ont en effet jamais été identifiés comme étant le siège de la reproduction sexuée (Kotzé, 1981). Le niveau d'incertitude est élevé, compte tenu du fait qu'aucune étude épidémiologique dédiée (*i.e.* concernant des résidus de fruits) n'est disponible. Il est difficile d'exclure totalement que des pseudothèces finissent par se former sur des résidus de fruits contaminés s'ils étaient « non gérés » et placés dans des conditions climatiques favorisant la survie saprophytique du champignon (par exemple alternances de périodes humides et sèches ralentissant la dégradation des tissus hôtes). La dissémination de propagules infectieuses libres à longue distance pourrait aussi théoriquement résulter de l'évacuation d'eaux de lavage contenant des pycnidiospores dans une rivière (ensuite potentiellement utilisée pour l'irrigation par aspersion de vergers de *Citrus* sp.). Les pycnidiospores pourraient également être disséminées par les eaux de ruissellement issues des résidus de fruits pressés stockés à l'extérieur de l'usine. La capacité de survie des pycnidiospores dans de l'eau (de ruissellement, de rivière) n'est pas connue. Il est en revanche probable que la viabilité des pycnidiospores serait totalement anihilée au-delà d'une certaine température ou d'une certaine teneur en chlore, mais aucune donnée de la littérature ne permet de donner un seuil.

La dissémination de *P. citricarpa* à courte distance s'opère par les pycnidiospores transportées par des éclaboussures d'eau de pluie (splashing) sur plusieurs dizaines de centimètres en l'absence de vent (40 cm à 80 cm ; Perryman *et al.*, 2014 ; Sposito *et al.*, 2011) et sur plusieurs mètres en présence de vent à l'origine d'un phénomène d'aérosolisation (8 m ; Perryman *et al.*, 2014).

Au final, le transfert de *P. citricarpa* vers des plants de *Citrus* sp. implique que des propagules infectieuses libres (ascospores ou pycnidiospores) soient produites à partir des fruits, libérées, et entrent en contact avec des feuilles de *Citrus* sp. sur l'arbre ; le risque associé à un tel transfert est estimé comme étant élevé dès lors que la distance entre un plant de *Citrus* sp. et la source d'inoculum (fruits contaminés, eau contaminée issue du lavage de ces fruits, ou résidus issus du pressage de ces fruits et eaux de ruissellement issues des résidus stockés) est inférieure à une dizaine de mètres.

La seconde étape d'analyse du risque s'appuie sur les éléments biologiques précédemment exposés et prend en compte des éléments du process industriel de transformation des fruits et de gestion des déchets (résidus et effluents), incluant les phases de transport et de déchargement (partie 3.3.2).

2.4.2 Risque d'échappement de *P. citricarpa* au cours du transport et du process industriel

2.4.2.1 Transport des agrumes du lieu d'interception jusqu'au site de pressage

Au cours du transport d'un lot d'agrumes contaminés par *P. citricarpa* depuis son point d'entrée, c'est-à-dire le lieu d'interception par les services en charge des inspections phytosanitaires (vraisemblablement une zone portuaire), jusqu'au site de pressage (vraisemblablement une usine de transformation), il est possible que des fruits soient prélevés par un individu (vol) ou s'échappent de façon accidentelle du container. L'éventualité d'une dissémination de pycnidiospores par le lessivage des fruits contaminés (pluie) suivi d'un écoulement hors du container doit également être prise en compte. Le risque associé à ce transfert d'inoculum est estimé comme étant élevé en l'absence de mesures de gestion (container étanche scellé) si le transport (par camion ou par train) traverse une zone où des *Citrus* sp. sont cultivés. Les rapporteurs estiment par ailleurs que ce risque est accru en cas d'absence d'identification et de traçabilité du lot d'agrumes (confusion possible entre un lot contaminé et un lot sain) et de manque d'information du personnel en charge du transport (risque d'échappement non intentionnel).

2.4.2.2 Stockage

Le risque de dissémination d'inoculum par le lessivage des fruits contaminés suivi d'un écoulement hors de la zone de stockage est faible si le stockage se fait en milieu fermé et est éloigné de toute zone de culture de *Citrus* sp.

Le risque lié à l'absence d'identification et de traçabilité du lot d'agrumes (confusion possible entre un lot contaminé et un lot sain) et de dissémination d'inoculum non intentionnelle, par mouvement de fruits infectés (manque d'information du personnel, vol, etc.) est significatif mais aisément maîtrisable (voir partie consacrée aux mesures de gestion).

2.4.2.3 Process industriel de transformation

Compte tenu des éléments qui ont été fournis aux rapporteurs par un professionnel du pressage de jus de fruits (ULTI fruit), le process de transformation de fruits d'agrumes en jus se résume à trois étapes : le lavage à l'eau froide des fruits, leur pressage mécanique pour en extraire le jus, la mise en bouteille. Les écorces (peaux) et les résidus de pulpes sont récupérés et stockés avant leur destruction ou valorisation. Au cours de ce processus, aucune étape n'est susceptible de conduire à une destruction des pycnides, pycnidiospores ou mycélium de *P. citricarpa* présents dans ou à la surface des fruits. Les rapporteurs considèrent donc que des propagules viables peuvent être présentes dans les eaux de lavage des fruits et dans les résidus de fruits pressés.

Le risque est estimé dans les conditions d'un site industriel où aucun traitement efficace (thermique, chloration) n'est mis en place pour décontaminer les eaux de lavage (contenant potentiellement des pycnidiospores infectieuses) et où les résidus solides issus du pressage des agrumes (constitués de pulpe et de fragments d'écorce contaminés par *P. citricarpa*) sont stockés à l'air libre (exposés à la pluie et au lessivage) dans l'enceinte de l'usine ou à l'extérieur et sans identification particulière.

Dans pareille situation, le risque de transfert d'inoculum est estimé comme étant élevé si le stockage et l'évacuation des effluents se situent à proximité immédiate de plants de *Citrus* sp. (principalement des vergers).

À l'inverse, le risque est estimé comme étant très faible si le stockage et l'évacuation des effluents sont très éloignés de toute zone de culture de *Citrus* sp.

2.4.2.4 Valorisation des résidus de pressage

Le risque de dissémination d'inoculum lié au transport des résidus de pressage jusqu'au site de destruction ou de valorisation est similaire à celui lié au transport de fruits contaminés (partie 2.3.2.1 et 2.3.2.2). Il est estimé comme étant élevé en l'absence de mesures de gestion.

Le groupe de rapporteurs a considéré que les résidus de pressage pouvaient être valorisés de différentes manières (en dehors de leur destruction par incinération) : compostage, tourteaux destinés à l'alimentation animale, méthanisation, bioéthanol. La mise en décharge présente un risque élevé de transfert à courte distance par le biais de pycnidiospores (lessivage et éclaboussures d'eau de pluie (« splashing »)) si les résidus sont stockés à proximité immédiate d'un verger de *Citrus* sp. ou y sont utilisés comme amendement organique. Le risque de transfert par des ascospores sur des distances moyennes à longues (dissémination aérienne) est estimé comme étant extrêmement faible (incertitude liée à la possibilité de formation de pseudothèces sur des résidus de fruits placés pendant un temps suffisamment long dans des conditions favorables à la reproduction sexuée, bien que celle-ci n'ait été observée que sur feuilles ; Kotzé, 1981). Si les résidus sont traités rapidement ce risque peut toutefois être estimé comme étant quasi-nul. Le compostage présente des risques faibles si le processus induit une élévation en température suffisamment rapide et homogène pour assurer la destruction du mycélium et des spores de *P. citricarpa* (OEPP, 2008). Dans le cas d'une utilisation des résidus pour l'alimentation animale, une valorisation incomplète (probabilité non négligeable qu'une partie des tourteaux ne soit pas consommée et constitue une source d'inoculum non maîtrisée) pourrait poser problème. Bien que les rapporteurs n'aient pu obtenir aucune information précise à ce sujet, il est vraisemblable que la valorisation par méthanisation ou fabrication de bioéthanol permette une destruction de l'agent pathogène. Les digestats, déchets solides et liquides générés par les procédés de méthanisation des résidus, contiennent généralement de la matière organique résiduelle et des éléments fertilisants valorisables par épandage agricole. Ils sont souvent utilisés sous la forme d'un amendement organique ou d'un fertilisant. Une telle utilisation des résidus issus de lots de fruits contaminés pourrait être autorisée à condition que la capacité du process à assurer une destruction totale des propagules et tissus infectieux soit démontrée, dossier technique et analyses biologiques à l'appui.

Il ressort des deux précédentes étapes de l'analyse (parties 2.3.1 et 2.3.2) que le risque est fortement conditionné par la présence proche de Citrus sp. L'EFSA (2014) propose ainsi de distinguer des « endangered areas » (zones où les Citrus sont présents) et des « non endangered areas » au sein de l'UE. Concrètement, on peut identifier à l'échelle de l'Europe des pays « producteurs » (Portugal, Espagne, France, Italie, Grèce) et « non-producteurs » de Citrus sp. (les autres). Si on exclut le cas des plantes hôtes isolées (arbres dans un jardin de particulier, plantes en pots, jardineries et pépinières destinées aux non-professionnels), la production française d'agrumes est restreinte à certaines régions. Le groupe de rapporteurs a donc jugé pertinent, de façon analogue à l'approche de l'EFSA, de distinguer deux types de régions sur le territoire métropolitain pour la définition et gestion du risque.

2.4.3 Identification de zones à risque en France métropolitaine

En pratique, le seul moyen de maîtriser le risque est de tenir suffisamment à l'écart de cultures de *Citrus* sp. toute source de contamination (fruits, résidus et eau). Concrètement, l'ensemble des étapes du process industriel (y compris gestion des résidus) doit avoir lieu suffisamment loin des zones de culture de *Citrus* sp. Cela a conduit les rapporteurs à proposer deux zones au sein du territoire métropolitain, qui pourraient faire l'objet de mesures de gestion distinctes (partie 2.4) :

(i) Une « zone à risque » où le risque de transfert est considéré comme élevé, malgré les mesures de gestion qui pourraient être prises au cours des différentes étapes du process industriel (de l'interception de fruits contaminés jusqu'au traitement des déchets, incluant le transport). Cette zone correspond à la région Corse et à la région PACA (zone actuelle de culture des *Citrus* sp.),

étendue à la région Languedoc-Roussillon (Aude, Gard, Hérault, Lozère et Pyrénées-Orientales), climatiquement favorable à la culture des *Citrus* sp. et adjacente aux zones de culture actuelles que sont PACA et la Catalogne (Espagne). La Corse est la principale région française de culture de *Citrus* (1692 ha ; Eurostat, 2013). Le nombre et la surface de vergers de *Citrus* sp. est plus faible en région PACA (8 ha ; Eurostat, 2013), mais l'absence de données sur leur localisation précise et l'évolution inconnue de ces surfaces dans les années à venir incitent les rapporteurs à inclure cette région dans la zone à risque. Enfin, les rapporteurs estiment que la région Languedoc-Roussillon doit également être incluse dans la zone à risque compte tenu de ses caractéristiques climatiques et de sa position géographique particulière, « maillon » entre le bloc de production Portugal-Espagne et Corse-Italie-Grèce ; il est par ailleurs probable que quelques surfaces de *Citrus* sp. « non allouées » géographiquement (4 ha ; Eurostat, 2013) soient localisées dans cette région.

(ii) Une « zone non à risque » correspondant au reste de la France métropolitaine.

2.4.4 Identification de périodes à risque

En accord avec les conclusions du rapport de l'EFSA (2014), une modulation des mesures de gestion en fonction de la date d'interception des fruits contaminés est difficilement envisageable.

2.5 Gestion / mesures de précaution

Les recommandations de l'EFSA (2014) sont rappelées ci-dessous (traduction de la page 136 du rapport), sachant que l'étude de l'EFSA se plaçait dans le cas d'une interception de lots de fruits « potentiellement » infectés et qu'il est question ici de contamination « avérée » (fruits symptomatiques):

*« Dans les zones non à risque (« non endangered ») tel que défini ci-dessus, le contrôle officiel des lots de fruits importés de *Citrus* sp. potentiellement infectés par *P. citricarpa* pendant leur transport immédiat et leur transformation à l'usine devrait fortement réduire la probabilité de transfert du champignon à ses plantes hôtes. Les différents éléments d'un tel contrôle officiel sont par exemple le contrôle régulier des lieux de stockage et de transformation des marchandises, la spécification des points d'entrée dans l'UE [en France] et l'encadrement du transport des marchandises importées. Les usines de transformation de fruits devraient également prouver leur capacité à ce que les fruits et les produits dérivés de *Citrus* sp. ne puissent s'échapper de la ligne de production en employant une traçabilité adaptée, un confinement et des mesures adaptées de transformation des déchets (selon le guide pour la manipulation des déchets biologiques, norme OEPP PM 3/66(2)). Cette approche est concevable sur la base d'une dérogation aux conditions nécessaires pour l'importation officielle de fruits de *Citrus* sp. en ce qui concerne l'absence de *P. citricarpa* pour des usines de transformation officiellement enregistrées et agréées. Dans les zones à risque élevé de l'UE, les usines sont situées à l'intérieur ou à proximité des zones de production de *Citrus* sp. et des mesures plus strictes de confinement, de traçabilité et de contrôle seraient nécessaires pour réduire à un niveau acceptable la probabilité de transfert de *P. citricarpa* depuis les usines de transformation à des plantes hôtes. L'efficacité d'une approche dérogatoire est évaluée comme élevée en se basant sur les arguments présentés ci-dessus. La faisabilité technique est évaluée comme forte dans la zone non à risque mais faible pour la zone à risque de l'UE compte-tenu des difficultés à implémenter le niveau de confinement et les mesures de contrôle requis dans la zone à risque. Le niveau d'incertitude de ces estimations est faible »*

Compte tenu de l'évaluation des risques décrite au point 2.3, les mesures de gestion suivantes sont identifiées pour chaque étape du process:

2.5.1 Transport des agrumes du lieu d'interception jusqu'au site de pressage

- avant transport, stockage des containers identifiés comme contaminés dans un lieu clos ;

- mise en place d'une traçabilité complète du lot contaminé jusqu'à la destruction des résidus ;
- transport du lot contaminé en container étanche et scellé jusqu'à l'usine de transformation ;
- formation du personnel en charge du transport ;

2.5.2 Stockage et traitement sur le lieu de transformation

- stockage des containers et/ou des palettes avec des lots de fruits contaminés en milieu clos ;
- information du personnel de l'usine sur les risques, et engagement du personnel à suivre les consignes de gestion des fruits et des résidus ;
- interdiction de présence de tout plant de *Citrus* sp., y compris à vocation ornementale, dans l'enceinte de l'usine ;
- prendre toutes les mesures pour qu'aucun fruit du lot identifié contaminé, avec ou sans symptôme visible, ne s'échappe du process industriel de production de jus ;
- traitement des effluents ayant été en contact avec des lots de fruits contaminés afin de garantir l'absence d'échappement de propagules viables de *P. citricarpa*.

2.5.3 Gestion des déchets de fruits des lots contaminés après transformation

- stockage des résidus de fruits provenant de lots contaminés et des eaux de ruissellement dans un lieu permettant leur gestion et leur traitement, dont l'accès est contrôlé ;
- traitement de l'ensemble des résidus issus de lots de fruits contaminés et de ses effluents garantissant l'absence d'échappement de propagules viables de *P. citricarpa* ;
- limitation du temps de stockage des résidus avant traitement à une certaine durée (de l'ordre d'une semaine) pour réduire la probabilité de dissémination de pycnidiospores ou la formation de pseudothèces ;
- dans le cas où le traitement des résidus n'aurait pas lieu sur le site de l'usine (méthanisation, destruction par incinération, etc.), le transport des résidus issus de lots de fruits contaminés doit s'effectuer dans les mêmes conditions que celui des fruits avant transformation. Le sous-traitant devra appliquer les mêmes mesures concernant le stockage et gestion des effluents garantissant l'absence d'échappement de propagules viables de *P. citricarpa*.
- déclaration et agrément par l'ONPV de l'usine de transformation et des sociétés sous-traitantes susceptibles de rentrer en contact avec les lots de fruits contaminés, de leurs résidus ou de leurs effluents ;
- exclusion de la mise en décharge et de l'utilisation en alimentation animale des résidus issus de lots de fruits contaminés compte tenu de la difficulté de garantir l'absence d'échappement de propagules viables de *P. citricarpa*.

3 Conclusions des rapporteurs

Compte-tenu des caractéristiques biologiques de *P. citricarpa* et de l'évaluation du risque de son transfert à des plants de *Citrus* sp., tels que décrits dans les parties 2.2 et 2.4 les rapporteurs considèrent qu'une approche dérogatoire autorisant l'utilisation de lots de fruits importés contaminés par *P. citricarpa* en vue de leur transformation en jus de fruits en France métropolitaine présenterait un risque sanitaire qui ne serait maîtrisable que dans certaines conditions précisées ci-après, en accord avec les préconisations de l'EFSA (2014), déclinées au niveau métropolitain. Les dérogations pourraient être accordées à une ou plusieurs unités de transformation (usines), clairement identifiées, déclarées et approuvées, à condition que : (i) les sites de transformation, ainsi que toutes les zones comprises entre le point d'interception des lots contaminés en France métropolitaine, les unités de transformation et les unités de décontamination des résidus issus du pressage, se situent dans une « zone non à risque », telle que définie en 2.4.3 (c'est-à-dire en dehors des régions Corse, PACA et Languedoc-Roussillon) ; (ii) l'ensemble des mesures de gestion décrites en 2.5, visant à garantir l'absence de toute propagule viable de *P. citricarpa* dans les résidus et effluents, soient appliquées ; (iii) ces dérogations soient à durée limitée dans le temps et renouvelables sous conditions (valorisation d'un nombre limité de lots de fruits contaminés ; vérification que l'unité de transformation ne se « spécialise » pas dans le traitement systématique de lots de fruits contaminés, préalablement interceptés dans d'autres États de l'UE ou identifiés comme tel dès l'export), ceci pour ne pas avoir à gérer des volumes trop importants de résidus contaminés, qui augmentent le risque d'établissement. Les rapporteurs proposent donc que les dérogations soient accordées pour une période d'un an, avec ré-évaluation basée sur le ratio de lots de fruits contaminés/lots de fruits sains traités dans l'année par l'unité de transformation. À l'issue de cette période, l'évolution du pourcentage de lots d'agrumes interceptés à l'entrée en France comme contaminés par *P. citricarpa* et ne provenant pas d'Afrique du Sud devra également être analysée pour s'assurer que les taux/fréquences de contamination de fruits en provenance des pays concernés (pays exportateurs hors Afrique du Sud) n'ont pas augmenté de façon importante. Il s'agira en particulier de s'assurer que la procédure dérogatoire n'induit pas indirectement un relâchement des pratiques de prévention des contaminations dans les pays exportateurs.

Dans ces conditions, l'efficacité d'une approche de dérogation est estimée haute. La faisabilité technique de la dérogation est évaluée haute pour les « zones non à risque » et faible pour les « zones à risque » c'est-à-dire les régions Corse, PACA, et Languedoc-Roussillon. En effet, dans l'ensemble des « zones à risque » la présence potentielle de culture de *Citrus* sp. aux abords d'une unité de transformation et dans la zone empruntée pour le transport des fruits contaminés ou des résidus ne permettrait pas de réduire suffisamment le risque de transfert de *P. citricarpa*, malgré l'ensemble des mesures citées précédemment. Les rapporteurs préconisent donc de ne pas accorder de dérogation à des unités de transformation localisées en zone à risque ou qui feraient appel à des sociétés sous-traitantes impliquées dans le traitement des résidus et localisées dans ces mêmes zones. De même, des lots de fruits contaminés interceptés sur le territoire métropolitain dans une « zone à risque » ne devraient pas pouvoir bénéficier de cette dérogation. L'incertitude sur les niveaux d'évaluation est jugée faible.

Date de validation du rapport d'expertise collective par le groupe de travail et par le comité d'experts spécialisé s'il n'y a pas de synthèse du CES en 1^{ère} partie : 22 mars 2016

4 Bibliographie

4.1 Publications

Doidge EM. 1929. Some Diseases citrus prevalent in South Africa. South African journal of science, 26, 320-325.

Dupin M., Reynaud P., Jarosik V., Baker R., Brunel S., Eyre D., Pergl J. and Makowski D. 2011. Effects of the training dataset characteristics on the performance of nine species distributions models : application to *Diabrotica virgifera virgifera*. Plos One, 6, 1-11

EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health). 2014. Scientific Opinion on the risk of *Phyllosticta citricarpa* (*Guignardia citricarpa*) for the EU territory with identification and evaluation of risk reduction options. EFSA Journal 2014 ; 12(2):3557, 243 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3557.

Kotzé JM. (1981) Epidemiology and control of citrus black spot in South Africa. Plant Disease, 65, 945–950.

Magarey RD., Hong SC., Fourie PH., Christie DN., Miles AK. Schutte GC. and Gottwald TR. 2015. Prediction of *Phyllosticta citricarpa* using an hourly infection model and validation with prevalence data from South Africa and Australia. Crop Protection, 75: 104-114.

Martínez-Minaya J., Conesa D., López-Quílez A, and Vicent A. 2015a. Climatic distribution of citrus black spot caused by *Phyllosticta citricarpa*. A historical analysis of disease spread in South Africa. European Journal of Plant Pathology, 143(1): 69-83.

Martinez-Minaya J, Conesa D, Lopez-Quilez A and Vicent A. 2015b. Climatic and spatial factors associated with citrus black spot. A Bayesian analysis of disease spread in South Africa. CEB-EIB. Bilbao, 23-25 September.

OEPP. 2008. Guidelines for the management of plant health risks of biowaste of plant origin. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 38, 4–9.

Perryman SAM., Clark SJ. and West JS. 2014. Splash dispersal of *Phyllosticta citricarpa* conidia from infected citrus fruit. Scientific Reports, 4 : 6568.

Sposito MB., Amorim L., Bassanezi R., Yamamoto PT, Felipe MR., and Czermainski ABC. 2011. Relative importance of inoculum sources of *Guignardia citricarpa* on the citrus black spot epidemic in Brazil. Crop Protection, 30, 1546-1552.

Truter M., Labuschagne PM., Kotzé JM., Meyer L. and Korsten L. 2007. Failure of *Phyllosticta citricarpa* pycnidiospores to infect Eureka lemon leaf litter. Australasian Plant Pathology, 36(1): 87-93.

USDA. 2010. Risk assessment of *Citrus* spp. fruit as a pathway for the introduction of *Guignardia citricarpa* Kiely, the organism that causes Citrus Black Spot disease. December 9 rev 2 https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/citrus/downloads/black_spot/cbs-risk-assessment.pdf.

Whiteside JO. 1965. Black spot disease in Rhodesia. Rhodesian Agricultural Journal, 63, 87-91

Wikee S., Lombard L., Crous PW., Nakashima C., Motohashi K., Chukeatirote E., Alias SA., McKenzie EHC. and Hyde KD. 2013 *Phyllosticta capitalensis*, a widespread endophyte of plants Fungal Diversity, 60 (1), 91-105.

4.2 Normes

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

4.3 Législation et réglementation

Décision d'exécution de la commission du 2 juillet 2014 établissant des mesures à l'égard de certains agrumes originaires d'Afrique du Sud visant à éviter l'introduction et la propagation dans l'Union de *Phyllosticta citricarpa* (McAlpine) Van der Aa [notifiée sous le numéro C(2014) 4191] (2014/422/UE)

Directive 2000/29/UE 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 (JO L 169 du 10.7.2000, p. 1)

ANNEXES

Annexe 1 : Lettre de saisine

2015 -SA- 0 2 4 3

COURRIER ARRIVE
30 NOV. 2015
DIRECTION GENERALE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGRO-ALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

Direction Générale de l'Alimentation

Service de la gouvernance et de
l'international dans les domaines
sanitaire et alimentaire
Sous-direction des affaires sanitaires
européennes et internationales
Service d'inspection vétérinaire et
phytosanitaire aux frontières (SIVEP)

251 rue de Vaugirard
75352 Paris cedex 15
FRANCE

Monsieur le Directeur Général
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail

27-31 avenue du Général Leclerc - BP 19
94701 MAISONS - ALFORT CEDEX

Paris, le 25 NOV. 2015

Dossier suivi par Denis ALLEX
Mél : sivep.sdasei.dgal@agriculture.gouv.fr
Tél. : +33 (0)1 49 55 58 24
Fax : +33 (0)1 49 55 83 14

Référence : DA/SIVEP/150314

Objet : saisine relative à l'analyse de risque lié à la transformation des fruits d'agrumes contaminés par *Phyllosticta citricarpa*, dans des conditions garantissant la maîtrise du risque de contamination du territoire de l'Union européenne.

Conformément à l'article L. 261-2 du code rural et de la pêche maritime, j'ai l'honneur de solliciter l'avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail concernant la possibilité de transformer des fruits d'agrumes contaminés par *Phyllosticta citricarpa*, dans des conditions garantissant la maîtrise du risque de contamination du territoire de l'Union européenne.

Éléments de contexte et données utiles

Les importations de fruits d'agrumes dans l'Union européenne sont régies par les dispositions de la Directive 2000/29/CE, transposée en droit français dans l'arrêté du 24 mai 2006, ces dispositions étant complétées par des mesures d'urgences spécifiques à certains pays d'origine publiées par la Commission, telle que la Décision 2014/422/UE qui concerne l'Afrique du Sud.

Dans l'état actuel de la législation européenne, les lots de fruits trouvés contaminés à l'importation peuvent être transformés avant d'être détruits, exceptés s'ils proviennent d'Afrique du Sud, puisque la Décision 2014/422/UE l'interdit explicitement.

En pratique lorsque les fruits proviennent d'une autre origine que l'Afrique du Sud, certains Etats-membres autorisent la transformation, et d'autres non, parmi lesquels la France.

Aussi, je vous saurais gré de bien vouloir examiner la question suivante :

Question

Compte tenu des caractéristiques de *Phyllosticta citricarpa*, le fait d'autoriser en France la transformation en jus des fruits d'agrumes non originaires d'Afrique du Sud contaminés par ce parasite, avant de détruire leurs résidus, présente-t-il un risque phytosanitaire qui peut être maîtrisé moyennant certaines précautions, sachant qu'il existe dans certaines régions Françaises des zones de production d'agrumes, et si oui quelles seraient ces précautions ?

Délai justifié

Je souhaiterais pouvoir disposer de votre avis dans un délai de trois mois à compter de la date de départ de ce courrier. En effet cette saisine est en relation avec un manque d'harmonisation dans la pratique du contrôle phytosanitaire à l'importation entre les Etats membres de l'Union européenne qui a un impact économique sur les opérateurs français.

Destinataires pour la réponse mail

-sivep.sdasei.dgal@agriculture.gouv.fr
-berl.sdpal.dgal@agriculture.gouv.fr

Mes services se tiennent à votre disposition pour vous apporter toute information complémentaire.

Je vous remercie de bien vouloir m'accuser réception de la présente demande.

Le directeur général de l'alimentation
Patrick DEHALMONT

Copie : SDPAL/BERL

Annexe 2 : Analyse de la procédure de validation utilisée par Magarey et al. (2015) (rédigée par D Makowski)

Magarey *et al.* (2015) comparent les simulations de leur modèle (“ascosporic score” et “pycnidiosporic score”) à des observations de prévalence collectées sur 17 sites en Australie et en Afrique du Sud. Cette comparaison pose trois problèmes : i) les auteurs n'expliquent pas clairement comment les niveaux de prévalence (absent, low, moderate, high, endemic) ont été déterminés, ii) aucun critère explicite d'évaluation n'a été utilisé par les auteurs pour évaluer la précision du modèle épidémiologique (seule la qualité des données climatiques a été évaluée quantitativement), iii) le nombre d'observations est très faible (9 sites avec des niveaux de prévalence modérés ou plus, 8 sites avec des niveaux de prévalence faibles ou une absence de maladie).

Les auteurs auraient pu utiliser des méthodes classiques pour évaluer leur modèle, notamment l'analyse ROC, souvent appliquée aux modèles simulant les invasions biologiques (voir par exemple Dupin *et al.*, 2011).

À titre d'illustration, les résultats d'une l'analyse ROC sont présentés ci-dessous. Les données de Magarey *et al.* (2015) ont été divisées en deux catégories; d'une part, les sites caractérisés par une prévalence modérée, forte ou endémique, et ceux caractérisés par une prévalence faible ou par une absence de maladie, d'autre part. La capacité des variables “ascosporic score” et “pycnidiosporic score” à discriminer ces deux types de sites a ensuite été évaluée en utilisant plusieurs critères (sensibilité, spécificité et AUC) estimés avec les logiciels R et winBUGS.

Les résultats sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous. Ce tableau montre que les valeurs estimées des critères sont proches de un. À première vue, ces résultats semblent indiquer que le modèle est précis (une valeur de 1 pour ces critères caractérise un modèle parfait). Cependant, les intervalles de confiance et de crédibilité sont très larges, ce qui montre que les critères d'évaluation sont estimés de manière imprécise. Par exemple, l'intervalle de confiance de la sensibilité pour la variable « ascosporic score » est [0.66-1]. La borne inférieure est sensiblement inférieure à 1, ce qui révèle une incertitude élevée sur les performances réelles du modèle.

Du fait de cette incertitude, on ne peut pas exclure que 34% des sites classés par le modèle dans la catégorie « faible prévalence/maladie absente » correspondent en réalité à des faux négatifs. Ce résultat ne signifie pas nécessairement que les performances du modèle sont mauvaises, mais il indique que l'incertitude concernant les performances du modèle est élevée du fait du très faible nombre de données disponibles.

Tableaux 1. Évaluation des simulations du modèle de Magarey et al. (2015) à l'aide des données présentées dans le tableau 2 du même article. Valeurs d'AUC (aire sous la courbe ROC), sensibilité et spécificité estimées en utilisant des méthodes statistiques fréquentiste et bayésienne (en italique). Les intervalles de confiance (fréquentiste) et de crédibilité (bayésien) à 95% sont présentés, lorsqu'il a été possible de les calculer. La sensibilité et la spécificité ont été calculées avec des seuils égaux à 13.4 et 48.4 pour les scores "ascosporic" et "pycnidiosporic" respectivement (ces seuils correspondent à ceux utilisés dans Magarey et al., 2015).

Critère	Ascosporic score	Pycnidiosporic score
AUC	0.96 (0.89-1) <i>0.95 (0.73-1)^a</i>	1 (-) <i>0.96 (0.76-1)^a</i>
Sensibilité	1 (0.66-1) ^b <i>0.93 (0.69-1)^c</i>	0.89 (0.52 – 1) ^b <i>0.84 (0.56-0.98)^c</i>
Spécificité	0.88 (0.47-1) ^b <i>0.82 (0.52-0.97)^c</i>	1 (0.63-1) ^b <i>0.93 (0.66-1)^c</i>

^a calculé avec la méthode de O'Malley et al. (2001). Bayesian Regression Methodology for Estimating a Receiver Operating Characteristic Curve with Two Radiologic Applications. Acad Radiol 2001; 8:713–725

^b calculé avec la méthode de Clopper, C. J. & Pearson, E. S. (1934). The use of confidence or fiducial limits illustrated in the case of the binomial. Biometrika, 26, 404–413

^c calculé avec le modèle statistique Beta-Binomial présenté dans EFSA (2012). Guidance on methodology for evaluation of the effectiveness of options for reducing the risk of introduction and spread of organisms harmful to plant health in the EU territory. EFSA Journal 2012;10(6):2755

Notes





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