

**anses**

agence nationale de sécurité sanitaire  
alimentation, environnement, travail



*Connaître, évaluer, protéger*

# Maladie du huanglongbing

Analyse du risque phytosanitaire  
pour l'Union européenne

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective  
Annexes et rapport annexe

Avril 2019 - Édition scientifique



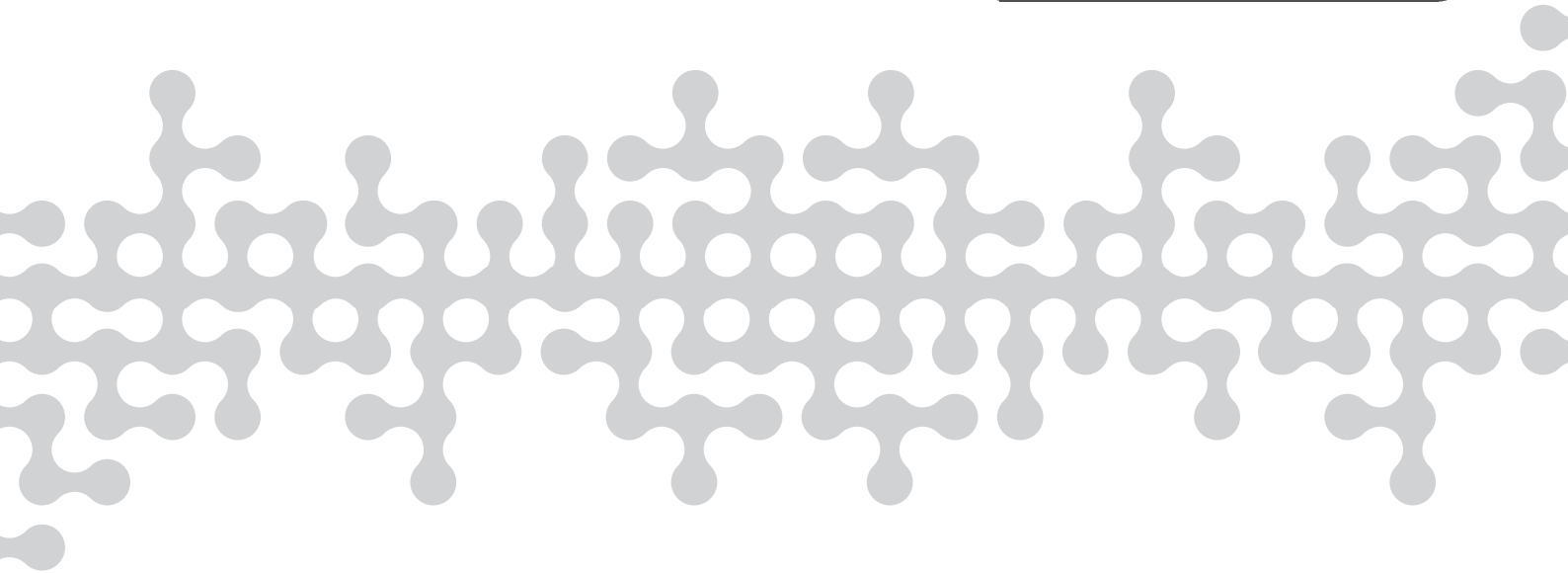


# Maladie du huanglongbing

Analyse du risque phytosanitaire  
pour l'Union européenne

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective  
Annexes et rapport annexe

Avril 2019 - Édition scientifique





Le directeur général

Maisons-Alfort, le 25 avril 2019

## **AVIS**

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

**relatif à « une analyse de risque phytosanitaire pour la maladie du huanglongbing pour  
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 à 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 publiés sur son site internet.*

---

L'Anses a été saisie le 31 octobre 2016 par la DGAI pour la réalisation de l'expertise suivante : Saisine relative à une analyse de risque phytosanitaire pour la maladie du huanglongbing pour l'Union européenne.

## **1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE**

### **1.1. Contexte**

La maladie du huanglongbing (HLB) (ou *citrus greening* ou « maladie du dragon jaune ») constitue aujourd'hui l'un des dangers phytosanitaires les plus importants pour les cultures d'agrumes. L'introduction et la dissémination des différentes espèces de *Candidatus Liberibacter* spp. (CL), dont les trois espèces *africanus*, *americanus*, et *asiaticus* sont les agents causaux de cette maladie, sont de ce fait interdites par la réglementation phytosanitaire de l'Union européenne (Annexe I, Partie A, Chapitre 1 de la Directive 2000/29/CE, version Juin 2014).

Cette maladie est présente dans une grande partie de l'Asie du Sud-Est, sur les continents américain et africain et absente de l'Europe. Pour ce qui de l'Outre-mer français, elle est notamment présente dans les Antilles et sur l'Île de la Réunion.

Durant l'été 2015, la présence de la maladie fut suspectée dans un verger d'agrumes au Portugal dans la région d'Algarve. Néanmoins, suite à des tests supplémentaires de détection de cette bactérie couplés à un suivi et un programme d'échantillonnage intensifs, la région a été déclarée indemne de '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' par l'organisation nationale de la protection des végétaux (ONPV) du Portugal (EPPO, Rsf-1602).

Par ailleurs, la maladie a été signalée la même année pour la première fois au nord de l'Afrique et plus particulièrement en Égypte, pays exportateur de fruits d'agrumes vers le territoire européen (Tolba et Soliman, 2015)<sup>1</sup>.

## **1.2. Objet de la saisine**

Afin de protéger les pays européens méditerranéens producteurs d'agrumes de possibles impacts économiques dus à cette bactérie, il est demandé de procéder à une évaluation du risque pour l'ensemble de l'Union européenne, visant à prévenir l'introduction de cet organisme sur le territoire européen et empêcher sa dissémination s'il est introduit car un de ces vecteurs, *Trioza erythrae*, est présent au Portugal et en Espagne.

Il est donc demandé de réaliser une analyse de risque phytosanitaire pour *Candidatus Liberibacter spp.* pour l'ensemble de l'Union européenne.

## **2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE**

### **2.1. Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation**

L'Anses a confié au groupe de travail « HLB », rattaché au comité d'experts spécialisé (CES) « Risques biologiques pour la santé des végétaux » l'instruction de cette saisine.

Les travaux d'expertise du groupe de travail ont été soumis régulièrement au CES « Risques biologiques pour la santé des végétaux » (tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques). Les travaux ont été présentés au CES pour discussion, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques, le 08/11/2016, le 17/01/2017, le 14/03/2017, le 08/06/2017, le 12/09/2017, le 07/11/2017, le 23/01/2018, le 20/03/2018, le 15/05/2018, le 04/07/2017, le 18/09/2018, le 13/11/2018 et le 22/01/2019.

Un rapport intermédiaire sur cette saisine a été émis par l'Agence le 23 octobre 2018.

Le rapport produit par le groupe de travail tient compte des observations et éléments complémentaires formulés par les membres du CES et les conclusions du rapport ont été adoptées à l'unanimité 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) ».

### **2.2. 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 publiées sur le site internet de l'agence ([www.anses.fr](http://www.anses.fr)).

---

<sup>1</sup> Il convient de préciser qu'entre le moment où la saisine a été adressée à l'Anses et le moment où l'ARP a été instruite, l'Égypte a été considérée exempte du HLB par l'ONPV.

### 3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES ET DU GT

#### 3.1. Catégorisation

Les bactéries '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' (CLas), '*Candidatus Liberibacter africanus*' (CLaf), '*Candidatus Liberibacter americanus*' (CLam), responsables de la maladie du HLB, sont des organismes réglementés (Annexe I, Partie A, Chapitre 1 de la Directive 2000/29/CE). Elles sont véhiculées et transmises aux agrumes cultivés par deux insectes vecteurs, des psylles des espèces *Diaphorina citri* et *Trioza erytreae*, qui sont également des organismes réglementés (Annexe I Partie A de la Directive n°2000/29/CE).

La zone d'analyse de risque phytosanitaire (ARP) est l'Union européenne (UE). Elle comprend les Açores et Madère mais les Iles Canaries en sont exclues. Aucune des trois bactéries n'est présente dans l'UE. Il en est de même pour *Diaphorina citri*. En revanche, *Trioza erytreae* est présent en Espagne et au Portugal, y compris à Madère.

La transmission de la maladie peut également se faire par greffage de greffons infectés ou à partir de porte-greffes infectés. Par ailleurs, les bactéries *Candidatus Liberibacter* spp. (CL spp.) sont transmises par plusieurs espèces de plantes parasites du genre *Cuscuta* en conditions expérimentales.

Les plantes hôtes des bactéries CL spp. appartiennent, pour l'essentiel, à la famille des Rutacées parmi laquelle se trouve le genre *Citrus* dont les espèces et hybrides sont intensivement cultivées dans les pays du sud de l'UE. Dans leur zone de répartition actuelle, les trois espèces bactériennes ont un impact négatif sur le rendement (chute précoce des fruits), sur la qualité de la récolte (dégradation de la qualité des jus de fruits) et sur les arbres (physiologie dégradée, mort prématurée). Les symptômes de chlorose induits par les CL spp. sur citrus peuvent prêter à confusion et s'apparenter à un stress abiotique de type carence nutritive.

Les parties de la zone ARP les plus menacées couvrent toutes les régions productrices d'agrumes (sud du Portugal, sud et est de l'Espagne, Corse, sud de l'Italie, Sicile, Grèce, Croatie, Chypre, Malte).

#### 3.2. Conclusion de l'évaluation du risque phytosanitaire

##### Entrée

Les 8 filières jugées pertinentes ont pris en compte l'entrée du HLB à partir de l'importation de matériel végétal infecté ou via des insectes vecteurs.

Les 4 filières d'entrée du HLB via des végétaux destinés à la plantation (plants, greffons, semences) ou parties de végétaux destinés à la consommation (feuillages et fruits) infectés sont :

- Plants et greffons (ou baguettes) de *Citrus* spp. et plants de *Murraya paniculata* (filière 1 : « F1 ») ;
- Semences de *Citrus* spp. et de *Murraya* spp. (filière 2 : « F2 ») ;
- Les fleurs coupées/branchages coupés/feuillages de *M. paniculata* et de *Citrus hystrix* (filière 3 : « F3 ») ;
- Les fruits de *Citrus* spp. (filière 4 : « F4 »).



Les 4 filières d'entrée via des insectes vecteurs, contaminés ou non, sont :

- Plants de *Citrus* spp. (filière 5 : « F5 ») ;
- Plants de *M. paniculata* (filière 6 : « F6 ») ;
- Les feuilles fraîches destinées à la consommation de *Murraya koenigii* et de *Citrus hystrix* (filière 7 : « F7 ») ;
- Les fruits de *Citrus* spp. (comportement autostoppeur) (filière 8 : « F8 »).

La filière plants et semences de *Cuscuta* spp. (plante parasite obligatoire) a été écartée pour plusieurs raisons, notamment car aucune importation intentionnelle de plants et de semences n'est envisageable. En revanche, l'entrée de cette espèce pourrait se faire par contamination d'autres semences importées.

Des mesures phytosanitaires existent pour l'importation vers l'UE de fruits, de semences et de plants destinés à la plantation de plusieurs espèces de Rutacées. L'analyse du risque phytosanitaire effectuée par le GT ne prend pas en compte la mise en application de ces mesures phytosanitaires spécifiques lors de l'évaluation du risque phytosanitaire pour ces filières. Néanmoins, il est important de rappeler que les mesures phytosanitaires liées à la réglementation ont un effet inévitable sur certains paramètres pris en considération dans l'analyse comme, par exemple, les volumes d'importations qui sont supposés être inexistantes quand les parties végétales sont interdites d'importation.

La probabilité d'entrée des CL spp. la plus élevée dans la zone ARP concerne la filière des plants ou des greffons de *Citrus* spp. et de *Murraya paniculata* (filière dite « F1 »). En l'absence de réglementation comme mentionné plus haut, si ces plants ou greffons proviennent de régions infectées, la probabilité d'association à l'origine serait élevée, ainsi que la probabilité de survie des bactéries lors du transport. En l'absence de contrôle par les procédures de quarantaine existantes, la probabilité que les bactéries entrent dans la zone ARP sans être détectées est élevée. Cette association à l'origine et cette survie sont associés à une forte probabilité de transfert de la maladie en vergers par plantation 'de plants destinés à la plantation' contaminés, elle-même accentuée par la présence du psylle vecteur, *T. erytrae*, dans la zone menacée. Cette succession d'évènements favorables à l'entrée du HLB (association à l'origine, survie, transfert) concerne également les filières plants de citrus et plants de *Murraya* (filières dites « F5 » et « F6 » respectivement), porteurs potentiels de psylles contaminés par le HLB. Ainsi, le risque d'entrée dans la zone ARP du vecteur non encore présent (*D. citri*) a été jugé probable avec un niveau d'incertitude modéré, les filières correspondantes les plus à risque étant celles des plants importés (filières « F5 » – plants de *Citrus* - et « F6 » – plants de *Murraya paniculata*).

Néanmoins, il est important de noter que, malgré l'existence de la réglementation qui devrait garantir une réduction du risque à l'entrée, des signalements de vergers plantés avec des citrus et la commercialisation en pépinières de plants de *Murraya*, en provenance de pays contaminés ont été rapportés dans la zone ARP. Ces importations illégales constituent une filière d'entrée de matériel à risque.

L'analyse des autres filières a montré que l'entrée des bactéries et/ou des insectes vecteurs via ces filières est improbable par défaut d'association à l'origine ou de faible survie pendant le transport ou d'improbabilité de transfert, et ce malgré l'existence de flux d'importation volumineux et fréquents comme c'est le cas des fruits d'agrumes. Les incertitudes portent sur la quantification



précise des flux de certains produits végétaux, notamment les feuillages de *Murraya paniculata* et de *Citrus hystrix* par exemple, et sur certains aspects de la biologie comme la survie des insectes lors du transport.

La probabilité globale d'entrée des bactéries responsables du HLB en considérant l'ensemble des filières a été jugée probable avec un niveau d'incertitude faible.

## **Établissement**

Les principaux facteurs écologiques qui influencent le potentiel d'établissement du HLB sont les plantes hôtes, le climat et les vecteurs.

Les citrus, plantes hôtes des bactéries CL spp., sont largement cultivés dans les régions méditerranéennes de la zone ARP. Les régions où les conditions climatiques de la zone ARP sont favorables à l'établissement des bactéries responsables du HLB, car similaires à celles de la zone de répartition actuelle, sont les régions tempérées ou à climats chauds (climats de type Csa et Csb selon la classification de Koppen-Geiger). Par ailleurs, les bactéries responsables du HLB sont largement établies dans de nouvelles zones, hors de la zone d'origine de la maladie, et présentent des traits d'adaptation. Enfin, des symptômes peu spécifiques et une longue période de latence de la maladie (de 3 mois à deux ans) avant l'expression de ces derniers facilitent non seulement son entrée mais également son établissement (avant d'éventuelles mesures d'éradication) puis sa dissémination.

Les vecteurs constituent des espèces essentielles à l'accomplissement du cycle du HLB, notamment aux étapes de transmission et de dissémination. Les conditions climatiques de la zone d'établissement potentiel sont également favorables aux insectes vecteurs des bactéries responsables du HLB, *D. citri* et *T. erytrae*. *T. erytrae* s'est largement établi en dehors de sa zone d'origine, comme récemment dans la péninsule ibérique (nord du Portugal et en Galice, dans le nord-ouest de l'Espagne). Selon les observations disponibles, *D. citri* a également une forte capacité d'établissement dans de nouvelles zones. Ces facteurs, couplés à la présence des plantes hôtes et l'absence de compétiteurs et ennemis naturels, sont favorables à l'établissement des vecteurs.

La probabilité globale d'établissement des bactéries responsables du HLB ainsi que de ses vecteurs a donc été jugée élevée avec une incertitude faible.

## **Dissémination**

La vitesse de dissémination du HLB a été jugée élevée avec un niveau d'incertitude faible. La dissémination naturelle est probable via *T. erytrae* qui est déjà présent dans la zone ARP et pourrait être accentuée en cas d'introduction de *D. citri* qui est en constante expansion (en Afrique de l'Est notamment). En effet, la vitesse de dissémination des insectes vecteurs est considérée élevée avec un niveau d'incertitude faible, la présence de plantes-hôtes et les conditions climatiques de la zone d'établissement potentiel étant favorables à ces deux insectes vecteurs.

De plus, les activités humaines représentent un moyen important de dissémination à longue distance du HLB (par des plants destinés à la plantation ou des greffons contaminés) ou des insectes eux-mêmes (par le transport de marchandises infestées par les insectes vecteurs).

En revanche, il est plus difficile de déterminer i) la durée nécessaire pour que le HLB atteigne son étendue maximale dans la zone ARP et ii) la proportion de la zone d'établissement potentiel envahie par le HLB au bout de 5 ans compte tenu de la diversité des zones climatiques, de la densité de plantation d'agrumes variable selon les régions et de la période de latence pour l'expression de la maladie au sein de la zone ARP.

### **Importance économique**

Dans la zone de répartition actuelle du HLB et de ses vecteurs, les méthodes de lutte mises en œuvre n'ont pas réussi à éradiquer la maladie ou à maintenir son impact en dessous d'un seuil économique acceptable. Au regard de ces observations, les impacts agro-socioéconomiques potentiels dans la zone ARP menacée (pays producteurs d'agrumes) sont en résumé : une perte importante de rendement, une diminution de la qualité des fruits et, à moyen terme, la mort des arbres, la perte de revenus et d'emplois. La maladie du HLB peut accentuer l'impact négatif d'une autre maladie (comme celle du chancre des citrus) et accélérer nettement le dépérissement des arbres.

### **Conclusion générale de l'évaluation du risque phytosanitaire**

Trois espèces de bactéries *Candidatus Liberibacter* (CL spp.) ('*Candidatus Liberibacter asiaticus*', '*Candidatus Liberibacter africanus*', '*Candidatus Liberibacter americanus*') sont responsables de la maladie du HLB.

Les principales plantes hôtes des bactéries CL spp. sont les agrumes qui sont intensivement cultivés dans les pays du sud de l'UE. Toutes les régions productrices d'agrumes (sud du Portugal, sud et est de l'Espagne, Corse, sud de l'Italie, Sicile, Grèce, Croatie, Chypre, Malte) sont donc menacées.

Les bactéries CL spp. sont véhiculées et transmises aux agrumes cultivés par le matériel végétal contaminé (dont les greffons ou les porte-greffes infectés) et deux psylles des espèces *Diaphorina citri* et *Trioza erytreae*.

La probabilité globale d'entrée de HLB (combinaison des 8 filières d'entrée) a été jugée probable avec un niveau d'incertitude faible. Les plants de citrus et de *Murraya* destinés à la plantation sont les filières les plus à risque car elles permettent l'entrée des bactéries elles-mêmes ainsi que des vecteurs contaminés, si elles proviennent de pays contaminés en absence d'une application efficace de la réglementation.

La probabilité globale d'établissement dans la zone ARP a été jugée élevée (avec une incertitude faible) en tenant compte du i) du climat favorable, ii) de la présence des agrumes, iii) du potentiel adaptatif des bactéries et iv) de la capacité d'établissement des insectes vecteurs en dehors de leur zone d'origine.

La vitesse de dissémination des bactéries CL spp. a été jugée élevée (avec un niveau d'incertitude faible) compte tenu de la vectorisation de la maladie par *D. citri* et *T. erytreae* et du rôle joué par les activités humaines dans la dissémination via le transport de marchandises contaminées.

Les impacts économiques potentiels affectant quantitativement et qualitativement la production ainsi que l'intégrité des vergers, sont jugés d'autant plus importants que l'ensemble des régions productrices d'agrumes de la zone ARP seront menacées.

Le risque identifié est majeur et est donc jugé inacceptable ce qui nécessite la prise en considération de la gestion du risque phytosanitaire.

### **3.3. Conclusion sur la gestion du risque phytosanitaire**

#### **Réglementation**

La réglementation en vigueur n'empêchant pas l'existence d'importations illégales, un renforcement des contrôles (marchandises, voyageurs) en cohérence avec celle-ci et des exigences particulières pour le matériel autorisé à entrer dans la zone ARP permettrait d'éviter l'importation des végétaux (plants, greffons, etc.) potentiellement porteurs de HLB et de vecteurs.

L'interdiction du transfert de matériel végétal frais de zones infestées par *T. erythrae* vers des zones indemnes est une mesure à maintenir dans le but d'empêcher l'introduction de l'insecte dans les zones indemnes de la zone ARP. Il en est de même pour le respect des exigences réglementaires vis-à-vis des fruits (absence de pédoncules et de feuillages pour les fruits en provenance de pays tiers et exigences particulières pour les fruits originaires de l'UE et pouvant porter des feuilles et pédoncules).

Une incertitude forte subsistera toujours pour les zones déclarées indemnes de HLB et de ses vecteurs, notamment dans les pays producteurs d'agrumes ne disposant pas d'une forte capacité d'analyse et d'expertise par les organisations nationales de protection des végétaux (ONPV). Une sensibilisation régulière et une formation des agents de ces services est à recommander. Il faut également rappeler que la maladie pouvant avoir un impact sur le commerce, les déclarations officielles de sa présence, ou de celle de ses vecteurs peuvent être retardées. Les pays signataires de la CIPV<sup>2</sup> sont normalement tenus de faire la déclaration de présence de la maladie ou de ses vecteurs dès que celle-ci est confirmée.

#### **Proposition de mesures pour limiter la dissémination des vecteurs**

##### *Mesures de surveillance*

Des mesures de surveillance de CL spp. et de ses vecteurs à l'intérieur des pays de la zone ARP non encore infestés (pourtour méditerranéen notamment) et dans l'archipel des Açores sont recommandées comme celles qui sont déjà pratiquées pour *T. erythrae* en Espagne et au Portugal, pays producteurs d'agrumes infestés par ce vecteur. En dehors de la zone actuellement infestée, les enquêtes sentinelles au niveau des particuliers sont souvent utilisées pour rechercher continuellement de nouvelles épidémies et les détecter le plus tôt possible.

Au-delà de la zone ARP, pour l'espèce *T. erythrae*, présente aux Iles Canaries mais absente des autres pays du pourtour méditerranéen, une surveillance particulière pourrait être mise en œuvre (si elle n'existe pas déjà) afin de suivre le statut phytosanitaire de ces pays et de sécuriser les échanges entre l'UE et ses partenaires commerciaux. Un réseau d'observations et une

---

<sup>2</sup> CIPV : Convention internationale pour la protection des végétaux

centralisation des données pourraient ainsi être envisagés comme cela est le cas pour d'autres ravageurs (criquets) du continent africain.

Pour *D. citri*, signalé dans la péninsule arabique, une surveillance particulière pourrait être proposée (si elle n'est déjà réalisée par les ONPV concernées) dans la partie orientale du bassin méditerranéen, afin d'établir précisément le statut phytosanitaire de cette région suite à d'éventuelles introductions naturelles ou par assistance humaine.

#### *Actions d'informations et de sensibilisation auprès des pépiniéristes et des voyageurs*

Les plantes de la famille des Rutacées et, de manière plus globale, certaines espèces hôtes des vecteurs et de la maladie sont commercialisées sur Internet ou via les marchés de particuliers à particuliers. Il serait souhaitable d'effectuer un recensement des pépiniéristes proposant la vente en ligne des espèces potentiellement hôtes des psylles vecteurs et de la maladie afin de les informer du risque. L'impact de mesures encore plus drastiques (interdiction totale de commercialisation) pourra être évalué.

La sensibilisation au risque lié à l'introduction de HLB et l'information sur la réglementation en vigueur restent des mesures à prendre auprès des voyageurs.

Enfin les échanges officiels de matériel végétal à l'intérieur de la zone ARP (en particulier entre la Corse, l'Espagne et les autres zones de production de matériel garanti sain) mériteraient d'être mieux caractérisés. En effet, les informations relatives aux mouvements de marchandises dans la zone intra-européenne sont peu précises dans la caractérisation de certaines espèces végétales, en l'occurrence les plantes ornementales hôtes potentielles des vecteurs.

#### **Recommandations pour lever certaines incertitudes**

Certaines recommandations pourraient contribuer à lever le doute sur des incertitudes identifiées tout au long de l'analyse, en lien avec le manque de certaines connaissances.

Une incertitude existe encore dans le cas de la plante hôte *Murraya paniculata*, notamment concernant l'entrée de la maladie par des plants destinés à la plantation qui proviendrait de zones contaminées par la maladie mais qui échapperaient au contrôle à l'entrée d'un pays de la zone ARP, comme par exemple un pays européen importateur non producteur d'agrumes.

Une interdiction totale de l'importation des plants et des feuillages frais des espèces du genre *Murraya* depuis les pays tiers (exempts ou non de HLB) serait un moyen supplémentaire de contrôle dont l'impact sur le commerce international n'est pas connu.

Un manque de connaissances a été identifié également sur la présence, dans la zone ARP, des plantes-hôtes potentielles, sauvages en particulier, de la maladie et de ses vecteurs.

Des observations régulières sur ces plantes serait à recommander, essentiellement de la famille des Rutacées. Une sensibilisation des associations d'amateurs ou de clubs de botanistes effectuant des relevés ou des observations (sciences participatives) pourrait être envisagée avec une centralisation des données.

Peu d'études fondamentales ont été menées sur les sauts d'hôtes potentiels de *Candidatus Liberibacter* (CL) spp. Dans la zone ARP, des études expérimentales de transmission par les

cuscutes de CL spp., suggèrent que les cuscutes peuvent jouer le rôle de vecteur et être responsables de l'infection des citrus par les CL spp.

Des études complémentaires sur le potentiel de transmission du HLB par les insectes autres que les vecteurs connus, mais identifiés comme porteurs, à l'exemple de l'espèce de cochenille très commune *Ferrisia virgata*, seraient souhaitables. Par ailleurs, peu d'informations ont également été collectées sur la présence de plantes hôtes de *T. erytrae* dans les zones géographiques situées entre les zones de présence actuelle et les zones indemnes (en Espagne par exemple).

#### **4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE**

L'Anses endosse les conclusions du CES Risques biologiques pour la santé des végétaux et du Groupe de travail huanglongbing (HLB).

L'Anses rappelle qu'une durée de longueur variable est mise en évidence entre le signalement des insectes vecteurs et la mise en évidence des dégâts du HLB. En effet, historiquement, les bactéries responsables du HLB ont été détectées longtemps après l'établissement du vecteur dans une région donnée comme cela a été le cas en Floride, à Cuba, au Mexique (7ans), en Martinique (2 ans) et au Brésil (62 ans) par exemple. De plus, les observations réalisées sur le HLB dans sa zone de répartition actuelle montrent qu'il n'existe pas, pour le moment, de mesures efficaces pour atténuer l'incidence du HLB une fois la maladie établie. Cela amène l'Agence à souligner l'importance des options de gestion du risque à déployer avant l'arrivée du HLB, en présence des vecteurs.

La prévention de l'entrée du HLB ainsi que celle des insectes vecteurs, notamment *Diaphorina citri*, encore absent de la zone de la zone d'analyse du risque phytosanitaire (ARP, p.m. l'Union européenne pour le présent avis), passe par le respect strict de la réglementation en vigueur en termes d'interdiction des filières de végétaux destinés à la plantation et d'exigences particulières sur les filières destinées à la consommation. L'Anses recommande également des actions de sensibilisation auprès des voyageurs sur les risques liés aux introductions de matériel végétal de la famille des Rutacées à des fins ornementales, de production ou de consommation, d'autant plus que ce matériel pourrait ne pas correspondre aux exigences phytosanitaires définies par la réglementation et pourrait passer les frontières sans contrôle.

Parmi les options de gestion disponibles pour limiter l'établissement de la maladie, l'Anses recommande un renforcement des plans de surveillance du territoire vis-à-vis du HLB et des psylles (aussi bien *Trioza erytrae* présent dans la zone ARP que *Diaphorina citri* encore absent) particulièrement dans les zones productrices d'agrumes sur le pourtour méditerranéen de la zone ARP. Des plans d'urgence pour la surveillance, l'éradication et l'enrayement<sup>3</sup> vis-à-vis du HLB ainsi que des psylles devraient être déployés dans la zone menacée. Cela permettrait une détection plus rapide des plantes hôtes asymptomatiques et des foyers de vecteur isolés. L'élimination des plantes contaminées et des vecteurs qui en résulterait, renforcerait l'efficacité de la stratégie de lutte contre le HLB. L'Anses souligne l'importance de l'analyse d'échantillons issus

<sup>3</sup> Traduction de l'expression 'contingency plan'

de matériels asymptomatiques dans les régions où l'un des vecteurs est présent. En ce qui concerne la dissémination, les options de gestion recommandées concernent la restriction des mouvements de matériel végétal, dans la zone ARP, entre zones contaminées par les psylles (et dans un second temps, le HLB si la maladie est établie) et zones non contaminées. L'Anses recommande également des actions de sensibilisation auprès des pépiniéristes sur les risques liés aux Rutacées commercialisées sur internet ou via les marchés de particuliers à particuliers.

Enfin, au regard du même constat d'absence de moyens efficaces pour atténuer l'incidence du HLB, une fois la maladie établie, l'Anses appuie les recommandations à la recherche dans l'objectif de développer de tels moyens. Parmi les pistes de recherche, celle qui semble la plus prometteuse est la poursuite des efforts de sélection d'espèces ou de variétés résistantes, au moins partiellement, au HLB. Concernant les insectes vecteurs, sur la base de l'expérience réussie dans différents pays (diminution des populations des psylles vecteurs, et même absence de détection des populations de *T. erythrae* à la Réunion, après lâchers d'Hyménoptères parasitoïdes spécifiques), des recherches complémentaires sont recommandées pour étudier l'intérêt et la possibilité d'appliquer la stratégie de lutte biologique par acclimatation dans la zone ARP, comme cela est programmé en Espagne.

Dr Roger Genet

#### **MOTS-CLÉS**

HLB, huanglongbing, analyse de risque phytosanitaire (ARP), Union européenne, région méditerranéenne, agrumes, *Citrus* spp., *Murraya paniculata*, Rutaceae, *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter africanus*, *Candidatus Liberibacter americanus*, psylle vecteur, *Trioza erythrae*, *Diaphorina citri*.

HLB, huanglongbing, phytosanitary risk analysis (PRA), European Union, mediterranean area, citrus, *Citrus* spp., *Murraya paniculata*, Rutaceae, *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter africanus*, *Candidatus Liberibacter americanus*, psylla vector, *Trioza erythrae*, *Diaphorina citri*.

---

## **Saisine relative à une analyse de risque phytosanitaire pour la maladie du huanglongbing pour l'Union européenne**

---

**Saisine « n° 2016-SA-0235 - HLB »**

### **RAPPORT d'expertise collective**

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

**« Groupe de travail HLB »**

**Janvier 2019**



## Mots clés

---

HLB, huanglongbing, analyse de risque phytosanitaire (ARP), *Citrus* spp., *Murraya paniculata*, Rutaceae, *Candidatus* Liberibacter asiaticus, *Candidatus* Liberibacter africanus, *Candidatus* Liberibacter americanus, psylle vecteur, *Trioza erytreae*, *Diaphorina citri*

HLB, huanglongbing, phytosanitary risk analysis (PRA), *Citrus* spp., *Murraya paniculata*, Rutaceae, *Candidatus* Liberibacter asiaticus, *Candidatus* Liberibacter africanus, *Candidatus* Liberibacter americanus, psylla vector, *Trioza erytreae*, *Diaphorina citri*

## Présentation des intervenants

**PRÉAMBULE** : Les experts 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 (GT)

---

#### Président

M. Pierre SILVIE – Entomologiste – IRD

#### Membres

M. Gilles CELLIER – Bactériologiste – Anses

M. Laurent GENTZBITTEL – Bactériologiste – École Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse

M. Pierre MARTIN – Méthodologie de l'évaluation – Cirad

Mme Maria MILAGROS LOPEZ – Bactériologiste – IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias)

M. Philippe RYCKEWAERT – Entomologiste – Cirad

### RAPPORTEURS

---

M. Nicolas SAUVION – Entomologiste – INRA

## 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 (du 01/01/2015 au 31/08/2018)

### Président

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

M. Philippe REIGNAULT – Professeur des universités, Université du Littoral Côte d'Opale, Unité de Chimie Environnementale et Interactions sur le Vivant (démissionnaire fin mai 2018)

### Membres

Mme Marie-Hélène BALESDENT – Directrice de recherche, INRA de Versailles-Grignon, UR BIOlogie et GEstion des Risques en agriculture

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

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

M. Nicolas DESNEUX – Directeur 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 – Directeur de recherche, INRA de Lusignan, UR Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères

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

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

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

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

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

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

Mme Valérie VERDIER – Directrice de recherche, IRD, UMR Résistance des Plantes aux Bioagresseurs (démissionnaire depuis octobre 2017)

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

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

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

■ CES Risques Biologiques pour la Santé des Végétaux (depuis le 01/09/2018)

**Président**

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

**Membres**

Mme Marie-Hélène BALESDENT – Directrice de recherche, INRA de Versailles-Grignon, UR BIOlogie et GEStion des Risques en agriculture

Mme Françoise BINET – Directrice de recherche, CNRS, UMR ECOBIO Rennes

M. Antonio BIONDI – Enseignant-Chercheur, Université de Catagne, Département Agriculture, Alimentation et Environnement, Italie

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

M. Christophe CLEMENT – Professeur des Universités, Université de Reims Champagne Ardenne, Unité RIBP Résistance induite et Bioprotection des Plantes

Mme Péninna DEBERDT – Chercheur, CIRAD, UPR HORTSYS

M. Nicolas DESNEUX – Directeur 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 – Directeur de recherche, INRA de Lusignan, UR Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères

M. Laurent GENTZBITTEL – Professeur des Universités, Institut National Polytechnique de Toulouse, Laboratoire d'Écologie Fonctionnelle et Environnement

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

M. David MAKOWSKI – Directeur de recherche, INRA AgroParisTech Paris-Saclay, UMR d'Agronomie

M. Arnaud MONTY – Enseignant-chercheur, Université de Liège - Faculté de Gembloux Agro-Bio Tech, Department BIOSE, Biodiversity and Landscape Unit

Mme Maria NAVAJAS – Directrice de recherche, INRA Montpellier, UMR CBGP Centre de biologie pour la gestion des populations

M. Xavier NESME – Ingénieur de recherche, INRA, Centre Auvergne-Rhône Alpes, UMR Écologie microbienne

M. Stéphan STEYER – Attaché scientifique, Centre wallon de Recherches Agronomiques, Département Sciences du Vivant, Responsable Virologie Végétale

M. Éric VERDIN – Ingénieur de recherche, INRA, Centre PACA Avignon, Unité de pathologie végétale

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

M. Thierry WETZEL – Directeur de recherche, DLR RHEINPFALZ

---

## **PARTICIPATION ANSES**

### **Coordination scientifique**

Mme Christine TAYEH – Coordinatrice scientifique – Anses

M. Emmanuel GACHET – Coordinateur scientifique – Anses

### **Contribution scientifique : Construction de cartes**

Mme Pauline DE JERPHANION – Unité Epidémiologie et appui à la surveillance – Anses

---

## **AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES**

M. Bernard AUBERT – CIRAD - Agronome (retraité)

M. Sétamou MAMOUDOU – Texas A&M University - Entomologiste

M. Nicolas SAUVION – INRA - Entomologiste

---

## **CONTRIBUTIONS EXTÉRIEURES AU(X) COLLECTIF(S)**

Enquête auprès des ONPV des Etats Membres de l'Union européenne

Échanges avec et réception de documents de Dr. Giuseppe Cocuzza (Università degli Studi di Catania, Italie), Ricardo Tumminelli (Servizio Fitosanitario, Italie), Dr. Maria da Conceição de Lemos Viana Boavida (INIAV, Portugal), Maria Claudia Duarte de Araujo e Sa (Diretora de Serviços de Sanidade Vegetal, DGAV, Portugal), Ivana Jakovljević (Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Croatie), Vitor Hugo Beloti (PhD Student, ESALQ/USP, Brésil).

## SOMMAIRE

<b>Présentation des intervenants</b> .....	<b>3</b>
<b>Sigles et abréviations</b> .....	<b>9</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>10</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>12</b>
1 Contexte, objet et modalités de réalisation de l'expertise.....	13
1.1 Contexte.....	13
1.2 Objet de la saisine.....	13
1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation .....	13
1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts. ....	14
2 Méthodologie mise en œuvre par le groupe de travail .....	15
2.1 Introduction .....	15
2.2 Méthodologie pour la recherche et la structuration de la bibliographie.....	15
3 Analyse de risque phytosanitaire (ARP).....	17
3.1 Etape 1 : Initiation .....	17
3.2 Etape 2 : Evaluation du risque phytosanitaire .....	30
3.2.1 Section A : Catégorisation de l'organisme nuisible .....	30
3.2.1.1 Identifier l'organisme nuisible (ou l'organisme nuisible potentiel).....	30
3.2.1.2 Déterminer si l'organisme est nuisible.....	31
3.2.1.3 Présence ou absence dans la zone ARP et situation réglementaire de l'organisme nuisible.....	33
3.2.1.4 Possibilités d'établissement et de dissémination dans la zone ARP .....	33
3.2.1.5 Possibilités de conséquences économiques dans la zone ARP.....	46
3.2.1.6 Conclusion de la catégorisation de l'organisme nuisible .....	49
3.2.2 Section B : Évaluation de la probabilité d'introduction et de dissémination et des conséquences économiques éventuelles .....	50
3.2.2.1 Probabilité d'introduction et de dissémination .....	50
3.2.2.1.1 Probabilité d'entrée d'un organisme nuisible.....	50
3.2.2.1.2 Probabilité d'établissement .....	109
3.2.2.2 Probabilité de dissémination .....	122
3.2.2.3 Eradication, enrayement et populations transitoires de l'organisme nuisible .....	127
3.2.2.4 Evaluation des conséquences économiques éventuelles .....	129
3.2.2.4.1 Impact économique "sensus-stricto".....	129
3.2.2.4.2 Impact environnemental.....	142
3.2.2.4.3 Impact Social.....	144
3.2.2.4.4 Autres impacts économiques .....	146
3.2.2.4.5 Conclusion de l'évaluation des conséquences économiques.....	146
3.2.3 Conclusion de l'évaluation du risque phytosanitaire.....	148
3.3 Etape 3 : Gestion du risque phytosanitaire .....	151
3.3.1 Acceptabilité du risque.....	151
3.3.2 Mesures phytosanitaires existantes.....	154
3.3.3 Conclusion de la Gestion du risque phytosanitaire .....	158
3.3.3.1 Existence de manque de connaissances et d'incertitudes .....	158
3.3.3.2 Réglementation .....	159
3.3.3.3 Proposition de mesures pour limiter la dissémination des vecteurs dans la zone ARP.....	160
3.3.3.4 Autres recommandations .....	161

4	Bibliographie .....	163
<b>4.1</b>	<b>Publications .....</b>	<b>163</b>
4.1.1	Articles scientifiques .....	163
4.1.2	Rapports et ouvrages.....	186
4.1.3	Sources électroniques .....	187
<b>4.2</b>	<b>Normes .....</b>	<b>188</b>
<b>4.3</b>	<b>Législation et réglementation .....</b>	<b>188</b>
	ANNEXES .....	189
	<b>Annexe 1 : Lettre de saisine .....</b>	<b>190</b>
	<b>Annexe 2 : Questionnaire envoyé aux ONPV européennes.....</b>	<b>191</b>
	<b>Annexe 3 : Distribution des espèces de <i>Candidatus Liberibacter</i> selon EPPO 2017.....</b>	<b>196</b>



## Sigles et abréviations

ARP : analyse de risque phytosanitaire

CLaf : *Candidatus Liberibacter africanus*

CLam : *Candidatus Liberibacter americanus*

CLas : *Candidatus Liberibacter asiaticus*

EPPO : European and Mediterranean Plant Protection Organization

HLB : huanglongbing

OEPP : Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes

ONPV : organisation nationale de la protection des végétaux

RUP : région ultrapériphérique

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Plantes hôtes de HLB _____	22
Tableau 2 : Plantes hôtes répertoriées de <i>Diaphorina citri</i> _____	23
Tableau 3 : Plantes hôtes répertoriées de <i>Trioza erytrae</i> _____	24
Tableau 4 : Superficie (x1000 hectares) des agrumes, par pays producteur, dans la zone ARP pour les années 2014 à 2016 (et 2017 seulement pour la Grèce) _____	26
Tableau 5 : Plantes hôtes de HLB et des insectes vecteurs non recensées dans la zone ARP _____	27
Tableau 6 : Délai entre la détection de <i>Diaphorina citri</i> ou <i>Trioza erytrae</i> et l'observation de la maladie ____	31
Tableau 7 : Plantes hôtes de cuscutes répertoriées comme hôte de HLB _____	36
Tableau 8 : Importations d'agrumes greffés ou non (à l'exclusion de ceux à racines nues) en 2016 et 2017 dans la zone ARP _____	57
Tableau 9 : Importations d'agrumes greffés ou non (à l'exclusion de ceux à racines nues) dans la zone ARP en provenance de l'Australie en 2016 _____	59
Tableau 10 : Importations d'agrumes greffés ou non (à l'exclusion de ceux à racines nues) dans la zone ARP en provenance de Suisse en 2017 _____	59
Tableau 11 : Origine des végétaux de <i>Citrus</i> spp. destinés à la plantation interceptés sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018 _____	61
Tableau 12 : Origine des végétaux de <i>Murraya</i> spp. destinés à la plantation interceptés sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018 _____	62
Tableau 13 : Origine des semences de citrus interceptées sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018 _____	69
Tableau 14 : Origine des semences de <i>Murraya koenigii</i> interceptées sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018 _____	70
Tableau 15 : Origine des fleurs coupées ou feuillages de citrus interceptées sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018 _____	74
Tableau 16 : Origine des feuilles de <i>Murraya</i> interceptées sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018 _____	75
Tableau 17 : Volume de produits importés dans la zone ARP en 2016 et 2017 pour la filière F4 _____	80
Tableau 18 : Interceptions de végétaux de <i>Murraya</i> destinés à la plantation sur les frontières de la zone ARP avec <i>Diaphorina citri</i> comme organisme intercepté entre 2005 et mars 2018 _____	93
Tableau 19 : Interceptions de feuilles de <i>Murraya</i> spp. avec <i>Diaphorina citri</i> comme organisme intercepté sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018 _____	98
Tableau 20 : Interceptions de feuilles de <i>Murraya</i> spp. avec <i>Trioza erytrae</i> comme organisme intercepté sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018 _____	98
Tableau 21 : Volume de produits importés en 2016 et 2017 pour la filière F8 par rapport à <i>Diaphorina citri</i> _____	102
Tableau 22 : Volume de produits importés en 2016 et 2017 pour la filière F8 par rapport à <i>Trioza erytrae</i> _____	103
Tableau 23 : Synthèse de l'évaluation de la probabilité d'entrée pour les 8 filières identifiées par le groupe de travail _____	107

Tableau 24 : Structures des coûts de production des principaux agrumes en Espagne (exprimés en %) _	139
Tableau 25 : Coûts en euros de production d'agrumes de 3 vergers (région de Valencia)	140
Tableau 26 : Exportation de fruits de citrus depuis la zone ARP en 2016 et 2017	141
Tableau 27 : Exportation de plants de citrus depuis la zone ARP en 2016 et 2017	142
Tableau 28 : Superficies et production d'oranges dans la zone ARP pour 2017	145
Tableau 29 : Superficies et production de citrons et de limes dans la zone ARP pour 2017	145
Tableau 30 : Réponses aux questions relatives aux mesures phytosanitaires pour les 3 filières majeures (F1, F5 et F6)	157

## Liste des figures

Figure 1 : Cycle d'infection par le HLB via les insectes vecteurs, adapté de Plant Biosecurity (2011)	19
Figure 2 : Cycle de développement de <i>Diaphorina citri</i>	20
Figure 3 : Cycle de développement de <i>Trioza erytreae</i>	20
Figure 4 : Carte de distribution de <i>Ruta graveolens</i> en Europe et sur le bassin méditerranéen	27
Figure 5 : Carte de distribution de ' <i>Candidatus liberibacter asiaticus</i> '	28
Figure 6 : Carte de distribution de ' <i>Candidatus liberibacter africanus</i> '	29
Figure 7 : Carte de distribution de ' <i>Candidatus liberibacter americanus</i> '	29
Figure 8 : Superficies de production de citrus (toutes espèces confondues) dans la zone ARP	34
Figure 9 : Carte de distribution mondiale de <i>Diaphorina citri</i>	38
Figure 10 : Carte de distribution mondiale de <i>Trioza erytreae</i>	39
Figure 11 : Carte de distribution de <i>Trioza erytreae</i> dans le nord-ouest de la péninsule Ibérique	39
Figure 12 : Carte de distribution de <i>Trioza erytreae</i> au Portugal	40
Figure 13 : Carte de distribution de <i>Trioza erytreae</i> en Espagne	41
Figure 14 : Carte de distribution du <i>Cuscuta campestris</i> en Europe	42
Figure 15 : Climats selon Koppen-Geiger dans la zone ARP	43
Figure 16 : Modélisation des zones favorables à <i>Diaphorina citri</i> en Europe et en Afrique	45
Figure 17 : Dynamique moyenne simulée du système « agrumes/psylles/HLB » dans le bassin méditerranéen en dessous de 1000m	46
Figure 18 : Distribution de l'ADN de CLas dans les tissus d'orangers cultivés sous-serre et inoculés par greffe de bourgeon avec CLas souche B 239	55
Figure 19 : Distribution de l'ADN de CLas dans les tissus de 5 fruits symptomatiques échantillonnés	79
Figure 20 : Volume d'importation des pamplemousses et pomelos (08054000), des citrons (08055010) et des limes (08055090) dans la zone ARP en 2016 et 2017	82
Figure 21 : Volume d'importation des oranges navel (08051022) et oranges blanches (08051024) dans la zone ARP en 2017	82
Figure 22 : Volume d'importation d'oranges douces, fraîches (08051020), de clémentines, fraîches ou sèches (08052010), de monréales et satsumas, fraîches ou sèches (08052030), de mandarines et wilkings, fraîches ou sèches (08052050) et de tangerines (08052070) dans la zone ARP en 2016	83
Figure 23 : Distribution des deux espèces de psylles <i>Diaphorina citri</i> et <i>Trioza erytreae</i> à La Réunion en lien avec l'altitude	112
Figure 24 : Carte de distribution de <i>Trioza erytreae</i> au Portugal en mai 2017	125
Figure 25 : Carte de distribution de <i>Trioza erytreae</i> au Portugal en mai 2018	125
Figure 26 : Cheminement géographique théorique à parcourir par les insectes vecteurs ( <i>Diaphorina citri</i> , <i>Trioza erytreae</i> ) du HLB pour une entrée par voie naturelle	152
Figure 27 : Exemple de suivi de la distribution et de l'incidence du HLB et des bactéries responsables dans l'État de São Paulo, au Brésil	160

# 1 Contexte, objet et modalités de réalisation de l'expertise

## 1.1 Contexte

La maladie du huanglongbing constitue aujourd'hui l'un des dangers phytosanitaires les plus importants pour les cultures d'agrumes. L'introduction et la dissémination des différentes souches de *Candidatus Liberibacter* spp., l'agent causal de cette maladie, sont de ce fait interdites par la réglementation phytosanitaire de l'Union européenne (Annexe I, Partie A, Chapitre 1 de la Directive 2000/29/CE, version Juin 2014).

Cette maladie est présente dans une grande partie de l'Asie du Sud-Est, sur les continents américain et africain et absente de l'Europe. Elle est notamment présente dans les Antilles françaises.

Durant l'été 2015, la présence de la maladie fut suspectée dans un verger d'agrumes au Portugal dans la région d'Algarve. Néanmoins, suite à des tests supplémentaires de détection de cette bactérie couplés à un suivi et un programme d'échantillonnage intensifs, la région a été déclarée indemne de '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' par l'organisation nationale de la protection des végétaux (ONPV) (EPPO, Rsf-1602).

Par ailleurs, la maladie a été signalée la même année pour la première fois au nord de l'Afrique plus particulièrement en Égypte, pays exportateur de fruits d'agrumes vers le territoire européen (Tolba et Soliman, 2015).

## 1.2 Objet de la saisine

Afin d'épargner aux pays européens méditerranéens producteurs d'agrumes de possibles impacts économiques dus à cette bactérie, il est demandé de procéder à une actualisation de l'évaluation du risque pour l'ensemble de l'Union européenne, visant à prévenir l'introduction de cet organisme sur le territoire européen et empêcher sa dissémination s'il est introduit car un de ces vecteurs, *Trioza erytreae*, est présent au Portugal et en Espagne.

Il est donc demandé de réaliser une analyse de risque phytosanitaire pour *Candidatus Liberibacter* spp. pour l'ensemble de l'Union européenne.

## 1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation

L'Anses a confié au groupe de travail « HLB », rattaché au comité d'experts spécialisé « Risques biologiques pour la santé des végétaux » l'instruction de cette saisine.

Les travaux d'expertise du groupe de travail ont été soumis régulièrement au CES « Risques biologiques pour la santé des végétaux » (tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques). Les travaux ont été présentés au CES pour discussion, tant sur les aspects méthodologiques que

scientifiques, le 08/11/2016, le 17/01/2017, le 14/03/2017, le 08/06/2017, le 12/09/2017, le 07/11/2017, le 23/01/2018, le 20/03/2018, le 15/05/2018, le 04/07/2017, le 18/09/2018, le 13/11/2018 et le 22/01/2019.

Le rapport produit par le groupe de travail tient compte des observations et éléments complémentaires formulés 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 publiées sur le site internet de l'agence ([www.anses.fr](http://www.anses.fr)).

## 2 Méthodologie mise en œuvre par le groupe de travail

### 2.1 Introduction

Au-delà de la réponse à la question de l'autorité commanditaire, la présente saisine sert également d'étude de cas pour évaluer l'applicabilité des recommandations faites par le groupe de travail « Méthodologie de l'Évaluation des Risques » dans le volet 'poids des preuves'. L'acquisition du savoir-faire et le développement de la méthodologie adéquate ont permis de construire une approche relative aux poids des preuves qui pourrait être généralisée dans un second temps aux autres analyses de risque, notamment pour la santé des végétaux.

L'objectif de la méthodologie déployée est d'augmenter la transparence, la reproductibilité et la traçabilité du corpus de données à utiliser pour argumenter les réponses aux questions de l'évaluation du risque.

Les activités menées ont été de (i) définir le modèle biologique, (ii) transcrire le modèle biologique en modèle/schéma conceptuel illustré par un « Freemind », (iii) exprimer chaque branche du Freemind sous forme de PECO<sup>1</sup> (structure de recherche bibliographique), (iv) inscrire les PECO au sein le schéma de l'analyse de risque phytosanitaire (ARP), (v) mettre en œuvre la démarche PECO et (vi) établir des grilles de lecture par PECO. La dernière étape (vii) a consisté à sélectionner les références jugées pertinentes, rédiger des fiches de lecture en lien avec les questions du schéma de l'analyse afin de pouvoir répondre plus facilement à ces dernières.

### 2.2 Méthodologie pour la recherche et la structuration de la bibliographie

La méthodologie mise en œuvre par le GT a d'abord consisté à :

- (i) définir le modèle biologique qui comprend trois bactéries qui peuvent être transmises par deux insectes vecteurs et des plantes parasites (cuscutes),
- (ii) transcrire le modèle biologique en modèle/schéma conceptuel en organisant les composantes du modèle biologique (agents pathogènes, insectes vecteurs du HLB et plantes-hôtes) et relations entre les éléments de ce système sous la forme d'une arborescence (réalisation d'une représentation par carte « Freemind »). L'arbre ainsi conçu comporte 7 branches principales : HLB, vecteur, plante-hôte, interaction HLB-Plante-hôte, interaction HLB-vecteur, interaction Vecteur-Plante-hôte, interaction tri-trophique. Chacune des branches de l'arborescence est subdivisée en branches secondaires (ce qui conduit à un total de 101 branches).

---

<sup>1</sup> Structure de recherche bibliographique issue de la démarche P.E.C.O. utilisée pour répondre à des questions en décomposant selon 4 critères cliniques. Ici : Population, Exposition, Comparateur et Effet.



- (iii) exprimer chaque branche du Freemind sous forme de PECO : Au total, pour les 101 branches, 84 PECO ont été définis.
- (iv) inscrire les PECO au sein du schéma de l'analyse de risque phytosanitaire : chaque PECO est associée à une ou plusieurs questions du schéma ARP.
- (v) mettre en application la démarche PECO (structure de recherche bibliographique) : pour chaque branche on cherche à appliquer une structure de description PECO de façon à définir la requête (équation de recherche) qui sera faite dans les bases de données de références bibliographiques Scopus et Web of Science. Une étude préalable a permis de comparer les performances de plusieurs bases et à ne retenir que SCOPUS et Web Of Science. Les références bibliographiques sont conservées (avec l'article complet au format pdf, téléchargé lorsque cela est possible) dans une bibliothèque de type « Zotero » ou « EndNote », ce qui permet la consultation des articles par thématique (= PECO) selon des sous-ensembles (création de « smart-groupes » et de groupes). Pour la recherche et la sélection des publications scientifiques, 2 critères importants ont été définis par le GT : i) avoir 2 mots-clés dans le titre et/ou le résumé de la publication identifiée et ii) avoir les noms complets des organismes ciblés. Ce travail a été réalisé par deux experts pour chaque PECO.
- (vi) établir des grilles de lecture par PECO : Cette fiche de lecture comporte, entre autres, le nom du lecteur, la requête, et les questions du schéma ARP auxquelles le PECO apporte une réponse. Elles sont distribuées entre les experts selon leurs compétences disciplinaires.

Un fichier « Excel » est développé pour implémenter le plan du schéma ARP et assurer le suivi du travail effectué (traçabilité des publications). Ce fichier Excel indique les PECO attribués à chaque membre du GT et permet de définir le contenu de la fiche de lecture à réaliser pour chaque PECO.

Chaque expert a eu la charge de rédiger les fiches de lecture en lien avec ses compétences disciplinaires.

Cette méthodologie fera l'objet d'un document détaillé (rapport, publication).

## 3 Analyse de risque phytosanitaire (ARP)

### 3.1 Etape 1 : Initiation

#### 1.01 Donner les raisons de mener l'ARP.

L'Analyse de Risque Phytosanitaire est initiée à la suite de deux événements :

- Le signalement de la maladie du Huanglongbing-HLB<sup>2</sup> sur *Citrus sinensis* et *Citrus reticulata* en Egypte a conduit à l'identification des bactéries *Candidatus Liberibacter asiaticus* et *Candidatus Liberibacter africanus* sur ce territoire par Tolba et Soliman (2015)<sup>3</sup>. L'organisme vecteur n'est pas signalé dans la publication ;
- La suspicion de la présence de la maladie, durant l'été 2015, dans un verger d'agrumes au Portugal dans la région d'Algarve, à la suite de l'observation de symptômes de jaunisse foliaire sur des orangers âgés de 20 ans (*Citrus sinensis*). Néanmoins, suite à des tests supplémentaires de détection de cette bactérie couplés à un suivi et un programme d'échantillonnage intensifs, la région a été déclarée indemne de *Candidatus Liberibacter asiaticus* par l'organisation nationale de la protection des végétaux (ONPV rapporté par EPPO, Rsf-1602). Une des espèces de psylles connues comme vectrices de la maladie, *Trioza erythrae*, était par ailleurs présente, en novembre 2016, au nord-ouest du Portugal continental (dans plusieurs villes le long de la côte nord telles que Caminha, Esposende, Gondomar, Matosinhos, Maia, Porto, Vianno do Castelo, Vila Nova de Gaia) (EPPO, Rsf-1511 et DGAV, 2017) et dans l'archipel de Madère ainsi qu'en Espagne continentale (Vilanova de Arousa, Boiro, Padrón et Rianxo, villes de la région de Galice à l'extrémité nord-ouest du pays) et aux îles Canaries (Pérez-Otero *et al.*, 2015 et question 1.15).

Le signalement de la maladie dans un pays proche de l'Union européenne et son extension actuelle dans le monde rend nécessaire la réalisation d'une nouvelle ARP. L'ARP est donc initiée afin d'analyser les probabilités d'introduction de ces microorganismes sur le territoire européen, d'empêcher leur dissémination s'ils sont introduits et d'épargner aux pays européens méditerranéens producteurs d'agrumes de possibles impacts économiques dus à ces bactéries.

Le GT a donc traité les vecteurs au même titre que l'ON pour certaines questions quand il a estimé que cela était pertinent (questions 1.06, 1.08, 1.10, 1.12, 1.16 et 1.17).

---

2 Les appellations « citrus greening » et « maladie du dragon jaune » ne sont pas appropriées car elles ne correspondent pas à la traduction exacte. L'appellation « citrus greening » a été délaissée au profit du nom commun chinois après les travaux de mise en évidence de la nature de l'organisme nuisible (Bové, 2006). L'appellation Huanglongbing qui signifie jaune (huang), pousse (huang), maladie (bing), a été unanimement adoptée comme dénomination officielle de la maladie par l'Organisation internationale des virologistes spécialistes des Citrus (IOCV), lors de la 13<sup>ème</sup> Conférence de l'IOCV à Fuzhou, en Chine, en 1995 (<http://iocv.org/huanglongbing.htm>; accessed February 22, 2018).

3 Le signalement en Egypte n'a pas été confirmé par les autorités officielles de ce pays (EPPO reporting, 2018 ; Rse-1804). Cette non-confirmation est intervenue après le début des travaux du Groupe de Travail.

## 1.02 Spécifier l'organisme nuisible ou les organismes nuisibles concernés et suivre le schéma pour chaque organisme successivement. Pour les plantes introduites intentionnellement spécifier les habitats intentionnels.

L'étiologie du HLB (黃龍病) est assez complexe car elle inclut trois espèces de bactéries gram négatif restreintes au phloème des agrumes et d'autres espèces, et restreintes à certains insectes vecteurs, à savoir : 'Candidatus Liberibacter asiaticus', 'Candidatus Liberibacter africanus' et 'Candidatus Liberibacter americanus'.

### Noms communs de la maladie :

Anglais : blotchy mottle disease of citrus, Brazilian citrus greening, decline of citrus, greening of citrus, huanglongbing, leaf mottling of citrus, likubin, vein phloem degeneration of citrus, yellow branch of citrus, yellow shoot of citrus

Français : greening des agrumes, virescence des agrumes

Espagnol : enverdecimiento de los citricos

Noms scientifiques des trois espèces de bactéries :

- *Ca. Liberibacter asiaticus* (Jagoueix, Bové & Garnier). Code OEPP : LIBEAS

Synonymes : Citrus greening bacterium (heat-tolerant strain), *Liberibacter asiaticum* (Jagoueix, Bové & Garnier)

Taxonomie : Règne : Bacteria / Embranchement : Proteobacteria / Classe : Alphaproteobacteria / Genre : *Liberibacter* / Espèce : *Liberibacter asiaticus*.

- *Ca. Liberibacter africanus* (Jagoueix, Bové & Garnier). Code OEPP : LIBEAF

Synonymes : Citrus greening bacterium (heat-sensitive strain), *Liberibacter africanum* (Jagoueix, Bové & Garnier)

Taxonomie : Règne : Bacteria / Embranchement : Proteobacteria / Classe : Alphaproteobacteria / Genre : *Liberibacter* / Espèce : *Liberibacter africanus*.

- *Ca. Liberibacter americanus* (Teixeira, Saillard, Eveillard, Danet, da Costa, Ayres & Bové). Code OEPP : LIBEAM

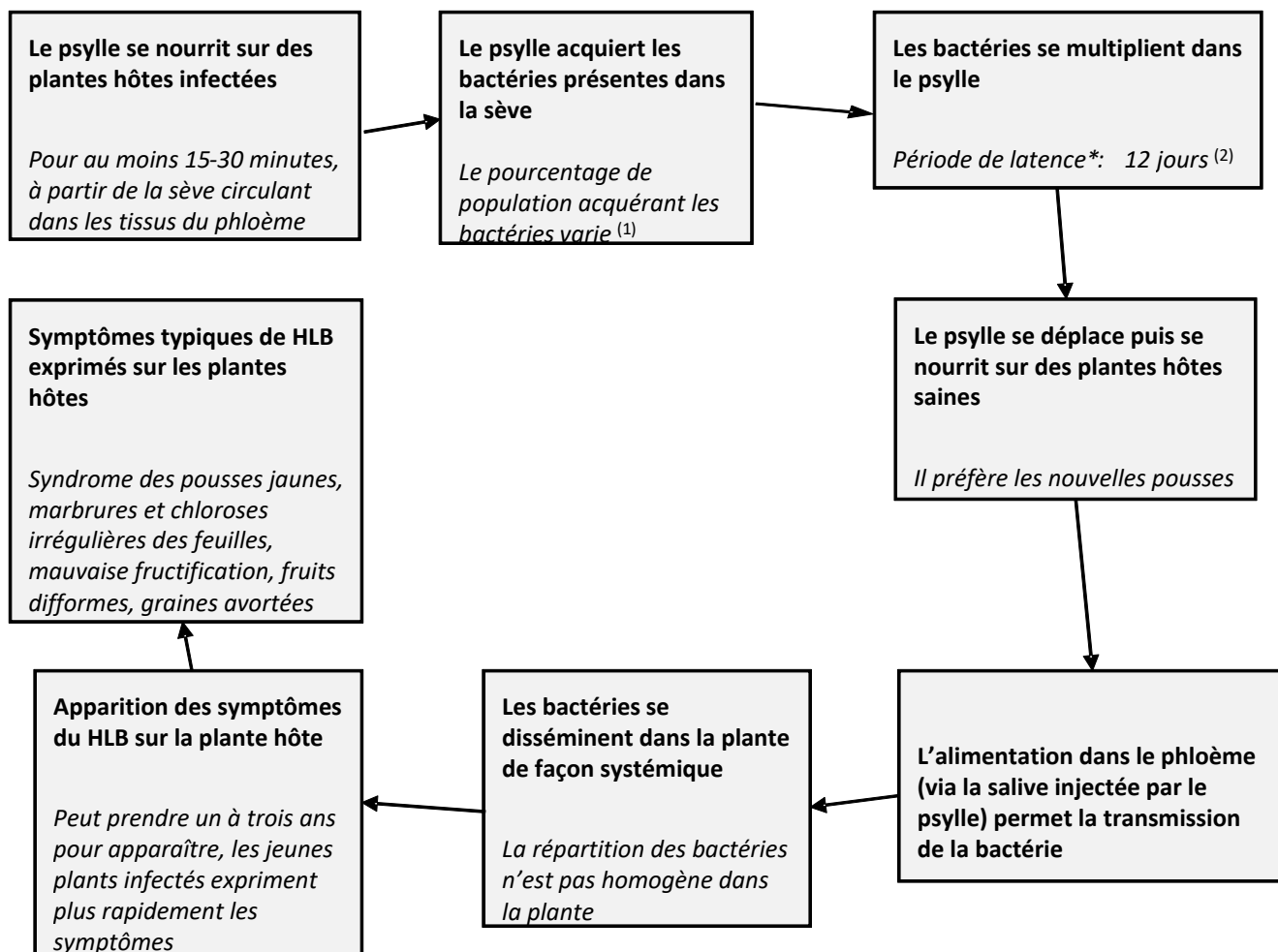
Taxonomie : Règne : Bacteria / Embranchement : Proteobacteria / Classe : Alphaproteobacteria / Genre : *Liberibacter* / Espèce : *Liberibacter americanus*.

Les abréviations employées actuellement dans la littérature et utilisées dans ce document sont CLas pour '*Ca. Liberibacter asiaticus*', CLaf pour '*Ca. Liberibacter africanus*' et CLam pour '*Ca. Liberibacter americanus*', CL spp. désignera l'ensemble des trois espèces.

Pour faciliter la lecture le terme simplifié de « HLB » est souvent employé pour désigner les « bactéries responsables du » HLB.

Les vecteurs naturels actuellement les mieux connus sont des insectes piqueurs : *Diaphorina citri*, *Trioza erytreae* (psylles) (Cf. Sauvion 2018, rapport attaché 2 ; McClean et Oberholzer, 1965 ; Lallemand *et al.*, 1986) et la vection est expérimentalement démontrée par des plantes parasites du genre *Cuscuta* (Garnier et Bové, 1983 ; Graça, 1991 ; Zhou *et al.*, 2007 ; Duan *et al.*, 2008 ; Hartung *et al.*, 2010 ; Plant Biosecurity, 2011).

L'infection des vecteurs insectes, puis la transmission, ont lieu sur les plantes comme l'indique la Figure 1.

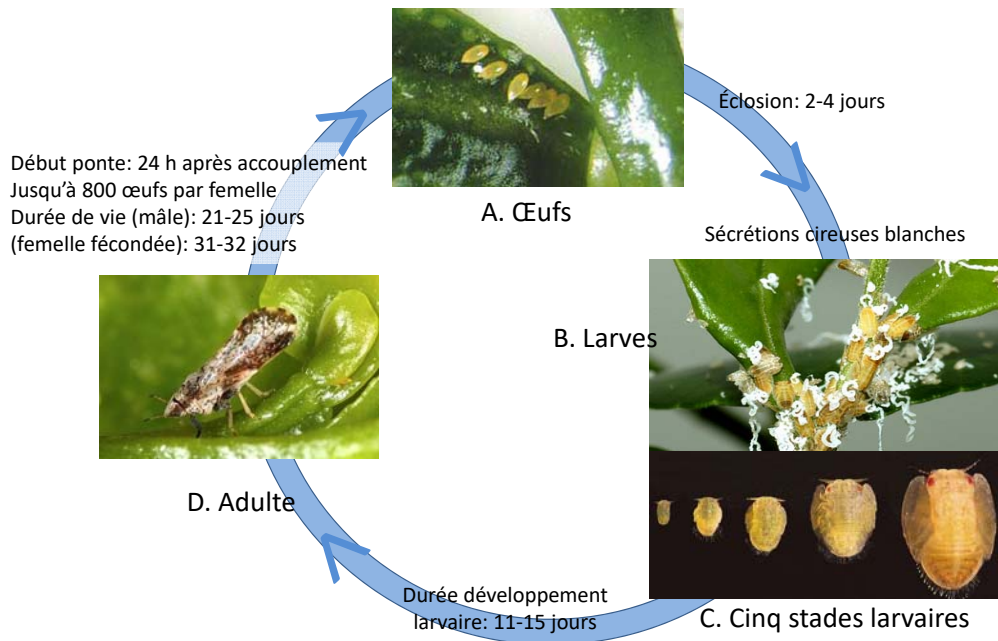


(1) 40 à 60% en Floride selon Pelz-Stelinski et al. (2010)

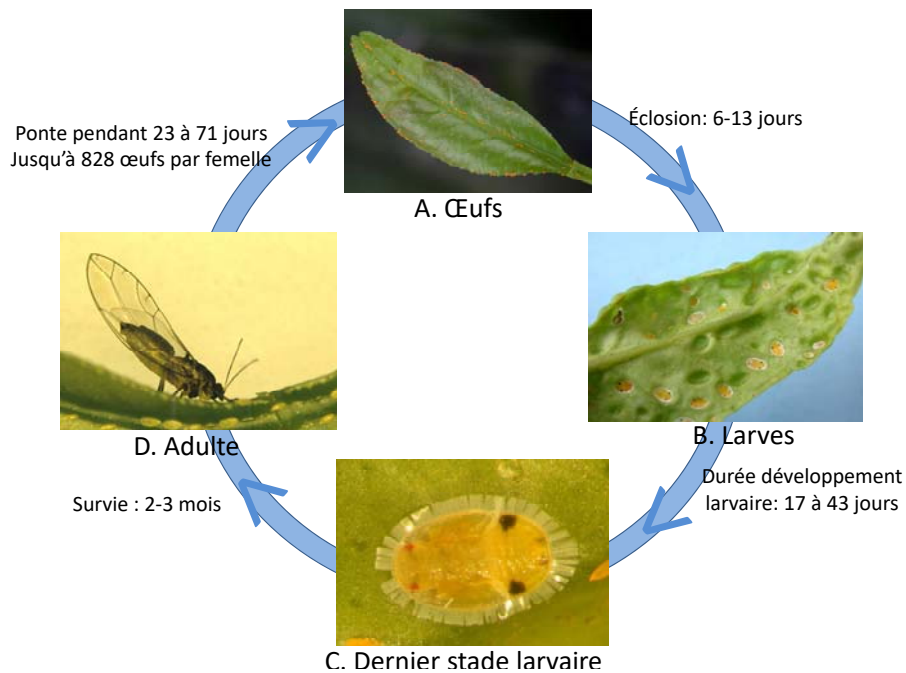
(2) 17 jours en moyenne selon Canale et al. (2017) (\* période de latence : durée à partir de laquelle le psylle peut transmettre la bactérie)

**Figure 1 : Cycle d'infection par le HLB via les insectes vecteurs, adapté de Plant Biosecurity (2011)**

Tout le cycle de développement des insectes est aérien, comme le montrent les Figures 2 et 3. Pour *D. citri* un cycle plus détaillé est donné (García et al., 2016).



**Figure 2 : Cycle de développement de *Diaphorina citri***  
 (Source : A : Douglas L Caldwell, University of Florida ; B : David Hall et [https://www.apsnet.org/publications/apsnetfeature/Article%20Images/Huanglongbing\\_Fig19b.jpg](https://www.apsnet.org/publications/apsnetfeature/Article%20Images/Huanglongbing_Fig19b.jpg) , C et D : David Hall USDA)



**Figure 3 : Cycle de développement de *Trioza erytreae***  
 Source: A, B, C ; Peter Stephen, Citrus Research International, Bugwood.org. D : SP van Vuuren, Citrus Research International, Budwood.org

### 1.03 Définir clairement la zone ARP.

La zone ARP est l'Union européenne (composée des 28 pays avant le Brexit). En ce qui concerne les Açores et Madère, ces régions ultrapériphériques (RUP) font partie de la zone ARP. Néanmoins, les Iles Canaries, également RUP, ne font pas partie de la zone ARP. Ces précisions ont été apportées par le gestionnaire.

### 1.04 Une ARP pertinente existe-t-elle déjà ?

#### Une ARP existe mais elle est jugée non pertinente.

Il existe une ARP réalisée par l'Australie sur les espèces de *Candidatus Liberibacter* provoquant le HLB et leurs vecteurs associés aux Rutacées (Plant Biosecurity, 2011). Le *Plan de contingencia* de *Candidatus Liberibacter* spp. proposé en Juillet 2015 par le Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement en Espagne (Programa Nacional para la aplicación de la normativa fitosanitaria, 2015) signale (page 2) l'existence d'une « Analyse de risque d'introduction de la maladie Huanglongbing dans l'Union européenne » élaboré par le MAGRAMA (Ministère) en 2009, qui a été actualisée en novembre 2011 (rapport ARP de l'Espagne (2011)). Cette analyse (titre exact : *Pest Risk Analysis on the introduction of Huang Long Bing disease into the European Union*) est qualifiée dans ce document d'**analyse espagnole**, elle a été actualisée et éditée en Novembre 2011. Elle traite principalement du risque d'introduction de la maladie dans l'Union européenne. Elle est considérée comme non pertinente car au moment de sa réalisation, aucun vecteur de la maladie n'était présent sur le continent européen.

Les plans d'urgence spécifique au HLB et à ses vecteurs (USDA, 2008 ; Queensland DAAF, 2013) ainsi que les plans de confinement existant pour l'Espagne et le Portugal ne peuvent pas être considérés comme des ARP (DGAV, 2016, 2017 ; Ministerio de Agricultura, alimentacion y medio ambiente, 2015a et 2015b).

### 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)?

Non.

L'ARP australienne n'est pas valide car (i) elle ne concerne pas la zone ARP analysée dans ce document, (ii) elle date de 2010 et a été validée en Décembre 2011.

L'analyse espagnole traite du risque d'introduction de la maladie du huanglongbing dans l'Union européenne. Elle est considérée comme non pertinente car au moment de sa réalisation, aucun vecteur de la maladie n'était présent sur le continent européen.

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

Tableau 1 présente la liste des plantes hôtes du HLB décrites dans la littérature récente. Le document FDA (2008) répertorie des plantes hôtes du HLB. Les espèces référencées par Beattie et Barkley dans l'ARP de l'Australie ont été retenues ainsi que celles qui ont été citées dans les références mentionnées dans le Tableau 1. Les espèces de plantes hôtes appartiennent principalement à la famille des Rutacées. Tous les citrus<sup>4</sup> et leurs hybrides peuvent héberger les bactéries responsables du HLB. Le cas des cuscutes, plantes vectrices, est détaillé à la question 1.15.

<sup>4</sup> Le mot « citrus » (écrit en minuscules sans italiques) est considéré dans ce texte comme un nom commun ; il suit la nomenclature latine (*Citrus*) quand il est précédé du mot « genre » et suivi de « spp. » lorsque plusieurs espèces sont concernées, ou « sp. » lorsqu'il s'agit d'une seule espèce.



*Nota bene* :

Pour faciliter la lecture, l'écriture des hybrides a été simplifiée dans le texte (*Citrus limon* pour *Citrus x limon* par exemple). Les recherches sur l'espèce *Murraya koenigii* (plante exportée sous la forme de feuilles pour des utilisations culinaires) n'ont pas permis de confirmer que cette espèce était effectivement affectée par le HLB (Halbert et Manjunath, 2004; Beloti *et al.*, 2018). Cette espèce ne figure donc pas dans le

Tableau 1. Le nom d'espèce *Bergera koenigii* (curry leaf) signalée, sans référence donnée, par Queensland Department of Agriculture, Fisheries and Forestry (2013), n'est pas validé sur le site TheplantList.org. Il est cependant employé par certains auteurs et considéré comme un synonyme. Sa validité taxonomique restant indéterminée, il a été conservé dans les textes cités dans cette ARP qui font référence aux travaux originaux. Dans la littérature publiée (Halbert et Manjunath, 2004), des chapitres d'ouvrage (Graça et Korsten, 2004) ou des documents officiels (BOE, 2016 ; Queensland Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 2013) comme l'analyse espagnole, il est possible de rencontrer d'autres genres ou espèces botaniques (*Aegle marmelos*, *Aeglopsis chevalieri*, *Afraegle gabonensis*, *A. paniculata*, *Atalantia monophylla*, *Burkillanthus malaccensis*, *Citrus aurantium*, *Citrus unshiu*, *Choisya ternata*, *Microcitrus australasica*, *Pamburus missionis*) pour lesquels des données précises sont manquantes (et absence de références). Ces espèces n'ont donc pas été signalées dans le

Tableau 1 de même que certaines espèces signalées dans USDA, 2016.

**Tableau 1 : Plantes hôtes de HLB**

Plantes hôtes	Famille	Références
<i>Atalantia (= Severinia) buxifolia</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Balsamocitrus dawei</i>	Rutaceae	Beattie et Barkley, 2009
<i>Calodendrum capense</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Catharanthus roseus*</i>	Apocynaceae	Garnier et Bové, 1983
<i>Citrofortunella microcarpa</i>	Rutaceae	EPPO, 2018
Citroncirus x (Citrange)	Rutaceae	EPPO, 2018
<i>Citroncirus webberi</i>	Rutaceae	Beattie et Barkley, 2009
<i>Citrus amblycarpa</i>	Rutaceae	Beattie et Barkley, 2009
<i>Citrus aurantifolia</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus hystrix</i>	Rutaceae	Beattie et Barkley, 2009
<i>Citrus jambhiri</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus junos</i>	Rutaceae	Beattie et Barkley, 2009
<i>Citrus latifolia</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus limettioides</i>	Rutaceae	EPPO, 2018
<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus limonimeditica</i>	Rutaceae	EPPO, 2018
<i>Citrus macroptera</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus maxima</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus medica</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus x nobilis</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus paradisi</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Citrus x limonia</i>	Rutaceae	EPPO, 2018
<i>Citrus x tangelo</i>	Rutaceae	EPPO, 2018
<i>Clausena indica</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Clausena lansium</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018
<i>Cleome rutidosperma**</i>	Capparidaceae	Brown <i>et al.</i> , 2014
<i>Fortunella margarita</i>	Rutaceae	EPPO, 2018
<i>Limonia acidissima</i>	Rutaceae	EPPO, 2018
<i>Murraya paniculata</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018; Zhou <i>et al.</i> , 2007
<i>Nicotiana glauca*</i>	Solanaceae	Tolba et Soliman, 2015
<i>Nicotiana tabacum*</i>	Solanaceae	Tolba et Soliman, 2015
<i>Pisonia aculeata**</i>	Nyctaginaceae	Brown <i>et al.</i> , 2014
<i>Poncirus trifoliata</i>	Rutaceae	EPPO, 2018
<i>Pithecellobium (= Archidendron) lucidum**</i>	Fabaceae	Fan <i>et al.</i> , 2011



<i>Solanum lycopersicum</i> *	Solanaceae	Duan <i>et al.</i> , 2008
<i>Swinglea glutinosa</i>	Rutaceae	Beattie et Barkley, 2009
<i>Toddalia</i> sp.	Rutaceae	EPPO, 2018
<i>Toddalia lanceolata</i> (= <i>Vepris undulata</i> )	Rutaceae	Graça et Korsten, 2004
<i>Trichostigma octandrum</i> **	Petiveriaceae	Brown <i>et al.</i> , 2014
<i>Triphasia trifolia</i>	Rutaceae	CPC CABI, 2018

\* transmission artificielle par des cuscutes

\*\* Brown *et al.* (2014) ont détecté du HLB dans trois plantes adventices n'appartenant pas aux Rutacées, présentes dans des vergers d'agrumes infectés à la Jamaïque. Il en est de même pour *Pithecellobium lucidum* en Chine. Aucun psylle n'a été observé sur ces plantes, qui par ailleurs ne sont pas signalées comme plante-hôtes des psylles vecteurs du HLB.

Le Tableau 2 liste les plantes hôtes répertoriées pour *Diaphorina citri* d'après la révision faite par Sauvion (2018, rapport attaché). Des documents lus ne mentionnant pas de références bibliographiques précises dans le cas d'autres espèces éventuelles, ils ne sont pas signalés dans le Tableau 2. La même démarche est adoptée pour le Tableau 3.

**Tableau 2 : Plantes hôtes répertoriées de *Diaphorina citri***

PLANTES-HÔTES	FAMILLE	REFERENCES
<i>Aegle marmelos</i>	Rutaceae	Viraktamath <i>et al.</i> 2002
<i>Aeglopsis chevalieri</i>	Rutaceae	Koizumi <i>et al.</i> 1996
<i>Afraegle gabonensis</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Afraegle paniculata</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Atalantia missions</i>	Rutaceae	Tirtawidjaja 1981
<i>Atalantia monophylla</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Balsamocitrus dawei</i>	Rutaceae	Koizumi <i>et al.</i> 1996
<i>Choisya arizonica</i>	Rutaceae	Sétamou <i>et al.</i> 2016
<i>Choisya ternata</i>	Rutaceae	Sétamou <i>et al.</i> 2016
<i>Citroncitrus cleopatra</i>	Rutaceae	Westbrook <i>et al.</i> 2011
<i>Citroncitrus webberi</i>	Rutaceae	Folimonova <i>et al.</i> 2009
<i>Citropsis gillettiana</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Citropsis schweinfurthii</i>	Rutaceae	Chavan & Summanwar 1993
<i>Citrus x aurantiifolia</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Citrus x limon</i>	Rutaceae	Halbert & Nunez 2004
<i>Citrus amblycarpa</i>	Rutaceae	Folimonova <i>et al.</i> 2009
<i>Citrus grandis</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus halimii</i>	Rutaceae	Westbrook <i>et al.</i> 2011
<i>Citrus hystrix</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus indica</i>	Rutaceae	Folimonova <i>et al.</i> 2009
<i>Citrus jambhiri</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Citrus latifolia</i>	Rutaceae	Rodriguez-Palomera <i>et al.</i> 2012
<i>Citrus latipes</i>	Rutaceae	Folimonova <i>et al.</i> 2009
<i>Citrus leiocarpa</i>	Rutaceae	Westbrook <i>et al.</i> 2011
<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus limonia</i>	Rutaceae	Nava <i>et al.</i> 2007
<i>Citrus longispina</i>	Rutaceae	Westbrook <i>et al.</i> 2011
<i>Citrus macrophylla</i>	Rutaceae	Folimonova <i>et al.</i> 2009
<i>Citrus madurensis</i>	Rutaceae	Aubert 1990
<i>Citrus maxima</i>	Rutaceae	Aubert 1990
<i>Citrus medica</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus meyeri</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Citrus microcarpa</i>	Rutaceae	Manjunath <i>et al.</i> 2008
<i>Citrus nobilis</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus obovoidea</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Citrus paradisi</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus reshni</i>	Rutaceae	Tsagkarakis <i>et al.</i> 2010
<i>Citrus reticulata</i> (= <i>C. deliciosa</i> )	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus suhuiensis</i>	Rutaceae	Sule <i>et al.</i>
<i>Citrus sunki</i>	Rutaceae	Nava <i>et al.</i> 2007
<i>Citrus x jambhiri</i>	Rutaceae	Tsai <i>et al.</i> 2000

PLANTES-HÔTES	FAMILLE	REFERENCES
<i>Clausena anisum-olens</i>	Rutaceae	Aubert 1990
<i>Clausena excavata</i>	Rutaceae	Aubert 1990
<i>Clausena harmandiana</i>	Rutaceae	Westbrook <i>et al.</i> 2011
<i>Clausena indica</i>	Rutaceae	Aubert 1990
<i>Clausena lansium</i>	Rutaceae	Aubert 1990
<i>Eremocitrus glauca</i>	Rutaceae	Koizumi <i>et al.</i> 1996
<i>Fortunella crassifolia</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Fortunella margarita</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Fortunella polyandra</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Glycosmis pentaphylla</i>	Rutaceae	Westbrook <i>et al.</i> 2011
<i>Helietta apiculata</i>	Rutaceae	Pimpinato <i>et al.</i> 2017
<i>Helietta parvifolia</i>	Rutaceae	Sétamou <i>et al.</i> 2016
<i>Limonia acidissima</i> (= <i>Feronia limonia</i> )	Rutaceae	Koizumi <i>et al.</i> 1996
<i>Merrillia caloxylon</i>	Rutaceae	Lim <i>et al.</i> 1990
<i>Microcitrus australasica</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Microcitrus australis</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Microcitrus inodora</i>	Rutaceae	Westbrook <i>et al.</i> 2011
<i>Microcitrus papuana</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Murraya</i> (= <i>Bergera</i> ) <i>koenigii</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Murraya paniculata</i> (= <i>exotica</i> )	Rutaceae	Aubert 1990
<i>Naringi crenulata</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Pamburus missionis</i>	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Poncirus trifoliata</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Severinia</i> (= <i>Atalantia</i> ) <i>buxifolia</i>	Rutaceae	Koizumi <i>et al.</i> 1996
<i>Swinglea glutinosa</i>	Rutaceae	Garnier et Bové 1993
<i>Toddalia asiatica</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Triphasia trifoliata</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Vepris lanceolata</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	Rutaceae	Westbrook <i>et al.</i> 2011
<i>Zanthoxylum fagara</i> *	Rutaceae	Halbert <i>et al.</i> 2004
<i>Artocarpus heterophyllus</i> **	Moraceae	Shivankar <i>et al.</i> 2000
<i>Ficus carica</i>	Moraceae	Thomas <i>et al.</i> 2011

Source : Sauvion 2018, rapport attaché. Toutes les références bibliographiques mentionnées dans le tableau sont citées dans le rapport de Sauvion (2018)

\* Plante hôte citée mais non confirmée par Halbert *et al.* 2004

\*\* Plante hôte citée par Shivankar *et al.* 2000 mais non confirmée par Pena *et al.* 2006

Les plantes-hôtes préférées des femelles de *Diaphorina citri* par rapport aux citrus sont *Murraya paniculata* (= *exotica*) et *Murraya* (= *Bergera*) *koenigii*, originaires de l'Inde comme cette espèce de psylle (Hollis, 1987 ; Halbert et Manjunath, 2004).

Le Tableau 3 liste les plantes hôtes répertoriées pour *Trioza erytreae* d'après la révision faite par Sauvion (2018, rapport attaché) dans le cadre de cette ARP.

Tableau 3 : Plantes hôtes répertoriées de *Trioza erytreae*

PLANTES-HÔTES	FAMILLE	REFERENCES
<i>Atalantia</i> (= <i>Severinia</i> ) <i>buxifolia</i>	Rutaceae	CABI 2015
<i>Balsamocitrus dawei</i>	Rutaceae	CABI 2015
<i>Calodendrum capense</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Casimiroa edulis</i>	Rutaceae	Fernandes & Aguiar 2001
<i>Choisya arizonica</i>	Rutaceae	Sétamou <i>et al.</i> 2016
<i>Choisya ternata</i>	Rutaceae	Perz-Otero <i>et al.</i> 2016
<i>Citrus aurantiifolia</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus grandis</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus jambhiri</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus maxima</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus medica</i>	Rutaceae	Aubert 1987

PLANTES-HÔTES	FAMILLE	REFERENCES
<i>Citrus nobilis</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus paradisi</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus reticulata</i> (= <i>C. deliciosa</i> )	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Citrus unshiu</i>	Rutaceae	Tamesse & Messi 2004
<i>Clausena anisata</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Clausena indica</i>	Rutaceae	CABI 2015
<i>Clausena lansium</i>	Rutaceae	CABI 2015
<i>Fortunella sp.</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Helettia apiculata</i>	Rutaceae	Pimpinato <i>et al.</i> 2017
<i>Helettia parvifolia</i>	Rutaceae	Sétamou <i>et al.</i> 2016
<i>Limonia acidissima</i>	Rutaceae	CABI 2015
<i>Microcitrus australasica</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Murraya koenigii</i>	Rutaceae	Sétamou <i>et al.</i> 2016
<i>Murraya paniculata</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Orcia sp.</i>	Rutaceae	Catling 1973
<i>Poncirus trifoliata</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Toddalia asiatica</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Vepris lanceolata</i>	Rutaceae	Aubert 1987
<i>Zanthoxylum capense</i> (= <i>Fagara capensis</i> )	Rutaceae	Aubert 1987

Source : Sauvion 2018, rapport attaché. Toutes les références bibliographiques mentionnées dans le tableau sont citées dans le rapport de Sauvion (2018)

Les plantes préférées pour la ponte des femelles de *Trioza erytrae* sont *Vepris undulata* (= *Toddalia lanceolata*) et *Clausena anisata* en Afrique (Harris, 1936 ; van der Mewre, 1941).

Les deux espèces de psylles sont passés secondairement sur les agrumes et d'autres Rutaceae quand ceux-ci ont été introduits par l'homme dans les régions d'origine des psylles.

**Parmi les plantes-hôtes répertoriées comme hébergeant l'organisme nuisible ou ses insectes vecteurs, celles qui sont présentes dans la zone ARP** sont mentionnées dans les tableaux suivants.

### **Plantes cultivées**

Le Tableau 4 indique les superficies cultivées en agrumes, de 2014 à 2016, par les pays producteurs de la zone ARP. En 2014, environ 521 000 hectares d'agrumes étaient cultivés dans la zone ARP dont plus de la moitié en Espagne (environ 303 000 ha). Les soles cultivées sont relativement constantes dans le temps.

Dans la famille des Rutacées et en dehors du genre *Citrus*, l'espèce *Choisya ternata* (hôte de *D. citri*) a été introduite en Grande Bretagne, Croatie, France et Madère (selon [http://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=353094&size=medium](http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=353094&size=medium)).

Dans la famille des Apocynacées, *Catharanthus roseus* (Pervenche de Madagascar ; hôte des bactéries du HLB) est une plante herbacée pérenne introduite et naturalisée dans les Îles Canaries et introduite et devenue une plante adventice en Crète (selon [http://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=291544&size=medium](http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=291544&size=medium)). Elle est également signalée comme étant introduite et naturalisée en Italie (CPC CABI, DAISIE, 2015).

**Tableau 4 : Superficie (x1000 hectares) des agrumes, par pays producteur, dans la zone ARP pour les années 2014 à 2016 (et 2017 seulement pour la Grèce)**

Pays	Année			
	2014	2015	2016	2017
Union européenne (28 pays)	520,99	528,23	518,54	:
Chypre	2,69	2,84	3,41	:
Croatie	2,17	2,21	2,19	:
Espagne	302,46	298,72	295,33	:
France	4,16	4,21	4,22	:
Grèce	49,50	50,94	45,39	47,12
Italie	140,16	149,10	147,65	:
Malte*	0,00	0,00	0,098	:
Portugal	19,80	20,21	20,36	:
Superficie x1000 hectares				
Année 2017 : <b>non totalement disponible</b>				

Source : Eurostat (extraction faite le 20/02/2018) sauf pour \*

\* source : National Statistics Office, Malta 2016

Dans la famille des Moracées, *Ficus carica* (hôte de *D. citri*) est un arbre largement répandu dans la zone ARP dans laquelle son statut est différent selon les pays : par exemple, il est natif de l'Italie et de la Grèce, introduit et naturalisé dans certains pays ou régions tels que le Portugal et les Açores, et introduit et cultivé dans d'autres pays et/ou régions tels que les Îles Canaries ([http://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=451977&size=medium](http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=451977&size=medium)).

Dans le cas de la tomate et du tabac, plantes cultivées bien entretenues, les transmissions des bactéries responsables du HLB ont été réalisées de façon expérimentale au moyen des cuscutes (voir question 1.15). Ceci a amené le Groupe de Travail à ne pas considérer ces plantes cultivées comme des hôtes naturels du HLB.

### **Plantes sauvages**

*Ruta graveolens*, espèce commune dans les garrigues méditerranéennes, a été introduite en Amérique du Sud, et des études menées en laboratoire au Brésil ont montré que *D. citri* est autant attiré par cette espèce que par les citrus. Mais il n'a pas été fait mention du développement de ce psylle sur cette plante (Rosa *et al.*, 2015 ; Gomes *et al.*, 2015).

La Figure 4 illustre la présence de l'espèce *Ruta graveolens* au niveau européen.

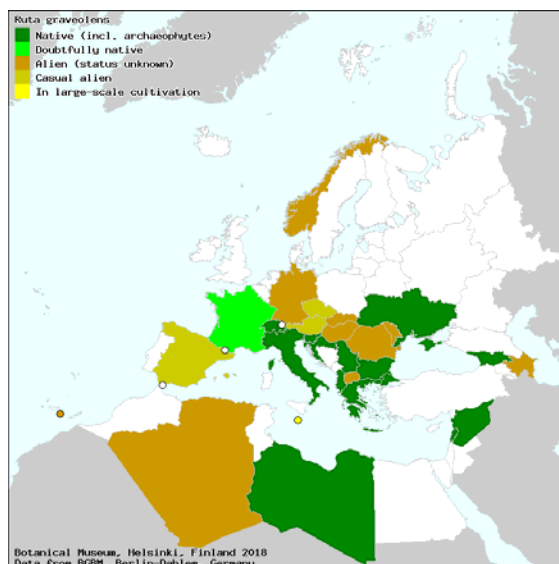


Figure 4 : Carte de distribution de *Ruta graveolens* en Europe et sur le bassin méditerranéen  
 (Source : [http://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=353052&size=medium](http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=353052&size=medium))

Les plantes-hôtes des organismes nuisibles (ON = bactéries) ou de leurs insectes vecteurs, cultivées ou non, **qui ne sont pas recensées dans la zone ARP** par CPC CABI sont signalées dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Plantes hôtes de HLB et des insectes vecteurs non recensées dans la zone ARP

Plantes hôtes de HLB	Plantes hôtes de <i>Diaphorina citri</i>	Plantes hôtes de <i>Trioza erytreae</i>
<i>Clausena indica</i> ; <i>Clausena lansium</i> ; <i>Cleome rutidosperma</i>	<i>Aegle marmelos</i> ; <i>Artocarpus heterophyllus</i> ; <i>Choisya ternata</i> ; <i>Eremocitrus glauca</i> ; <i>Glycosmis pentaphylla</i> ; <i>Murraya koenigii</i> ; <i>Murraya paniculata</i>	<i>Calodendrum capense</i> ; <i>Casimiroa edulis</i> ; <i>Clausena anisata</i> ; <i>Limonia acidissima</i> ; <i>Murraya koenigii</i> ; <i>Murraya paniculata</i>

Néanmoins, certaines de ces plantes hôtes telles que *Murraya paniculata* peuvent être introduites dans la zone ARP à des fins commerciales en tant que plantes ornementales et donc cultivées.

Aucune carte de distribution des plantes-hôtes suivantes n'a été trouvée dans le CPC CABI ou dans le site EuroMed : *Atalantia buxifolia*, *Pisonia aculeata*, *Pithecellobium lucidum*, *Toddalia*, *Trichostigma octandrum*, *Aeglopsis chevalieri*, *Afraegle gabonensis*, *Afraegle paniculata*, *Atalantia missions*, *Atalantia monophylla*, *Balsamocitrus dawei*, *Choisya arizonica*, *Clausena anisum-olens*, *Clausena excavata*, *Clausena harmandiana*, *Helietta apiculata*, *Helietta parvifolia*, *Feronia limonia*, *Merrillia caloxylon*, *Naringi crenulata*, *Pamburus missionis*, *Severinia buxifolia*, *Swinglea glutinosa*, *Toddalia asiatica*, *Vepris lanceolata*, *Zanthoxylum ailanthoides*, *Zanthoxylum fagara*, *Balsamocitrus dawei*, *Choisya arizonica*, *Zanthoxylum capense*.

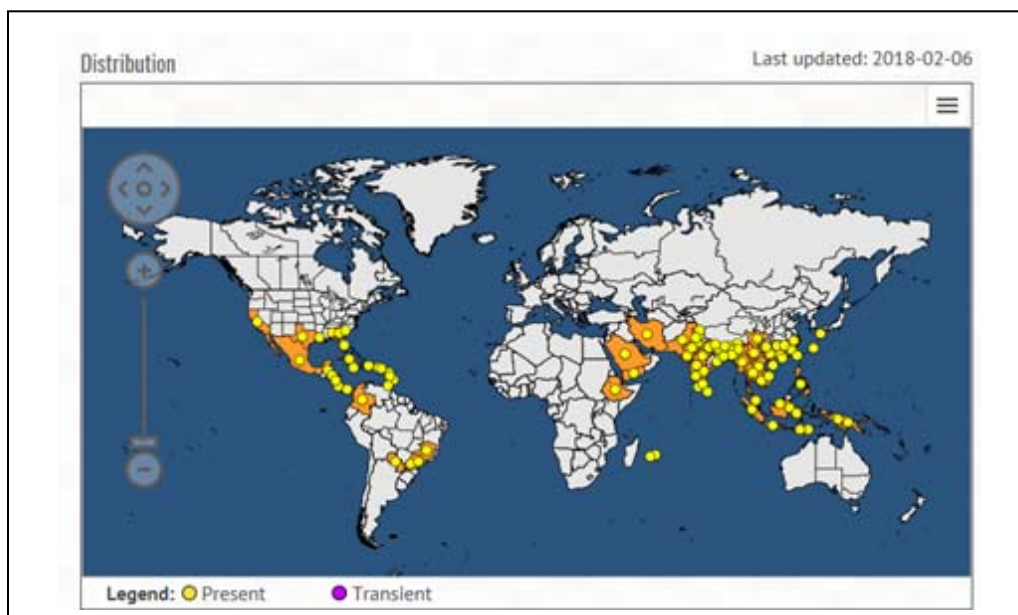
**1.06 Spécifier la répartition de l'organisme nuisible pour une ARP par organisme, ou la répartition des organismes nuisibles identifiés dans la 1.02b pour une ARP par filière.**

Le HLB a été décrit pour la première fois en Asie, au Pendjab au Pakistan en 1927 par Husain et Nath (1927) puis en Afrique du Sud en 1928 suivi par le sud de la Chine en 1943 par Chen Q. Bao (1943). Ensuite, la maladie a été déclarée en Amérique du sud en 2004 dans l'Etat de São Paulo (Brésil), aux Etats-Unis d'Amérique en 2005 (Floride) et aux Antilles en 2009, à Bélize. Les bactéries causant le HLB se sont propagées dans la majorité des zones de productions d'agrumes dans le monde.

Seuls l'Australie, l'Europe et les pays du pourtour méditerranéen<sup>5</sup>, la Nouvelle Zélande, la Nouvelle Calédonie et les petites îles du Pacifique (Polynésie, Hawaï...) sont exempts de HLB (Duran-Vila et *al.*, 2014).

La répartition géographique des trois bactéries incriminées est présentée dans les paragraphes suivants.

'*Candidatus Liberibacter asiaticus*' est présente en Asie du sud, dans quelques pays de la péninsule arabique et en Amérique centrale ainsi que quelques pays de l'Amérique du Sud. En Afrique continentale, CLas a été détectée seulement en Ethiopie et dans les îles Maurice et à La Réunion (Figure 5).



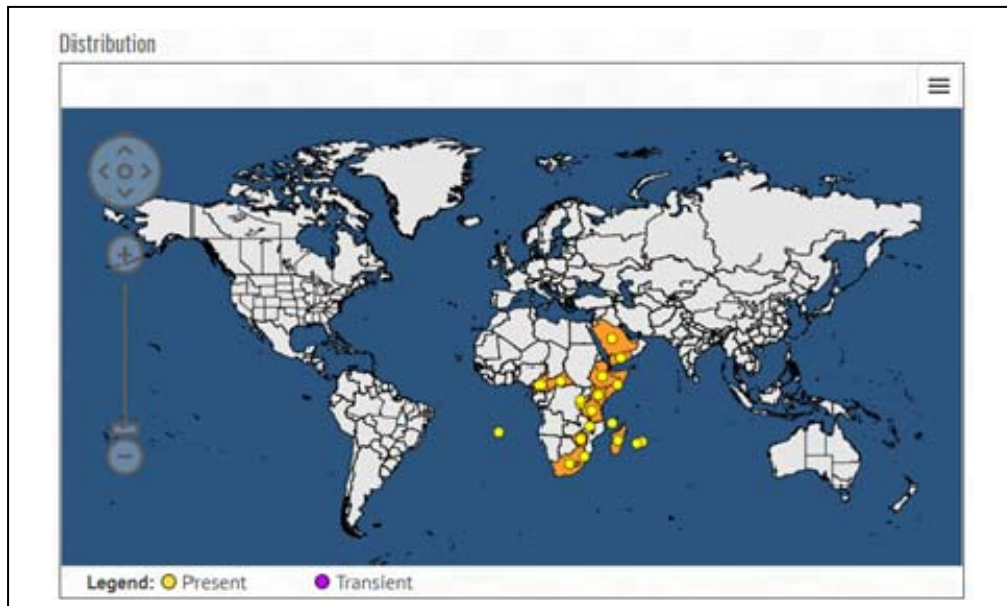
**Figure 5 : Carte de distribution de '*Candidatus liberibacter asiaticus*'**  
(Source : EPPO GD, extraction le 16/02/2018)

'*Candidatus Liberibacter africanus*' (CLaf) a été détectée dans quelques pays de la péninsule arabique ainsi que dans plusieurs pays de la côte est de l'Afrique et d'autres îles (Figure 6).

---

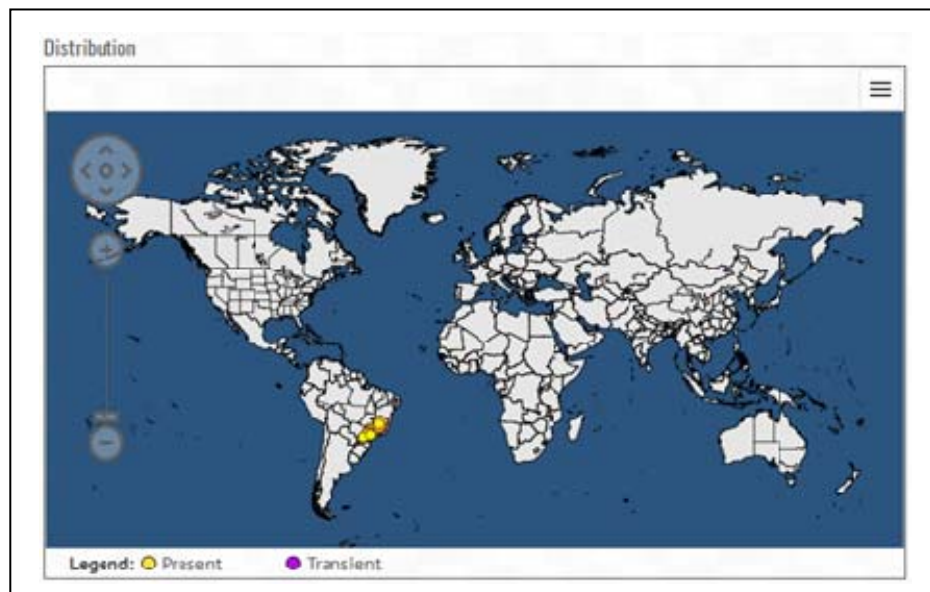
<sup>5</sup> Le signalement en Egypte n'a pas été confirmé par les autorités officielles de ce pays (EPPO reporting, 2018 ; Rse-1804)





**Figure 6 : Carte de distribution de '*Candidatus liberibacter africanus*'**  
(Source : EPPO GD, extraction le 16/02/2018)

'*Candidatus Liberibacter americanus*' (Clam) est présente uniquement au Brésil (Figure 7).



**Figure 7 : Carte de distribution de '*Candidatus liberibacter americanus*'**  
(Source : EPPO GD, extraction le 16/02/2018)

Les cartes de répartition géographique des vecteurs sont données à la question 1.15.

## 3.2 Etape 2 : Evaluation du risque phytosanitaire

### 3.2.1 Section A : Catégorisation de l'organisme nuisible

#### 3.2.1.1 Identifier l'organisme nuisible (ou l'organisme nuisible potentiel)

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

Oui

#### HLB

La maladie du Huanglongbing est associée à trois espèces de *Liberibacter*, qui sont des organismes bactériens de la classe des alpha-Proteobactéries : *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas), *Ca. L. africanus* (CLaf), et *Ca. L. americanus* (CLam) (Jagoueix *et al.*, 1994, Teixeira *et al.*, 2005a, Garnier *et al.*, 2000). Les trois espèces de *Candidatus Liberibacter* provoquant le HLB qui ne sont pas cultivables sur un milieu nutritif et qui ne peuvent se multiplier qu'à l'intérieur d'un hôte eucaryote (plante/insecte) (Haapalainen, 2014), sont considérées comme des organismes bactériens fastidieux.

Dans le cadre d'un travail récent de phylogénie, plusieurs sous-espèces ont été répertoriées pour CLaf uniquement : "*Ca. L. africanus* subsp. *capensis*"; "*Ca. L. africanus* subsp. *clausenae*"; "*Ca. L. africanus* subsp. *vepridis*"; "*Ca. L. africanus* subsp. *zanthoxyli*" (Roberts *et al.*, 2017, Roberts *et al.*, 2015).

Ces espèces de *Liberibacter* associées au HLB sont proches phylogénétiquement d'autres espèces de *Liberibacter* : *Ca. L. europaeus* (pathogène d'espèces des familles Rosaceae et Fabaceae) ; *Ca. L. solanacearum* (pathogène d'espèces des familles Solanaceae et Apiaceae) ; et *L. crescens* (pathogène d'espèces de la famille Caricaceae) (Haapalainen, 2014).

La détection et/ou la caractérisation des espèces associées à la maladie du HLB s'effectue par le biais de différentes méthodes, notamment par :

- Biologie moléculaire :
  - PCR (Teixeira *et al.*, 2008 ; Teixeira *et al.*, 2005b ; Hung *et al.*, 2004 ; Hocquellet *et al.*, 1999 ; Fujikawa et Iwanami, 2012 ; Fujikawa *et al.*, 2013 ; Donnua *et al.*, 2012) ;
  - qPCR ou PCR en temps réel (Li *et al.*, 2006 ; Coy *et al.*, 2014 ; Morgan *et al.*, 2012 ; Bertolini *et al.*, 2014 ; Ananthakrishnan *et al.*, 2013 ; Wang *et al.*, 2006 ; Kogenaru *et al.*, 2014 ; Zheng *et al.*, 2016 ; Arratia-Castro *et al.*, 2016 ; Orce *et al.*, 2015 ; Kunta *et al.*, 2014) ;
  - LAMP PCR (Ghosh *et al.*, 2016 ; Qian *et al.*, 2017 ; Wu *et al.*, 2016 ; Keremane *et al.*, 2015 ; Rigano *et al.*, 2014) ;
  - Kit PCR AmplifyRP (Russell *et al.*, 2015) ;
  - Reverse transcription duplex polymerase chain reaction (RT-d-PCR) pour CTV et HLB (Adkar-Purushothama *et al.*, 2011) ;
  - Hemi-nested polymerase chain reaction (hnPCR) (Bhaskara *et al.*, 2013) ;
  - Tandem repeat-based polymerase chain displacement reaction (TR-PCDR) (Lou *et al.*, 2017) ;
  - Combinaison de nested PCR et TaqMan® PCR dans un seul tube (Lin *et al.*, 2010) ;
  - ICAN DNA-RNA chimeric primers (Urasaki *et al.*, 2008) ;
  - Multiplexe PCR Virus agrumes et HLB (Meena et Baranwal, 2016 ; Saponari *et al.*, 2013).
- D'autres technologies alternatives :
  - Indexage biologique (McClellan et Oberholzer, 1965 ; Graça, 1991) ;



- Tissue blotting (Nageswara-Rao *et al.* 2013 ; Ding *et al.*, 2017) ;
- Spectroscopie/spectrométrie (Pérez *et al.*, 2016 ; Sagaram et Burns, 2009, Aksenov *et al.*, 2014) ;
- Contenu en amidon (Whitaker *et al.*, 2014).

La microscopie électronique par transmission (EPPO, 2014) permet de confirmer la présence de la bactérie dans les tissus du phloème (Bové et Garnier, 2003).

**1.08 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

**3.2.1.2 Déterminer si l'organisme est nuisible**

**1.09 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 (pour la maladie et les insectes vecteurs)**

**La maladie**

Le HLB est considéré comme une des maladies des plus destructives pour la production d'agrumes au niveau mondial (Bové, 2006 ; Zhang *et al.*, 2010b; Hall *et al.*, 2013a). Tous les greffons de citrus sont sensibles au HLB. Dans les années 90, la maladie fut à l'origine de la destruction de 60 millions d'arbres (Aubert, 1993). En Asie, environ 100 millions d'agrumes infectés ont été détruits par cette maladie et un million d'arbres ont été éliminés au Brésil en 2004 (Gottwald *et al.*, 2007 ; Duan *et al.*, 2009). Le HLB est une maladie provoquant un déclin progressif provoqué par le pathogène systémique CL spp., dont la période de latence est très longue (Gottwald, 2010).

Duran-Vila et Bové (2015) ont synthétisé (Tableau 6) le temps variable - en années - écoulé entre la première détection des vecteurs dans un pays ou une région et celle de la maladie. La difficulté d'identifier visuellement la maladie peut être un élément d'explication de ce phénomène de décalage temporel.

**Tableau 6 : Délai entre la détection de *Diaphorina citri* ou *Trioza erytreae* et l'observation de la maladie**

<b>Pays</b>	<b><i>D. citri</i></b>	<b>HLB</b>	<b>Pays</b>	<b><i>T. erytreae</i></b>	<b>HLB</b>
Brésil	1942	2004	Afrique du Sud	1897	1928
Argentine	1984	2012	Kenya	1918	1981
Floride	1998	2005	Ethiopie	1918	1976 ?
Cuba	1998	2006	Swaziland	1958	1965
Guadeloupe	1998	2012	Rwanda/Burundi	1958	1988
Texas	2001	2012	Madagascar	1961	1968
			Zimbabwe	1962	1981
			Tanzanie	1967	1984
			Malawi	1967	1988
			Cameroun	1967	1988

Source : Duran-Vila et Bové (2015)

### **Les symptômes de la maladie HLB déclenchée par les CL spp.**

L'apparition des symptômes typiques du HLB, après la période de latence, est synonyme d'une concentration bactérienne maximale dans les tissus de la partie symptomatique ( $\sim 10^7$  CN/g) (Coletta-Filho *et al.*, 2009), dont les concentrations de CLas sont généralement supérieures à celle de CLam (Lopes *et al.*, 2009a).

Les symptômes observés sur les différents organes ont été décrits par Graça *et al.* (2015) :

- Symptôme de jaunissement des jeunes pousses, dépérissement des branches et nombre de fruits réduit
- Marbrure : apparition de jaunissement asymétrique de la nervure principale.
- Coloration irrégulière des fruits (citrus greening) et taille des fruits réduite.
- Inversion de coloration du fruit avec une rupture de coloration entre l'extrémité du style encore vert et le pédoncule du fruit qui est déjà orangé.
- Fruit contenant des graines avortées ou non.

Les symptômes décrits conduisent à un dépérissement des arbres et à leur mort en moins de 10 ans après apparition des premiers symptômes.

Par rapport au schéma général de la Figure 1 les travaux réalisés ont montré plus précisément l'importance de l'infection précoce des racines pour le développement de la maladie et suggèrent un modèle de déplacement des bactéries (CLas) via le phloème, du site initial de la piqûre par l'insecte jusqu'aux racines où elles se multiplient, endommagent le système racinaire hôte, puis se propagent de nouveau au reste de la canopée lors de la formation des jeunes pousses (« flushes »). Les racines sont donc endommagées par l'infection **avant le développement des symptômes foliaires visibles** (Graham *et al.*, 2013 ; Johnson *et al.*, 2013). Cette biologie est en accord avec la phylogénie des CL spp. qui appartiennent à un groupe de bactéries ayant une niche majoritairement racinaire.

Le développement des symptômes est affecté par l'environnement, en particulier la longueur du jour (Stover *et al.*, 2016) mais, bien qu'un éclairage continu renforce la progression de la maladie, il n'a pas été mis en évidence de différences quant à la sensibilité au HLB. De même, une déficience en Phosphore semble aggraver les symptômes (Zhao *et al.*, 2013). Mais telle que l'information est citée il est difficile d'établir le lien entre la sensibilité au HLB et la carence en phosphore.

Les répercussions de cette maladie sont observées sur l'hôte à différents niveaux :

#### **Effet sur le rendement des arbres en fruits**

- Le rendement des arbres infectés par le HLB est plus faible que celui des arbres sains (chute prématurée), sans pour autant être corrélé à la sévérité de la maladie. Les plus faibles rendements sont associés aux branches symptomatiques (Bassanezi *et al.*, 2011).

#### **Effet sur les fruits, leur qualité et les contraintes liées à leur récolte**

- Le HLB conduit à des modifications de la qualité du jus d'orange (Bassanezi *et al.*, 2009 ; Massenti *et al.*, 2016 ; Dala-Paula *et al.*, 2019).
- Les jus de fruits obtenus à partir d'arbres symptomatiques présentent un goût acide plus prononcé dû à la plus grande présence de limonine et de nomiline (Baldwin *et al.*, 2010 ; Dagulo *et al.*, 2010), ainsi qu'un taux de sucre inférieur (Dagulo *et al.*, 2010).
- Le HLB conduit à des modifications des contraintes techniques pour la cueillette (Chen *et al.*, 2016a)

Le mélange des fruits symptomatiques et asymptomatiques permet d'effacer les problèmes liés à la qualité des fruits infectés symptomatiquement (Plotto *et al.*, 2010).

### **Effet sur les semences**

- Le HLB produit des effets négatifs sur les graines, à savoir une réduction du poids et du taux de germination des graines, ainsi que de la taille des plantules, mais aucune plante n'a développé des symptômes du HLB (Albrecht et Bowman, 2009).

### **Effet sur les racines**

- La perte du volume du système racinaire s'élève à au moins 30%, aussi bien sur jeunes arbres que vieux arbres (Wang *et al.*, 2017a).

### **Effets sur les communautés microbiennes**

- L'infection modifie les communautés microbiennes associées aux racines (Trivedi *et al.*, 2010) et aux feuilles (Blaustein *et al.*, 2017).

Les effets sur le microbiote associé aux racines impliquent une restructuration des communautés bactériennes : la plupart des phylophytes présents dans une situation de racine saine ne sont plus détectés, au profit de *Methylobacterium* et de *Sphingobacterium* ; la richesse du microbiote est diminuée significativement (Chao 1 et index de Shannon) (Trivedi *et al.*, 2010). Les communautés bactériennes dans les arbres infectés montrent une plus forte capacité à utiliser des sources carbonées plus récalcitrantes à la dégradation (Trivedi *et al.*, 2012), montrant que les communautés sont plus semblables à celles vivant dans le sol, et non proches de racines (Wang *et al.*, 2017a).

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

Sans objet

### **3.2.1.3 Présence ou absence dans la zone ARP et situation réglementaire de l'organisme nuisible**

#### **1.11 L'organisme nuisible est-il présent dans la zone ARP ?**

Non

La présence du HLB n'a jamais été rapportée par l'OEPP et par le CABI dans leurs analyses de l'état phytosanitaire dans les pays européens (sites <https://gd.eppo.int/> et <https://www.cabi.org/cpc/> consultés en juillet 2018). Cette absence est également confirmée par les réponses reçues des ONPV européennes au questionnaire envoyé à l'occasion du traitement de cette saisine (Annexe 2).

En ce qui concerne les insectes vecteurs et les plantes parasites (cuscutes), leur présence dans la zone ARP est analysée dans la question 1.15.

#### **1.12 L'organisme nuisible est-il largement répandu dans la zone ARP ?**

Non pertinent

### **3.2.1.4 Possibilités d'établissement et de dissémination dans la zone ARP**

#### **1.13 Existe-t-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 abri ou les deux)?**

Oui

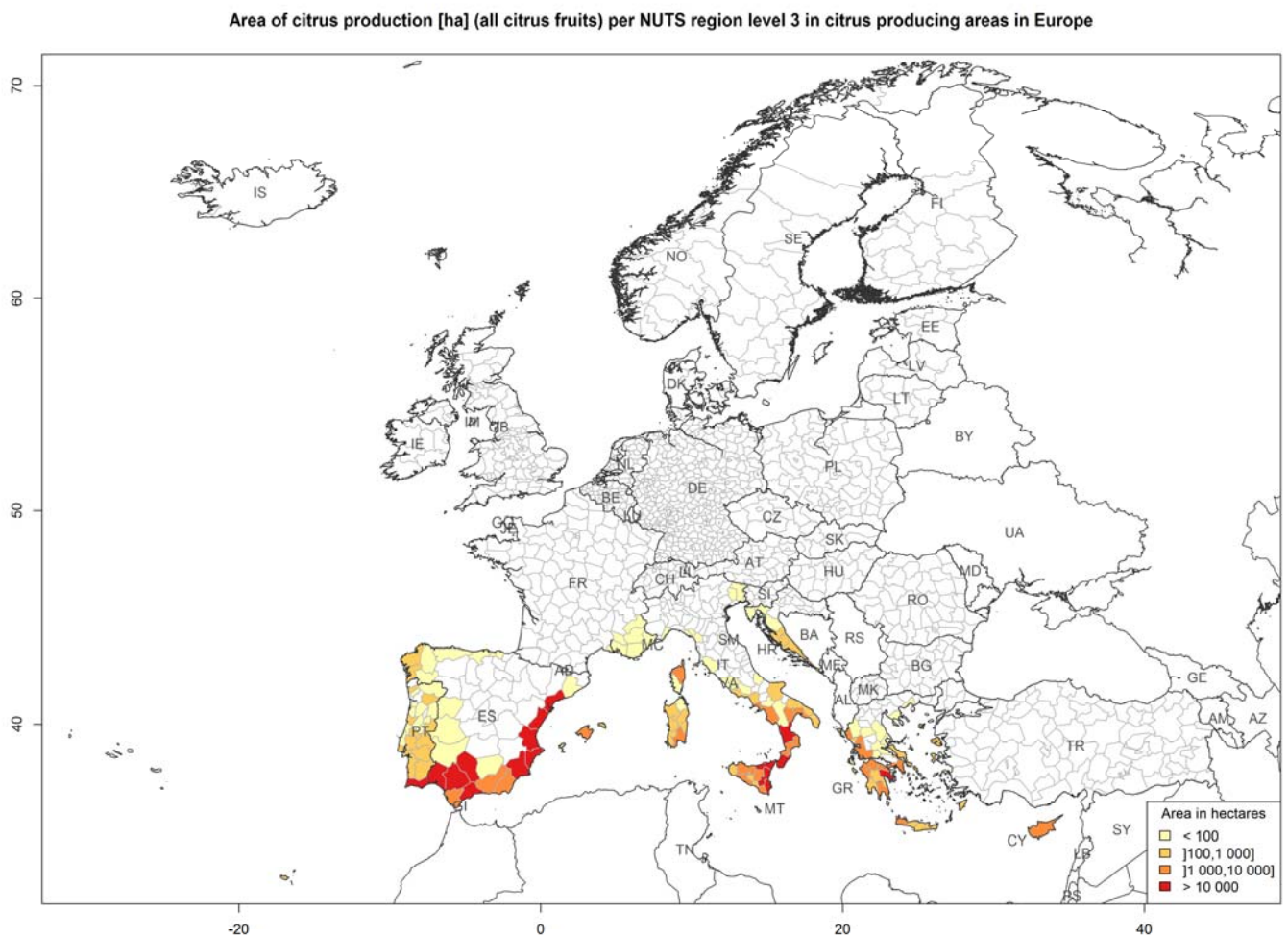
Les plantes hôtes du HLB, notamment les agrumes, sont cultivées dans les pays méditerranéens de la zone ARP. Ces plantes sont connues comme hôtes des vecteurs.

Les espèces du genre *Citrus* sont intensivement cultivées dans les pays du sud de l'UE dans des vergers, des pépinières pour la production de plants destinés à la plantation, dans les jardins privés et dans les jardins publics et également en tant que plantes ornementales. Dans certaines villes, les arbres de citrus sont plantés le long des rues (Efsa, 2014).

Les cuscutes, plantes hôtes (et vectrices) des CL spp. sont également présentes abondamment en zone ARP et dans les pays sud-méditerranéens limitrophes, en zones naturelles et cultivées (Albert *et al.*, 2008 ; Kazi-Tani, 2014).

#### La Figure 8 : Superficies de production de citrus (toutes espèces confondues) dans la zone ARP

(Source : données disponibles via « data supplement <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3557ax1.pdf> » )  
Légendes : PT = Portugal, ES = Espagne, FR = France, IT = Italie, HR = Croatie, GR = Grèce, CY = Chypre, MT = Malte  
indique les régions productrices de citrus dans la zone ARP ainsi que les superficies recensées dans les pays producteurs que sont la Croatie, l'Espagne, la France, la Grèce, les îles de Chypre et de Malte, l'Italie et le Portugal.



#### Figure 8 : Superficies de production de citrus (toutes espèces confondues) dans la zone ARP

(Source : données disponibles via « data supplement <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3557ax1.pdf> » )  
Légendes : PT = Portugal, ES = Espagne, FR = France, IT = Italie, HR = Croatie, GR = Grèce, CY = Chypre, MT = Malte

**1.14 Si un vecteur est le seul moyen pour l'organisme nuisible de se disséminer, existe-t-il un vecteur présent dans la zone ARP ?**

**Oui, au moins un vecteur « insecte », l'espèce *Trioza erytrae*. Le cas des cuscutes, plantes parasites, est également analysé dans ce paragraphe pour répondre plus précisément à cette question.**

### **Insectes**

Le rapport d'expertise de Nicolas Sauvion (février 2018, actualisé en juin 2018 ; rapport attaché) dresse un état des lieux complet des connaissances relatives aux relations insectes-maladie. Les citations textuelles de ce rapport sont indiquées ci-après entre guillemets.

Dans l'état actuel des connaissances, les trois bactéries sont acquises puis transmises par deux espèces de psylles : *Diaphorina citri*, le psylle asiatique des agrumes, et *Trioza erytrae*, le psylle africain des agrumes. **Seule cette dernière espèce a été signalée dans la zone ARP (voir question 1.01).**

Ces deux espèces ont été décrites. Elles peuvent néanmoins être confondues avec d'autres espèces, présentes sur des plantes de la famille des Rutaceae ou non. Ainsi *Diaphorina citri* est proche de *D. amoena*, *D. flavipennis*, *D. nigripennis* et *D. fabulosa*, ainsi que d'autres espèces mal connues d'Afrique et de Madagascar. *Trioza erytrae* peut être confondue avec d'autres espèces du genre *Trioza* (Cf. Sauvion 2018, rapport attaché), la différenciation se faisant surtout à partir de la plante-hôte (*T. erytrae* étant la seule signalée sur Rutaceae avec *Trioza litsae*, ce dernier présent secondairement sur agrumes).

« *Diaphorina citri* transmet la forme asiatique (CLAs) de la bactérie du HLB en conditions naturelles en Asie (y compris l'Arabie saoudite) et la forme américaine (CLam) au Brésil (Bové, 2006 ; Bové et Garnier, 1984 ; Capoor *et al.*, 1967 ; Cocuzza *et al.*, 2017 ; Teixeira *et al.*, 2005b). Lallemand *et al.* (1986) ont aussi montré expérimentalement que *D. citri* pouvait transmettre la forme africaine (CLaf) ».

« *Trioza erytrae* transmet la forme africaine (CLaf) de la bactérie du HLB en conditions naturelles en Afrique et au Yémen (Bové, 2006 ; Bové et Garnier, 1984 ; McClean et Oberholzer, 1965). Massonié *et al.* (1976) ont montré expérimentalement que *T. erytrae* pouvait aussi transmettre la forme asiatique (CLAs). »

D'autres espèces de psylles, pratiquement toutes absentes de la zone ARP, sont observées sur des espèces de la famille des Rutaceae mais l'état des connaissances sur ces espèces est variable et le plus souvent très réduit. Elles sont potentiellement vectrices mais des tests d'acquisition et de transmission n'ont pas été faits à ce jour (Sauvion, 2018 ; rapport attaché) : c'est le cas de *Diaphorina auberti*, *D. murrayi*, *Trioza litsae*, *Powellia vitreoradiata* (présente en Europe), *Leuronota fagarae*, *Cacopsylla heterogena*, *C. murrayi*.

Certaines espèces telles que *Cacopsylla citricola* et *C. citrisuga*, *Diaphorina communis*, *D. punctulata*, *D. zebrana* peuvent acquérir le HLB mais sont incapables de le multiplier et de l'inoculer. Un fort doute existe pour les espèces suivantes : *Trioza citroimpura*, *Cacopsylla evodiae*, *C. fagarae*, *C. toddaliae*, *Psylla loranthei*, *Mesohomotoma lutheri*, *Agonoscena cisti* (Sauvion, 2018 ; rapport attaché).

Enfin, une cochenille Pseudococcidae, *Ferrisia virgata*, très répandue dans les régions tropicales et subtropicales, est capable d'acquérir et de transmettre le HLB en conditions expérimentales, mais la souche de la bactérie serait différente de celle trouvée chez les psylles car elle ne provoque pas de symptômes (Pitino *et al.*, 2014).

### **Plantes parasites**

Plusieurs espèces de cuscutes, plantes parasites, transmettent la maladie du HLB via leur haustorium (ou suçoir intracellulaire) qui est l'organe de la plante qui s'insère dans les tissus de la plante hôte pour absorber l'eau et les nutriments contenus dans les cellules. Cet organe est en



contact avec le phloème de la plante hôte. Ainsi, les bactéries CL spp. peuvent passer d'un hôte qui les héberge à un hôte sain via la cuscute qui établit un 'pont de phloème' entre les deux plantes. Ce point a donc été analysé plus précisément.

Le genre *Cuscuta* contient 194 espèces. Il est cosmopolite avec une majorité d'espèces originaires d'Amérique du Nord ou du Sud (environ 75%) et 15 à 20 espèces réparties dans le monde, reconnues comme organismes nuisibles en agriculture et en horticulture (Costea *et al.*, 2015).

Certaines cuscutes parasitent naturellement les *Citrus* spp. comme *Cuscuta monogyna*, dite « cuscute des agrumes » (Mishra, 2009).

Le

Tableau 7 répertorie les espèces de cuscutes signalées comme vectrices de bactéries responsables du HLB, le plus souvent de façon expérimentale dans la littérature consultée.

**Tableau 7 : Plantes hôtes de cuscutes répertoriées comme hôte de HLB**

ESPÈCES	REFERENCES
<i>Cuscuta australis</i>	Plant Biosecurity, 2011
<i>Cuscuta campestris</i>	Garnier et Bové, 1983
<i>Cuscuta indecora</i>	Hartung <i>et al.</i> , 2010
<i>Cuscuta pentagona</i>	Zhou <i>et al.</i> , 2007 ; Duan <i>et al.</i> , 2008
<i>Cuscuta reflexa</i>	Graça, 1991

Tirtawidjaja (1981) signale la transmission de CLas d'un citrus infecté à la Perwenche de Madagascar (*Catharanthus roseus*) par l'espèce *Cuscuta australis*. En 1983, la transmission expérimentale des bactéries par *Cuscuta campestris* puis l'expression des symptômes de la maladie du HLB à *C. roseus* à partir de l'orange douce (*Citrus sinensis*) sont décrites (Garnier et Bové, 1983). La concentration bactérienne de CLaf et CLas a atteint dans *C. roseus* des niveaux supérieurs à ceux enregistrés dans les citrus (Garnier et Bové, 1983). CLam a été transmis de *Citrus sinensis* à *Nicotiana tabacum* var. *xanthi* via *Cuscuta* spp. (Francischini *et al.*, 2007).

*Cuscuta indecora* a été mis en contact avec des plants de *Citrus jambhiri* infectés par CLas et CLam à des fins d'étude sur un modèle végétal considéré comme plus facile à travailler que les plants de citrus, *Catharanthus roseus* (periwinkle). La transmission de CLas et CLam de la cuscute à cette plante-hôte a été démontrée expérimentalement (Hartung *et al.*, 2010).

La transmission par *Cuscuta pentagona* de CLas de *Murraya paniculata* vers *Citrus sinensis* et, inversement, de *Citrus sinensis* vers *Murraya paniculata*, est rapportée par Zhou *et al.* (2007). L'hôte, *Murraya paniculata* (orange jasmine), asymptotique, a été vérifié positif, tandis que *Citrus sinensis* est resté asymptotique mais vérifié positif également. *Cuscuta pentagona* a été infectée à partir de *Citrus sinensis* porteur du HLB et une transmission expérimentale a été faite vers des plants de tomate qui ont manifesté des symptômes (Duan *et al.*, 2008).

*C. reflexa* a été utilisée pour transmettre la maladie d'un citrus à un autre (Graça, 1991).

Les expériences décrites sont toutes menées à partir de citrus développant le HLB (le plus souvent infectés par CLas). Les vrilles de la cuscute, déjà implantée sur l'arbre malade, sont simplement enroulées autour de la nouvelle plante hôte. Il est probable que ce processus infectieux se produise en conditions naturelles dans les vergers abandonnés ou en milieux naturels.

**Espèces de cuscutes présentes dans la zone ARP ou en zones limitrophes (pourtour méditerranéen)**

Plusieurs espèces de cuscutes natives sont présentes dans la zone ARP et les zones limitrophes (Sud Méditerranée). Elles peuvent provoquer des dégâts importants, principalement sur des Légumineuses et des Solanacées (Mishra, 2009).

En Italie, Ragazzi (1979) cite une source de la première moitié du XXe siècle indiquant des problèmes de *C. monogyna* sur les cultures de citrus et de *Vitis* situées aux environs de Milan. À Chypre, Meikle (1985) cite *C. monogyna* sur « *Vitis*, *Pistacia*, *Cannabis*, *Citrus* and other plants ». *Cuscuta monogyna* est également présente au Maroc (région du Tadl).

Des introductions de *Cuscuta campestris*, originaire d'Amérique du Nord, avec des attaques sur agrumes notamment ont été récemment décrites en Algérie (Kazi-Tani, 2014), probablement par importation de lots de semences fourragères non criblées pour la cuscute. *C. campestris* est également présente comme adventice dans les vergers d'agrumes à la Réunion (Ollivier, 2014). Cette espèce connue comme pouvant transmettre la maladie du HLB serait donc à surveiller particulièrement.

### **Interactions entre cuscutes et autres Candidatus Liberibacter : possibilité de saut d'hôtes**

Les différentes études semblent indiquer que toutes les espèces de cuscutes testées sont capables d'héberger CL spp. et de transmettre les bactéries via les connexions des phloèmes.

Les travaux de transmission de CL spp. par les cuscutes à la tomate et au tabac avec le déclenchement de symptômes dans ces espèces, ainsi que l'infection opportuniste d'arbres non rutacées (infections par CLas de *Pithecellobium lucidum*, un arbre de la famille des Légumineuses, en l'absence de psylles vecteur (Fan *et al.*, 2011) suggèrent que CL spp. peut présenter un spectre d'hôte large. Dans le cadre d'une analyse de risques on peut faire l'hypothèse que les spectres d'hôtes d'autres espèces de *Candidatus Liberibacter* seraient également assez large, comme par exemple *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLsol), phylogénétiquement proche de CLas et CLaf (alors que CLam est placé dans un autre clade (Wang *et al.*, 2017b).

Ainsi, un schéma de saut d'hôte pourrait être craint via une cuscute : *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLsol) trouvé dans la pomme de terre ou une autre espèce, pourrait être transmis par une cuscute à l'oranger et déclencher des symptômes. Une fois dans les citrus, CLsol pourrait alors être acquis et inoculé par *T. erythrae* présent en zone ARP.

Des études (non publiées) dans ce sens ont été réalisées par le groupe de Maria Lopez (experte du GT HLB). Elles ont montré que la transmission de CLsol par une cuscute à partir de carottes infectées avait lieu en direction du bigaradier, de la lime mexicaine et de l'oranger doux (détection par PCR temps réel avec la méthode Teresani *et al.*, 2014). Cependant la détection des bactéries dans les arbres est observée à court terme (maximum pendant 3 mois). Par ailleurs, les arbres n'ont pas développé de symptômes après trois mois.

Une transmission par greffage à partir d'agrumes infectés ne semble pas avoir transmis CLsol. La transmission de CLsol à des arbres sains par *T. erythrae* ou *D. citri* à partir d'arbres infectés par la cuscute n'a pas été expérimentée (insectes vecteurs de quarantaine).

Ces données indiquent que, dans le temps long, la cuscute peut être un vecteur pouvant aggraver l'épidémie de HLB, soit en transmettant directement (via des cuscutes infectées) ou indirectement (via des arbres infectés) les CL spp. aux citrus, soit en introduisant de nouvelles espèces de *C. Liberibacter* chez les citrus (M. Lopez, comm. pers.).

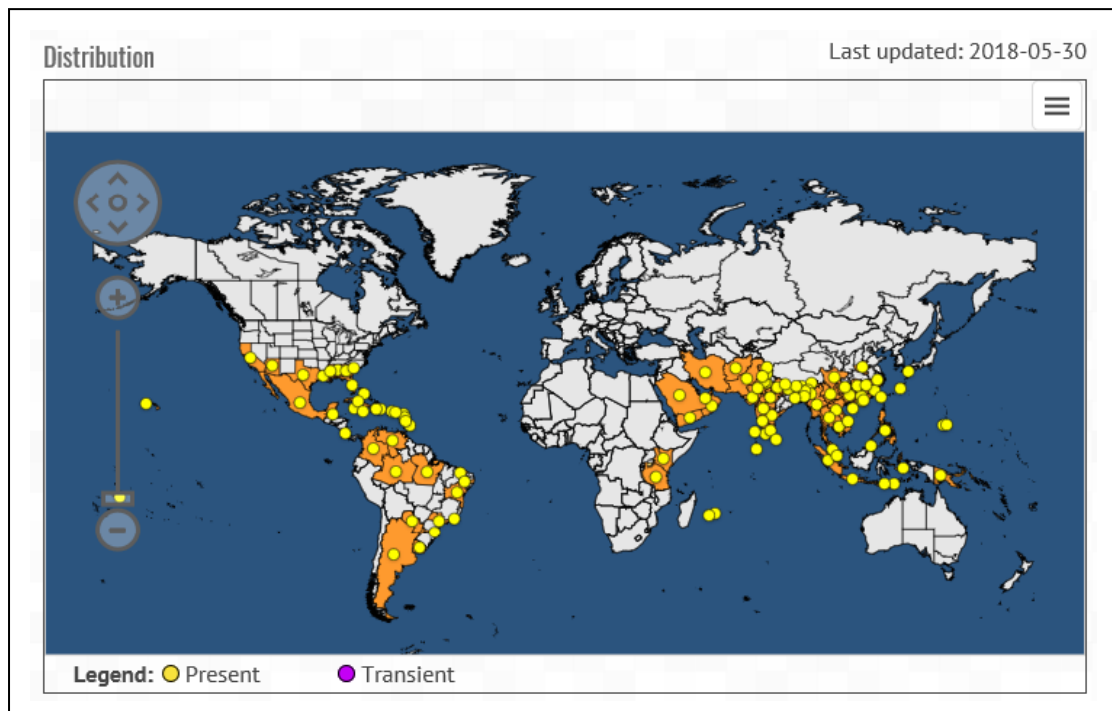
Toutes les espèces de cuscutes citées dans ce paragraphe ne constituent pas, à l'heure actuelle, des problèmes sérieux pour les vergers d'agrumes en zone ARP. Cependant, la présence souvent rapportée de ces plantes parasites dans les vergers d'agrumes confirme la possibilité de transmission de la maladie via ce vecteur, à partir de citrus infectés. D'autres espèces non rutacées infectées par des CL proches pourraient également transmettre ces bactéries aux citrus (Cf. question 1.6 ;

Tableau 1) via les cuscutes.

### Répartition géographique des vecteurs hors et dans la zone ARP

La répartition géographique mondiale actuellement connue des deux espèces de psylles vectrices est présentée dans les Figures 9 et 10. Des informations plus détaillées issues des cartes provenant du Portugal et d'Espagne sont également signalées.

La Figure 9 présente la distribution de *Diaphorina citri*. L'insecte est présent aux Etats-Unis, dans les Antilles, en Amérique Centrale et en Amérique du Sud, au Moyen Orient et en Asie. Il est également signalé dans deux pays du continent africain (Kenya, Tanzanie) et dans les îles de La Réunion et Maurice. *Diaphorina citri* n'est pas présent dans la zone ARP.

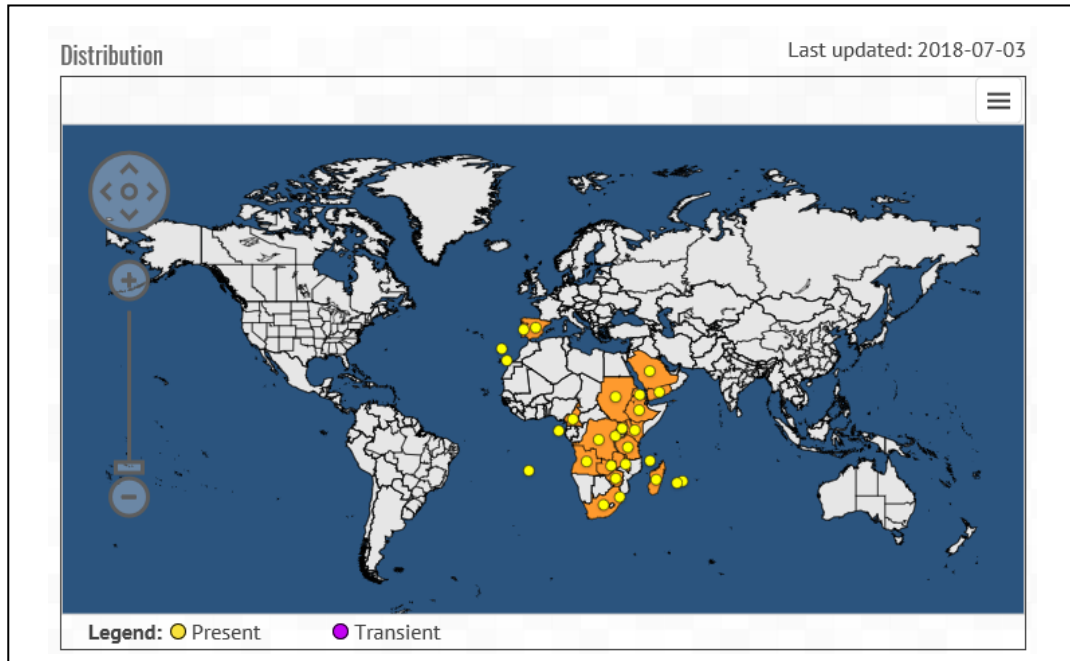


**Figure 9 : Carte de distribution mondiale de *Diaphorina citri***

(Source : EPPO, extraction le 31/08/2018)

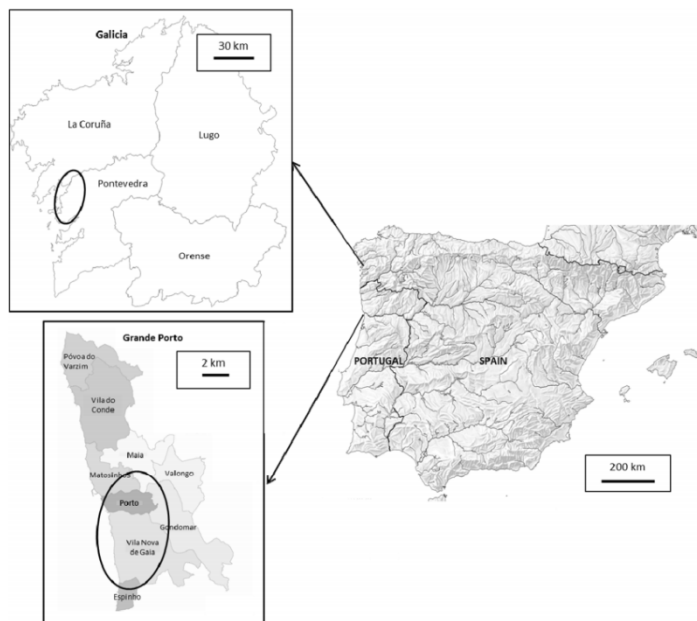
*Trioza erytreae* est un psylle présent principalement en Afrique, dans le sud-ouest de la péninsule arabe, dans les îles du sud-ouest de l'océan Indien, mais également dans deux pays de la zone ARP (Figure 10), l'Espagne et le Portugal. Il a été signalé dans l'île de Madère (Région ultrapériphérique du Portugal) en 1994 (Carvalho et Aguiar, 1997) et en 2002 aux îles Canaries (Gonzalez-Hernandez, 2003). Il a été signalé pour la première fois sur le continent européen en août 2014 dans le nord-ouest de l'Espagne dans la province de La Coruña, dans la province voisine de Pontevedra et au nord du Portugal dans la ville d'Oporto (Pérez-Otero *et al.*, 2015).





**Figure 10 : Carte de distribution mondiale de *Trioza erytreae***  
 (Source : EPPO, extraction le 31/08/2018)

La Figure 11 montre la répartition de *T. erytreae* dans la péninsule ibérique signalée par Cocuzza *et al.* (2017).

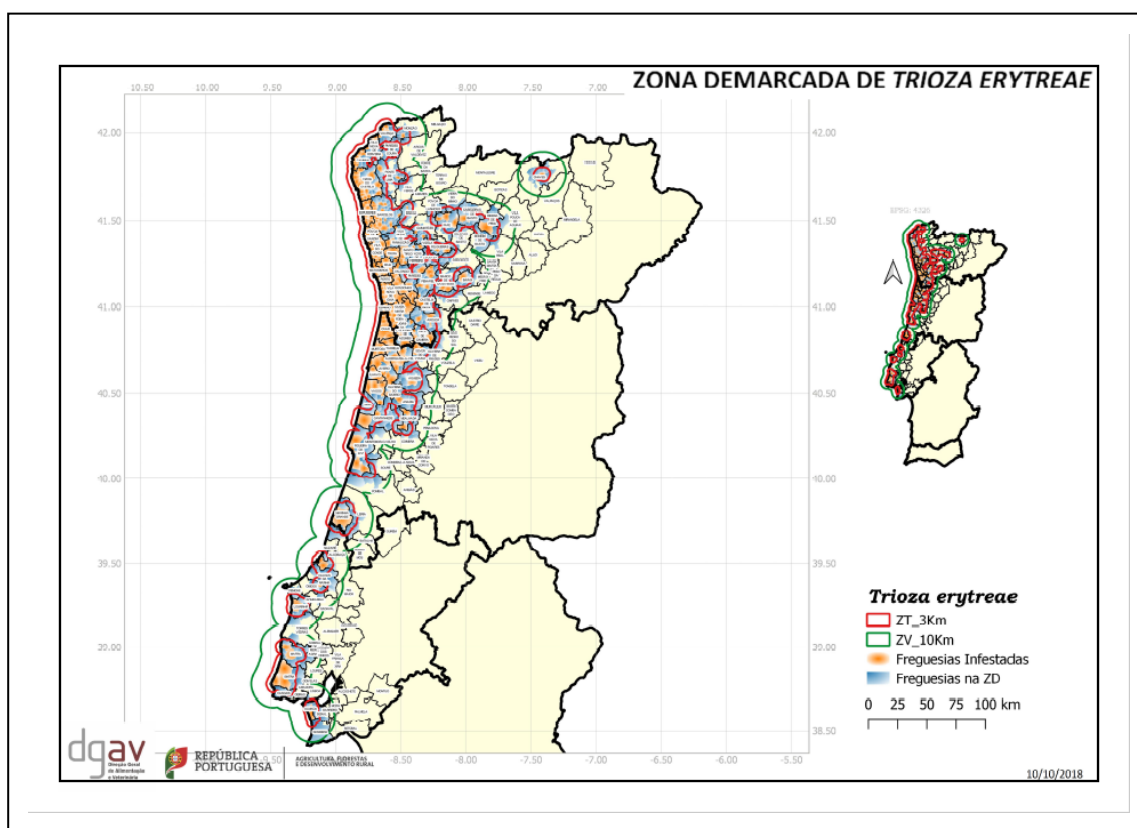


**Figure 11 : Carte de distribution de *Trioza erytreae* dans le nord-ouest de la péninsule Ibérique**

(Source : Cocuzza *et al.*, 2017)

Au Portugal, l'insecte a été observé dans plusieurs villes le long de la côte nord et de la région centre (Figure 12). La liste des entités géographiques concernées (*freguesias*, ou paroisses) a été donnée, avec une évolution des zones affectées au cours du temps, aux adresses suivantes : [http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/genericos?generico=221911&cboui=221911\(cliquer\\_sur\\_le\\_drapeau\\_du\\_Portugal\\_en\\_bas\\_de\\_la\\_page\\_d'accueil\)\\_ou](http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/genericos?generico=221911&cboui=221911(cliquer_sur_le_drapeau_du_Portugal_en_bas_de_la_page_d'accueil)_ou) [http://www.drapnorte.gov.pt/drapn/fitosanidade/psila\\_af\\_citricos.html](http://www.drapnorte.gov.pt/drapn/fitosanidade/psila_af_citricos.html).

L'insecte a été observé près de Lisbonne en 2017 à 190 km des premiers vergers d'agrumes espagnols dans la province de Huelva (deuxième zone de production d'agrumes en Andalousie avec 19.000 hectares) et à seulement 170 km de la principale zone d'agrumiculture en Algarve avec 14.600 hectares. La dernière carte publiée est celle du 10 octobre 2018.



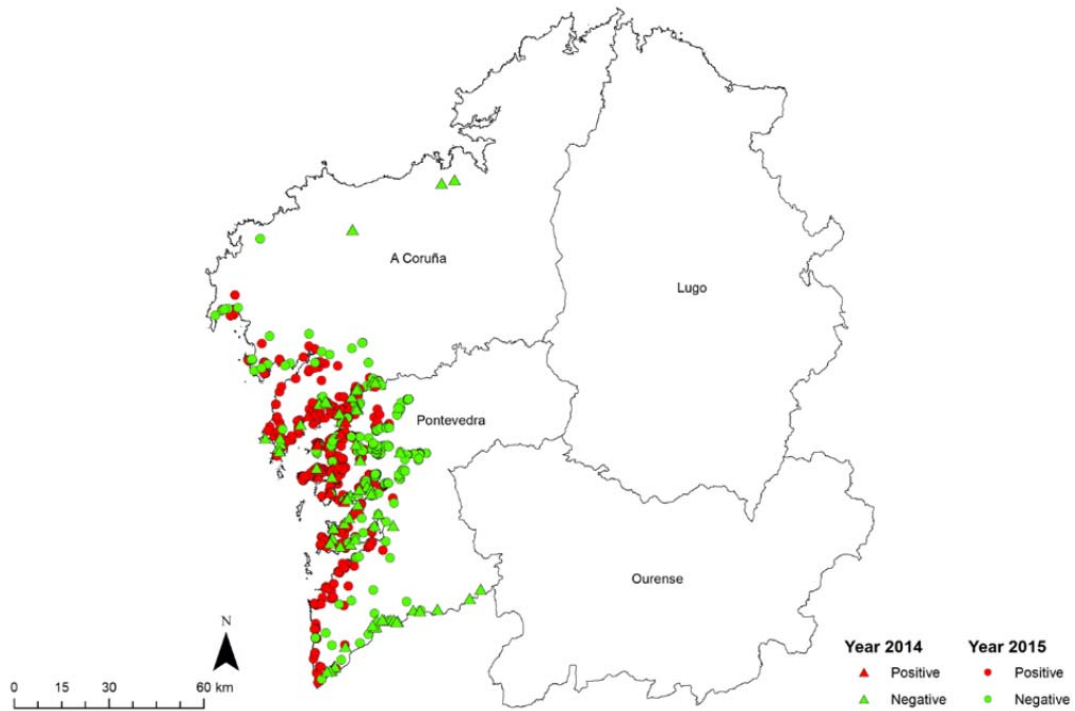
**Figure 12 : Carte de distribution de *Trioza erytreae* au Portugal**

(Source : DGAV, Octobre 2018, [http://www.drapnorte.gov.pt/drapn/fitosanidade/psila\\_af\\_citricos.html](http://www.drapnorte.gov.pt/drapn/fitosanidade/psila_af_citricos.html))

Légendes : ZT = zone tampon, de 3 km de diamètre ; ZV = zone de vigilance de 10 km de diamètre ; zone orange = zone infestée ; ZD = zone infestée + zone tampon)

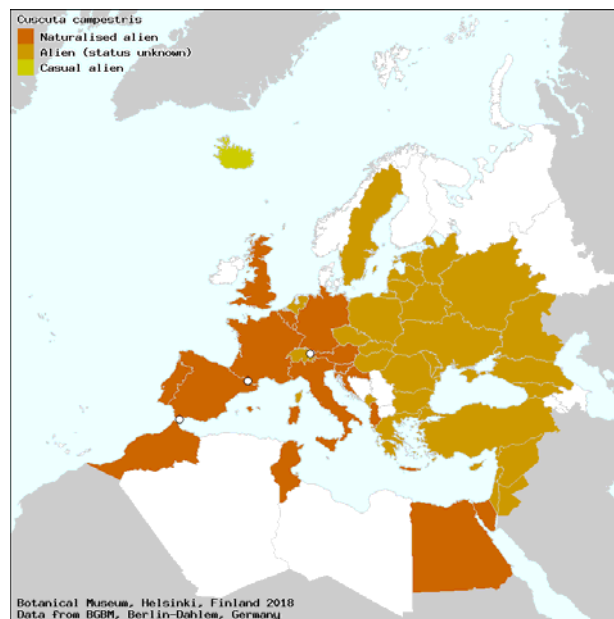
La

Figure 13 présente la distribution de *Trioza erytreae* en Espagne.



**Figure 13 : Carte de distribution de *Trioza erytreae* en Espagne**  
(Source : Siverio *et al.*, 2017)

Figure 14). *Cuscuta monogyna* a été signalée en Italie (Ragazzi, 1979), à Chypre (Meikle, 1985) et retrouvée en France (Fried et Tison, 2014) alors qu'on la pensait disparue.



**Figure 14 : Carte de distribution du *Cuscuta campestris* en Europe**

(Source : [http://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=312717&size=medium](http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=312717&size=medium) , extraction le 09/03/2018)

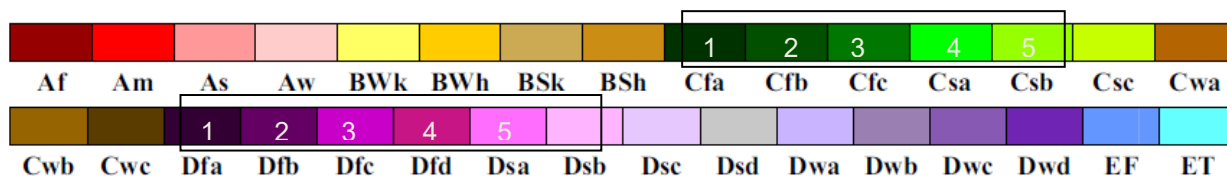
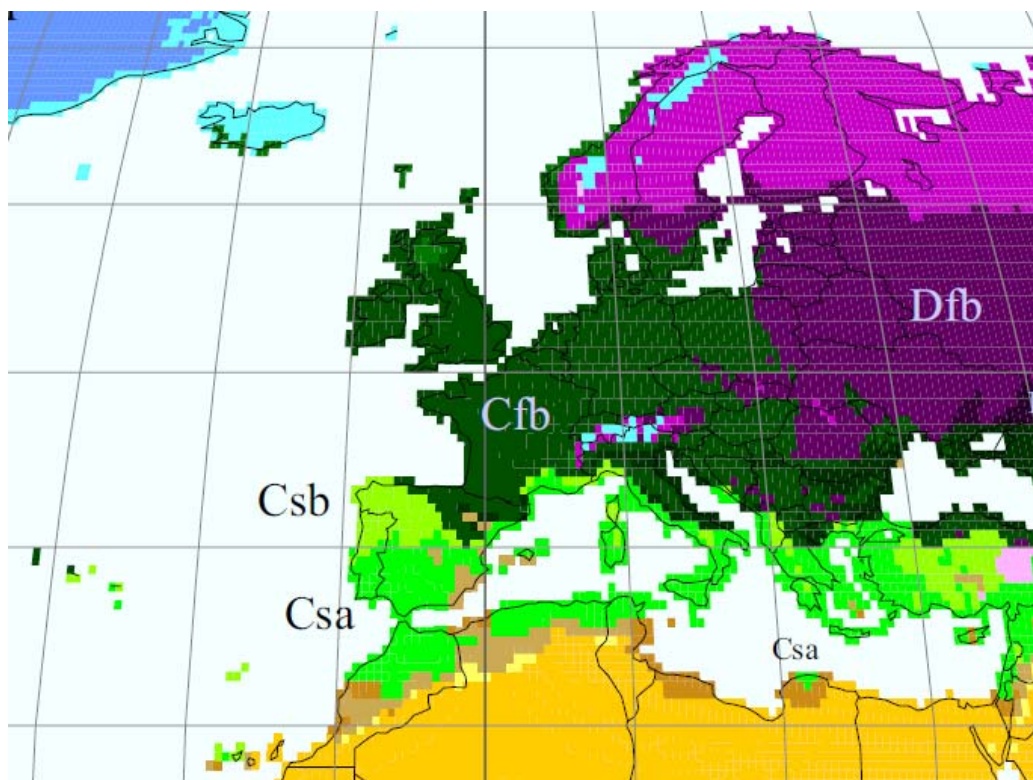
*Cuscuta indecora* n'est pas décrite dans la zone ARP ([http://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=313077&size=medium](http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=313077&size=medium), pas de distribution connue dans le CPC CABI). Il en est de même pour *Cuscuta pentagona* (selon la carte de distribution disponible dans le CPC CABI, pas de distribution connue sur le site d'EuroMED).

**1.15 La répartition géographique connue de l'organisme nuisible comprend-elle des zones écoclimatiques comparables à celles de la zone ARP ou suffisamment similaires pour que l'organisme nuisible survive et prospère (considérer également les conditions sous abris)?**

Oui (pour les bactéries et les organismes vecteurs : insectes et cuscutes)

**Caractérisation des climats de la zone ARP**

Selon la classification de Köppen-Geiger la zone ARP présente des climats de catégories différentes (Figure 15).



**Main climates**

- A: equatorial
- B: arid
- C: warm temperate
- D: snow
- E: polar

**Precipitation**

- W: desert
- S: steppe
- f: fully humid
- s: summer dry
- w: winter dry
- m: monsoonal

**Temperature**

- h: hot arid
- k: cold arid
- a: hot summer
- b: warm summer
- c: cool summer
- d: extremely continental
- F: polar frost
- T: polar tundra

**Figure 15 : Climats selon Koppen-Geiger dans la zone ARP**

Légendes des catégories concernant la zone ARP:

- Dfb : climat continental (humide avec un été tempéré) (mauve n°2)
- Dfc : climat continental (humide avec un été court et frais) (mauve n°3)
- Cfb : climat océanique (tempéré humide avec un été tempéré) (vert n°2)
- Csa : climat méditerranéen (tempéré, saison sèche en été, été chaud) (vert n°4)
- Cfa : climat subtropical humide (tempéré humide avec un été chaud) (vert n°1)
- Csb : climat méditerranéen (tempéré, saison sèche en été, été tempéré) (vert n°5)

D'autres climats sont rencontrés à moindre échelle comme le climat de steppe semi-aride BSk en Espagne.

Le climat des Açores appartient aux catégories Csa et Csb, celui de Madère et des îles Canaries à la catégorie Csb.

**Zones écoclimatiques dans lesquelles se situent les bactéries CLaf, CLam, CLas**

Les climats des régions dans lesquelles sont signalées les trois bactéries sont donnés en Annexe 3.

- CLaf

CLaf est établie dans les régions tempérées (climat C) et se limite aux hauts plateaux plus froids dans les pays des climats chauds et tropicaux (climats B et A) et est sensible à des températures au-dessus de 32° C (Graça, 1991 ; Bové, 2006).

- CLam

CLam est présente au Brésil dans des régions dont le climat est à dominance tropicale (Aw). Cette catégorie de climat n'est pas présente dans la zone ARP.

Une étude se basant sur des arbres naturellement infectés et l'observation de symptômes sur des pousses nouvelles montrent que CLam est moins tolérant aux hautes températures que CLas : une température > 32°C est défavorable au développement de CLam, alors que celui de CLas est tolérant à des températures > 35°C (Lopes *et al.*, 2009b). Une autre étude sur l'infection primaire et l'établissement (colonisation) de la maladie sur des citrus montre que CLam n'a pas pu s'établir à des températures supérieures à 27/32°C (nuit/jour), alors que CLas a, lui, pu s'établir (Gasparoto *et al.*, 2012).

- CLas

CLas est établie aussi bien dans des climats chauds que dans des climats froids : climat tropical A, climat sec B et climat tempéré C. Dans la zone ARP, les climats B (BSk, en marron sur la Figure 15) et C (Csa, Csb, de couleurs vertes) existent bien avec des cultures d'agrumes dans les zones de production d'agrumes (Figure 15).

Étant donné le spectre de climats différents occupés par les bactéries dans leur zone de répartition actuelle, des zones climatiques similaires dans la zone ARP existent et pourraient permettre à l'organisme nuisible de s'établir, dans la mesure où ses plantes-hôtes et au moins un insecte vecteur (*Trioza erytrae*) y sont également présents.

Des analyses prospectives de la distribution géographique de *Diaphorina citri* ont été faites à l'aide de modèles de prédictions (Gutierrez et Ponti, 2013 ; Narouei-Khandan *et al.*, 2016 ; Shimwela *et al.*, 2016). La région méditerranéenne est considérée dans ces études comme peu favorable à *D.*

*citri*, à l'exception du Portugal, de l'Espagne, du sud de l'Italie et de la Sardaigne (Figure 16 et Figure 17).



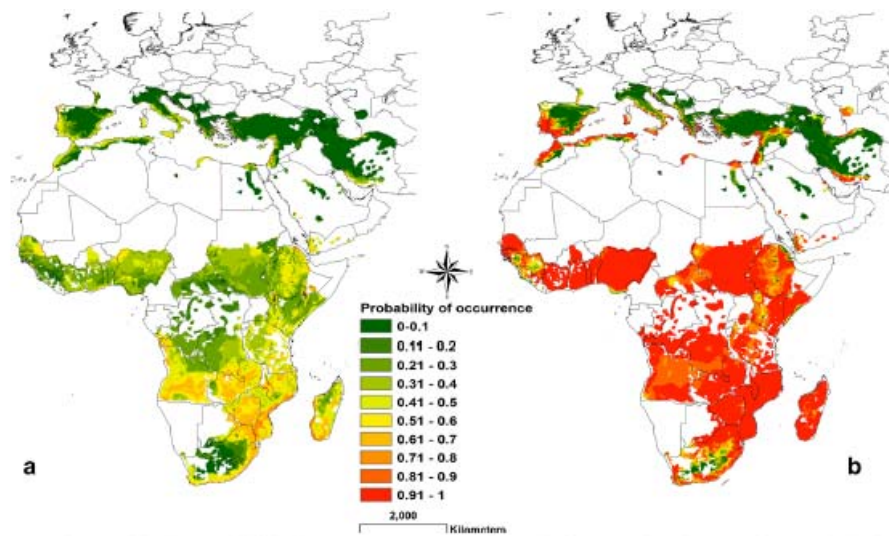
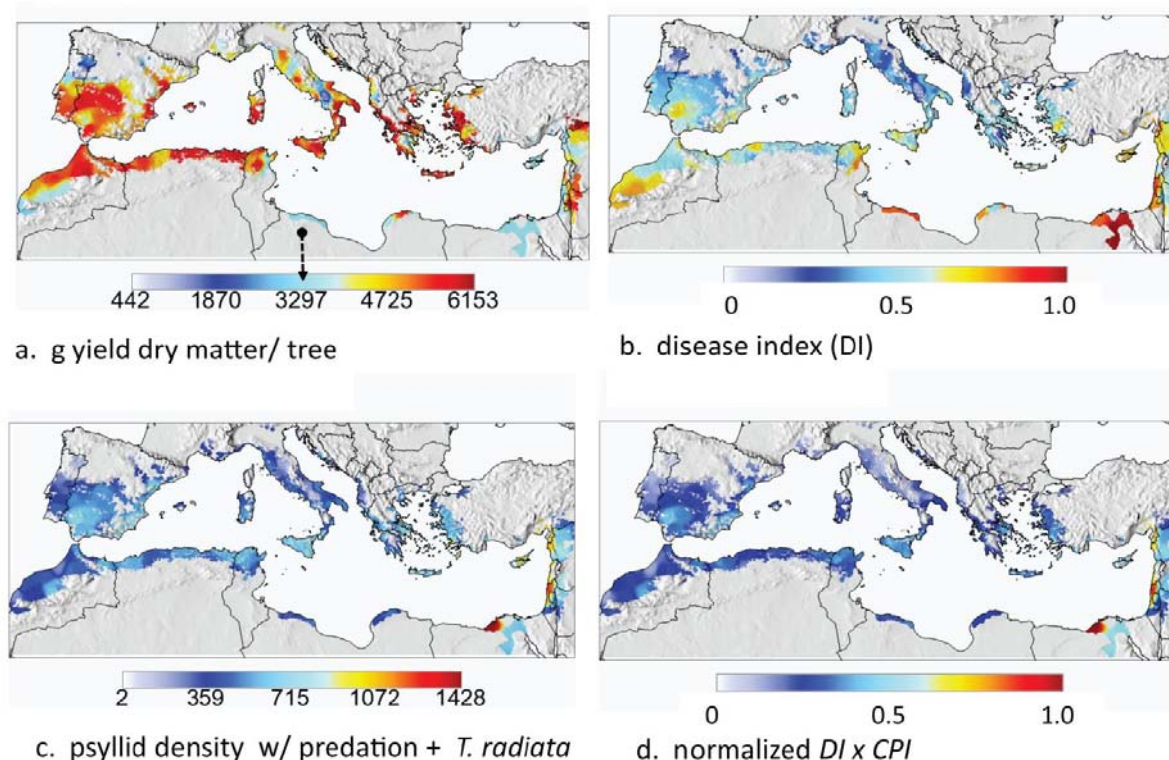


Fig 5 The potential climate suitability for *Diaphorina citri* Kurwayama in citrus growing areas in Africa and Europe predicted by the MaxEnt model (a) and the support vector machines (SVM) model in Multi-Model Framework (MMF) (b). MAXENT is a correlative presence only model that is generally conservative in its predictions. MMF includes 9 correlative models with presence

and pseudo-absence locations; the SVM model was selected as the most accurate model in validation tests. Both models used global 50-year climate data to predict potential establishment of *D. citri* from the current global occurrence locations, and pseudo-absence locations in SVM

**Figure 16 : Modélisation des zones favorables à *Diaphorina citri* en Europe et en Afrique**  
(Source : Shimwela *et al.*, 2016)

Mais les études devraient être affinées car elles indiquent la présence potentielle des psylles dans des régions où les plantes-hôtes ne sont pas présentes. D'après la littérature consultée le cas de l'espèce *Trioza erythrae* n'a pas été abordé alors que cette espèce est déjà présente dans la zone ARP. Par ailleurs, les cartes issues des travaux de Gutierrez et Ponti (2013) présentées dans la Figure 17 ne prévoient pas la présence de *D. citri* au nord du Portugal et en Galice où se trouve actuellement *T. erythrae*.



**Figure 17 : Dynamique moyenne simulée du système « agrumes/psylles/HLB » dans le bassin méditerranéen en dessous de 1000m**

(Source : Gutierrez et Ponti, 2013[Fig6. Matériel supplémentaire])

Traduction des légendes : (a) rendement simulé en matière sèche en g par arbre, (b) taux de croissance cumulé normalisé du HLB (*DI*), (c) nombre de jours des larves du psylle/par arbre étant donné les effets de la prédation des coccinelles et du parasitisme par *Tamarixia radiata*, (d) produit du *DI* et densité normalisée du psylle (i.e. *CPI*) calculé à partir des données utilisées dans la Fig.c.

### 3.2.1.5 Possibilités de conséquences économiques dans la zone ARP

**1.16 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 significatives 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**

Le HLB peut avoir un impact direct sur les plantes-hôtes cultivées. La présence d'au moins un insecte vecteur doit être considérée pour évaluer ses effets sur les exportations dans la zone ARP.

Les informations suivantes apportent des compléments à celles apportées en réponse à la question 1.10.

#### **Dégâts et pertes causés par le HLB sur les plantes-hôtes cultivées dans sa zone de répartition actuelle**

Dans sa zone de répartition actuelle, la maladie causée par les bactéries du HLB se développe de façon progressive au cours du temps, un arbre pouvant être tué entre 2 à 5 ans après avoir été



infecté. Les dégâts causés sont variables selon le degré de développement de la maladie. Les effets mesurés sont dépendants de facteurs (variables) comme le porte-greffe et la variété, l'âge de l'arbre infecté, les paramètres de gestion culturale du verger, la date de récolte dans l'année (Plotto *et al.*, 2017). Les études les plus nombreuses proviennent de la Floride, aux États-Unis, et du Brésil. D'autres données proviennent de La Réunion et de la Chine. De nombreuses illustrations sur les symptômes présents sur les arbres, les feuilles et les fruits sont présentées dans les articles de Bové (2006) et de Gottwald *et al.* (2007).

### **Les pertes quantitatives en nombre d'arbres (peuplement)**

Depuis 2004, au Brésil, approximativement 3 millions d'arbres ont été éliminés pour tenter de limiter la dissémination de la maladie (Bassanezi *et al.*, 2009).

Les enquêtes menées à La Réunion ont indiqué que 65% des arbres étaient non productifs 7 ans après leur plantation (Aubert *et al.*, 1996). En Thaïlande, les arbres déclinent entre 5 à 8 années après leur plantation, alors que la rentabilité de leur production exigerait une durée de vie d'au moins 10 ans (Roistacher, 1996). Toorawa (1998) dans sa thèse - mentionnée par Halbert et Manjunath (2004) - a estimé à 50 millions d'arbres infectés en Asie du sud et du sud-est, 3 millions en Indonésie et 10 millions en Afrique. Graça et Korsten (2004), rapportant des travaux anciens, signalent que 4 des 11 millions d'arbres plantés en Afrique du sud ont été affectés par le HLB. Ces mêmes auteurs signalent qu'Aubert, en 1993, estime à 60 millions le nombre d'arbres détruits par la maladie. Depuis 2004, plus de 500 000 arbres ont été officiellement éliminés au Brésil du fait de la maladie mais il est estimé que 300 à 400 000 arbres supplémentaires ont été détruits de manière non officielle (Gottwald *et al.*, 2007).

### **Les rendements en fruits**

Au fur et à mesure du déclin des arbres infectés, le rendement en fruit diminue, principalement à la suite d'une chute précoce des fruits sur les branches atteintes symptomatiques (Gottwald *et al.*, 2007). Ces auteurs et Gottwald (2010) rappellent qu'une réduction de rendement de 30 à 100% est enregistrée selon la proportion de canopée affectée par la maladie.

En Floride, le HLB affecte négativement le rendement, augmente les coûts de maintenance du verger et augmente la mortalité des arbres (Spreen *et al.*, 2014).

Au Brésil, Bassanezi *et al.* (2008) ont établi une relation mathématique (exponentielle négative) entre la sévérité de la maladie et le nombre total de fruits sains ou le poids des fruits. Les effets du HLB sur le poids des fruits ne s'exercent que sur les fruits présents sur les branches « symptomatiques » (Bassanezi *et al.*, 2011). Des corrélations ont été établies par ces mêmes auteurs entre la sévérité de la maladie et le rendement de diverses variétés d'orangers cultivés, notamment afin de prédire la production des arbres.

Le porte-greffe choisi a une importance : des rendements cumulatifs plus élevés ont été obtenus en Floride avec le porte greffe US-942 ou encore US-1516 (Bowman *et al.*, 2016a et 2016b).

### **Effets enregistrés sur la qualité des fruits et le jus extrait**

Les fruits présentant les symptômes du HLB sont petits, de couleur partiellement verte, de forme non régulière et contiennent des graines avortées (Graça, 1991 ; nombreuses illustrations dans Bové, 2006 ; Gottwald *et al.*, 2007).

La qualité des fruits peut être jaugée de manière neutre, par des analyses des paramètres physico-chimiques (Brix ratio en particulier, lié à l'acidité) ou par des consommateurs regroupés dans des panels de goûteurs.

La majorité des fruits présents sur les branches « symptomatiques » tombent avant la récolte (Bassanezi *et al.*, 2009). Néanmoins certains fruits demeurent sur l'arbre. Ils sont de taille réduite par rapport aux fruits sains, plus légers, plus acides et ont un pourcentage de jus inférieur (Bassanezi *et al.*, 2009 ; Massenti *et al.*, 2016).

Un effet du cultivar est noté, en lien avec la durée du cycle de production, les effets étant moins prononcés sur des cultivars d'oranges douces précoces ou de moyenne saison plutôt que de longue saison comme le cultivar Valencia®. Des études menées en Floride ont montré que les fruits asymptomatiques présents sur des arbres présentant les symptômes du HLB sont similaires aux fruits sains pour de nombreux critères de qualité mesurés (Massenti *et al.*, 2016) mais que la composition du jus provenant de ces fruits et surtout des fruits présentant des symptômes était souvent plus riche en composés amers comme la limonine et la nomiline (Baldwin *et al.*, 2010). La perte de parfum et l'amertume sont souvent cités (Plotto *et al.*, 2010) mais dépendent des paramètres signalés (variété, époque de récolte). Pour le jus, les moyens d'atténuer les effets perçus par le consommateur consistent à faire des mélanges (McCollum et Baldwin, 2016).

### **Effets sur l'huile provenant de la pression à froid de la peau**

Le HLB peut avoir un effet sur l'arôme et les propriétés de l'huile d'oranges de Floride telles que celles mesurées par les autorités de l'USP (United States Pharmacopeia) (Xu *et al.*, 2017).

### **Les impacts économiques stricto sensu et impacts sur la société**

En Inde et en Arabie Saoudite il y a eu un fort déclin de l'industrie liée aux citrus à cause de la maladie (Halbert et Manjunath, 2004). Graça et Korsten (2004) mentionnent que des superficies de production équivalentes à 20% des surfaces industrielles ont été détruites en Afrique du sud.

Plusieurs études économiques ont été entreprises en Floride en comparant les années 2006/2007 à 2011/2012 (Hodges et Spreen, 2012 ; Hodges *et al.*, 2014 ; Spreen *et al.*, 2014). Hodges *et al.* (2014) rapportent un déclin des superficies de 750 000 acres (en 2000) à 476 000 acres en 2012-2013, ainsi qu'une réduction du volume de production de 58%. Mais les causes de mortalité des arbres ne sont pas seulement liées à la maladie du HLB. En effet cette région est parcourue par des phénomènes climatiques intenses (ouragans, gels) et d'autres maladies (comme le chancre des citrus) peuvent également affecter les arbres (Farnsworth *et al.*, 2014 ; Alvarez *et al.*, 2016). De plus, une certaine aire de culture a pu être convertie en zones urbaines. L'évaluation de l'impact économique, de manière globale ou au niveau des producteurs n'est ainsi pas toujours aisée d'autant que les prix évoluent en même temps.

Les goûts des consommateurs évoluent, la relation entre la demande de ceux-ci et l'offre peut avoir un impact sur le coût des fruits frais et du jus (Baldwin *et al.*, 2014).

Plus de \$3.63 milliards de revenus et plus de 6 600 emplois ont été perdus en Floride entre 2006 et 2011 à cause de la maladie (Hodges et Spreen, 2012). Hodges *et al.* (2014) signalent 7513 emplois perdus, en comptant les emplois à temps partiel.

### **Les impacts économiques sur les marchés à l'exportation**

Une autre conséquence de la présence du HLB est exprimée par le manque de volonté des producteurs d'agrumes de replanter des orangers en Floride (Spreen *et al.*, 2014). Cela a un impact sur le volume des exportations.

Les effets de la présence du HLB sur le marché des exportations à partir de la zone ARP sont décrits dans la question 6.06.

### **Les impacts sur l'environnement**

CLaf, CLam et CLas n'affectent pas directement l'environnement car elles infectent et ne se multiplient que sur des Rutacées (Plant Biosecurity, 2011).

Les impacts indirects sont liés à la lutte chimique à grande échelle effectuée contre les psylles vecteurs. Cette pratique peut induire des impacts négatifs sur l'environnement, plus particulièrement les insectes indigènes (Aubert, 2008).

### **Dégâts et pertes causés par les insectes vecteurs sur les plantes-hôtes cultivées dans leur zone de répartition actuelle**

Les dégâts causés par les vecteurs sont généralement peu quantifiés car masqués par ceux dus au HLB.

Les psylles sont des insectes piqueurs-suceurs de sève élaborée et peuvent, s'ils sont en grand nombre, affaiblir les végétaux et diminuer leur rendement. De plus, ils sécrètent un miellat collant pouvant être gênant, sur lequel va se développer la fumagine (champignon saprophyte). Celle-ci va recouvrir les feuilles et les fruits ce qui peut potentiellement diminuer la photosynthèse.

Les larves se développent à la face inférieure des feuilles en créant des enfoncements (« galls ») et une déformation du limbe accompagnée de chloroses (Del Guercio, 1918 ; van der Mewre, 1923 ; van den Berg et Deacon, 1988). Les adultes et surtout les larves de *D. citri* se développent sur les très jeunes pousses, qui peuvent se déformer et mal se développer, voire avorter (Halbert et Manjunath, 2004 ; Hall, 2008). *T. erytrae* cause en général peu de problèmes aux agrumes, sauf en pépinière.

Les détails relatifs à la quantification de ces pertes dans la zone ARP en tenant compte des marchés d'exportation ainsi que l'impact environnemental et sociétal seront apportés dans la réponse à la partie 6.

#### 3.2.1.6 Conclusion de la catégorisation de l'organisme nuisible

### **1.17 Cet organisme nuisible peut présenter un risque phytosanitaire pour la zone ARP? (Résumer les principaux éléments menant à cette conclusion)**

#### **Oui**

Les bactéries responsables du HLB peuvent présenter un risque phytosanitaire pour la zone ARP étant donné que :

- les plantes hôtes sont cultivées dans l'UE ;
- certaines régions de la zone ARP présentent des conditions climatiques similaires à celles présentes dans la zone de répartition actuelle des bactéries ;
- un des insectes vecteurs *T. erytrae* est déjà présent dans la zone ARP et pourrait donc assurer la dissémination et la transmission des bactéries pathogènes ;
- des dégâts économiques similaires à ceux ayant lieu dans la zone de répartition actuelle pourraient avoir lieu.

### 3.2.2 Section B : Évaluation de la probabilité d'introduction et de dissémination et des conséquences économiques éventuelles

#### 3.2.2.1 Probabilité d'introduction et de dissémination

##### 3.2.2.1.1 *Probabilité d'entrée d'un organisme nuisible*

##### Identification des filières

#### 2.01 Lister les filières pertinentes

Les filières *a priori* pertinentes sont :

- Pour le HLB :
  - Les plants et greffons de citrus et plants de *Murraya paniculata*
  - Les semences de citrus et de *Murraya*
  - Les fleurs coupées/branchages coupés/ feuillages de *Murraya paniculata* et *Citrus hystrix*
  - Les fruits de citrus
- Pour les insectes vecteurs contaminés ou non :
  - Les plants de citrus
  - Les plants de *Murraya paniculata*
  - Les feuilles fraîches de deux espèces de Rutaceae, *Murraya koenigii* (curry) et *Citrus hystrix* (kaffir lime).
  - Les fruits de citrus
  - La dissémination naturelle
  - Le comportement autostoppeur
- Pour les plantes vectrices :
  - Les plantes (et fragments de plantes) et les semences de *Cuscuta* sp.

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

Les filières les plus **importantes** à dire d'experts sont surlignées **en gras**. Pour le justifier la liste des questions 2.03 à 2.11 a été abordée dans chacune des 8 filières identifiées.

- Pour le HLB :
  - **Les plants et greffons de citrus et plants de *Murraya paniculata*** (F1)
  - Les semences de citrus et de *Murraya* (F2)
  - Les fleurs coupées/branchages coupés/ feuillages de *Murraya* spp. et *Citrus* spp. (F3)
  - Les fruits de citrus (F4)
- Pour les insectes vecteurs :
  - **Les plants de citrus** (F5)
  - **Les plants de *Murraya paniculata*** (F6)
  - Les feuilles fraîches destinées à la consommation de *Murraya koenigii* et *Citrus hystrix* (F7). Les fruits de citrus / comportement autostoppeur (F8).
- La filière **plants et semences de *Cuscuta* spp.** est écartée.

Parmi les nombreux genres et espèces de Rutacées concernés par le HLB et ses vecteurs, le GT a orienté ses investigations sur le genre *Murraya* en particulier pour deux raisons : (1) son introduction connue dans certains pays de l'Union européenne aussi bien en tant que plante ornementale qu'à des fins culinaires, (2) la bonne description des interactions de ce genre avec les vecteurs. Ces deux aspects ne sont pas aussi bien connus ou décrits dans la littérature pour les autres espèces de Rutacées en comparaison au genre *Murraya*.

L'hypothèse d'une « filière cuscute » en elle-même a été écartée car même si la cuscute se dissémine facilement, en particulier par les graines, il n'est pas décrit de transmission de CL spp. par ses graines. Il n'est pas exclu que des fragments de tige de cuscute infectés par CL spp soient introduits, mais la survie des CL spp. dans ces fragments semble peu probable si on se réfère à leur survie dans les scions de citrus.

La cuscute est une plante annuelle qui se reproduit sexuellement et végétativement. La floraison a lieu de la fin du printemps à l'automne dans le bassin Méditerranéen. Les graines des cuscutes sont relativement petites (1 à 1,5 mm de diamètre). Elles sont produites en grand nombre (2000 à 3000 par tige). Une partie des graines possède une enveloppe dure qui doit être attaquée par la décomposition microbienne et/ou le gel avant que la germination puisse avoir lieu. Ces graines à enveloppe dure perdurent ainsi dans le sol de nombreuses années et peuvent rester viables pendant au moins 10 ans. La germination ne requiert pas de plante hôte à proximité et a lieu typiquement dans les 5 premiers cm du sol.

Les graines ou les fragments se dispersent par l'eau, les ingestions animales et l'activité humaine, en particulier par les machines et un compostage insuffisant. Des fragments de tiges peuvent développer de nouveaux haustoria en se fixant sur des plantes hôtes. Les lots de semences (notamment de légumineuses ou de tomates) contaminés sont une source importante de contamination.

Aucune importation intentionnelle de plants et de semences de cuscute n'est envisageable. L'entrée de ces espèces ne pourrait se faire que par contamination d'autres marchandises importées. Les espèces du genre *Cuscuta* se propagent par le matériel, les oiseaux, les animaux et les personnes, sous forme de graines et de fragments de végétal. Les activités de jardinage et le compostage insuffisant, ainsi que du matériel végétal infesté peuvent répandre/disséminer les cuscutes, comme par exemple l'introduction illégale de *Cuscuta japonensis* au Texas et en Californie (<http://www.co.contra-coste.ca.us/2211/Japanese-Dodder> ; <http://www.tsusinvasives.org/home/database/cuscuta-japonica>). La réponse à la question 1.15 apporte une recommandation de surveillance, notamment dans le cas de l'espèce *Cuscuta campestris*. L'introduction récente de *C. campestris* en Algérie est probablement due à l'importation de lots de semences non criblés pour les graines de cuscutes (Kazi-Tani, 2014)

- Autres filières possibles :
  - **La dissémination naturelle** des vecteurs comme filière d'entrée n'a pas été retenue dans cette ARP (elle est cependant traitée dans la partie Gestion du risque phytosanitaire : Cf. questions 7.02 à 7.05).
    - En ce qui concerne *T. erytrae*, il est déjà présent dans la zone ARP et contribuera à la dissémination intracommunautaire. Son potentiel de dissémination sera donc étudié dans les questions relatives à l'établissement et à la dissémination du HLB.
    - En ce qui concerne *D. citri*, un travail de modélisation poussée a été réalisé afin d'évaluer sa probabilité d'entrée à partir des régions les plus proches où il est présent simultanément avec le HLB (Narouei-Khandan *et al.*, 2016 ; Shimwela *et al.*, 2016), en l'occurrence l'Arabie Saoudite.
  - **Le comportement autostoppeur** est traité en même temps que la filière fruits de citrus pour les insectes vecteurs.

Les huit (8) filières définies sont traitées dans cette ARP pour les questions 2.03 à 2.11 : Filières F1 à F4, relatives aux organismes nuisibles représentées par les bactéries responsables de la maladie du HLB, Filières F5 à F8 qui portent sur les insectes vecteurs. En début de chaque filière sont précisés des éléments du contexte réglementaire.

En effet, des mesures phytosanitaires existent pour l'importation vers l'Union européenne de fruits, de semences et de plants de pépinières de plusieurs espèces de Rutacées.

L'analyse du risque phytosanitaire effectuée par le GT ne prend pas en compte ces mesures phytosanitaires spécifiques lors de l'évaluation du risque phytosanitaire pour ces filières. Néanmoins les mesures phytosanitaires liées à la réglementation ont un effet inévitable sur certains paramètres pris en considération dans l'analyse comme par exemple les volumes d'importations qui sont inexistantes quand les parties végétales sont interdites d'importation.



### 3.2.2.1.1.1 Filière 1 (F1) : HLB – Plantes-hôtes (*Citrus* spp., *Murraya paniculata*) → Végétaux destinés à la plantation → Plants et greffons

Les importations de végétaux des genres *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus* ainsi que leurs hybrides, à l'exception des fruits et des semences, sont interdites dans les États membres à partir des pays tiers (Annexe III, partie A de la Directive 2000/29/CE, version consolidée au 01/04/2018).

La Directive 2008/61/CE de la Commission fixe les conditions dans lesquelles certains organismes nuisibles, végétaux, produits végétaux et autres objets énumérés dans la Directive 2000/29/CE peuvent être introduits ou circuler dans la Communauté ou dans certaines zones protégées de la Communauté pour des travaux à des fins d'essai ou à des fins scientifiques ou pour des travaux sur les sélections variétales. Parmi ces végétaux figurent les végétaux des genres *Citrus*, *Fortunella*, *Poncirus* et leurs hybrides à l'exception des fruits et semences. Ces végétaux sont conduits en stations de quarantaine où la détection des organismes nuisibles de quarantaine dont le HLB par inspection visuelle et autres méthodes analytiques se fait. A l'issue de ces analyses, les plants qui se sont révélés contaminés sont détruits sur recommandation du gestionnaire (LSV, station de quarantaine de Clermont-Ferrand, communication personnelle).

Dans le cas des végétaux du genre *Murraya* à l'exception des fruits, les importations originaires de pays tiers doivent répondre à une exigence particulière : constatation officielle que les végétaux sont originaires d'un pays connu exempt de *Candidatus Liberibacter* spp., agent causal de la maladie du huanglongbing des agrumes (Annexe IV Partie A chapitre I de la Directive 2000/29/CE, version consolidée au 01/04/2018).

**Malgré ce rappel sur les éléments restrictifs de la réglementation existante, le GT a réalisé une évaluation de la probabilité d'entrée du HLB via cette filière.**

F1 : Probabilité que l'organisme nuisible soit associé avec la filière individuelle à l'origine.

## 2.03. F1 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme?

### Plants et greffons de *Citrus* spp.

La dissémination du HLB via des plants destinés à la plantation est un fait classique dans le monde, la contamination s'étant faite, par exemple, par importations de plants contaminés en pépinière en Thaïlande et en Floride respectivement (Koizumi *et al.*, 1997 ; Albrecht et Bowman, 2009). De même les greffons peuvent véhiculer les bactéries, celles-ci se transmettant par le greffage, y compris de bourgeons ou d'écorces contaminées (Lopes et Frare, 2008 ; Albrecht *et al.*, 2014 ; Donovan *et al.*, 2016 ; Hilf et Lewis, 2016). Outre les feuilles et les rameaux, la bactérie est également détectée dans les racines (Tatineni *et al.*, 2008 ; Li *et al.*, 2009).

Pour évaluer la probabilité d'association du HLB aux végétaux du genre *Citrus* destinés à la plantation, les notions de résistance, tolérance et sensibilité ont fait l'objet d'une revue de la littérature et plusieurs définitions ont été retenues par le GT :

- La **résistance non-hôte** est définie par le fait que les individus d'une espèce ne développent pas de maladie lorsqu'ils sont inoculés par une espèce de pathogène.
- Un hôte est considéré comme **résistant** lorsqu'il a la capacité d'exclure, d'entraver ou de surmonter les effets d'un pathogène donné ou d'un autre facteur nuisible (abiotique, par exemple). Une plante peut être résistante à un pathogène, ou une condition environnementale (sécheresse, acidité du sol...), mais pas à d'autres pathogènes ou conditions. Selon que la plante peut exclure complètement le pathogène ou présenter des niveaux différents de résistance (définis soit par la fitness du pathogène dans la plante, soit par les dégâts engendrés chez la plante) la résistance peut être dite complète (= totale), ou

bien partielle (= quantitative). Les mécanismes physiologiques et moléculaires conduisant à la résistance **complète** ou à la résistance **quantitative** peuvent être différents. La résistance totale est souvent le résultat de l'interaction gène-pour-gène (ou ETI) reposant sur la reconnaissance entre le produit d'un gène de résistance de la plante et le produit d'un gène d'avirulence chez le pathogène. Cette résistance gène-pour-gène vient en appui d'une résistance dite 'basale' (PTI) vis-à-vis de la majorité des micro-organismes microbiens (Jones et Dangl, 2006). La résistance basale semble commune à toutes les espèces végétales. La résistance quantitative, quant à elle, repose sur d'autres mécanismes que ceux de l'interaction gène-pour-gène. Elle implique souvent de nombreux locus différents et peut conduire également à l'élimination totale du pathogène. Les mécanismes impliqués dans la résistance quantitative peuvent être très divers selon le pathosystème et comprennent également la PTI (Poland *et al.*, 2009 ; Roux *et al.* 2014).

- La **sensibilité** est la notion inverse de la résistance.
- La **tolérance** est la capacité d'une plante à être colonisée par un pathogène (ou exposée à un facteur abiotique) sans mourir ou développer des symptômes de maladie en exprimant des traits qui réduisent les effets négatifs de l'attaque (Burdon 1987 ; Fineblum et Rausher 1995). Cela signifie que la plante arrive à maintenir un niveau de production qui reste au-dessus du niveau économique - c'est à dire avec des pertes quantitatives qui ne ruinent pas le potentiel du produit - bien qu'elle soit stressée (infectée ou bouleversée physiologiquement par le stress). Ainsi, une plante tolérante présente un effet moindre sur sa fitness qu'une plante non tolérante à infection égale.

Jusqu'à présent, aucune résistance totale n'a été observée, au sens résistance gène-pour-gène chez aucune espèce cultivée de citrus, probablement parce que la maladie est, historiquement, récente (1 siècle environ) et cette résistance, si elle existe, n'a pas eu le temps d'être sélectionnée. Les sélectionneurs se tournent donc vers la recherche de résistances partielles qui diminuent le titre bactérien et diminuent les symptômes, ou vers des tolérances (arbres infectés mais dont la production reste compatible avec une exploitation industrielle). Cette recherche passe également par l'évaluation de porte-greffes n'appartenant pas au genre *Citrus*. L'analyse la plus récente (Miles *et al.*, 2017) en Floride indique que les variétés les moins affectées économiquement sont celles qui contiennent une partie du génome de *Citrus medica* (citron). Ceci inclut des variétés hybrides ('Limon Real'), *Citrus limetta*, *Citrus limettioides*, *Citrus limonia*, *Citrus medica*, *Citrus volkameriana*, et quelques accessions de *Citrus limon*. Les arbres de ces variétés présentent les symptômes de *leaf-mottle* caractéristiques du HLB et des titres importants de pathogène mais maintiennent une canopée dense et une bonne croissance. Plusieurs variétés de porte-greffe de *Citrus reticulata* montrent de bonnes performances avec des scions d'orange (*Citrus sinensis*) (Bowman *et al.*, 2016a ; Bowman et McCollum, 2015 ; Bowman *et al.*, 2016b). Ces études montrent ainsi que des niveaux de résistance/tolérance existent parmi les espèces cultivées et les hybrides sexuellement compatibles (Stover *et al.*, 2015).

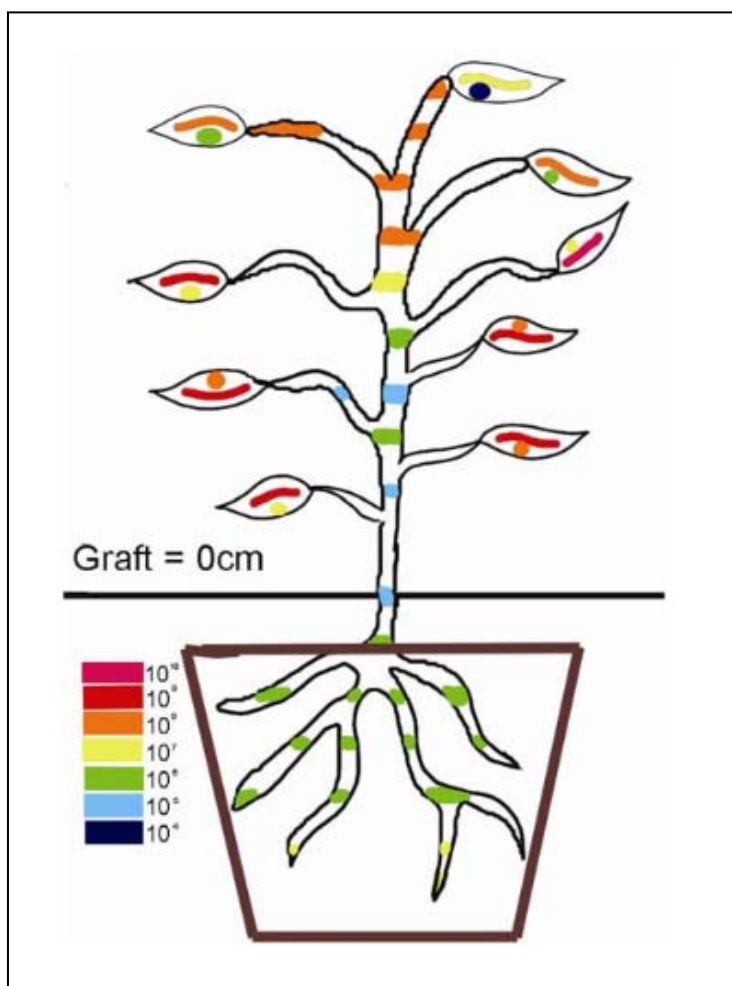
Cependant les travaux réalisés sont encore loin de déboucher sur la production de variétés à greffer ou de porte-greffes tolérants ou totalement ou partiellement résistants au HLB. Pour l'instant, il ne semble pas que des variétés tolérantes ou avec un haut niveau de résistance aient été produites et soient utilisées en vergers aux USA. La situation en Extrême Orient ne fait l'objet d'aucune description.

Une synthèse de la biologie de l'infestation des plantes (distribution, concentration des bactéries) par les CL spp. a été réalisée afin d'apporter des éléments de compréhension aux réponses aux questions 2.03 et suivantes.

D'une façon générale, la présence des bactéries responsables du HLB est détectée dans toutes les parties des citrus infectés mais la concentration varie significativement d'un arbre à l'autre et au sein même d'un individu (Li *et al.*, 2009, Tatineni *et al.*, 2008) ; une distribution globale peut être appréciée dans la Figure 18 des travaux de Li *et al.* (2009).



Les greffons sont vecteurs du HLB et sont utilisés expérimentalement pour transmettre la maladie à un arbre (Hilf et Lewis, 2016).



**Figure 18 : Distribution de l'ADN de CLAs dans les tissus d'orangers cultivés sous-serre et inoculés par greffe de bourgeon avec CLAs souche B 239**

(Source : Li *et al.*, 2009)

La couleur indique la concentration moyenne de CLAs par gramme de tissu prélevé sur les sites indiqués (échelle du titre bactérien allant de bas vers le haut :  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$ ,  $10^{10}$ ).

Les concentrations de bactéries sont positivement corrélées à la sévérité des symptômes (Coletta-Filho *et al.*, 2009, Ding *et al.*, 2015); les premiers symptômes de jaunissement sont associés à des concentrations de l'ordre de  $10^5$  CN/g de tissus et l'apparence typique des feuilles en îlots jaunes est observée pour des concentrations de l'ordre de  $10^7$  CN/g de tissus (Coletta-Filho *et al.*, 2009 ; Teixeira *et al.*, 2008). Dans le phloème des pétioles de citrus, CLAs est retrouvée distribuée de façon non homogène et la colonisation tend à se faire préférentiellement dans le phloème se trouvant dans la partie inférieure des pétioles (Ding *et al.*, 2015). Le point d'abscission de la feuille et la jonction du pétiole et de la nervure centrale montrent des concentrations inférieures en bactéries par rapport au pétiole et à la nervure centrale (Ding *et al.*, 2015), de même que dans les racines.

Les différents niveaux de sensibilité (ou résistance partielle) des variétés expliquent en partie les différents niveaux de contamination au sein des organes aériens et souterrains (Lin *et al.*, 2017) ; ceci, associé aux fluctuations saisonnières et aux différents organes de la plante, se traduit par des distributions non homogènes spatialement et temporellement (Lin *et al.*, 2017).

Au sein d'un arbre, la concentration et la distribution de CLas diffèrent aussi selon les points cardinaux, avec des concentrations significativement plus élevées au Nord et une distribution différente, où CLas est plus présent à proximité du tronc sur les parties Sud et Ouest, alors que pour les parties exposées au Nord, les concentrations sont plus fortes dans les parties végétatives éloignées du tronc (Louzada *et al.*, 2016). Concernant les racines, une distribution spatialisée est également observée ; CLas a été plus fréquemment détecté et en plus grande abondance sur les racines poussant horizontalement proches de la surface du sol par rapport aux racines s'enfonçant profondément, l'abondance de CLas diminuant légèrement avec une distance croissante par rapport au tronc (Louzada *et al.*, 2016).

Dans l'ARP australienne, l'hétérogénéité de la distribution et de la concentration des bactéries dans les différents organes des plantes infectées a été prise en compte et a conduit à une différence d'évaluation du risque entre plantes et greffons ce qui n'a pas été le cas dans l'analyse effectuée par le GT.

Compte tenu que les CL spp. sont des bactéries du phloème, donc forcément portées par le végétal, et qu'il n'existe pas de résistance totale aux CL spp., il est très probable qu'un plant ou un greffon de citrus en provenance d'un pays contaminé par le HLB soit porteur de la maladie. Toute la période de l'année est favorable à l'association de la bactérie au végétal.

**La probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine (pays contaminé) est très probable avec une incertitude faible.**

**Plants et greffons de *Citrus* spp.**

très improbable, improbable, modérément probable, probable, **très probable**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

**Plants de *Murraya***

Concernant *Murraya paniculata*, l'importation peut se faire sous forme de plants. *M. paniculata* est une plante hôte à charge bactérienne qui dépend d'une recontamination régulière par les psylles (Damsteegt *et al.*, 2010 ; Walter *et al.*, 2012). Une incertitude élevée demeure donc sur le fait que des plants importés de zones contaminées (dans le cas d'un changement de la réglementation qui interdit actuellement les importations de *Murraya*) pourraient être infectés ou pas. Ce qui rend l'évènement probable avec une incertitude faible.

très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	<b>Elevé</b>
-----------------------	---------------	--------	--------------

**2.04. F1 Quelle est probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte les *conditions actuelles de gestion* ?**

**Plants et greffons de *Citrus* spp.**

En Floride, depuis 2016, l'application de sulfate de streptomycine, de chlorhydrate d'oxytétracycline et du complexe calcium oxytétracycline a été approuvée pour contrôler le HLB par pulvérisation foliaire. Les avantages et l'efficacité de ces bactéricides dans l'industrie des agrumes restent cependant à déterminer. Mais à de rares exceptions près, les conditions et méthodes actuelles de gestion des bactéries à l'origine (dans les zones infectées) ne sont généralement pas connues. Les mesures de gestion qui pourraient être appliquées pour réduire la charge de l'organisme nuisible sur le matériel-mère ou sur les plants ou greffons destinés à la plantation sont mentionnés dans la partie 3 de l'ARP (partie Gestion du risque phytosanitaire).

Les incertitudes portant sur l'application de ces mesures en amont sur les lieux de production sont élevées. L'incertitude portant sur la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière est quant à elle faible.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

#### Plants de *Murraya paniculata*

Les mêmes mesures de gestion que celles appliquées pour les plants et greffons de citrus sont envisageables. Il existe donc une incertitude sur leur efficacité sur *Murraya paniculata* ; de plus, leur application à l'origine n'est ni estimable ni vérifiable.

L'association à l'origine est donc probable. L'incertitude est modérée.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.05. F1 En prenant en compte le volume de mouvement le long de la filière (pour les périodes pendant lesquelles l'organisme est susceptible d'être associé avec elle), quelle est la probabilité que ce volume favorise l'entrée?**

#### Plants et greffons de *Citrus* spp.

Le Tableau 8 montre les importations d'agrumes greffés ou non (à l'exclusion de ceux à racines nues) dans la zone ARP.

**Tableau 8 : Importations d'agrumes greffés ou non (à l'exclusion de ceux à racines nues) en 2016 et 2017 dans la zone ARP**

	2016			2017		
	Australie	Suisse	EU_extra	Australie	Suisse	EU_extra
Valeur en euros	2196	:	2196	:	2737	2737
Quantité en 100 kg	1	:	1	:	11	11
Quantités supplémentaires	57	:	57	:	180	180

Caractères spécial : non disponible

Source : Eurostat

Les importations d'agrumes greffés ou non en provenance de pays tiers depuis l'année 2000 se distribuent entre l'Australie, en 2016, et la Suisse, en 2017. Les quantités sont très faibles. Ces pays ne sont pas contaminés par le HLB. Une incertitude existe sur l'origine du matériel dans le cas des importations en provenance de la Suisse puisque ce pays n'est pas producteur d'agrumes (Eurostat, 2018). Le code relatif aux agrumes n'existe que depuis 2016 ; les importations d'agrumes ayant eu lieu avant cette date ont pu être comptabilisées sous un code plus général.

En se basant sur les mouvements actuels qui témoignent de l'efficacité de la réglementation interdisant les importations de végétaux du genre *Citrus*, il est très improbable que ce volume favorise l'entrée de l'organisme nuisible, avec une incertitude faible. En l'absence de réglementation vis-à-vis de ces végétaux, le volume de plants et greffons de citrus en provenance de pays contaminés serait sans doute très supérieur et favoriserait ainsi davantage l'entrée du HLB.

Cependant, malgré la réglementation, des importations illégales peuvent avoir lieu. Ainsi, début 2017, l'Association valencienne des producteurs agricoles (AVA-ASAJA) a dénoncé « la présence irrégulière, frauduleuse et clandestine dans les vergers valenciens d'une variété de mandarine appelée Early Pride, originaire de l'État américain de Floride. Selon cette association, cette situation était surprenante car l'autorisation de reconnaissance administrative et légale de cette variété par le registre des variétés de l'UE n'était pas encore délivrée à cette date. Ceci présume que la variété est entrée de façon clandestine et que la multiplication du matériel végétal à des fins commerciales se fait couramment et probablement sans contrôle phytosanitaire » (Source Internet : <http://www.asaja.com/publicaciones/ava-asaja-denuncia-la-introduccion-clandestina-y-fraudulenta-en-la-c-valenciana-de-una-mandarina-procedente-de-un-pais-infestado-de-greening-5405>).

En tenant compte de tous ces éléments, il est modérément probable que le **volume de marchandises** favorise l'entrée de HLB (**le faible taux d'importations des marchandises résulte de la réglementation en vigueur**) avec une incertitude faible.

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

Des importations de plants ou greffons de *Citrus* spp. via les passagers peuvent avoir lieu. Les volumes importés ne sont pas connus de même que leurs origines. Aucune information n'est donnée sur les procédures de contrôle à l'entrée. Ces points constituent des sources d'incertitude. Donc le **volume d'entrée de marchandises via les passagers** favorisera de façon probable l'entrée du HLB avec incertitude élevée.

très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	<b>Elevé</b>
-----------------------	---------------	--------	--------------

#### Plants de *Murraya paniculata*

Des plants de *Murraya paniculata* destinés à la plantation pour les particuliers sont disponibles dans différentes pépinières au moins en France.

Aucune quantification des flux d'importation de *Murraya paniculata* via Eurostat n'est possible.

Donc le volume de plants de *Murraya paniculata* favorise l'entrée du HLB de façon probable avec une incertitude élevée.

très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	<b>Elevé</b>
-----------------------	---------------	--------	--------------

**2.06. F1 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?**

#### Plants et greffons de *Citrus* spp. et de *Murraya*

Le Tableau 9 et Tableau 10 montrent la distribution des mouvements durant les années 2016 et 2017 en provenance de l'Australie et de la Suisse respectivement.

**Tableau 9 : Importations d'agrumes greffés ou non (à l'exclusion de ceux à racines nues) dans la zone ARP en provenance de l'Australie en 2016**

2016	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Qu_100_kg	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qu_supp	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Source : Eurostat

**Tableau 10 : Importations d'agrumes greffés ou non (à l'exclusion de ceux à racines nues) dans la zone ARP en provenance de Suisse en 2017**

2017	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Qu_100_kg	-	-	-	-	-	-	4	4	3	-	-	-
Qu_supp	-	-	-	-	-	-	80	60	40	-	-	-

Source : Eurostat

Le moment de l'importation n'a pas d'incidence sur la charge bactérienne.

Donc il est très improbable que la fréquence des importations de plants et greffons de citrus favorise l'entrée du HLB et ceci avec une incertitude faible.

Il en est de même pour les plants de *Murraya paniculata*.

**très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

<b>Niveau d'incertitude:</b>	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
------------------------------	---------------	---------------	--------------

F1 : Probabilité de survie pendant le transport ou le stockage

## 2.07. F1 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage?

### Plants et greffons de *Citrus* spp.

Les conditions de transport des végétaux destinés à la plantation sont logiquement prévues pour garantir la survie de ces végétaux. Ces conditions de transport ne sont pas connues par le GT. Mais, le transport de plants de citrus se ferait probablement à température ambiante et à une hygrométrie favorable au végétal.

Ces conditions n'affectent pas les bactéries.

Des informations un peu plus détaillées sont fournies par Li *et al.* (2008) : « la bactérie a été détectée dans des échantillons de plantes (feuilles entières et nervures intermédiaires excisées) stockés à 4 °C pendant deux mois ». Bien que la viabilité de la bactérie n'ait pas été confirmée, les auteurs ont démontré qu'au cours d'une période de 10 semaines de test, la quantité de bactéries dans les échantillons de plantes n'a pas changé, ce qui peut indiquer la présence de certaines bactéries viables.

Il est donc très probable que les bactéries puissent survivre dans les plants et greffons de citrus durant le transport avec une incertitude faible (plants) à modérée (greffons).

### Plants

**très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

<b>Niveau d'incertitude:</b>	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
------------------------------	---------------	---------------	--------------

## Greffons

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

### Plants de *Murraya paniculata*

La concentration de HLB dans les plants de *Murraya paniculata* diminue avec le temps s'il n'y a pas de réinoculation par l'insecte vecteur (Damsteegt *et al.*, 2010). Le temps de transport peut être rapide mais le temps de stockage peut être plus long. Par rapport au citrus où la charge bactérienne reste constante, il est donc probable que les bactéries puissent survivre dans les plants de *Murraya paniculata* durant le transport avec une incertitude faible

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

## 2.08. F1 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage?

### Plants et greffons de *Citrus* spp. et plants de *Murraya paniculata*

La littérature consultée par le GT n'a pas permis d'identifier des publications traitant des capacités de multiplication des bactéries pendant le transport ou le stockage. Mais, à dire d'experts, il serait très improbable que les bactéries se multiplient ou augmentent en prévalence compte tenu de l'évolution lente de la maladie *in planta*. L'incertitude est considérée comme faible étant donné que le temps de transport des végétaux est rapide.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F1 : Probabilité que l'organisme nuisible survive aux procédures de lutte en vigueur

## 2.09. F1 Avec les procédures d'inspection actuelles, quelle est la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté ?

### Plants et greffons de *Citrus* spp.

Les symptômes macroscopiques du HLB qui peuvent être observés sur les jeunes plants de citrus sont les feuilles marbrées et les pousses jaunes (Cf. question 1.15). Cependant, compte tenu du temps de latence de la maladie (de 3 mois à 2 ans), il est possible de ne pas détecter tous les plants contaminés par inspection visuelle.

Le Tableau 11 présente les données d'interceptions de végétaux de citrus (toutes espèces confondues) destinés à la plantation dans la communauté européenne de 2005 à 2018. Ces interceptions sont réparties dans 4 classes différentes : greffons, boutures, plants destinés à la plantation non plantés ou déjà plantés et bonsaïs. Dans la moitié des cas, la raison derrière ces signalements aux frontières est « plantes, produits végétaux et autres objets interdits ». Le pays intercepteur n'est pas signalé.



**Tableau 11 : Origine des végétaux de *Citrus* spp. destinés à la plantation interceptés sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018**

	Greffons	Boutures	Plants destinés à la plantation non plantés	Plants destinés à la plantation déjà plantés	Bonsais
2005	-	-	<b>Etats-Unis</b>	Egypte, Tunisie, <b>Vietnam</b> , Yougoslavie	<b>Indonésie</b>
2006	-	-	<b>Brésil</b> , Turquie, <b>Vietnam</b> , Sao Tome et Principe	<b>Thaïlande</b>	-
2007	-	-	Turquie, <b>Vietnam</b>	Burkina Faso, <b>Chine</b> , Turquie	-
2008	-	-	-	-	-
2009	-	Suriname	<b>Malaisie</b> , <b>Thaïlande</b> , Ouzbékistan	Algérie, <b>Thaïlande</b> , Turquie	-
2010	-	Suriname	Suriname, <b>Thaïlande</b>	Syrie, <b>Thaïlande</b> , Turquie, <b>Vietnam</b>	-
2011	-	-	Tunisie, <b>Vietnam</b>	Nouvelle Zélande, Tunisie, Turquie, <b>Vietnam</b>	-
2012	-	<b>Singapour</b>	<b>Japon</b> , Taiwan, <b>Vietnam</b>	Maroc, <b>Philippines</b> , Taiwan, Turquie	-
2013	-	-	<b>Vietnam</b>	Iles Canaries, Tunisie	-
2014	-	-	Ghana, Aruba, Iles Canaries, <b>Chine</b>	-	-
2015	Australie	-	Algérie, Australie, <b>Costa Rica</b> , Turquie, Emirats Arabes Unis, <b>Vietnam</b>	Australie, <b>Thaïlande</b>	-
2016	-	Australie	Albanie, <b>Vietnam</b>	Australie, <b>Iran</b> , Turquie	-
2017	-	-	<b>Philippines</b> , <b>Thaïlande</b> , <b>Vietnam</b>	<b>Thaïlande</b> , Turquie, <b>Vietnam</b>	<b>Vietnam</b>
2018	-	-	<b>Thaïlande</b> , Turquie	-	-

En gras, les pays contaminés par le HLB

Source : EUROPHYT

Néanmoins, lorsqu'une dérogation à l'interdiction des importations de plants et de greffons de citrus est délivrée dans le cadre de la Directive 2008/61/CE, la procédure de quarantaine subséquente à ces importations implémente un schéma de détection des organismes de quarantaine, dont le HLB, par des méthodes de détection officielles.

Les méthodes moléculaires de détection et/ou de caractérisation des espèces bactériennes associées au HLB sont déjà décrites dans la question 1.08.

Il se pourrait que des comportements illicites concernent (i) le respect de la procédure de quarantaine au sein du pays importateur et (ii) les importations illégales de greffons. Ils peuvent avoir pour conséquence l'entrée d'un ravageur ou d'une maladie.

**À titre d'exemples les cas de commercialisations illégales de deux variétés de mandarine « Orri » (Europa Press, Valencia, Jeudi 7 juin 2018) et « Sigal » (<https://www.lasprovincias.es/economia/agricultura/conselleria-agricultura-confirma20170914135803-nt.html>), Jeudi 14 septembre 2017), ont été rapportés en Espagne.**

L'entrée illégale de la variété de tangerine, « Early Pride », a déjà eu lieu en Espagne (Cf. question 2.05, Filière 1) sans certitude que le matériel végétal ait subi un contrôle phytosanitaire.

Ainsi, selon que l'on estime que le nombre total de cas illicites (nombre inconnu) est important ou pas, deux estimations de la « probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté » peuvent se présenter :

- Nombre de cas faible : La probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est donc estimée **modérément probable** avec une **incertitude faible**.



très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

- Pour l'un des experts du GT, le nombre de cas est en augmentation : la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est donc estimée **probable** avec une incertitude **modérée**.

très improbable, improbable, **modérément probable**, **probable**, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

### Plants de *Murraya paniculata*

L'entrée de plants de *Murraya paniculata* faite par des particuliers est plus difficile à contrôler, il n'y a généralement pas de symptômes visibles sur cette plante.

Des interceptions de végétaux de *Murraya paniculata* destinés à la plantation (mais non encore plantés) et provenant de l'Australie (non affectée par HLB) et de la République Dominicaine (affectée par HLB) ont déjà eu lieu en 2009 et 2012. Ces interceptions concernent la commodité « Intended for planting: Not yet planted » (Tableau 12).

L'absence de symptômes caractéristiques du HLB dans les plants de *Murraya* peut augmenter la probabilité de circulation de plants infectés car certains plants peuvent provenir de zones contaminées (Tableau 12).

**Tableau 12 : Origine des végétaux de *Murraya* spp. destinés à la plantation interceptés sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018**

Année	Pays d'exportation	Espèce végétale	Organisme nuisible / Raison
2009	AUSTRALIA	<i>Murraya paniculata</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2012	DOMINICAN REPUBLIC	<i>Murraya paniculata</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2013	THAILAND	<i>Murraya</i> sp.	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE
2015	ISRAEL	<i>Murraya</i> sp.	PHYTO. CERT.: ADDITIONAL DECLARATION MISSING
2016	THAILAND	<i>Murraya</i> sp.	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE
2017	INDONESIA	<i>Murraya</i> sp.	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2017	MALAYSIA	<i>Murraya</i> sp.	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS

**En gras, les pays contaminés par le HLB**

Source : EUROPHYT (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des données en anglais)

**Compte tenu de tous ces éléments**, la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est modérément probable avec incertitude faible.

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F1 : Probabilité de transfert à un hôte ou habitat approprié**2.10. F1 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié?**

**Pour cette question les différentes voies sont analysées : cuscutes (rappel), plants et greffons de *Citrus* spp., plants de *Murraya paniculata*. Une probabilité est donnée pour chacune d'entre elles.**

**Passage à un hôte ou un habitat via *Cuscuta* spp.**

Les cuscutes sont à la fois des hôtes et des vecteurs des CL spp. de citrus vers citrus ou vers *Murraya* (Cf. 1.15). Elles peuvent également transmettre CL spp. à la tomate (Duan *et al.*, 2008). Dans certaines circonstances, elles peuvent être vectrices de CL *solanacearum* depuis des plantes non-rutacées vers les *Citrus* spp. (Lopez, comm. pers.).

Plusieurs espèces de cuscutes natives sont présentes dans la zone ARP (Valentine, 1972) et les zones limitrophes (Maroc, Algérie, plus généralement Sud Méditerranée) (Kazi-Tani, 2014 ; USDA, 2003). Les différentes études semblent indiquer que toutes les espèces de Cuscutes testées sont capables d'héberger CL spp. et de les transmettre via les connexions des phloèmes.

Ainsi, compte tenu des caractéristiques biologiques (dissémination, persistance dans le sol, transmission des CL spp), il est modérément probable que les cuscutes puissent contribuer au passage de l'organisme nuisible vers un hôte approprié dans la zone ARP, avec une incertitude élevée.

Très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Élevé
-----------------------	--------	--------	-------

**Plants et greffons de *Citrus* spp.**

Les voies « classiques » de dissémination du HLB sont les plants destinés à la plantation, par importations de plants contaminés en pépinières (par exemple en Thaïlande et en Floride (Koizumi *et al.*, 1997 ; Albrecht et Bowman, 2009) et le greffage de greffons contaminés, y compris de bourgeons ou d'écorces contaminées (Lopes et Frare, 2008 ; Albrecht *et al.*, 2014 ; Donovan *et al.*, 2016 ; Hilf et Lewis, 2016).

Pour les plants de citrus, le transfert des bactéries de plants de citrus contaminés vers les plantes hôtes déjà cultivées n'est possible que si un vecteur est présent. Il convient donc de déterminer la zone dans laquelle arrive la marchandise importée.

Pour les greffons de citrus contaminés, le transfert vers les plantes hôtes appropriés a lieu indépendamment de la présence des vecteurs par greffage sur les portes-greffes déjà plantés.

La distribution de la marchandise (plants et greffons) se fait préférentiellement dans les zones de production de citrus, ce qui la met à proximité des hôtes appropriés compatibles. Néanmoins, il ne faut pas négliger la distribution de cette marchandise vers les jardins de particuliers et les zones non agricoles sous forme de plants.

La phénologie des plants joue un rôle important dans la transmission de la maladie par les psylles vecteurs. Les informations les plus importantes et détaillées concernent les interactions avec l'espèce *D. citri*, absente à ce jour de la zone ARP.

- Le taux de transmission de CLas par *D. citri*, augmente lors des périodes de croissance des pousses foliaires (Hall *et al.*, 2016) ; cela entraîne une plus forte probabilité d'infection des jeunes plantes par le HLB et une nécessité de protéger les plants sains au moment de la production de ces jeunes pousses qui sont très attractives pour le psylle vecteur.
- L'influence de la température sur le développement des nouvelles pousses, dans le cas de la lime de Tahiti et des citrus en général (Olesen *et al.*, 2013) sachant que dans les régions tropicales, la pluviométrie est un facteur majeur de la production de jeunes pousses.
- Des essais de laboratoire (Ruan *et al.*, 2015) ont montré que les adultes de *D. citri* ont une forte préférence pour s'établir sur les feuilles des nouvelles pousses plutôt que sur des feuilles âgées, la dimension de la pousse n'ayant pas d'importance. Cette préférence pour les jeunes pousses est expliquée par les caractéristiques nutritionnelles (Sétamou *et al.*, 2016).

Le comportement est semblable chez *Trioza erythrae* (Green et Catling, 1971 ; Tamesse et Messi, 2004).

La probabilité de transfert des bactéries vers les plantes hôtes déjà cultivées est élevée car l'utilisation prévue de la marchandise est la plantation. Cette utilisation prévue ne détruit pas l'organisme nuisible par opposition aux procédés de transformation.

### Zone avec absence de *Trioza erythrae*

La probabilité de transfert est très improbable avec une incertitude faible pour les plants

**Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

### Zone avec présence de *Trioza erythrae* (plus précisément Espagne et Portugal)

La probabilité de transfert est probable avec une incertitude faible pour les plants (Cf. question 1.15).

**Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

### Plants de *Murraya paniculata*

Il est possible d'envisager la transmission de la maladie de plants de citrus importés contaminés à des plants ornementaux de *Murraya paniculata*. Ou l'inverse si des plants de *M. paniculata* sont importés contaminés. Celle-ci n'aura lieu que dans les zones où le vecteur *T. erythrae* est actuellement présent.

Les informations les plus importantes et détaillées concernant les interactions avec les flushes relèvent de l'espèce *D. citri*, absente à ce jour de la zone ARP.

- La quantité de flushes émis par différentes espèces, les plus productives étant *Berberis keonigii*, *Citrus aurantiifolia*, *Citrus macrophylla* et *Murraya paniculata*. Ainsi que le nombre d'adultes de *D. citri* par flush, plus élevé lorsque la température est chaude (Hall et Hentz, 2016).
- Pour la ponte, les femelles préfèrent des pousses immatures de taille entre 3 mm à 10 cm de long. La durée du cycle de développement est de 18.5, 19 et 23 jours, respectivement sur *Murraya paniculata*, *Citrus reticulata* et *Murraya koenigii* (Teck *et al.*, 2011).

-

**La probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié est donc la même que celle accordée aux plants de citrus.** Elle dépend de la zone de l'ARP (avec ou sans psylles vecteurs).

### Zone avec absence de *Trioza erytreae*

La probabilité de transfert est très improbable et incertitude faible pour les plants de *M. paniculata*.

**Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

### Zone avec présence de *Trioza erytreae* (plus précisément Espagne et Portugal)

La probabilité de transfert est probable avec incertitude faible pour les plants de *M. paniculata*.

**Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

## 2.11. F1 La probabilité d'entrée pour la filière doit être évaluée

**La probabilité globale d'entrée de la maladie par cette filière est jugée probable avec une incertitude faible du fait que :**

- i) L'association des bactéries à la filière à l'origine est jugée probable à très probable en prenant en compte la biologie de CL spp. ou les conditions actuelles de gestion du HLB (incertitude faible) ;
- ii) 'Le volume et la fréquence de mouvement de marchandises le long de la filière favorisent l'entrée' est jugé probable à très probable (incertitude faible à élevée selon le type de matériel végétal et l'entrée par les passagers) ;
- iii) La survie des CL spp. pendant le transport ou le stockage est jugée très probable (incertitude faible à modérée) ;
- iv) L'entrée des CL spp. dans la zone ARP sans être détectés malgré les procédures d'inspection actuelles est jugée modérément probable à probable (incertitude faible à modérée) ;
- v) Le transfert de CL spp. à une plante hôte est jugé très probable (incertitude faible) pour les zones où *Trioza erytreae* est présent.

**Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

### 3.2.2.1.1.2 Filière 2 (F2) : HLB – Plantes-hôtes (agrumes, *Murraya* ...) → Végétaux destinés à la plantation → Semences de *Citrus* spp. et de *Murraya*

Les importations de semences de *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus* ainsi que leurs hybrides à partir de pays tiers doivent répondre à une exigence particulière : constatation officielle que les végétaux sont originaires d'un pays reconnu exempt de *Candidatus Liberibacter* spp., agent causal de la maladie du huanglongbing des agrumes (Annexe IV Partie A chapitre I de la Directive 2000/29/CE, version consolidée au 01/04/2018).

Les importations de semences d'espèces du genre *Murraya* à partir de pays tiers doivent répondre à une exigence particulière : constatation officielle que les végétaux sont originaires d'un pays reconnu exempt de *Candidatus Liberibacter* spp., agent causal de la maladie du huanglongbing des agrumes (Annexe IV Partie A chapitre I de la Directive 2000/29/CE, version consolidée au 01/04/2018).

Les cuscutes ne sont pas prises en compte car elles ne se fixent que sur les hôtes vivants Il est donc très improbable que des cuscutes parasitent les semences de citrus et de *Murraya*. Elles ne pourront pas transmettre CL spp. par cette voie.

F2 : Probabilité que l'organisme nuisible soit associé avec la filière individuelle à l'origine.

#### 2.03. F2 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme ?

Les semis de graines d'agrumes issus de plants contaminés par le HLB donnent des plants de plus petite taille, avec un faible taux de germination et les plants qu'elles produisent sont plus petits que des plants sains (Albrecht et Bowman, 2009). Ces plants sont indemnes de la bactérie et aucun symptôme de la maladie n'est observé. La non transmission de la bactérie par les semences a été confirmée par ailleurs (Shokrollah *et al.*, 2009a ; Hartung *et al.*, 2010), les embryons de la graine n'étant pas atteints par ces *Liberibacter* (Tatineni *et al.*, 2008).

Toutefois dans des études ultérieures, les bactéries de CLas ont été détectées dans l'enveloppe de la graine (tégument) ainsi que dans l'endosperme de semences provenant de plants contaminés dans certaines variétés (*Citrus maxima* (Burm.) Merr. cv. Shatian Yu) (Lou *et al.* 2012) mais pas dans d'autres (*Citrus sinensis* L. et *Citrus paradisi* Madf.) (Hilf, 2011). Selon Lou *et al.* (2012), le HLB a été détecté dans les étamines, le pistil, le pollen, l'enveloppe de la graine (tégument) et l'endosperme. La présence de la bactérie n'est avérée que sur le tégument des semences (Ding *et al.*, 2015, Hilf, 2011). Elle a été confirmée avec les techniques de la microscopie électronique (Hilf *et al.*, 2013).

**La probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine est improbable avec une incertitude faible. Malgré cela le GT a tenu à suivre la procédure (questions suivantes 2.04 à 2.11 du schéma ARP) car la bactérie a été détectée dans le tégument et l'endosperme.**

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

#### 2.04. F2 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte les *conditions actuelles de gestion* ?

La littérature scientifique traite de recommandations de gestions pour la filière agrume et les territoires concernés ; cependant, au vu de l'absence de confirmation de transmission par la

semence, aucune mesure de gestion n'est "officiellement" référencée pour les semences d'agrumes ni pour les espèces du genre *Murraya*.

Les plantes issues de semis de graines d'agrumes provenant de plants contaminés sont indemnes de la bactérie et aucun symptôme de la maladie n'est observé. Il est donc probable que les conditions actuelles de gestion (antibiotiques, stimulateurs de défenses, ou gestion par la résistance variétale) n'aient pas d'influence sur cette filière. Il n'y aucune étude connue dans le cas des espèces du genre *Murraya*, ce qui augmente un peu l'incertitude.

**La probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine est jugée improbable, avec une incertitude modérée.**

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

**2.05. F2 En prenant en compte le volume de mouvement le long de la filière (pour les périodes pendant lesquelles l'organisme est susceptible d'être associé avec elle), quelle est la probabilité que ce volume favorise l'entrée?**

Aucune donnée sur les importations de semences de citrus et de *Murraya* n'est disponible via Eurostat.

Le Portugal a importé en 2011 un total de 137 kg de semences de citrus en provenance des États-Unis et d'Argentine, puis respectivement en 2008, 2009 et 2010, 56, 10 puis 373 kg en provenance des États-Unis. (ARP Espagne, 2011, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino).

L'Espagne a importé via le port de Valence entre janvier et avril 2011 183 kg de semences de citrus en provenance du Mexique (53 kg) et des États-Unis (130 kg), 843 kg en 2010 (651 kg du Mexique et 192 kg des États-Unis), 564 kg en 2009 (229 et 335 du Mexique et des États-Unis respectivement) et 180 kg en 2008 (90 kg et 90 kg respectivement du Mexique et des États-Unis) (ARP Espagne, 2011, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). Les importations mentionnées ci-dessus proviennent de pays contaminés par le HLB.

**La probabilité que ces volumes favorisent l'entrée du HLB est estimée improbable avec un niveau d'incertitude élevé.**

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
-----------------------	--------	---------------	--------------

**2.06. F2 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?**

Aucune donnée sur les importations de semences de citrus et de *Murraya* n'est disponible via Eurostat. Aucune donnée n'est disponible dans l'ARP espagnole. La même probabilité que celle accordée à la question 2.05 est donnée par le GT.

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude :	Faible	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
------------------------	--------	---------------	--------------

F2 : Probabilité de survie pendant le transport ou le stockage

## 2.07. F2 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage ?

Les conditions de transport ne sont pas connues mais selon l'ARP australienne (Plant Biosecurity, 2011), « les semences sont susceptibles d'être expédiées dans des contenants réfrigérés maintenus entre 3 et 7 °C (p. ex. Willits et Newcomb Inc. 2004). Les graines d'agrumes sont très périssables et les semis doivent avoir lieu dès que possible après l'importation. Les températures extrêmes et l'exposition directe au soleil peuvent être fatales pour les graines d'agrumes (Willits et Newcomb Inc 2004). Ainsi, la durée du transport des semences d'agrumes à partir du pays d'origine et le temps qu'elles passent en stockage avant l'exportation peuvent réduire leur viabilité et celle de toute bactérie associée ».

**La probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage est jugée modérément probable avec un niveau d'incertitude modéré.**

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable

Niveau d'incertitude :	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
------------------------	--------	---------------	-------

## 2.08. F2 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage ?

Il n'existe pas d'étude connue du GT sur la multiplication ou l'augmentation de la prévalence de l'ON dans les semences mais la probabilité est **jugée improbable avec une incertitude faible**.

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

F2 : Probabilité que l'organisme nuisible survive aux procédures de lutte en vigueur

## 2.09. F2 Avec les procédures d'inspection actuelles, quelle est la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté ?

Les semences issues de fruits infectés sont souvent avortées ou altérées en taille et en forme (Graça *et al.*, 2015). Elles pourraient donc être détectées par une inspection visuelle, en supposant qu'elles ne soient pas rejetées par le producteur dès l'origine.

Par ailleurs, il existe des méthodes moléculaires de détection et/ou de caractérisation des espèces bactériennes associées au HLB, déjà décrites dans la question 1.08.

Des interceptions de semences de diverses espèces de citrus ont eu lieu depuis 2005 sur les frontières de la zone ARP comme le montre le Tableau 13 extrait d'EUROPHYT. Ces interceptions concernent la commodité « Intended for planting : seeds ».



Tableau 13 : Origine des semences de citrus interceptées sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018

Année	Pays d'exportation	Espèce végétale	Raison
2006	<b>VIETNAM</b>	<i>Citrus limon</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2010	<b>THAILAND</b>	<i>Citrus sp.</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2010	<b>THAILAND</b>	<i>Citrus sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2010	UNITED ARAB EMIRATES	<i>Citrus sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2011	<b>ARGENTINA</b>	<i>Citrus limon</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: FALSE INFORMATION
2011	<b>ARGENTINA</b>	<i>Citrus limon</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: MODIFICATION OF DOCUMENT
2011	<b>ARGENTINA</b>	<i>Citrus paradisi</i>	OTHER REASONS : INCORRECT IDENTITY DECLARED ON DOCUMENTS
2011	<b>ARGENTINA</b>	<i>Citrus sinensis</i>	PHYTO. CERT.: ADDITIONAL DECLARATION MISSING
2015	<b>INDONESIA</b>	<i>Citrus sinensis</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2015	MOROCCO	<i>Citrus volkameriana</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2015	<b>UNITED STATES</b>	<i>Citrus sp.</i>	OTHER REASONS : NON COMPLIANCE WITH SPECIAL REQUIREMENTS
2016	AUSTRALIA	<i>Citrus hystrix</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2016	CANADA	<i>Citrus sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2016	EGYPT	<i>Citrus volkameriana</i>	OTHER REASONS : NON COMPLIANCE WITH SPECIAL REQUIREMENTS
2016	EGYPT	<i>Citrus volkameriana</i>	PHYTO. CERT.: ADDITIONAL DECLARATION INADEQUATE OR INVALID
2016	MOROCCO	Citrus	NON COMPLIANCE WITH A DEROGATION : ! OTHERS
2016	MOROCCO	Citrus	! OTHERS
2016	SINGAPORE	<i>Citrus sinensis</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2016	SINGAPORE	<i>Citrus sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2016	<b>THAILAND</b>	<i>Citrus macroptera</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2016	<b>THAILAND</b>	<i>Citrus sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2017	<b>CHINA</b>	Citrus	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2017	<b>INDIA</b>	Citrus	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2017	<b>MALAYSIA</b>	Citrus	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2017	<b>SRI LANKA</b>	<i>Citrus aurantifolia</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2017	<b>THAILAND</b>	<i>Citrus hystrix</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2018	<b>UNITED STATES</b>	Citrus	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2018	<b>INDIA</b>	<i>Citrus medica</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2018	<b>UNITED STATES</b>	<i>Citrus aurantium</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT

En gras, les pays contaminés par le HLB

Source : EUROPHYT (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des données en anglais)

De même, des interceptions de semences de *Murraya koenigii* ont eu lieu au cours des trois dernières années. Ces interceptions concernent la commodité « Intended for planting : seeds » (Tableau 14).

**Tableau 14 : Origine des semences de *Murraya koenigii* interceptées sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018**

Année	Pays d'exportation	Espèce végétale	Organisme nuisible / Raison
2016	INDIA	<i>Murraya koenigii</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2017	INDIA	<i>Murraya koenigii</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2018	AUSTRALIA	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT

**En gras, les pays contaminés par le HLB**

Source : EUROPHYT (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des données en anglais)

Les raisons de ces interceptions sont souvent liées à l'absence d'une documentation adéquate (passeport) et moins souvent à cause de la détection de végétal prohibé. De plus, le volume représenté par la filière passagers n'est pas connu.

**De ce fait, la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est jugée modérément probable avec une incertitude de niveau modéré.**

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

F2 : Probabilité de transfert à un hôte ou habitat approprié

**2.10. F2 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié?**

**Pour cette question les différentes voies sont analysées : semences de citrus et de *Murraya paniculata*. Une probabilité est donnée pour chacune d'entre elles.**

#### **Semences de *Murraya***

En l'absence de confirmation de transmission de la maladie par la semence et d'étude réalisée sur les espèces de *Murraya*, il est difficile d'évaluer la probabilité de transfert de la maladie.

#### **Semences de *Citrus* spp.**

Les semis de graines d'agrumes issus de plants contaminés sont de plus petite taille, avec un faible taux de germination et les plants qu'elles produisent sont plus petits que des plants sains (Albrecht et Bowman, 2009). Toutefois ces plants sont indemnes de la bactérie et aucun symptôme de la maladie n'est observé. La non transmission de la bactérie par les semences est confirmée par ailleurs (Shokrollah *et al.*, 2009a ; Hartung *et al.*, 2010), les embryons de la graine n'étant pas atteints par ces *Liberibacter* (Tatineni *et al.*, 2008).

**Très improbable**, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

**2.11. F2 La probabilité d'entrée pour la filière doit être évaluée**

**La probabilité globale d'entrée de la maladie par la filière F2 (via les semences) est jugée improbable avec une incertitude modérée du fait que**

- i) L'association des bactéries à la filière à l'origine est jugée improbable en prenant en compte la biologie de CL spp. ou les conditions actuelles de gestion du HLB (incertitude faible à modérée) ;
- ii) 'Le volume et la fréquence de mouvement de marchandises le long de la filière favorisent l'entrée' est jugé improbable (incertitude élevée) ;
- iii) La survie, la multiplication ou l'augmentation en prévalence des CL spp. pendant le transport ou le stockage est jugée improbable (incertitude faible) à modérément probable (incertitude modérée) ;
- iv) L'entrée des CL spp. dans la zone ARP sans être détectés malgré les procédures d'inspection actuelles est jugée modérément probable (incertitude modérée) ;
- v) Le transfert de CL spp. par les semences de citrus est jugé très improbable (incertitude faible).

**et des aspects inconnus portant notamment sur les données d'importations de semences sont relevés.**

Très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

### 3.2.2.1.1.3 Filière 3 (F3) : HLB – Plantes-hôtes → Partie de végétaux et produits végétaux → Fleurs coupées/branchages coupés/feuillages : vis-à-vis de *Murraya paniculata*, *Citrus histrix*

Les importations de végétaux de *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus* ainsi que leurs hybrides, à l'exception des fruits et des semences sont interdites dans les Etats membres à partir des pays tiers (Annexe III, partie A de la Directive 2000/29/CE, version consolidée au 01/04/2018).

Dans le cas des végétaux du genre *Murraya* à l'exception des fruits, les importations originaires de pays tiers doivent répondre à une exigence particulière : constatation officielle que les végétaux sont originaires d'un pays reconnu exempt de *Candidatus Liberibacter* spp., agent causal de la maladie du Huanglongbing des agrumes (Annexe IV Partie A chapitre I de la Directive 2000/29/CE, version consolidée au 01/04/2018).

F3 : Probabilité que l'organisme nuisible soit associé avec la filière individuelle à l'origine.

#### 2.03. F3 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme?

La présence de HLB a été observée dans les étamines, le pistil et le pollen des fleurs de plants de citrus contaminés (*Citrus maxima* (Burm.) Merr. cv. Shatian Yu ; Lou *et al.* 2012). La distribution globale des bactéries dans la plante a été signalée dans la filière F1 (Cf. Figure 18) (Li *et al.*, 2009). Elle est présente dans les feuilles fraîches.

**La probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine est très probable avec une incertitude faible.**

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

#### 2.04. F3 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte les conditions actuelles de gestion ?

Les méthodes de gestion qui pourraient être appliquées pour réduire la charge de l'organisme nuisible dans les feuilles et les branchages de citrus, en particulier *C. histrix*, comprennent les traitements bactéricides, essentiellement à base d'antibiotiques, et autorisés en pulvérisation foliaire, en Floride, depuis 2016 (Slinski, 2016 ; Zhang *et al.*, 2014 ; <https://www.federalregister.gov/documents/2018/12/04/2018-26343/oxytetracycline-pesticide-tolerances> ).

Le GT ne sait pas si ces méthodes sont effectivement utilisées sur *Citrus histrix*. La lutte génétique pourrait contribuer à réduire la charge en CL spp. si des résistances totales sont découvertes et introduites dans les variétés cultivées. Par contre des résistances du type 'tolérance', qui maintiennent la productivité sans diminuer la charge en bactérie pathogène ne contribueront pas à réduire la charge de l'organisme nuisible.

Pour *Murraya paniculata*, il n'existe pas à la connaissance du GT de mesures de gestion du type bactéricide ou lutte génétique.

Les traitements bactéricides avec des antibiotiques ne sont pas susceptibles de diminuer la charge en CL spp. dans les feuilles et les branchages. Ils ne sont ou ne seront pas, *a priori*, utilisés systématiquement ou même autorisés, ce qui rend élevée la probabilité que l'ON soit associé à cette filière dès l'origine.

Les mesures adoptées éventuellement en amont sur les lieux de production des parties de végétaux concernées par cette filière ne sont pas connues ce qui accroît l'incertitude à l'égard de leur application. Il n'y a pas de gestion particulière appliquée sur les espèces de *Murraya* cultivées dans des jardins.

L'incertitude portant sur la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière est quant à elle faible.

très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable.

Niveau d'incertitude :	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
------------------------	---------------	--------	-------

**2.05. F3 En prenant en compte le volume de mouvement le long de la filière (pour les périodes pendant lesquelles l'organisme est susceptible d'être associé avec elle), quelle est la probabilité que ce volume favorise l'entrée?**

Aucune donnée sur les importations de branchages coupés de *Murraya paniculata* ou de *Citrus hystrix* n'est disponible dans les statistiques de Eurostat. Les volumes de mouvement sont considérés *a priori* comme faibles.

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude :	<b>Faible</b>	Modéré	<b>Elevé</b>
------------------------	---------------	--------	--------------

**2.06. F3 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?**

La même réponse qu'à la question 2.05 est apportée ici.

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude :	<b>Faible</b>	Modéré	<b>Elevé</b>
------------------------	---------------	--------	--------------

F3 : Probabilité de survie pendant le transport ou le stockage

**2.07. F3 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage?**

Les conditions de transport ne sont pas connues mais selon l'ARP australienne (Plant Biosecurity, 2011) « Les feuilles fraîches destinées à l'Australie seraient transportées par avion et, pendant le transport et l'entreposage, maintenues à des températures basses et à une humidité élevée pour s'assurer que le matériel reste frais. Il est peu probable que ces conditions modérées aient un impact sur la survie de CLAs... dans des feuilles fraîches importées."

Mais les informations détaillées fournies par Li *et al.* (2008) précisent (rappel question 2.07, filière F1) : « la bactérie a été détectée dans des échantillons de plantes (feuilles entières et nervures intermédiaires excisées) stockés à 4 °C pendant deux mois ». Bien que la viabilité de la bactérie n'ait pas été confirmée, les auteurs ont démontré qu'au cours d'une période de 10 semaines de test, la quantité de bactéries dans les échantillons de plantes n'a pas changé, ce qui peut indiquer la présence de certaines bactéries viables.

La survie semble donc très probable avec une incertitude de niveau modéré car la viabilité de la bactérie n'est pas confirmée.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, **très probable**

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

### 2.08 F3 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage?

Il n'existe pas d'étude connue du GT sur la multiplication ou l'augmentation de la prévalence de l'ON dans les fleurs, branchages, feuillages coupés, mais la probabilité est **jugée improbable avec une incertitude faible**.

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

### F3 : Probabilité que l'organisme nuisible survive aux procédures de lutte en vigueur

### 2.09. F3 Avec les procédures d'inspection actuelles, quelle est la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté ?

Des feuilles ou des rameaux présentant les symptômes caractéristiques du HLB seraient probablement éliminés dès l'origine par le producteur. Mais il est possible que des feuillages ou des branchages asymptomatiques ne soient pas écartés par inspection visuelle du fait que l'expression des symptômes foliaires du HLB (jaunissements, feuilles marbrées) présente un temps de latence important, chez *Murraya* et les citrus (Cf. 1.15). Les méthodes moléculaires de détection et/ou de caractérisation des espèces bactériennes associées au HLB sont connues et déjà décrites dans la question 1.08.

Le Tableau 15 des interceptions des « fleurs coupées ou feuillages » de citrus sur les frontières de la zone ARP pour le matériel végétal « other living plants : Cut Flowers and branches with foliage » montre que des interceptions de branches coupées ont également eu lieu en 2010 de matériel provenant de la Thaïlande.

**Tableau 15 : Origine des fleurs coupées ou feuillages de citrus interceptées sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018**

Année	Pays d'exportation	Espèce végétale	Organisme nuisible / Raison
2005	THAILAND	<i>Citrus hystrix</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2005	THAILAND	<i>Citrus hystrix</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE
2005	THAILAND	<i>Citrus</i> sp.	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2006	BANGLADESH	<i>Citrus</i> sp.	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE
2006	PAKISTAN	<i>Citrus</i> sp.	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE
2006	THAILAND	<i>Citrus bergamia</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2006	THAILAND	<i>Citrus</i> sp.	OTHER REASONS : INCORRECT IDENTITY DECLARED ON DOCUMENTS
2006	THAILAND	<i>Citrus</i> sp.	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2006	THAILAND	<i>Citrus</i> sp.	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT:

Année	Pays d'exportation	Espèce végétale	Organisme nuisible / Raison
			ABSENT
2006	THAILAND	<i>Citrus sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE
2007	BANGLADESH	<i>Citrus aurantifolia</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2007	THAILAND	<i>Citrus hystrix</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2007	THAILAND	<i>Citrus hystrix</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2007	THAILAND	<i>Citrus sp.</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2007	THAILAND	<i>Citrus sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2008	ISRAEL	<i>Citrus limon</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2008	THAILAND	<i>Citrus paradisi</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2010	IRAN (ISLAMIC REPUBLIC OF)	<i>Citrus sp.</i>	Coleoptera
2010	ALBANIA	<i>Citrus sp.</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2010	EGYPT	<i>Citrus sinensis</i>	PHYTO. CERT./ PLANT PASSPORT : ! OTHERS
2010	THAILAND	<i>Citrus hystrix</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2010	THAILAND	<i>Citrus hystrix</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE
2010	THAILAND	<i>Citrus limon</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2010	THAILAND	<i>Citrus limon</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE
2011	MALAYSIA	<i>Citrus limetta</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2011	MALAYSIA	<i>Citrus limetta</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2011	MALAYSIA	<i>Citrus sp.</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2011	MALAYSIA	<i>Citrus sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2017	THAILAND	Citrus	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS

**En gras pays contaminés par le HLB**

Source : EUROPHYT (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des données en anglais)

Le Tableau 16 d'interceptions des « feuilles » de *Murraya* sur les frontières de la zone ARP pour la commodité « other living plants : Leaves » indique des interceptions réalisées depuis 2005 pour diverses raisons dont, dans le cas de *M. koenigii*, celle d'être un hôte de *D. citri*, insecte vecteur du HLB. Pour *M. koenigii* le risque est jugé nul.

**Tableau 16 : Origine des feuilles de *Murraya* interceptées sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018**

Année	Pays d'exportation	Espèce végétale	Organisme nuisible / Raison
2005	GHANA	<i>Murraya sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>
2005	INDIA	<i>Murraya sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE



Année	Pays d'exportation	Espèce végétale	Organisme nuisible / Raison
2008	INDIA	<i>Murraya sp.</i>	<i>Trialeurodes ricini</i>
2012	DOMINICAN REPUBLIC	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Diaphorina citri</i>
2015	KENYA	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2015	KENYA	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: FALSE INFORMATION
2015	LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: PLANT NOT INCLUDED
2015	MAURITIUS	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT.: ADDITIONAL DECLARATION MISSING
2015	THAILAND	<i>Murraya koenigii</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2016	INDIA	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2016	LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT.: ADDITIONAL DECLARATION INADEQUATE OR INVALID
2016	MAURITIUS	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT.: ADDITIONAL DECLARATION MISSING
2016	MAURITIUS	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE
2016	MAURITIUS	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: PLANT NOT INCLUDED
2016	SRI LANKA	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2016	UGANDA	<i>Murraya koenigii</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2016	UGANDA	<i>Murraya koenigii</i>	! OTHERS
2016	UGANDA	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT.: ADDITIONAL DECLARATION MISSING
2016	UGANDA	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: INCOMPLETE
2017	DOMINICAN REPUBLIC	<i>Murraya koenigii</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2017	INDIA	<i>Murraya sp.</i>	OTHER REASONS : INCORRECT IDENTITY DECLARED ON DOCUMENTS
2017	INDIA	<i>Murraya sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2017	KENYA	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT.: ADDITIONAL DECLARATION INADEQUATE OR INVALID
2017	KENYA	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT : ! OTHERS
2017	MALAYSIA	<i>Murraya sp.</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2017	MALAYSIA	<i>Murraya sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2017	MALAYSIA	<i>Murraya sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: COPY/ DUPLICATA NOT ENDORSED
2017	MALAYSIA	<i>Murraya sp.</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: FALSE INFORMATION
2017	SRI LANKA	<i>Murraya koenigii</i>	! OTHERS
2017	SRI LANKA	<i>Murraya koenigii</i>	PHYTO. CERT. / PLANT PASSPORT: ABSENT
2017	SRI LANKA	<i>Murraya sp.</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS
2017	THAILAND	<i>Murraya koenigii</i>	OTHER REASONS : PROHIBITED PLANTS, PLANTS PRODUCTS OR OTHER OBJECTS

**En gras pays contaminés par le HLB**

Source : EUROPHYT (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des données en anglais)

*Murraya koenigii* :

La probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est jugée très improbable avec un niveau d'incertitude faible.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude :	Faible	Modéré	Elevé
------------------------	--------	--------	-------

*Citrus hystrix* :

Comme dans le cas des semences la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est jugée modérément probable avec une incertitude de niveau modéré.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude :	Faible	Modéré	Elevé
------------------------	--------	--------	-------

F3 : Probabilité de transfert à un hôte ou habitat approprié

**2.10. F3 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié?**

Pour cette question, les différentes voies sont analysées : cuscutes (rappel), fleurs coupées/branchages coupés/feuillages de *Citrus* spp. et de *Murraya* spp.. Une probabilité est donnée pour chacune d'entre elles.

#### Cuscutes

Les cuscutes ne se fixent que sur des hôtes vivants et en pleine terre (Furuhashi *et al.*, 2011). Il est donc très improbable que des cuscutes parasitent des branchages ou des feuilles de *Murraya paniculata* ou *Citrus hystrix* contaminés. Ainsi la probabilité, par cette filière, que l'ON passe à un hôte approprié via la cuscute est très improbable.

#### Fleurs coupées/branchages coupés/feuillages de *Citrus* spp. et de *Murraya* spp.

Seule l'espèce *Trioza erytreae* est présente dans la zone ARP. La probabilité que cet insecte s'infecte sur des fleurs coupées, des branchages coupés ou des feuilles coupées puis passe à un hôte est très faible.

La probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié est très improbable.

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.11 F3 La probabilité d'entrée pour la filière doit être évaluée**

**La probabilité globale d'entrée de la maladie par cette filière est jugée modérément probable avec une incertitude modérée du fait que :**

- i) 'Le volume et la fréquence de mouvement de marchandises le long de la filière favorisent l'entrée' est jugé improbable (incertitude faible) ;
- ii) La multiplication et l'augmentation en prévalence de CL spp. pendant le transport ou le stockage est jugée improbable (incertitude faible) ;
- iii) Le transfert de CL spp. à une plante hôte est jugé très improbable (incertitude faible).

Et malgré le fait que :

- i) L'association des bactéries à la filière à l'origine est jugée probable à très probable en prenant en compte la biologie de CL spp. ou les conditions actuelles de gestion du HLB (incertitude faible) ;
- ii) La survie de CL spp. pendant le transport ou le stockage est jugée très probable (incertitude modérée) ;
- iii) L'entrée de CL spp. dans la zone ARP sans être détectés malgré les procédures d'inspection actuelles est jugée modérément probable (incertitude modérée).

**et des aspects inconnus portant notamment sur les données d'importation des végétaux concernés par cette filière sont relevés.**

**Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

<b>Niveau d'incertitude:</b>	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
------------------------------	---------------	---------------	--------------

### 3.2.2.1.1.4 Filière 4 (F4) : HLB – Plantes-hôtes → Partie de végétaux et produits végétaux → Fruits avec ou sans pédoncules

Les fruits de *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus* ainsi que leurs hybrides en provenance de pays tiers doivent être exempts de pédoncules et de feuilles, et leur emballage doit porter une marque d'origine adéquate (Annexe IV Partie A chapitre I de la Directive 2000/29/CE, version consolidée au 01/04/2018).

Aucune exigence particulière ne concerne le HLB sur les fruits eux-mêmes.

F4 : Probabilité que l'organisme nuisible soit associé avec la filière individuelle à l'origine.

#### 2.03. F4 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme?

Les bactéries causant le HLB ont été détectées dans les fruits au niveau du pédoncule, de la columelle, de l'endocarpe, du mésocarpe (albedo) et du péricarpe (peau) mais à des quantités très variables selon les arbres et les parties du fruit (Tatineni *et al.*, 2008 ; Li *et al.*, 2009). Selon Li *et al.* (2009) (Figure 19) la présence dans le fruit est surtout dans « locular membranes and septa » (parties en rouge dans la figure), avec un titre 100 fois inférieur dans le mésocarpe (albedo) et le péricarpe (écorce = zeste).

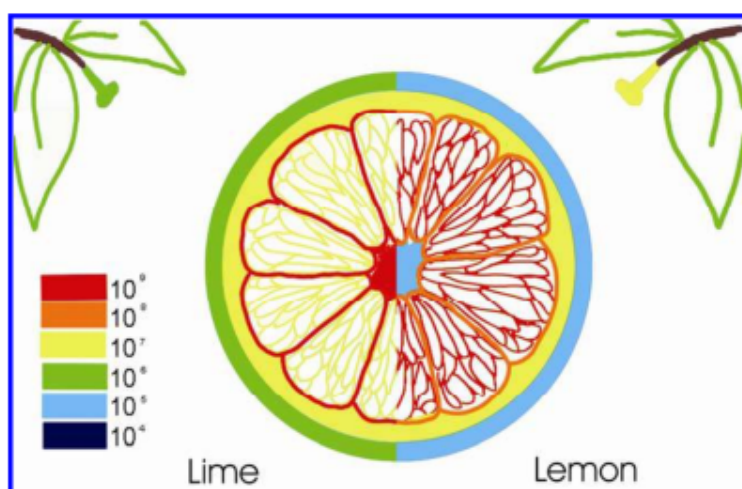


Fig. 2. Distribution of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' genomes in tissues of five symptomatic lime (left) and lemon (right) fruit sampled. The colors indicate the mean concentration of 'Ca. L. asiaticus' genome equivalents per gram of tissue sampled. The peduncles are drawn in the upper corners of the figure. Distribution of 'Ca. L. asiaticus' genomes in fruit of lime and lemon averaged over 10 fruit sampled.

#### Figure 19 : Distribution de l'ADN de CLAs dans les tissus de 5 fruits symptomatiques échantillonnés (Source : Li *et al.*, 2009)

Les fruits importés avec pédoncule et feuilles sont beaucoup plus à risque que les fruits « nus ».

Dans tous les cas, l'association entre l'ON et le fruit existe, même si ensuite, la transmission ne sera pas possible entre le fruit nu et une autre plante.

La probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine est donc très probable avec une incertitude faible.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

#### 2.04. F4 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte les *conditions actuelles de gestion* ?

Les mesures de gestions du HLB basées sur l'application d'antibiotiques ou de stimulateurs de défenses contribuent à réduire la charge en HLB dans les arbres et réduire les symptômes de la maladie. Leurs effets sur le titre en CL spp. dans les fruits n'est cependant pas rapporté.

*A priori* il n'existe pas de résistance totale, au sens résistance gene-pour-gene chez aucune espèce du genre *Citrus*, en particulier au niveau des greffons/scions. L'analyse la plus récente (Miles *et al.*, 2017) en Floride indique que les variétés les moins touchées sont celle qui contiennent une partie du génome de *Citrus medica* (citron). Ces études montrent donc que des niveaux de résistance/tolérance existent parmi les espèces cultivées et les hybrides sexuellement compatibles (Stover *et al.*, 2015). Cependant les travaux sont encore loin de déboucher sur la production de variétés à greffer indemnes de HLB.

Le tri des fruits symptomatiques n'est pas assuré, les fruits déformés (par le HLB ou autre) pourraient être commercialisés. Le nombre de fruits infectés exportés attendu sera inférieur à celui observé sans cette mesure de gestion. Même s'il demeure une incertitude sur l'application de ces conditions actuelles de gestion, il reste **probable que des CL spp. associés au péricarpe des fruits soient introduits, même si ces mesures de gestion étaient appliquées, avec une incertitude faible.**

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

#### 2.05. F4 En prenant en compte le volume de mouvement le long de la filière (pour les périodes pendant lesquelles l'organisme est susceptible d'être associé avec elle), quelle est la probabilité que ce volume favorise l'entrée?

Le volume de mouvement le long de la filière est très important, comme l'indiquent les données Eurostat (Tableau 17).

Tableau 17 : Volume de produits importés dans la zone ARP en 2016 et 2017 pour la filière F4

Année	Code	Produits	Total importé	Total en provenance d'un pays contaminé par le HLB	% en provenance d'un pays contaminé par le HLB
2016	08051020	ORANGES DOUCES, FRAÎCHES	9 423 641	4 694 515	50

Année	Code	Produits	Total importé	Total en provenance d'un pays contaminé par le HLB	% en provenance d'un pays contaminé par le HLB
2016	08052010	CLÉMENTINES, FRAÎCHES OU SÈCHES	1 714 799	502 768	29
2016	08052030	MONREALES ET SATSUMAS, FRAÎCHES OU SÈCHES	522 041	217 321	42
2016	08052050	MANDARINES ET WILKINGS, FRAÎCHES OU SÈCHES	1 390 645	311 623	22
2016	08052070	TANGERINES, FRAÎCHES OU SÈCHES	48 007	9 197	19
2016	08054000	PAMPLEMOUSSES ET POMELOS, FRAIS OU SECS	3 533 304	2 219 476	63
2016	08055010	CITRONS "CITRUS LIMON, CITRUS LIMONUM", FRAIS OU SECS	4 125 862	661 137	16
2016	08055090	LIMES "CITRUS AURANTIFOLIA, CITRUS LATIFOLIA", FRAÎCHES OU SECHES	1 405 135	1 377 924	98
2017	08051022	ORANGES NAVEL, FRAÎCHES	3 166 970	1 748 012	55
2017	08051024	ORANGES BLANCHES, FRAÎCHES	3 515 165	1 564 392	45
2017	08054000	PAMPLEMOUSSES ET POMELOS, FRAIS OU SECS	3 364 149	2 443 129	73
2017	08055010	CITRONS "CITRUS LIMON, CITRUS LIMONUM", FRAIS OU SECS	3 531 913	807 826	23
2017	08055090	LIMES "CITRUS AURANTIFOLIA, CITRUS LATIFOLIA", FRAÎCHES OU SECHES	1 482 472	1 438 989	97

Source : Eurostat (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des intitulés telles qu'ils figurent dans la catégorie « produits » dans Eurostat)

La probabilité que ce volume favorise l'entrée de l'ON par les fruits est jugée très probable avec un niveau faible d'incertitude.

**très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
-----------------------	---------------	---------------	--------------

**2.06. F4 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?**

Les graphes suivants illustrent les flux d'importations des fruits dans la zone ARP durant les mois des années 2016 et 2017 (toutes origines confondues) (Figure 20, Figure 21, Figure 22).

Les marchandises sont regroupées en trois graphes : marchandises importées en 2016 uniquement, marchandises importées en 2017 uniquement, marchandises importées en 2016 et 2017 (codes 08054000 : pamplemousses et pomelos, frais ou secs ; 08055010 : citrons, « *Citrus limon, Citrus limonum* », frais ou secs ; 08055090 : limes « *Citrus aurantifolia, Citrus latifolia* », fraîches ou sèches ; 08051022 : oranges navel, fraîches ; 08051024 : oranges blanches, fraîches ; 08051020 : oranges douces, fraîches ; 08052010 : clémentines, fraîches ou sèches ; 08052030 : monréales et satsumas, fraîches ou sèches ; 08052050 : mandarines et wilkings, fraîches ou sèches ; 08052070 : tangerines, fraîches ou sèches ; source Eurostat).

Les mois de Juin à Septembre sont des mois d'importations privilégiées.

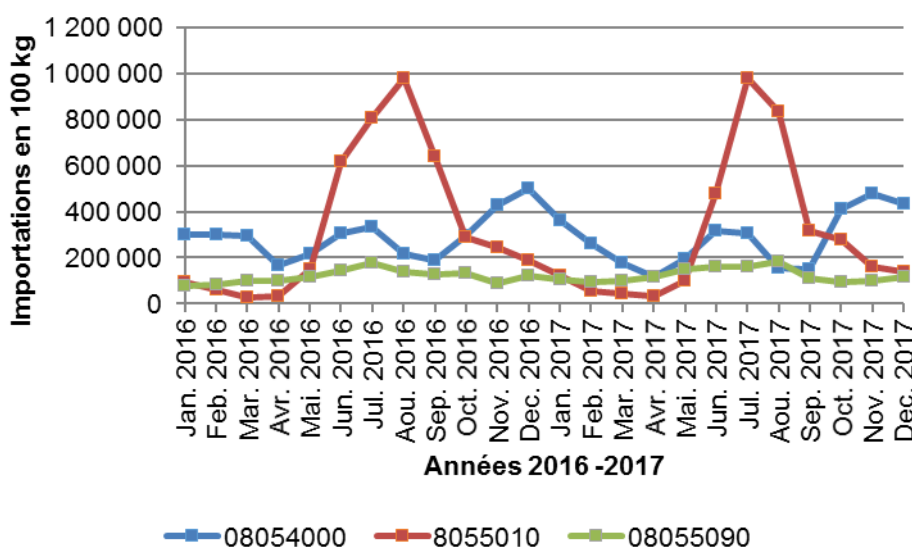


Figure 20 : Volume d'importation des pamplemousses et pomelos (08054000), des citrons (08055010) et des limes (08055090) dans la zone ARP en 2016 et 2017

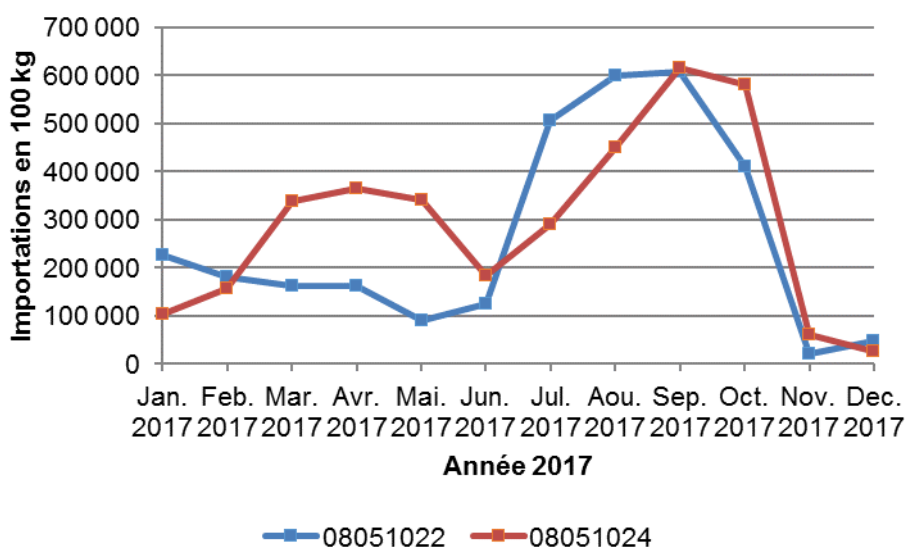


Figure 21 : Volume d'importation des oranges navel (08051022) et oranges blanches (08051024) dans la zone ARP en 2017



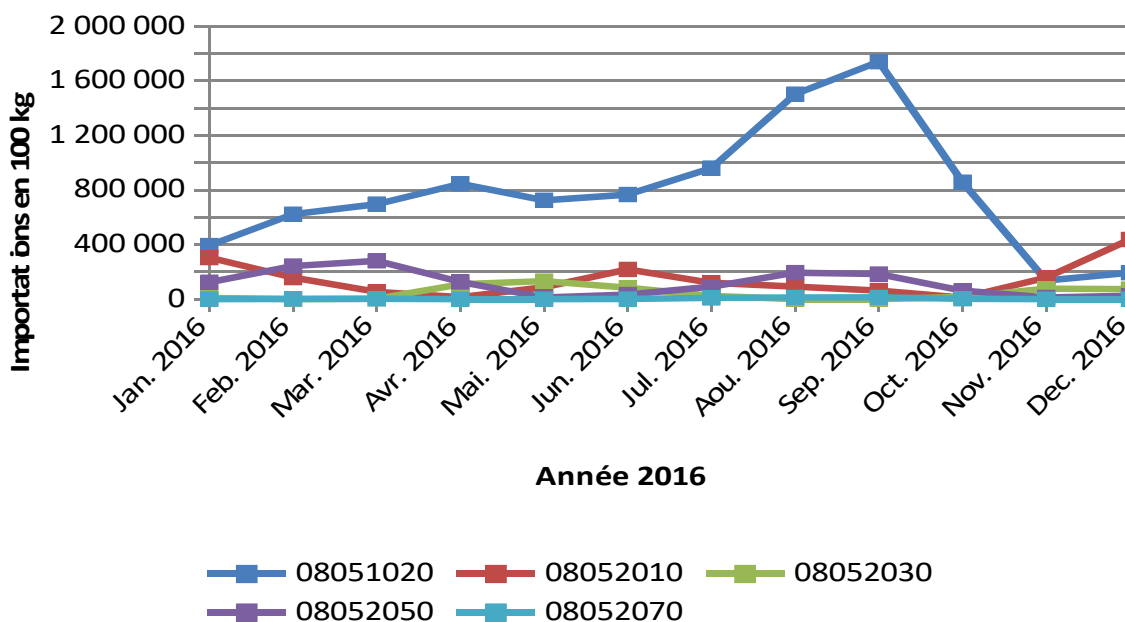


Figure 22 : Volume d'importation d'oranges douces, fraîches (08051020), de clémentines, fraîches ou sèches (08052010), de monréales et satsumas, fraîches ou sèches (08052030), de mandarines et wilkings, fraîches ou sèches (08052050) et de tangerines (08052070) dans la zone ARP en 2016

La probabilité que cette fréquence favorise l'entrée de l'ON est très élevée, l'incertitude de niveau faible.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F4 : Probabilité de survie pendant le transport ou le stockage

**2.07. F4 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage?**

Comme pour la plupart des filières peu d'informations sont disponibles sur les conditions de transport des fruits. Mais selon l'ARP australienne (Plant Biosecurity, 2011) « les fruits destinés à l'Australie seraient expédiés dans des conteneurs réfrigérés maintenus à 4-6 °C. Il est peu probable que ces conditions d'entreposage aient un impact sur la survie de la bactérie dans les fruits importés.»

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.08. F4 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage?**

Etant donné la biologie de l'ON, la multiplication ou l'augmentation de la prévalence de l'ON dans les fruits est jugée improbable avec une incertitude faible.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F4 : Probabilité que l'organisme nuisible survive aux procédures de lutte en vigueur**2.09. F4 Avec les procédures d'inspection actuelles, quelle est la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté ?**

Il est facile de repérer des fruits provenant d'arbres malades. Un autre nom de la maladie HLB est le « citrus greening » : ce terme est dû au constat d'une coloration irrégulière des fruits, avec une taille des fruits réduite, et une inversion de coloration du fruit avec une coloration encore verte tandis que le pédoncule du fruit est déjà de couleur orangée. Une inspection visuelle écartera ce type de fruits, avant même son exportation, en principe.

Le HLB étant détectable dans le péricarpe, les méthodes moléculaires de détection et/ou de caractérisation des espèces bactériennes associées au HLB déjà décrites dans la question 1.08 permettent de l'identifier si nécessaire.

Cependant, de gros volumes de fruits sont importés, pour lesquels il n'y a pas *a priori* de contrôle du HLB, la réglementation ne l'imposant pas.

Selon EUROPHYT plus de 5000 interceptions de fruits de citrus ont été réalisées aux frontières de la zone ARP depuis 2005. Les raisons en sont diverses : (i) la détection d'organismes nuisibles de quarantaine interdits d'introduction (ex : Tephritidae, *Phyllosticta citricarpa*), (ii) des défauts de réponses à des exigences particulières, (iii) des défauts constatés dans les documents administratifs (certificat phytosanitaire).

**La probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est considérée comme probable avec une incertitude modéré compte-tenu de la réglementation et de la quantité d'interceptions enregistrée.**

très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

F4 : Probabilité de transfert à un hôte ou habitat approprié**2.10. F4 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié?****Cuscutes**

Les cuscutes ne parasitent pas les fruits.

**Fruits de *Citrus* spp.**

Les psylles n'étant pas connus comme des insectes piquant les fruits (Van den Berg, 1990), **la probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié est très improbable.**

**Très improbable**, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

**2.11. F4 La probabilité d'entrée pour la filière doit être évaluée**

**La probabilité globale d'entrée par cette filière est improbable avec une incertitude faible du fait que :**

- i) La multiplication ou l'augmentation en prévalence des CL spp. pendant le transport ou le stockage est jugée improbable (incertitude modérée) ;
- ii) Le transfert de CL spp., par les fruits de citrus, à une plante hôte est jugé très improbable (incertitude faible).

**Et malgré le fait que :**

- i) L'association des bactéries à la filière à l'origine est jugée probable à très probable en prenant en compte la biologie de CL spp. ou les conditions actuelles de gestion du HLB (incertitude faible) ;
- ii) 'Le volume et la fréquence de mouvement de marchandises le long de la filière favorisent l'entrée' est jugé très probable (incertitude faible) ;
- iii) La survie de CL spp. pendant le transport ou le stockage est jugé très probable (incertitude modérée) ;
- iv) L'entrée de CL spp. dans la zone ARP sans être détectés malgré les procédures d'inspection actuelles est jugé probable (incertitude modérée).

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

### 3.2.2.1.1.5 Filière 5 (F5) Insectes vecteurs – Plantes-hôtes → Végétaux destinés à la plantation → Plants de *Citrus* spp.

Les importations de végétaux de *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus* ainsi que leurs hybrides, à l'exception des fruits et des semences sont interdites dans les Etats membres à partir des pays tiers (Annexe III, partie A de la Directive 2000/29/CE, version consolidée au 01/04/2018).

La réglementation appliquée aux deux vecteurs est la suivante :

*Diaphorina citri* figure dans la Directive 2000/29/CE, Annexe I, Partie A, chapitre I : organismes nuisibles inconnus dans la communauté et dont l'introduction et la dissémination doivent être interdits dans tous les états membres (version consolidée au 01/04/2018).

*Trioza erythrae* figure dans la Directive 2000/29/CE, Annexe I, Partie A, chapitre II : organismes nuisibles présents dans la communauté et dont l'introduction et la dissémination doivent être interdits dans tous les états membres (version consolidée au 01/04/2018).

F5 : Probabilité que l'organisme nuisible soit associé avec la filière individuelle à l'origine.

## 2.03. F5 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme?

Les psylles sont présents sur les feuilles et les jeunes rameaux de leurs plantes-hôtes à tous leurs stades de développement (œufs, larves et adultes). Le risque qu'ils transportent le HLB est fonction de leur zone d'origine. Dans la mesure où ils vivent sur de jeunes rameaux il est peu probable que les psylles pondent ou s'installent sur des bourgeons présents sur des greffons issus de branches aoûtées (devenant ligneuses) (Brlansky et Rogers, 2007 ; Smith et al., 1997).

La spécificité entre les insectes vecteurs et leurs plantes-hôtes du genre *Citrus* a été présentée dans le rapport attaché de N. Sauvion (2018), éléments repris dans ce document dans les Tableaux 2 et 3.

Le plus grand nombre de travaux publiés concernent l'espèce *Diaphorina citri*. Les différences dans la biologie de l'insecte sont étudiées par comparaison entre les différentes espèces du genre *Citrus* ou d'autres genres botaniques.

Ainsi, Tsagkarakis et Rogers (2010) ont montré que le taux d'oviposition et la survie de *D. citri* sur la mandarine « Cléopâtre » (*Citrus reshni*) étaient significativement réduits, en comparaison avec ceux mesurés sur la « sour orange » (*Citrus aurantium*). Le taux de développement de l'œuf à l'adulte était plus long sur la mandarine. Cette espèce affecte négativement la « fitness » des nymphes de *D. citri*.

Russell *et al.* (2014) ont comparé le développement et la longévité de *D. citri* et d'une autre espèce de psylle sur trois espèces de citrus (*C. x paradisi*, *C. sinensis*, *C. reticulata*) et quatre espèces du genre *Zanthoxylum* (*Z. clava-herculis*, *Z. coriaceum*, *Z. flavum*, *Z. fagara*).

Les adultes de *D. citri* sont trouvés sur l'ensemble des parties aériennes des plants d'agrumes mais la majorité des larves se situent sur les jeunes pousses (flushs) et un peu moins sur les jeunes feuilles (Yasuda *et al.*, 2005). Les larves de *T. erythrae* se développent plutôt sur les jeunes feuilles (van den Berg et Deacon, 1988).

**La probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine est très probable avec un niveau d'incertitude faible.**

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.04. F5 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte les *conditions actuelles de gestion* ?**

Les conditions actuelles de gestion dans les pays d'origine ne sont pas connues. Mais l'élimination totale des vecteurs est fort improbable. La réponse à la question est donc la même que celle apportée à la question 2.03.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.05. F5 En prenant en compte le volume de mouvement le long de la filière (pour les périodes pendant lesquelles l'organisme est susceptible d'être associé avec elle), quelle est la probabilité que ce volume favorise l'entrée?**

En se basant sur les mouvements actuels (Cf. tableau 1, Filière 1, question 2.05), il est très improbable que ce volume favorise l'entrée de l'organisme nuisible avec une incertitude faible.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.06. F5 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?**

Les tableaux 9 et 10 montrant la distribution des échanges durant les années 2016 et 2017 (Cf. Filière 1, question 2.06) en provenance de l'Australie et de la Suisse respectivement, permettent d'apporter la même réponse que pour la question 2.05.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F5 : Probabilité de survie pendant le transport ou le stockage

**2.07. F5 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage?**

La survie des psylles pendant le transport ou le stockage dépend en particulier des conditions de température appliquées. Le transport par avion est de courte durée et assuré pour assurer la survie de la plante, donc très probablement également celle de l'insecte. Les conditions de température au cours du transport par bateau, s'il a lieu pour les plants vers la zone ARP, ne sont pas connues.

Les adultes de *D. citri* ne se nourrissent pas sur les fruits et ils ne peuvent survivre que peu de temps sans nourriture (en moyenne 2 jours à 25°C) (McFarland et Hoy, 2001), davantage aux basses températures, mais dans ce cas ils resteront inactifs.

Dans la prolongation de ce travail, Hall et McCollum (2011) ont étudié en conteneurs de petite contenance (3,78 litres), à 25°C et 75% H.R. l'effet de la présence des feuilles pouvant rester sur les tiges récoltées avec les fruits de 4 citrus (*C. paradisi*, *C. sinensis* et 2 cultivars du croisement *C. reticulata* x *C. sinensis*) sur la survie des adultes de *D. citri*. En l'absence de toute plante la survie des adultes est de 6 jours. Des durées de vie plus longues sont mesurées lorsqu'un végétal est introduit dans les conteneurs : 10-13 jours sur fruits sans présence de feuilles ; 6 à 12 jours sur des feuilles ou des tiges détachées, selon le cultivar. Une durée de vie maximale de 17 à 29 jours a été observée (selon le cultivar) lorsque les adultes avaient accès à des fruits avec une portion de tige présentant des feuilles.

La réponse du psylle face à des températures basses apporte un éclairage complémentaire sur les possibilités de survie dans des transports longs réfrigérés. Ainsi, *D. citri* peut supporter des températures de - 7°C (Aubert, 1990) et dans ce cas l'insecte pourrait redevenir actif en arrivant dans une région où les températures sont favorables. Les travaux de Ashihara (2004) au Japon, ont indiqué qu'une faible proportion de la population de *D. citri* peut survivre à une température minimale hivernale de - 3.3 °C (4% sur *M. paniculata*, 6% sur *Citrus unshiu*). Pour El-Shesheny et al. (2016) des températures de 0°C et de 5°C causent une mortalité de 50% après 2 à 4 jours respectivement, tandis qu'une température élevée de 40°C provoque 95% de mortalité en un jour.

**La probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage est jugée modérément probable avec un niveau d'incertitude modéré.**

très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

**2.08. F5 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage?**

Les capacités d'accouplement et de ponte, notamment sur des flushes (nouvelles poussées végétatives) sont très peu probables à dire d'expert, durant le transport, quel qu'il soit, ou le stockage qui, pour des raisons économiques, est estimé de courte durée.

**très improbable**, improbable, modérément probable, **probable**, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	<b>Elevé</b>
-----------------------	--------	--------	--------------

F5 : Probabilité que l'organisme nuisible survive aux procédures de lutte en vigueur

**2.09. F5 Avec les procédures d'inspection actuelles, quelle est la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté ?**

Depuis 2005, aucune interception de *Diaphorina citri* ou de *Trioza erytreae* n'a été enregistrée sur des végétaux de citrus destinés à la plantation (Source : EUROPHYT). Mais les adultes sont de petits insectes discrets. Les œufs et le premier stade larvaire sont difficiles à voir à l'œil nu. Les larves restent sur la plante et les derniers stades larvaires sont assez visibles. Les dégâts des psylles sont peu visibles si les populations sont faibles, à l'exception de ceux provoqués par les larves de *Trioza erytreae* (« galls » sur les feuilles).

Les conditions de transport par des passagers ou d'entrée de plants par des entrepreneurs privés ne sont pas connues.

De ce fait, la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est jugée improbable avec un niveau d'incertitude modéré.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F5 : Probabilité de transfert à un hôte ou habitat approprié

## 2.10. F5 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié?

La probabilité que l'organisme nuisible (le vecteur) passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié va dépendre de la région où sont introduits les plants, et des plantes-hôtes de l'espèce de psylle dans cette région.

*A priori* la distribution de plants de citrus se fait préférentiellement dans les zones de production de citrus, ce qui la met à proximité des hôtes appropriés immédiatement compatibles. La distribution sous forme de plants vers les jardins de particuliers et les zones non agricoles est une autre possibilité.

Les poussées de flushes joueront un rôle important dans la colonisation des plants par les psylles vecteurs. Des essais de laboratoire (Ruan *et al.*, 2015) ont montré que les adultes de *D. citri* ont une forte préférence pour s'établir sur les feuilles des flushes plutôt que sur des feuilles âgées, la dimension du flush n'ayant pas d'importance. Cette préférence pour les flushes est expliquée par les caractéristiques nutritionnelles (Sétamou *et al.*, 2016). Pour la ponte, les femelles préfèrent des flushes immatures de taille entre 3 et 10 mm de long. La durée du cycle de développement est de 18.5, 19 et 23 jours, respectivement sur jasmine orange (*Murraya paniculata*), citrus (*Citrus reticulata*) et curry leaf (*Murraya koenigii*) (Teck *et al.*, 2011). L'attractivité des composés volatils émis par les flushes vis-à-vis de *D. citri* a été étudiée par Patt et Sétamou (2010). L'insecte vecteur ne s'est reproduit et développé que sur les nouvelles pousses (*flushing shoots*) de ses plantes-hôtes de la famille des Rutaceae. Son attirance vers les odeurs des plantes-hôtes et un mélange de terpènes synthétiques a été démontré. Mais des différences d'attractivité sont observées entre les sexes.

Selon la présence de plantes-hôtes de l'insecte ou pas la situation est différente.

### Zone avec présence de plantes hôtes des vecteurs :

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**Zone sans plantes hôtes :** toutes les plantes-hôtes ne sont pas obligatoirement connues dans le cas des espèces exotiques envahissantes, de nouvelles plantes-hôtes peuvent héberger l'insecte, ce qui diminue un peu la probabilité qui passe de très improbable à improbable.

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------



## 2.11. F5 La probabilité d'entrée pour la filière (les insectes vecteurs via les plants de citrus) doit être évaluée

La probabilité globale d'entrée des vecteurs (contaminés ou pas par CL spp.) par cette filière est probable avec une incertitude modérée du fait que :

- i) L'association des insectes vecteurs à la filière à l'origine est jugée très probable en prenant en compte leur biologie (spécificité entre les insectes vecteurs et leurs plantes-hôtes du genre *Citrus* (Cf. rapport Sauvion, 2018 ; rapport attaché) ou les mesures actuelles de gestion des vecteurs (incertitude faible) ;
- ii) La survie des insectes vecteurs pendant le transport ou le stockage est jugée probable (incertitude modérée) ;
- iii) L'entrée des insectes vecteurs dans la zone ARP sans être détectés malgré les procédures d'inspection actuelles est jugée modérément probable (incertitude modérée).
- iv) Le transfert des insectes vecteurs dans une zone avec présence de plantes hôtes est jugé très probable (incertitude faible).

**Cependant, il est considéré que :**

- i) 'Le volume et la fréquence de mouvement de marchandises le long de la filière favorise l'entrée' est jugé très improbable (incertitude faible) ;
- ii) La multiplication ou l'augmentation en prévalence des insectes vecteurs pendant le transport ou le stockage est jugée très improbable (incertitude élevée).

**Et des aspects inconnus demeurent, notamment sur les conditions de transport par des passagers ou d'entrée de plants par des entrepreneurs privés.**

Très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable

Niveau d'incertitude :	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
------------------------	--------	---------------	-------

### 3.2.2.1.1.6 Filière 6 (F6) : Insectes – Plantes-hôtes → Végétaux destinés à la plantation → Autres plants : *Murraya paniculata*

Dans le cas des végétaux du genre *Murraya* à l'exception des fruits et des semences, les importations originaires de pays tiers doivent répondre à des exigences particulières : constatation officielle que

- les végétaux sont originaires d'un pays connu exempt de *Diaphorina citri*  
ou
- les végétaux sont originaires d'une zone exempte de *Diaphorina citri*, établie par l'organisation nationale de la protection des végétaux conformément aux normes internationales pour les mesures phytosanitaires pertinentes, et indiquée à la rubrique «Déclaration supplémentaire» sur les certificats visés dans la Directive

**ET**

- les végétaux sont originaires d'un pays où la présence de *Trioza erytreae* n'est pas connue  
ou
- les végétaux sont originaires d'une zone déclarée exempte de *Trioza erytreae* Del Guercio par l'organisation nationale de la protection des végétaux conformément aux normes internationales pour les mesures phytosanitaires pertinentes, et qui est mentionnée sur les certificats visés dans la Directive  
ou
- les végétaux ont été cultivés dans un lieu de production qui est enregistré et supervisé par l'organisation nationale de protection des végétaux dans le pays d'origine  
et  
où les végétaux sont placés dans un site faisant l'objet d'une protection physique complète contre l'introduction de *Trioza erytreae*  
et  
où, pendant la dernière période complète de végétation avant le déplacement, deux inspections officielles ont été réalisées à des moments opportuns et aucun signe de *Trioza erytreae* n'a été observé, tant sur le site que dans la zone environnante sur une largeur d'au moins 200 m.

La réglementation appliquée aux deux vecteurs a été présentée dans l'introduction de la filière F5.

F6 : Probabilité que l'organisme nuisible soit associé avec la filière individuelle à l'origine.

#### **2.03. F6 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme?**

La spécificité entre les insectes vecteurs et leurs plantes-hôtes du genre *Murraya* a été présentée dans le rapport de N. Sauvion (2018 ; rapport attaché), éléments repris dans ce document dans les Tableaux 2 et 3. Sétamou *et al.* (2016) ont observé, en Floride, la convenance de plantes-hôtes natives (Rutaceae) pour *D. citri*. *Murraya* spp. et *Berberis koenigii* comptent parmi ses espèces préférées. *Murraya paniculata* peut héberger tous les stades de *D. citri* et de *T. erytreae* (Yasuda *et al.*, 2005 ; Cocuzza *et al.*, 2017).

Les éléments de biologie des insectes vecteurs ont été très étudiés dans le cas de *D. citri*.

Le cycle biologique de *D. citri* étudié sur 2 espèces de citrus et sur *Murraya paniculata* est sensiblement le même (13,5 à 15,6 j) (Fonseca *et al.*, 2007).

En revanche, la fécondité de *D. citri* est plus élevée sur *Murraya* spp. (700 œufs), et les femelles vivent plus longtemps que les mâles. Le stade œuf dure de 2,6 à 7,7 j, le stade larves varie de 9,4 à 35,8 j (entre 18 et 32°C). Enfin, le seuil de développement minimal pour les œufs nécessite une

température de 12°C, pour les larves, une température de 13,9°C et pour le cycle œuf-adulte, une température de 13,5°C (Nava *et al.*, 2007).

L'analyse du cycle de vie de *D. citri* sur citrus, *M. paniculata* et *M. koenigii* montre que la seconde espèce citée est préférée. La ponte se fait en majorité sur flushes de 3-10 mm. La durée du cycle de vie de *D. citri* (à 26°C) sur le 2° est de 18,5 jours ; sur le 1<sup>er</sup>, elle est de 19 jours et de 23 jours sur le 3° (Teck *et al.*, 2011).

Le cycle biologique de *D. citri* sur *M. paniculata* en serre (Colombie) 25° < t < 37° : est de 15,4 j. La longévité de *D. citri* est de 50 jours. On observe une mortalité de 81% au stade larvaire L1, et de 6,8 % chez les adultes. La fécondité moyenne est de 237 œufs (García *et al.*, 2016).

**La probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme est très probable.**

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.04. F6 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte les conditions actuelles de gestion ?**

Les conditions actuelles de gestion dans les pays d'origine ne sont pas connues. Mais l'élimination totale des vecteurs est fort improbable. La réponse à la question est donc la même que celle apportée à la question 2.03.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.05. F6 En prenant en compte le volume de mouvement le long de la filière (pour les périodes pendant lesquelles l'organisme est susceptible d'être associé avec elle), quelle est la probabilité que ce volume favorise l'entrée?**

Les données d'importations via Eurostat ne permettent pas d'établir avec précision les flux de *Murraya*. Les volumes importés sont *a priori* faibles.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.06. F6 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?**

Les données d'importations via Eurostat ne permettent pas d'établir avec précision les flux de *Murraya*. Les volumes importés sont *a priori* faibles.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F6 : Probabilité de survie pendant le transport ou le stockage

## 2.07. F6 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage?

La survie des psylles pendant le transport ou le stockage dépend en particulier des conditions de température appliquées. Le transport par avion est de courte durée et assuré pour assurer la survie de la plante, donc très probablement également celle de l'insecte. Les conditions de température au cours du transport par bateau, s'il a lieu pour les plants vers la zone ARP, ne sont pas connues.

Quelques éléments de survie aux basses températures sont apportés dans la littérature. Les travaux de Ashihara (2004) au Japon, ont indiqué qu'une faible proportion de la population de *D. citri* peut survivre à une température minimale hivernale de  $-3.3\text{ °C}$  (4% sur *M. paniculata*). Pour El-Shesheny *et al.* (2016) des températures de  $0\text{ °C}$  et de  $5\text{ °C}$  causent une mortalité de 50% après 2 à 4 jours respectivement, tandis qu'une température élevée de  $40\text{ °C}$  provoque 95% de mortalité en un jour. D'autres éléments de biologie ont été apportés à la question 2.03.

**La probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage est jugée modérément probable avec un niveau d'incertitude modéré.**

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable

Niveau d'incertitude :	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
------------------------	--------	---------------	-------

## 2.08. F6 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage?

Les capacités d'accouplement et de ponte, notamment sur des flushes (nouvelles poussées végétatives) sont très peu probables durant le transport, quel qu'il soit, ou le stockage qui, pour des raisons économiques, est estimé de courte durée.

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable

Niveau d'incertitude :	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
------------------------	---------------	--------	-------

F6 : Probabilité que l'organisme nuisible survive aux procédures de lutte en vigueur

## 2.09. F6 Avec les procédures d'inspection actuelles, quelle est la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté ?

L'interrogation de la source EUROPHYT a montré une seule interception de *Murraya paniculata* en provenance de la République Dominicaine, en 2012, pour cause de présence de *Diaphorina citri* (Tableau 18).

**Tableau 18 : Interceptions de végétaux de *Murraya* destinés à la plantation sur les frontières de la zone ARP avec *Diaphorina citri* comme organisme intercepté entre 2005 et mars 2018**

Année	Pays d'exportation	Commodités	Espèce végétale	Organisme nuisible / Raison
2012	DOMINICAN REPUBLIC	INTENDED FOR PLANTING : NOT YET PLANTED	<i>Murraya paniculata</i>	<i>Diaphorina citri</i>

Produits interceptés : "product intended for planting-already planted or not yet planted"

EUROPHYT (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des données en anglais)

Il n'y a pas eu d'interception de *Trioza erytreae* sur des plants destinés à la plantation de *Murraya paniculata*. Cela démontre l'efficacité de la réglementation. Mais les adultes sont de petits insectes discrets. Les œufs et le premier stade larvaire sont difficiles à voir à l'œil nu. Les larves restent sur la plante et les derniers stades larvaires sont assez visibles. Les dégâts des psylles sont peu visibles si les populations sont faibles, à l'exception de ceux provoqués par les larves de *Trioza erytreae* (« galls » sur les feuilles).

Les conditions de transport par des passagers ou d'entrée de plants par des entrepreneurs privés ne sont pas connues.

De ce fait, **la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est jugée improbable avec un niveau d'incertitude faible, le volume de plants transportés étant considéré comme faible.**

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude :	Faible	Modéré	Elevé
------------------------	--------	--------	-------

F6 : Probabilité de transfert à un hôte ou habitat approprié

**2.10. F6 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié?**

Comme pour la Filière 5 la probabilité que l'organisme nuisible (vecteur) passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié dépendra de la région où sont introduits les plants selon la présence ou non des plantes-hôtes et la présence de flushes.

En fonction des diverses situations possibles, les probabilités de transfert de l'insecte vecteur sont variables.

**Zone avec présence de plantes hôtes :**

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**Zone sans plantes hôtes :** les mêmes précautions que dans la Filière 5 sont prises dans ce cas.

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.11. F6 La probabilité d'entrée pour la filière (les insectes vecteurs via les plants de *Murraya paniculata*) doit être évaluée**

**La probabilité globale d'entrée des vecteurs (contaminés ou pas par CL spp.) par cette filière est jugée probable avec une incertitude modérée du fait que :**

- i) L'association des insectes vecteurs à la filière à l'origine est jugée très probable en prenant en compte leur biologie (spécificité entre les insectes vecteurs et leurs plantes-hôtes du genre *Murraya* (Cf. rapport Sauvion, 2018 ; rapport attaché) ou les mesures actuelles de gestion des vecteurs (incertitude faible) ;
- ii) La survie des insectes vecteurs pendant le transport ou le stockage est jugée modérément probable (incertitude modérée) ;

iii) Le transfert des insectes vecteurs dans une zone avec présence de plantes hôtes est jugé très probable (incertitude faible).

**Cependant, il est considéré que :**

- i) 'le volume et la fréquence de mouvement de marchandises le long de la filière favorise l'entrée' est jugé très improbable (incertitude faible) ;
- ii) La multiplication ou l'augmentation en prévalence des insectes vecteurs pendant le transport ou le stockage est jugée très improbable (incertitude faible) ;
- iii) L'entrée des insectes vecteurs dans la zone ARP sans être détectés malgré les procédures d'inspection actuelles est jugée improbable (incertitude faible).

**et des aspects inconnus, notamment sur le volume d'importation de *Murraya* spp. et sur les conditions de transport par des passagers ou d'entrée de plants par des entrepreneurs privés.**

Très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

### 3.2.2.1.1.7 Filière 7 (F7) : Insectes – Plantes-hôtes → Parties de végétaux et de produits végétaux → Feuilles fraîches destinées à la consommation de *Murraya koenigii* et *Citrus hystrix*

La réglementation a été présentée dans les introductions des filières F5 et F6.

F7 : Probabilité que l'organisme nuisible soit associé avec la filière individuelle à l'origine.

#### 2.03. F7 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme?

L'état hydrique des feuilles dans cette filière est considéré comme maintenant leur fraîcheur. La spécificité entre les insectes vecteurs et leurs plantes-hôtes du genre *Murraya* a été présentée dans le rapport de N. Sauvion (2018 ; rapport attaché), éléments repris dans ce document dans les Tableaux 2 et 3. Sétamou *et al.* (2016) ont observé, en Floride, la convenance de plantes-hôtes natives (Rutaceae) pour *D. citri*. *Murraya* spp. et *Berbera* (= *Murraya*) *koenigii* comptent parmi ses espèces préférées.

Les larves des psylles se trouvent de préférence sur les feuilles (face inférieure) et les œufs sont déposés sur les flushes. Les adultes sont observées sur les feuilles, surtout jeunes (van den Berg, 1990). *T. erytrae* est associé aux Rutaceae. La femelle pond sur les flushes, les jeunes feuilles et parfois sur les pétales. Les larves se développent sur les feuilles non matures (Cocuzza *et al.*, 2017).

Une revue des arthropodes détectés dans 36 échantillons de feuilles de *Murraya koenigii* importées d'Afrique, d'Asie ou des Caraïbes, a été faite par Malumphy (2011) qui a comparé les résultats obtenus avec ceux observés pour *C. hystrix*. L'espèce *D. citri* a été détectée mais le risque phytosanitaire de l'importation des feuilles fraîches pour l'horticulture du Royaume Uni a été considéré comme relativement faible. Cependant, selon Beloti *et al.* (2018), l'espèce *M. koenigii* est immune au CLAs.

**La probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme est très probable.**

très improbable, improbable, modérément probable, probable, **très probable**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

#### 2.04. F7 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte les *conditions actuelles de gestion* ?

Les conditions actuelles de gestion dans les pays d'origine ne sont pas connues. Mais l'élimination totale des vecteurs lors d'un nettoyage des feuilles fraîches avant leur expédition est possible, sauf peut-être dans le cas des larves de *T. erytrae* incrustées dans les feuilles (Cf. Cycle biologique, Figure 3). La réponse à la question est donc la même que celle apportée à la question 2.03 'atténuée' par les éléments apportés.

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	---------------	---------------	-------



**2.05. F7 En prenant en compte le volume de mouvement le long de la filière (pour les périodes pendant lesquelles l'organisme est susceptible d'être associé avec elle), quelle est la probabilité que ce volume favorise l'entrée?**

Les données d'importations via Eurostat ne permettent pas d'établir avec précision les flux de *Murraya*. Les volumes importés sont *a priori* faibles, y compris par des particuliers. Malumphy (2011) mentionne par exemple des importations (sans quantification) de feuilles fraîches des deux espèces de Rutaceae hôtes des psylles, *Murraya koenigii* (curry) et *Citrus hystrix* (kaffir lime) au Royaume-Uni à des fins culinaires en provenance d'Afrique, d'Asie et des Caraïbes.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.06. F7 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?**

Les données d'importations via Eurostat ne permettent pas d'établir avec précision les flux de *Murraya*. Néanmoins, les importations au Royaume-Uni des feuilles fraîches des deux espèces de Rutaceae, *Murraya koenigii* (curry) et *Citrus hystrix* (kaffir lime) citées par Malumphy (2011) sont jugées régulières par celui-ci.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F7 : Probabilité de survie pendant le transport ou le stockage

**2.07. F7 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage?**

Le transport des feuilles fraîches par avion est de courte durée et assuré pour assurer la survie de la plante, donc très probablement également celle de l'insecte comme le confirment certains rapports. Ainsi *D. citri* a été intercepté au Royaume-Uni sur des feuillages de *Murraya koenigii* et de *Citrus hystrix* utilisés comme condiments par certaines communautés (Malumphy, 2011). De même, des rameaux de *M. koenigii* porteurs de larves de *D. citri* en provenance d'Inde ont été interceptés aux USA (Halbert *et al.*, 2010).

La probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage est jugée probable avec un niveau d'incertitude modéré.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.08. F7 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage?**

Les capacités d'accouplement et de ponte sont très peu probables durant le transport, en particulier dans le transport de bagages par avion.

**La probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage est estimée très improbable avec un niveau d'incertitude faible.**

**très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
-----------------------	---------------	---------------	--------------

F7 : Probabilité que l'organisme nuisible survive aux procédures de lutte en vigueur

**2.09. F7 Avec les procédures d'inspection actuelles, quelle est la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté ?**

L'interrogation de la source EUROPHYT a montré de nombreux cas d'interceptions de *Murraya koenigii* en provenance de la République Dominicaine, de la Malaisie, du Vietnam, pour cause de présence de *Diaphorina citri*. Dans le cas de *Trioza erytrae* les végétaux interceptés provenaient d'Ouganda et d'Afrique du sud (Tableau 19, Tableau 20).

**Tableau 19 : Interceptions de feuilles de *Murraya* spp. avec *Diaphorina citri* comme organisme intercepté sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018**

Année	Pays d'exportation	Commodités	Espèce végétale	Organisme nuisible / Raison
2012	DOMINICAN REPUBLIC	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Diaphorina citri</i>
2012	DOMINICAN REPUBLIC	OTHER LIVING PLANTS : LEAVES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Diaphorina citri</i>
2013	DOMINICAN REPUBLIC	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Diaphorina citri</i>
2013	DOMINICAN REPUBLIC	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya</i> sp.	<i>Diaphorina citri</i>
2015	MALAYSIA	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Diaphorina citri</i>
2015	VIETNAM	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Diaphorina citri</i>
2016	VIETNAM	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Diaphorina citri</i>

Produits interceptés : feuilles mentionnées sous différentes appellations « fruits and vegetables » et « leaves »

Source : EUROPHYT (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des données en anglais)

**Tableau 20 : Interceptions de feuilles de *Murraya* spp. avec *Trioza erytrae* comme organisme intercepté sur les frontières de la zone ARP entre 2005 et mars 2018**

Année	Pays d'exportation	Commodités	Espèce végétale	Organisme nuisible / Raison
2014	UGANDA	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Trioza erytrae</i>
2014	UGANDA	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Trioza</i> sp.
2014	UGANDA	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Trioza erytrae</i>
2014	UGANDA	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya</i> sp.	<i>Trioza</i> sp.
2015	SOUTH AFRICA	OTHER LIVING PLANTS : CUT FLOWERS AND BRANCHES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Trioza erytrae</i>

Année	Pays d'exportation	Commodités	Espèce végétale	Organisme nuisible / Raison
		WITH FOLIAGE		
2015	UGANDA	OTHER LIVING PLANTS : CUT FLOWERS AND BRANCHES WITH FOLIAGE	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Trioza eytraeae</i>
2015	UGANDA	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Trioza eytraeae</i>
2016	UGANDA	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Trioza eytraeae</i>
2017	UGANDA	OTHER LIVING PLANTS : FRUIT & VEGETABLES	<i>Murraya koenigii</i>	<i>Trioza eytraeae</i>

Produits interceptés : feuilles mentionnées sous différentes appellations « fruits and vegetables » et « flowers and branches with foliage »

Source : EUROPHYT (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des données en anglais)

La probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est jugée improbable avec un niveau d'incertitude modéré, le volume de matériel végétal (feuilles fraîches destinées à la consommation de *Murraya koenigii* et de *Citrus hystrix*) transporté par des passagers n'étant pas connu.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F7 : Probabilité de transfert à un hôte ou habitat approprié

**2.10. F7 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié?**

Comme pour les Filières 5 et 6, la probabilité de transfert d'un insecte vecteur présent sur les feuilles fraîches dépendra de la région où sont introduites les feuilles et selon la présence ou non des plantes-hôtes. De la même façon, l'existence de flushes au moment de l'entrée du matériel végétal et de l'envol potentiel d'adultes du vecteur jouera un rôle dans l'attraction des insectes nouvellement arrivés vers les plantes hôtes locales.

**Zone avec présence de plantes hôtes :**

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**Zone sans plantes hôtes :** les mêmes précautions que dans la Filière 5 sont prises dans ce cas.

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.11. F7 La probabilité d'entrée pour la filière (les insectes vecteurs via les feuilles fraîches destinées à la consommation de *Murraya koenigii* et *Citrus hystrix*) doit être évaluée**

**La probabilité globale d'entrée des vecteurs (contaminés ou pas par CL spp.) la maladie par cette filière est jugée modérément probable avec une incertitude modérée du fait que :**

- i) L'association des insectes vecteurs à la filière à l'origine est jugée très probable en prenant en compte leur biologie (incertitude faible) ;
- ii) L'association des insectes vecteurs à la filière à l'origine est jugée modérément probable en prenant en compte les mesures actuelles de gestion des vecteurs (incertitude modérée) ;
- iii) La survie des insectes vecteurs pendant le transport ou le stockage est jugée probable (incertitude modérée) ;
- iv) Le transfert des insectes vecteurs dans une zone avec présence de plantes hôtes est jugé très probable (incertitude faible).

**Cependant, il est considéré que :**

- i) 'le volume et la fréquence de mouvement de marchandises le long de la filière favorise l'entrée' est jugé improbable (incertitude élevée) ;
- ii) La multiplication ou l'augmentation en prévalence des insectes vecteurs pendant le transport ou le stockage est jugée très improbable (incertitude faible) ;
- iii) L'entrée des insectes vecteurs dans la zone ARP sans être détectés malgré les procédures d'inspection actuelles est jugée improbable (incertitude modérée).

**et des aspects inconnus, notamment sur le volume de matériel végétal (feuilles fraîches destinées à la consommation de *Murraya koenigii* et *Citrus hystrix*) transporté par des passagers.**

Très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

### 3.2.2.1.1.8 Filière 8 (F8) : Insectes – Plantes-hôtes → Parties de végétaux et produits végétaux → Fruits de *Citrus* spp.

Des éléments de réglementation pour cette filière ont été précisés dans le cas des Filières F4 et F5.

Aucune exigence particulière ne concerne les insectes vecteurs sur les fruits. Les fruits doivent néanmoins provenir de pays exempts d'autres organismes de quarantaine (Tephritidae, *Phyllosticta citricarpa*).

F8 : Probabilité que l'organisme nuisible soit associé avec la filière individuelle à l'origine.

#### 2.03. F8 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte la biologie de l'organisme?

Aucune ponte de psylles n'est présente sur les fruits ; les larves et les adultes ne peuvent pas se nourrir sur des fruits mûrs (Gottwald *et al.*, 2007) ; seules des larves peuvent se développer sur de très jeunes fruits et auront fini leur cycle bien avant la récolte (Brlansky et Rogers, 2007).

Toutefois des transports d'adultes sur fruits sont signalés sur des courtes distances en Floride (Halbert *et al.*, 2010) où des psylles infectieux ont été véhiculés sur des chargements d'oranges (sans feuilles) transportées par camions (remorques ouvertes) sur une distance non mentionnée (Halbert *et al.*, 2010).

De même, en 2001, des interceptions d'adultes de *D. citri* ont eu lieu en Floride dans des boîtes de fruits transportés depuis les Bahamas en vue de leur transformation (Halbert et Núñez, 2004). Selon ces derniers auteurs les fruits mûrs semblent attirer les adultes de *D. citri*, mais d'autres auteurs disent le contraire (Pluke *et al.*, 2008). La présence de feuilles attachées aux fruits augmente le risque d'introduction.

La probabilité que l'organisme nuisible (les vecteurs) soit associé à la filière à l'origine est considérée comme improbable avec un niveau d'incertitude faible car les distances et les temps de transport des fruits apparaissent *a priori* importants.

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

#### 2.04. F8 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible soit associé à la filière à l'origine, en prenant en compte les *conditions actuelles de gestion* ?

Les manipulations des fruits et de possibles traitements des fruits avant exportation peuvent défavoriser les psylles. Les vergers d'exportation subissent généralement de nombreux traitements insecticides.

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

#### 2.05. F8 En prenant en compte le volume de mouvement le long de la filière (pour les périodes pendant lesquelles l'organisme est susceptible d'être associé avec elle), quelle est la probabilité que ce volume favorise l'entrée?

Le volume de mouvement le long de la filière est très important, comme l'indiquent les données Eurostat (Tableau 21, Tableau 22).

Tableau 21 : Volume de produits importés en 2016 et 2017 pour la filière F8 par rapport à *Diaphorina citri*

Année	Code	Produits	Total importé	Total en provenance d'un pays avec présence de <i>D. citri</i>	% en provenance d'un pays avec présence de <i>D. citri</i>
2016	08051020	ORANGES DOUCES, FRAÎCHES	9 423 641	1 116 960	12
2016	08052010	CLÉMENTINES, FRAÎCHES OU SÈCHES	1 714 799	27 949	2
2016	08052030	MONREALES ET SATSUMAS, FRAÎCHES OU SÈCHES	522 041	15 636	3
2016	08052050	MANDARINES ET WILKINGS, FRAÎCHES OU SÈCHES	1 390 645	47 686	3
2016	08052070	TANGERINES, FRAÎCHES OU SÈCHES	48 007	5 618	12
2016	08054000	PAMPLEMOUSSES ET POMELOS, FRAIS OU SECS	3 533 304	1 252 774	35
2016	08055010	CITRONS "CITRUS LIMON, CITRUS LIMONUM", FRAIS OU SECS	4 125 862	2 091 482	51
2016	08055090	LIMES "CITRUS AURANTIFOLIA, CITRUS LATIFOLIA", FRAÎCHES OU SECHES	1 405 135	1 371 529	97
2017	08051022	ORANGES NAVEL, FRAÎCHES	3 166 970	511 011	16
2017	08051024	ORANGES BLANCHES, FRAÎCHES	3 515 165	253 215	7
2017	08054000	PAMPLEMOUSSES ET POMELOS, FRAIS OU SECS	3 364 149	1 445 312	43
2017	08055010	CITRONS "CITRUS LIMON, CITRUS LIMONUM", FRAIS OU SECS	3 531 913	1 673 397	47
2017	08055090	LIMES "CITRUS AURANTIFOLIA, CITRUS LATIFOLIA", FRAÎCHES OU SECHES	1 482 472	1 433 749	97

Source : Eurostat (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des intitulés telles qu'ils figurent dans la catégorie « produits » dans Eurostat)

Tableau 22 : Volume de produits importés en 2016 et 2017 pour la filière F8 par rapport à *Trioza erytrae*

Année	Code	Produits	Total importé	Total en provenance d'un pays avec présence de <i>T. erytrae</i>	% en provenance d'un pays avec présence de <i>T. erytrae</i>
2016	08051020	ORANGES DOUCES, FRAÎCHES	9 423 641	4 321 716	46
2016	08052010	CLÉMENTINES, FRAÎCHES OU SÈCHES	1 714 799	501 853	29
2016	08052030	MONREALES ET SATSUMAS, FRAÎCHES OU SÈCHES	522 041	217 321	42
2016	08052050	MANDARINES ET WILKINGS, FRAÎCHES OU SÈCHES	1 390 645	309 367	22
2016	08052070	TANGERINES, FRAÎCHES OU SÈCHES	48 007	9 036	19
2016	08054000	PAMPLEMOUSSES ET POMELOS, FRAIS OU SECS	3 533 304	970 084	27
2016	08055010	CITRONS "CITRUS LIMON, CITRUS LIMONUM", FRAIS OU SECS	4 125 862	631 459	15
2016	08055090	LIMES "CITRUS AURANTIFOLIA, CITRUS LATIFOLIA", FRAÎCHES OU SECHES	1 405 135	719	0.05
2017	08051022	ORANGES NAVEL, FRAÎCHES	3 166 970	1 659 147	52
2017	08051024	ORANGES BLANCHES, FRAÎCHES	3 515 165	1 510 087	43
2017	08054000	PAMPLEMOUSSES ET POMELOS, FRAIS OU SECS	3 364 149	999 887	30
2017	08055010	CITRONS "CITRUS LIMON, CITRUS LIMONUM", FRAIS OU SECS	3 531 913	786 617	22
2017	08055090	LIMES "CITRUS AURANTIFOLIA, CITRUS LATIFOLIA", FRAÎCHES OU SECHES	1 482 472	1 690	0.11

Source : Eurostat (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des intitulés telles qu'ils figurent dans la catégorie « produits » dans Eurostat)

Ces volumes importants sont de nature à favoriser l'entrée des insectes, pour peu que ces derniers soient bien présents et vivants sur les fruits, ce qui 'atténue' la probabilité.

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

**2.06. F8 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?**

Les graphes des années 2016 et 2017 (Cf. Filière 4, question 2.06) indiquent que les mois de Juin à Septembre sont des mois d'importations privilégiées.



La nature des populations d'adultes des vecteurs dans les pays d'origine à ces époques de l'année n'est pas connue précisément mais leur présence est très probable ce qui est entraîné la même réponse que celle apportée à la question 2.05.

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F8 : Probabilité de survie pendant le transport ou le stockage

### 2.07. F8 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage?

Les adultes de *D. citri* ne se nourrissent pas sur les fruits et ils ne peuvent survivre que peu de temps sans nourriture (en moyenne 2 jours à 25°C) (McFarland et Hoy, 2001), davantage aux basses températures, mais dans ce cas ils resteront inactifs.

En Floride, Halbert *et al.* (2010) ont montré que des psylles *D. citri* porteurs des bactéries responsables du HLB ont été détectés sur des fruits transportés par des camions des zones de production aux usines de transformation des oranges en jus, ce qui montre que la maladie peut être disséminée largement par ces insectes transportés sur des chargements de fruits mûrs. Les auteurs insistent sur la nécessité de mieux évaluer l'importance des mouvements des psylles sur de longues distances sur les fruits non transformés, y compris en absence de tissu végétatif. Ils rappellent en particulier que des bateaux transportant des fruits proviennent des Bahamas et que des lots provenant du Mexique peuvent ne pas être inspectés.

Dans la prolongation de ce travail, Hall et McCollum (2011) ont étudié en conteneurs de petite contenance (3,78 litres), à 25°C et 75% H.R. l'effet de la présence des feuilles pouvant rester sur les tiges récoltées avec les fruits de 4 citrus (*C. paradisi*, *C. sinensis* et 2 cultivars du croisement *C. reticulata* x *C. sinensis*) sur la survie des adultes de *D. citri*. En l'absence de toute plante la survie des adultes est de 6 jours. Des durées de vie plus longues sont mesurées lorsqu'un végétal est introduit dans les conteneurs : 10-13 jours sur fruits sans présence de feuilles ; 6 à 12 jours sur des feuilles ou des tiges détachées, selon le cultivar. Une durée de vie maximale de 17 à 29 jours a été observée (selon le cultivar) lorsque les adultes avaient accès à des fruits avec une portion de tige présentant des feuilles.

La réponse du psylle face à des températures basses apporte un éclairage complémentaire sur les possibilités de survie dans des transports longs réfrigérés. Ainsi, *D. citri* peut supporter des températures de - 7°C (Aubert, 1990) et dans ce cas l'insecte pourrait redevenir actif en arrivant dans une région où les températures sont favorables. Les travaux de Ashihara (2004) au Japon, ont indiqué qu'une faible proportion de la population de *D. citri* peut survivre à une température minimale hivernale de - 3.3 °C (4% sur *M. paniculata*, 6% sur *Citrus unshiu*). Pour El-Shesheny *et al.* (2016) des températures de 0°C et de 5°C causent une mortalité de 50% après 2 à 4 jours respectivement, tandis qu'une température élevée de 40°C provoque 95% de mortalité en un jour.

**La probabilité que l'organisme nuisible survive pendant le transport ou le stockage est jugée modérément probable avec un niveau d'incertitude élevé.**

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

### 2.08. F8 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage?

Les psylles ne peuvent pas se reproduire sur les fruits (Gottwald *et al.*, 2007).

**La probabilité que l'organisme nuisible se multiplie ou augmente en prévalence pendant le transport ou le stockage.**

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F8 : Probabilité que l'organisme nuisible survive aux procédures de lutte en vigueur

**2.09. F8 Avec les procédures d'inspection actuelles, quelle est la probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté ?**

Entre 2005 et 2018, aucune interception de *Diaphorina citri* ou de *Trioza erytrea* n'a eu lieu sur des fruits de citrus selon EUROPHYT. Mais les adultes, de petite taille, et les volumes très importants d'agrumes importés empêchent un contrôle minutieux de tous les lots.

**La probabilité que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est jugée improbable avec un niveau d'incertitude modéré du fait des quantités de fruits importées.**

très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

F8 : Probabilité de transfert à un hôte ou habitat approprié

**2.10. F8 Quelle est la probabilité que l'organisme nuisible passe de la filière à un hôte ou un habitat approprié?**

Les mêmes conclusions sont données que dans les Filières F5 à F7. Si les insectes vecteurs arrivent vivants sur les fruits la probabilité de leur passage des fruits à un hôte ou un habitat approprié sera lié à la présence des plantes-hôtes et éventuellement à la présence de nombreux flushes (voir argumentaires présentés dans les autres filières).

**Zone avec présence de plantes hôtes :**

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**Zone sans plantes hôtes :** les mêmes précautions que dans les Filières 5, 6 et 7 sont prises dans ce cas.

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**2.11. F8 La probabilité d'entrée pour la filière (les insectes vecteurs via les fruits de *Citrus* spp.) doit être évaluée**

Compte-tenu de la non-alimentation des adultes sur les fruits et des modalités de transport qui ne devraient pas favoriser l'insecte, la probabilité d'entrée par cette filière « fruits » est considérée improbable.

Très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**Prise en compte d'autres filières****2.12 Doit-on envisager d'autres filières ?**

Sans objet

**3.2.2.1.1.9 Conclusion sur la probabilité d'entrée**

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

Le Tableau 23 récapitule les évaluations synthétiques apportées par filière et les niveaux d'incertitude.

**Tableau 23 : Synthèse de l'évaluation de la probabilité d'entrée pour les 8 filières identifiées par le groupe de travail**

Filière	Probabilité d'entrée	Niveau d'incertitude	Existence d'une réglementation
F1	<b>probable</b>	faible	Oui
F2	improbable	modéré	Oui
F3	improbable	modéré	Oui
F4	improbable	faible	Non
F5	<b>probable</b>	modéré	Oui
F6	<b>probable</b>	modéré	Oui
F7	modérément probable	modéré	Oui
F8	improbable	faible	Non

Pour le HLB :

Plants et greffons de *Citrus* spp. et plants de *Murraya paniculata* (F1)

Semences de *Citrus* spp. et de *Murraya* spp. (F2)

Les fleurs coupées/branchages coupés/feuillages de *Murraya paniculata* et *Citrus hystrix* (F3)

Les fruits de *Citrus* spp. (F4)

Pour les insectes vecteurs :

Plants de *Citrus* spp. (F5)

Plants de *Murraya paniculata* (F6)

Les feuilles fraîches destinées à la consommation de *Murraya koenigii* et *Citrus hystrix* (F7)

Les fruits de *Citrus* spp. (F8)

De manière globale, les filières les plus dangereuses sont celles pour lesquelles la réglementation est mise en place. Les volumes importés par ces filières sont donc très faibles voire inexistants mais des interceptions sont quand même rapportées.

Les filières les moins dangereuses sont celles pour lesquelles les flux de matériel végétal sont très importants. Les incertitudes les plus importantes portent sur les flux et les interceptions, notamment de matériel illégalement importé, ainsi que sur certains aspects de la biologie comme la survie des insectes lors du transport (la mention des interceptions ne précise généralement pas si les insectes trouvés sont vivants ou morts).

Très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
-----------------------	---------------	---------------	--------------

Deux évaluations différentes de la probabilité d'entrée de l'organisme nuisible (ON) dans la zone ARP via la filière F1 (plants et greffons de *Citrus* spp. et plants de *Murraya*) sans que l'organisme nuisible soit détecté (§ 2.09 schéma ARP) ont été faites au sein du GT.

### Plants et greffons de *Citrus* spp.

En fonction de l'hypothèse prise en compte pour l'appréciation du nombre total d'importations illicites de plants ou greffons de citrus, la valeur attribuée à la probabilité d'entrée de l'ON diffère :

- Pour la majorité des experts du GT, le nombre de cas illicites est jugé faible : la **probabilité** que l'ON entre dans la zone ARP sans être détecté est donc estimée **modérément probable** avec une **incertitude faible**.
- Pour l'un des experts du GT, le nombre de cas est jugé important et en augmentation : la **probabilité** que l'organisme nuisible entre dans la zone ARP sans être détecté est donc estimée **probable** avec une **incertitude modérée**.

Cependant, cette différence d'appréciation (de la probabilité d'entrée de l'ON dans la zone ARP via la filière F1 sans être détecté) a peu d'incidence, compte tenu de l'ensemble des étapes à prendre en compte (probabilité d'association de l'ON à la filière à l'origine, probabilité que le volume et la fréquence du transport de marchandises commercialisées le long de la filière favorise l'entrée de l'ON, probabilité de survie de l'ON pendant le transport ou le stockage des marchandises commercialisées, probabilité d'entrée de l'ON dans la zone ARP sans être détecté, probabilité que l'ON passe de la filière à un hôte approprié), sur le résultat de l'évaluation i) de la probabilité globale d'entrée pour la filière F1 qui a été jugée probable et ii) de la **probabilité globale d'entrée de HLB qui combine les évaluations des 8 filières et qui a été jugée probable**.

## 3.2.2.1.2 Probabilité d'établissement

## 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 <i>(voir note pour la Q3.01)</i>	Répondre à la Q3.01. Oui (HLB et psylles)	Répondre à la Q3.09. Oui (HLB et psylles)
2	Hôtes alternes et autres espèces essentielles <i>(voir note pour la Q3.02)</i>	Seulement si c'est pertinent, répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.02. Si NON, justifier. Non (HLB et psylles)	Seulement si c'est pertinent, répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.10. Si NON, justifier. Non (HLB et psylles)
3	Climat <i>(voir note pour la Q3.03)</i>	Répondre à la Q3.03. Oui (psylles et HLB)	Répondre à la Q3.11. Oui (psylles et HLB)
4	Autres facteurs abiotiques <i>(voir note pour la Q3.04)</i>	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.04. Si NON, justifier. Non	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.12. Si NON, justifier. Non
5	Compétition et ennemis naturels <i>(voir note pour la Q3.05)</i>	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.05. Si NON, justifier. Non (HLB et psylles)	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.13. Si NON, justifier. Non (HLB et psylles)
6	Gestion de l'environnement <i>(voir note pour la Q3.06)</i>	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.06. Si NON, justifier. Non pour HLB Oui pour les psylles	Répondre aux Q3.14 et 3.15. Non pour HLB Oui pour les psylles
7	Culture sous abris <i>(voir note pour la Q3.07)</i>	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q3.07. Si NON, justifier. Non (agrumes non cultivés sous abris) Oui (pour les cultures de rutacées en pépinières sous abri)	Répondre OUI ou NON. Si OUI, répondre à la Q 3.16. Si NON, justifier. Non (agrumes non cultivés sous abris) Oui (pour les cultures de rutacées en pépinières sous abri)

## ***Identification de la zone d'établissement potentiel***

### 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).**

Les plantes hôtes du HLB, notamment les agrumes, sont cultivées dans les pays méditerranéens de la zone ARP (Cf. § 1.14). Les citrus sont cultivés pour la production commerciale de fruits dans tous les pays du sud de l'UE avec un climat méditerranéen : la Croatie, Chypre, la France (principalement la Corse), la Grèce, l'Italie, Malte, le Portugal et l'Espagne (Cf. Figure 8).

La croissance et la qualité des agrumes dépendent des conditions climatiques, du type de sol, de la disponibilité de l'eau, des pratiques culturales et de l'apport de nutriments. La condition la plus importante est le climat, qui comprend la température, l'humidité relative, les précipitations, la vitesse du vent et l'ensoleillement.

### Facteur 2. Hôtes alternes et autres espèces essentielles

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

Le HLB et les psylles n'ont pas besoin d'hôtes alternatifs pour achever leur cycle de développement. Le HLB a besoin d'un organisme vecteur pour être transmis. Il existe d'autres plantes-hôtes pour le HLB et les psylles : *Murraya* spp., les Rutacées ornementales mais on dispose de peu d'informations sur la distribution géographique de ces plantes dans la zone ARP (ex. *Ruta* spp. (Cf. Figure 4, Tableau 5).

Un temps variable est mis en évidence entre le signalement des insectes vecteurs et la mise en évidence des dégâts du HLB. En effet historiquement les bactéries responsables du HLB ont été détectées après l'établissement du vecteur dans une région. Par exemple, *D. citri* a été signalé pour la première fois en Floride en 1998 et CLas identifié en 2005 ; le même psylle a été signalé à Cuba en 2001 et au Mexique en 2002 (Halbert et Núñez, 2004) et CLas observé en 2008 à Cuba (Llauger *et al.*, 2008) et en 2009 au Mexique (NAPPO, 2009). À la Martinique, le même psylle a été découvert en 2012 et CLas identifié l'année suivante (Cellier *et al.*, 2014). En revanche, *D. citri* a été observée au Brésil dès 1942 mais les bactéries CLas et CLam n'ont été signalées qu'en 2004 (Bové, 2006 ; Plant Biosecurity, 2011).

### Facteur 3. Climat

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

##### **Oui**

À partir de Majorque vers l'est, il s'agit de zones dont le climat est méditerranéen de type Csa et Csb (zones climatiques de Köppen-Geiger aux étés secs chauds ou chauds). Cependant, Chypre, les îles grecques et la plupart du sud et de l'est de l'Espagne, y compris Valencia, se trouvent dans les zones arides chaudes ou froides BSh et BSk. Les agrumes sont également cultivés dans le nord du Portugal et dans le nord de l'Espagne, zones éloignées de la Méditerranée dont les climats sont différents et de type Cfb, qui est tempéré chaud, entièrement humide (ie pas de saison sèche) et avec un été chaud (EFSA, 2014).



Une limitation des cartes climatiques établies par Köppen-Geiger est la non-prise en considération des températures hivernales. L'établissement du HLB est fortement lié au développement de ses plantes-hôtes. Les espèces de citrus ne sont généralement pas résistantes au froid. Les mandarines (*C. reticulata*) ont tendance à être les plus robustes des espèces communes du genre *Citrus* et peuvent résister à de courtes périodes aussi froides que  $-10^{\circ}\text{C}$ , mais la production commerciale exige que les températures ne descendent pas en dessous de  $-2^{\circ}\text{C}$ . Les fruits sont moins tolérants au gel que les arbres ou le feuillage. Les dommages causés par le gel aux fruits sont influencés par la variété, la température minimale et la durée des températures minimales (Oswalt et Hurner, 2012).

Aux États-Unis, l'effet des variables climatiques de température moyenne annuelle et de précipitations annuelles sur la distribution de *T. erytrae*, vecteur du HLB qui n'est pas présent dans cette partie du monde, a été étudié, en lien avec la distribution actuelle des citrus, à l'aide de modèles (Arteaga *et al.*, 2011). Le modèle MaxEnt a été employé avec le critère d'information de Aikike pour déterminer quelles variables climatiques influencent la distribution. Deux modèles de circulation générale de l'atmosphère, CCCM et CSIRO ont été employés pour prédire les changements de l'environnement adéquat pour l'insecte en 2050. Les précipitations sont plus fortement corrélées à la distribution du psylle que la température ce qui confère à la région sud de la Californie et de l'ouest du Mexique des caractéristiques favorables à l'établissement de ce vecteur.

L'établissement des vecteurs est, lui, défini par les conditions climatiques qui leur sont favorables.

- Concernant *T. erytrae* : ce psylle peut se développer à des températures supérieures à  $10^{\circ}\text{C}$  mais il supporte mal les températures supérieures à  $32^{\circ}\text{C}$  en atmosphère sèche (cas fréquent dans le sud et l'est de l'Espagne). Par ailleurs, cette espèce est présente dans la région du Cap en Afrique du Sud, qui possède un climat de type méditerranéen (Van den Berg, 1990). Toutefois Catling (1969 ; in Cocuzza *et al.*, 2017) précise que ce psylle peut se développer mais difficilement dans des climats chauds et secs, ce qui permettrait malgré tout la persistance de foyers de HLB mais Bové *et al.* (2004) précisent qu'il n'est présent que dans ces zones au-delà de 1000 mètres d'altitude.
- Concernant *D. citri* : outre les régions tropicales, ce psylle est présent dans des climats proches de ceux des régions méditerranéennes (sud de la Californie) ou plus tempérés (Sud-est des États-Unis en plus de la Floride). Le développement des populations sera limité en hiver dans les régions agrumicoles de la zone ARP mais les adultes devraient survivre, y compris à des périodes de gel (Grafton-Cardwell *et al.*, 2013).

Cette différence entre les deux espèces de psylles pour ce qui concerne leurs préférences thermiques a été bien mise en évidence à l'île de La Réunion où les deux espèces coexistaient avec cependant une répartition géographique liée à l'altitude comme le souligne la Figure 23 élaborée par le groupe de travail (P. Ryckewaert) à partir de la figure représentée dans le mémoire de Doctorat de Aubert (1987b).

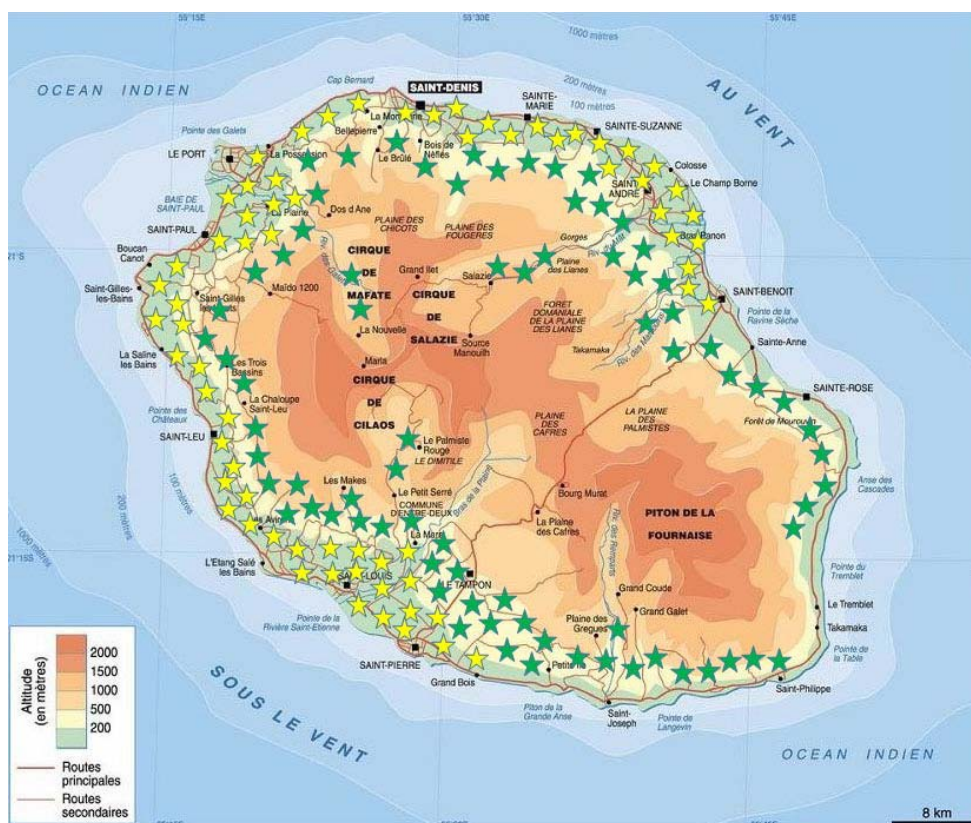


Figure 23 : Distribution des deux espèces de psylles *Diaphorina citri* et *Trioza erytrae* à La Réunion en lien avec l'altitude

(Source : Aubert, 1987b)

Étoiles jaunes : *Diaphorina citri* ; étoiles vertes : *Trioza erytrae*

En dehors de la zone tropicale, l'espèce *T. erytrae* peut être rencontrée à faible altitude, en bord de mer à l'extrême sud de l'Afrique du sud (Bové, 2013), les basses latitudes « compensant » en quelque sorte le manque d'altitude. À l'inverse la présence de *D. citri* en altitude, dans le sous-continent indien (contreforts de l'Himalaya jusqu'à 1400 m d'altitude) rapportée par Bové (2013) est en contradiction avec celle connue à La Réunion et aux Antilles (pas plus de 500 m), situés de plus en zone tropicale. De même, la présence de *D. citri* dans le nord de la Floride (Halbert et Manjunath, 2004) et dans les états adjacents (X. Martini, com. pers.) où des températures négatives sont fréquentes, vont aussi à l'encontre d'une espèce sensible au froid.

Des études phylogéographiques ont été réalisées sur différentes populations de *D. citri* présentes en Amérique du nord, centrale ou du sud : il s'avère qu'il existe 2 groupes de phénotypes d'origine différente, l'un présent dans les deux premières régions et probablement arrivé en Floride en 1998, l'autre dans la troisième région et arrivé au Brésil dans les années 1940 (De León *et al.*, 2011). Ces populations proviendraient l'une de l'Asie du sud-ouest (Inde) pour l'Amérique du nord et centrale, l'autre de l'Asie du sud-est pour l'Amérique du sud (Boykin *et al.*, 2012). L'analyse génétique d'endosymbiontes du genre *Wolbachia* confirme par ailleurs l'origine sud-ouest asiatique des populations d'Amérique du nord (Lashkari *et al.*, 2014).

À La Réunion les deux origines sont présentes et cohabitent, tandis que les populations de la Guadeloupe et de Porto Rico appartiennent à un autre groupe d'haplotype, non retrouvé ailleurs (Boykin *et al.*, 2012). L'existence de ces divers haplotypes pourrait expliquer les différents comportements observés, mais aucune caractéristique biologique n'est prise en compte dans ces études génétiques. En conséquence, certains haplotypes devraient avoir la capacité de s'installer dans la zone ARP mais pas forcément d'autres.

#### 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**

#### 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?**

**Oui**

Dans le cas du HLB et de la zone ARP, il n'existe pas d'autre maladie bactérienne connue présente dans le phloème des citrus, donc pas d'organismes compétiteurs excepté la bactérie sans paroi (Mollicutes) *Spiroplasma citri*, agent du *Citrus* stubborn (Bendix et Lewis, 2016), également présent sur le pourtour méditerranéen (Espagne, Corse, Grèce ; CABI 2013). La zone identifiée comme permettant l'établissement de la maladie est celle où les plantes-hôtes sont présentes. Il est à noter que la très grande majorité des maladies du phloème sont transmises par des insectes piqueurs (Bendix et Lewis, 2016).

Dans le cas des psylles, il n'y a pas d'insecte parasitoïde spécifique présent décrit dans la zone ARP, y compris dans les régions d'Espagne et du Portugal où *Trioza erytreae* est présent depuis quelques années (Cocuzza *et al.*, 2017). Des prédateurs généralistes locaux (chrysopes, coccinelles, punaises, araignées...) peuvent probablement s'alimenter des larves et adultes, mais ils ne réduiront pas fortement les populations de psylles et n'empêcheront pas l'établissement du vecteur.

Une compétition pourra être possible avec le puceron brun des agrumes (*Toxoptera citricida*) qui occupe la même niche écologique sur les agrumes (jeunes pousses) (Ryckewaert, com. et obs. pers.). Mais globalement, cela n'aura pas d'incidence sur le niveau des populations de psylles.

Des champignons entomopathogènes ont déjà été identifiés dans la zone d'origine (Cf. question 6.04) et nécessiteront d'être étudiés pour la zone ARP.

Une partie de ces espèces a probablement déjà été signalée dans la zone identifiée comme permettant l'établissement des vecteurs, mais sur des espèces-hôtes d'Arthropodes différentes des psylles.

Compte-tenu des éléments apportés, il est probable que la zone identifiée comme permettant l'établissement des psylles, restera la même en présence de ces champignons entomopathogènes.

#### 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?**

**Oui**

La zone identifiée comme permettant l'établissement des psylles dans les questions précédentes restera la même malgré la gestion de l'environnement.

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 ?****Oui**

Les cultures sous abris dans la zone ARP sont marginales et ne concernent que les pépinières. Elles ne se situent pas forcément dans les zones de production des agrumes (ex : Suisse).

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.**

Concernant le HLB, toutes les régions où des agrumes existent dans la zone ARP favoriseront son établissement.

Pour les autres rutacées il y a très peu d'informations recueillies sur leur présence ou leur statut d'hôte (*Ruta* spp.). Il en est de même pour les plantes-hôtes des psylles.

Dans le cas des espèces de psylles les températures basses pourront limiter leur établissement sauf dans les pépinières éventuellement situées sous abris et chauffées ou, de même, les températures hautes pour *T. erytraea*.

***Adéquation de la zone d'établissement potentiel***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 ?**

La probabilité que la répartition des hôtes dans la zone d'établissement potentiel définie à la question 3.08 favorise l'établissement de la maladie et de ses vecteurs est probable avec une incertitude faible.

très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

**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 ?**

Il y a peu ou pas d'hôtes alternatifs aux agrumes dans la zone ARP et, par conséquent, ceci a très peu d'influence sur l'établissement du HLB. Du fait de l'existence de plusieurs espèces de cuscutes dans la zone ARP, la probabilité que la répartition d'hôtes alternatifs favorise l'établissement n'est pas jugée « très improbable ».

très improbable, **improbable**, modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

#### 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 ?**

Les conditions climatiques affectant l'établissement du HLB dans la zone d'établissement potentiel correspondent à certaines régions de la répartition mondiale actuelle.

Dans le cas des insectes vecteurs *T. erytrae* est déjà présent dans la zone ARP (conditions largement similaires, incertitude faible) ; pour *D. citri* il est présent dans des régions à climat équivalent au sud de la Californie (donc conditions modérément similaires, incertitude modérée).

Globalement les conditions climatiques affectant l'établissement de l'organisme dans la zone d'établissement potentiel sont largement similaires à certaines conditions climatiques de la zone de répartition actuelle, avec une incertitude faible.

**Pas similaires, légèrement similaires, modérément similaires, **largement similaires**, complètement similaires**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

### **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 ?**

**Non applicable.**

En dehors des conditions climatiques, aucun autre facteur abiotique n'a été identifié par le GT (Cf. § 3.04).

### **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 ?**

Dans le cas du HLB, il n'y pas de compétiteur naturel.

Dans le cas du vecteur, aucun ennemi naturel ou compétiteur de *T. erytrae* n'a pu enrayer son établissement dans la péninsule ibérique ou ailleurs dans le monde. La probabilité que l'établissement se produise est donc très probable avec une incertitude faible. Il y a très peu de chances que des parasitoïdes de psylles locaux s'attaquent aux 2 espèces vectrices car la spécificité entre le parasitoïde et l'hôte est généralement forte, sauf peut-être s'il existe des parasitoïdes d'autres espèces des genres *Trioza* et *Diaphorina* déjà présents dans la zone ARP (absence d'information disponible). Les prédateurs généralistes de psylles ne sont jamais très efficaces (action seulement complémentaire par rapport aux parasitoïdes), de même que les micro-organismes entomopathogènes.

Compte-tenu des éléments apportés à la question 3.05 il est probable que l'établissement des vecteurs se produise malgré la présence de champignons entomopathogènes déjà présents.



très improbable, improbable, modérément probable, probable, **très probable**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

#### 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?

La gestion de l'environnement des cultures d'agrumes dans la zone d'établissement du HLB ne modifiera probablement pas, dans un sens ou dans un autre, son établissement. Dans le cas du vecteur *T. erythrae*, il est difficile de dire si la gestion de l'environnement en Espagne et au Portugal a favorisé ou non son établissement. Cette gestion n'a toutefois pas endigué sa dissémination le long de la côte, du nord vers le sud du pays.

Pas du tout favorable, légèrement favorable, **modérément favorable**, favorable, très favorable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	<b>Elevé</b>
-----------------------	--------	--------	--------------

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

Pour le HLB, en se basant sur les connaissances issues de sa zone de répartition actuelle, aucune pratique de gestion n'a empêché son établissement, il est donc probable qu'il en sera de même dans la zone d'établissement potentielle de la zone ARP. Dans le cas du vecteur *T. erythrae*, il s'est déjà établi (donc très probable). En se basant sur ce qui s'est produit dans la zone de répartition actuelle, comme aux Etats-Unis (en Floride par exemple), il en sera de même pour *D. citri*. Son établissement est donc globalement probable avec une incertitude faible.

Très improbable, improbable, modérément probable, **probable**, très probable.

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

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

#### **Non applicable**

La totalité des cultures d'agrumes est cultivée en plein champ dans la zone ARP.

#### 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 ?

**HLB :**

Le HLB est une maladie systémique chronique associée à des espèces bactériennes fastidieuses de la famille de *Candidatus Liberibacter* provoquant un déclin progressif dont la période de latence est très longue et dont les vecteurs sont des psylles (Gottwald, 2010).

Ces caractéristiques rendent compliquée, d'une part, son identification au champ en l'absence de symptômes durant sa période de latence. Les symptômes de la maladie peuvent par ailleurs être facilement confondus avec des carences nutritives. Les conséquences sont que la maladie peut exister sur un territoire sans avoir été diagnostiquée et peut se diffuser à grande échelle avant l'apparition des premiers symptômes et de son identification par dissémination naturelle, par ses vecteurs, ou par assistance humaine (transport de matériel végétal infecté).

D'autre part, la nature non-cultivable des bactéries représente un frein important dans le processus de diagnostic au laboratoire et dans les études fondamentales pour la compréhension des épidémies et la mise au point de moyens de lutte.

Il a été démontré en Floride (Deng *et al.*, 2014 ; Schuenzel *et al.*, 2009), en Californie (Yan *et al.*, 2016 ; Zheng *et al.*, 2017) et en Argentine (Badaracco *et al.*, 2017) que différentes souches de CLas sont présentes, suggérant des introductions différentes. Ces résultats montrent que la diversité génétique ne nuit pas à une implantation des CL spp. dans un nouveau territoire, reflétant pour ces espèces soit l'absence de sélection positive pour une souche donnée soit l'absence de sélection purificatrice contre une souche précise.

Tous ces éléments indiquent que la stratégie de reproduction de l'organisme nuisible et la durée de son cycle de développement peuvent faciliter son établissement de manière très probable avec une incertitude faible.

**très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

<b>Niveau d'incertitude:</b>	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
------------------------------	---------------	---------------	--------------

**Vecteurs :**

En conditions favorables, *D. citri* et *T. erytrae* peuvent se développer toute l'année, avec de nombreuses générations successives. Chez *D. citri*, la durée du cycle biologique varie de 2 à 3 semaines ou plus, selon la température (Fonseca *et al.*, 2007 ; Nava *et al.*, 2007 ; Morales *et al.*, 2010 ; Teck *et al.*, 2011 ; Halbert et Manjunath, 2004) et la fécondité peut atteindre 800 œufs (Halbert et Manjunath, 2004 ; Palomares-Pérez *et al.*, 2015). Chez *T. erytrae*, le cycle dure 3 à 4 semaines, voire bien davantage en conditions fraîches (Moran et Blowers, 1967 ; van den Berg et Deacon, 1992). La fécondité peut dépasser 1300 œufs (Catling, 1973). Il n'y a pas de diapause chez ces insectes, mais ils peuvent se mettre en quiescence quand les conditions sont mauvaises (Halbert et Manjunath, 2004 ; Cocuzza *et al.*, 2017). Les adultes peuvent vivre plusieurs semaines à plusieurs mois selon la température (Halbert et Manjunath, 2004 ; Catling et Annecke, 1968 ; Catling, 1972).

Les mâles infectieux de *D. citri* peuvent transmettre le HLB aux femelles lors de l'accouplement (Mann *et al.*, 2011a). D'autre part, ces psylles infectés par le HLB ont une meilleure « fitness » : ils volent davantage, les accouplements sont favorisés, la fécondité et la longévité sont augmentés (Martini *et al.*, 2015 ; Ren *et al.*, 2016).

Toutes ces conditions sont favorables à l'établissement des vecteurs, notamment aux vecteurs contaminés.

**très improbable, improbable, modérément probable, probable, très probable**

<b>Niveau d'incertitude:</b>	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
------------------------------	---------------	---------------	--------------



### 3.18 L'organisme nuisible est-il très adaptable ?

L'adaptation d'un organisme peut être étudiée à travers deux mécanismes biologiques précis : la plasticité et la micro évolution.

La plasticité phénotypique est définie comme la capacité d'un même génotype à modifier son phénotype en réponse aux changements de l'environnement. L'environnement est ici à considérer au sens large, et comprend aussi bien l'environnement biotique créé par les plantes potentiellement hôtes, que les conditions environnementales abiotiques telles que la température, l'humidité, altitude, etc. Ainsi, une même souche de CL spp. capable de vivre dans des zones très différentes ou dans des plantes-hôtes différentes sera qualifiée de 'plastique'.

La micro évolution repose sur l'existence de mutations du génome, qui créent les différents allèles d'un même locus. La micro-évolution correspond à des modifications des fréquences alléliques au sein d'une population ou entre populations, au cours du temps. Elle s'observe sur des périodes de temps courts, en comparaison des temps à l'échelle géologique. Une mutation peut apporter un avantage sélectif à l'individu qui la porte, participant donc à son adaptation au milieu.

Ainsi la question de l'adaptabilité d'un organisme, pour être parfaitement circonscrite, devrait être abordée à travers l'étude de la littérature selon ces deux 'mécanismes', avec des données sur les génotypes des souches de CL spp. et des populations d'insectes vecteurs. Cela est rarement le cas, notamment pour les insectes.

#### **HLB :**

Les données actuelles permettent difficilement d'évaluer l'influence positive ou négative de la diversité génétique sur la capacité d'adaptation de l'ON par micro-évolution. Les données pour les espèces CLam et CLaf sont beaucoup plus parcellaires que celles disponibles pour CLas.

Dans l'état actuel des connaissances il est possible de retenir comme hypothèse assez plausible, malgré l'utilisation d'outils moléculaires imparfaits et un échantillonnage mal maîtrisé des souches analysées, qu'il existe une diversité génétique qualifiable chez CLas. Cette diversité génétique montre qu'il n'y a pas eu de dérive génétique lors de l'introduction très récente de CLas sur le continent américain, ou qu'il n'y a pas eu de pression de sélection forte pour une souche ou quelques souches.

Les études indiquent donc que pour CLas au moins, il existe différentes populations dans le monde. Ce n'est donc pas une seule souche de CLas qui se serait répandue dans les différentes zones infectées. Cette diversité génétique pourrait suggérer une capacité d'adaptation par micro-évolution, ce qui est en accord avec le 'succès' de ces pathogènes à infecter les citrus dans de nombreuses zones géographiques.

La capacité d'adaptation par la seule plasticité phénotypique n'a pas donné lieu à publication à notre connaissance. C'est un 'trou' dans les connaissances sur ces organismes.

Au sens 'gamme d'hôtes', les CL spp. ne sont pas des pathogènes 'généralistes'. Ils sont en effet principalement présents dans les espèces du genre *Citrus*. Cependant, de nombreux cas de transmission de la maladie à d'autres hôtes sont décrits, quelquefois en l'absence de psylles vecteurs. Les CL spp. présentent donc une certaine plasticité dans la gamme d'hôtes, sans que l'on sache exactement si une même souche peut infecter différentes plantes hôtes.

Avec les éléments apportés par les connaissances actuelles l'ON est considéré par le GT comme adaptable avec une incertitude modérée.

Les données actuelles permettent difficilement d'évaluer l'influence positive ou négative de la diversité génétique sur cette capacité d'établissement.

Oui, **adaptable** très adaptable ou extrêmement adaptable

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

#### Vecteurs :

*D. citri* est capable de survivre un certain temps au nord de la Floride et dans le sud des états voisins à des températures négatives, mais aussi à des températures proches de 45°C (Halbert et Manjunath, 2004 ; Hall *et al.*, 2011). On l'observe dans de nombreuses régions tropicales, subtropicales, ainsi que dans des régions à climat tempéré doux (sud de la Californie, nord de la Floride et états adjacents), ou désertique. Il est également présent dans les contreforts himalayiens jusqu'à 1400 m d'altitude (Bové, 2014). Il semblerait que la souche arrivée en Floride en 1998 soit tolérante au froid mais pas celle arrivée en Guadeloupe la même année ou à La Réunion auparavant (Cf. § 3.03)

Ebert *et al.* (2018) ont montré que *D. citri* était capable de s'alimenter dans les cellules du phloème mais également celles du xylème, démontrant ainsi une certaine plasticité comportementale liée à la prise de nourriture. Stockton *et al.* (2017) ont par ailleurs montré une plasticité adaptative des mâles pour détecter les femelles dans un environnement changeant. Concernant les variations morphométriques notées en Floride, Paris *et al.* (2017) précisent que d'autres observations sont nécessaires pour savoir ces variations sont le résultat de la plasticité de l'espèce ou d'une adaptation locale.

*T. erythrae* est moins tolérant aux hautes températures et préfère des climats frais et humides (océaniques, subtropicaux et tropicaux d'altitude) (Aubert, 1987a ; Cocuzza *et al.*, 2017).

Compte-tenu des éléments apportés par la bibliographie, *D. citri* est considérée comme une espèce adaptable et *T. erythrae* comme modérément adaptable avec une incertitude modérée dans les deux cas.

#### ***Diaphorina citri***

Oui, **adaptable**, très adaptable ou extrêmement adaptable

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

#### ***Trioza erythrae***

Il est déjà présent en Espagne et au Portugal.

Non, **modérément adaptable** ou moins / Non pertinent

Niveau d'incertitude:	Faible	<b>Modéré</b>	Elevé
-----------------------	--------	---------------	-------

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

**HLB :**

L'organisme nuisible s'est établi dans de nombreuses nouvelles zones, hors de sa zone d'origine, si on tient compte du fait que les premiers signalements de la maladie se situent en Chine subtropicale à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Cela ne préjuge pas de la localisation de la zone d'origine. L'analyse génétique montre que différentes souches sont présentes en Floride, Californie ou Argentine, suggérant des introductions différentes, éventuellement simultanées. L'établissement est cependant, dans l'état des connaissances actuelles sur la présence de l'ON dans ses hôtes, toujours lié à la présence dominante de citrus. Son établissement est donc jugé comme seulement « largement établi » plutôt que « très largement établi » (à la différence des vecteurs), avec une incertitude faible.

L'absence de connaissance sur la génétique des populations résolutive des CL. spp. est un obstacle à la détermination des parts relatives de la plasticité phénotypique et de la diversité génétique (micro-évolution) dans l'adaptation des CL. spp. à leurs hôtes. Ainsi, nous sommes contraints de faire l'hypothèse que toutes les populations des différentes espèces de CL. spp. présentent la même capacité adaptative via la plasticité.

De même pour le répertoire des plantes hôtes, il est difficile d'apprécier son étendue. Les études se portent sur des inoculations « artificielles », mais rien ne permet de confirmer qu'elles apparaissent naturellement avec une fréquence qui reste à déterminer.

CLas et CLam colonisent et se multiplient fortement dans plusieurs espèces de cuscute (Garnier et Bové, 1983 ; Hartung *et al.*, 2010). La cuscute a permis également de montrer que CLas peut coloniser les Solanacées et provoquer des symptômes chez le tabac et la tomate, ce qui indique qu'il a une gamme d'hôtes large (Garnier et Bové, 1983 ; Duan *et al.*, 2008). Les trois espèces de CL. peuvent aussi infecter la pervenche de Madagascar (*Catharanthus roseus*) (Garnier et Bové, 1983 ; Hartung *et al.*, 2010 ; Zhang *et al.*, 2010b).

Dans des régions à forte densité de HLB, des infections 'opportunistes' de *Pithecellobium lucidum* (un arbre de la famille des Légumineuses) ont été décrites, avec des symptômes de jaunissements similaires à ceux de la maladie HLB, un faible titre en CLas, et ce en l'absence de son psylle vecteur (Fan *et al.*, 2011). Ces données, combinées à d'autres indications relatives à l'origine de la maladie (Beattie *et al.*, 2008 ; Bové, 2006), suggèrent donc que la possibilité de saut écologique ('ecological jump'), due à une plasticité des Ca. Li. en général n'est pas exclue.

**Non établi dans de nouvelles zones, établi de façon restreinte, établi de façon modérée, largement établi dans de nouvelles zones, très largement établi dans de nouvelles zones**

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**Vecteurs :**

*D. citri* semble originaire de l'Inde et sa répartition actuelle, en extension constante, est bien plus importante (Cf. carte de répartition).

*T. erytrae* est essentiellement réparti en Afrique subsaharienne et sur des îles environnantes, ainsi que récemment au nord du Portugal et au nord-ouest de l'Espagne.

Leur présence peut être relevée sans la présence de la maladie qu'ils transmettent, avec une répartition géographique plus large des deux vecteurs que la répartition géographique de la maladie.

***Diaphorina citri* :**

Non établi dans de nouvelles zones, établi de façon restreinte, établi de façon modérée, largement établi dans de nouvelles zones, très largement établi dans de nouvelles zones

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

#### *Trioza erythrae* :

Non établi dans de nouvelles zones, établi de façon restreinte, établi de façon modérée, largement établi dans de nouvelles zones, très largement établi dans de nouvelles zones

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

### Conclusion sur la probabilité d'établissement

#### 3.20 La probabilité globale d'établissement doit être décrite.

#### HLB :

Les conditions climatiques de la zone d'établissement potentiel sont favorables à l'établissement du HLB. Par ailleurs, une longue période de latence et des symptômes difficilement identifiables facilitent sa diffusion et son établissement. La probabilité d'établissement du HLB est donc jugée élevée avec une incertitude faible.

Très faible, faible, modérée, élevée, très élevée

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

#### Vecteurs :

Les conditions climatiques de la zone d'établissement potentiel sont favorables à *D. citri* et *T. erythrae* : la probabilité d'établissement des vecteurs est donc jugée élevée (mais pas pour les mêmes zones considérées) avec une incertitude faible.

Très faible, faible, modérée, élevée, très élevée

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

### 3.2.2.2 Probabilité de dissémination

On peut penser que la plasticité des CL. spp. dans la gamme d'hôtes, mais aussi leur capacité d'adaptation aux contraintes environnementales (biotique et abiotiques) ont joué un rôle dans la dissémination de l'ON et permettront son extension dans des zones compatibles à travers le monde.

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

Dans les conditions naturelles, la maladie étant nécessairement vectorisée par des insectes (et éventuellement par des cuscutes), c'est la dissémination de ces organismes vecteurs qu'il faut apprécier, en se basant d'abord sur les connaissances acquises dans la zone de répartition actuelle.

### *Cas des cuscutes*

Une étude de la dispersion à longue distance des graines de cuscutes a été faite par Costea *et al.* (2016). Le transport de 420 graines par des oiseaux (*Anas acuta*) est démontré dans le cas de *Cuscuta campestris* et *C. pacifica*. Les graines ont été retrouvées dans le rectum des oiseaux. Un taux de germination de 55% a été enregistré dans le cas de *C. campestris*. L'effet du passage dans le tube digestif est semblable à celui d'une scarification à l'acide. En faisant l'hypothèse que ces graines soient porteuses du HLB, qu'elles germent près d'un verger indemne de la maladie, que les plants de cuscutes transmettent les bactéries, alors la vitesse de dissémination serait considérée comme très élevée. Mais l'incertitude est élevée dans ce cas.

### *Cas des insectes vecteurs*

Dans le cas des insectes vecteurs, il y a lieu de considérer les connaissances acquises pour chacune des deux espèces.

#### • *D. citri*

Dans la zone d'infestation actuelle de *D. citri*, les études qui portent sur la caractérisation des déplacements de l'insecte sont réalisées à l'aide de la technique de piégeage (panneaux jaunes englués) (Hall et Hentz, 2011 ; Sétamou *et al.*, 2012 ; Martini et Stelinski, 2017), méthode complétée par le marquage préalable des adultes à l'aide de poudre fluorescente (Kobori *et al.*, 2011) ou de protéines (Boina *et al.*, 2009 ; Lewis-Rosenblum *et al.*, 2015 ; Tomaseto *et al.*, 2016) lorsque des distances de vol veulent être estimées.

Les facteurs déterminants pour l'envol des adultes constituent un point de départ des études (Tomaseto *et al.*, 2017). De ce point de vue un facteur abiotique comme la température joue un rôle majeur (Martini et Stelinski, 2017). La longueur du jour joue également un rôle sur l'activité de vol (Sétamou *et al.*, 2012). Aubert et Hua (1990) indiquent, en Chine, que l'activité de vol a lieu toute la journée mais est plus importante pendant les après midi ensoleillés, chauds, sans vent, entre 16h00 et 18h00). La saisonnalité joue un rôle en Floride avec une forte dispersion observée pendant le printemps, avec des vols de 150 m maximum (Hall et Hentz, 2011).

À l'exception des travaux de Kobori *et al.* (2011) qui n'ont montré qu'un très faible déplacement (12 m) de 11 000 adultes, jusqu'à 20 jours après leur libération, toutes les autres expérimentations ont indiqué que les adultes peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres en peu de temps. Ainsi des adultes marqués ont été retrouvés trois jours après dans un champ abandonné situé à 60-100 m d'un verger bien géré (Boina *et al.*, 2009). Les vergers abandonnés constituent des réservoirs à insectes. Des adultes de *D. citri* sont capables de se disperser sur 2 km au moins, en 12 jours, en

traversant des 'barrières' physiques comme des routes, des jachères (Lewis-Roseblum *et al.*, 2015), en l'absence d'évènement climatique majeur. Les mouvements des insectes des champs abandonnés vers les parcelles cultivées sont plus importants durant le printemps et l'été. Il n'y a pas eu de corrélation mise en évidence entre la direction du vent et le nombre d'adultes recapturés après marquage, ce qui indique une réelle capacité de vol des insectes (Lewis-Roseblum *et al.*, 2015). D'autres travaux, plus anciens, donnent des précisions en termes de temps de vol. Ainsi Arakawa et Miyamoto (2007) au Japon enregistrent de manière expérimentale avec un dispositif de moulin de vol une durée maximale de 47 et 49 minutes, respectivement pour les femelles et les mâles, soit une distance de vol estimée à 978 m pour les femelles et 1 241 m pour les mâles.

Au Brésil, Tomaseto *et al.* (2016) ont mesuré à l'aide de pièges disposés sur des cercles concentriques à 18, 24 et 30 m du point de lâcher les distances parcourues par les adultes (marqués) de *D. citri*. En l'absence de jeunes feuilles une distance de 140 m a été enregistrée 6 heures après le lâcher, tandis que 60 m seulement sont parcourus en 24 heures lorsque des jeunes feuilles (alimentation par *Citrus sinensis*) sont présentes. L'infection de *D. citri* par le pathogène est un facteur qui accroît la propension du vecteur à la dispersion (Martini *et al.*, 2015). Les courants aériens aident à la dispersion des insectes (Aubert et Hua, 1990).

Les populations de psylles augmentent plus vite dans des jeunes vergers uniformes que dans des vergers âgés où sont replantés de jeunes arbres en remplacement d'arbres infectés par le HLB. (Martini *et al.*, 2015)

Un agrume contaminé avec le HLB attire davantage le psylle qu'un arbre sain, mais une fois le psylle contaminé, il sera plus attiré par des arbres sains (Mann *et al.*, 2012).

- ***T. erytrae***

Dans le cas de *T. erytrae* des études importantes ont été menées en Afrique du Sud (Samways et Manicom, 1983 ; van den Berg et Deacon 1988 ; van den Berg *et al.*, 1991a). Van den Berg et Deacon (1988) ont ainsi effectué des lâchers massifs d'adultes des deux sexes dans un environnement ne comportant pas de plante-hôte. Les insectes ont été retrouvés en majorité jusqu'à une distance de 300 m du point de libération, mais au moins un adulte de chaque sexe a pu être retrouvé jusqu'à 1.5 km, les courants aériens pouvant avoir aidé à cette dispersion. Les femelles ont une plus grande propension que les mâles pour les longs vols, probablement en raison de la nécessité de trouver des plantes avec de nouvelles pousses. Les facteurs influençant la dispersion des adultes, identifiés par Van den Berg *et al.* (1991b), concernent la taille de la population sur l'arbre (corrélation positive entre dispersion et nombre d'œufs, de nymphes ou d'adultes présents sur les citrus, et le nombre de jeunes feuilles présentes). Des adultes ont été capturés à une distance de 200 m du verger. Les facteurs climatiques étudiés n'ont pas indiqué de corrélation avec la dispersion, dans cette étude. Van den Berg *et al.* (1991c) ont observé la dispersion de *T. erytrae* à l'intérieur et entre les vergers de citrus ainsi que les mouvements entre le verger et les plantes-hôtes natives comme *Clausena anisata*, *Vepris lanceolata* et *Zanthoxylum capense* ainsi que la mortalité des nymphes due au parasitisme. Leurs résultats indiquent une présence aussi importante dans les deux types de situations, verger cultivé et irrigué ou plantes-hôtes natives, avec davantage de parasitisme des nymphes sur les arbres cultivés.

Dans la zone ARP proprement dite, Cocuzza *et al.* (2017) ont effectué une revue récente sur cet insecte, vis-à-vis du risque en Europe notamment. Ils confirment que pour atteindre les aires majeures de production de citrus du sud du Portugal (Algarve) et de l'Espagne (Huelva et Séville) puis la région est de la péninsule ibérique (Murcia, Valencia et Catalonia) *T. erytrae* aura à traverser des zones peu favorables avec de faibles densités de citrus ou même sans arbres. Ces auteurs insistent donc sur la nécessité d'un contrôle strict des mouvements de plants de Rutacées provenant de zones infestées par le psylle.

Compte-tenu de ces données, la vitesse de dissémination des vecteurs dans les conditions naturelles est considérée comme élevée avec une incertitude modérée compte-tenu des



conditions *a priori* difficiles de traversées des régions hostiles mentionnées en Espagne, notamment pour l'espèce déjà présente, *T. erytraea*.

**Très faible vitesse de dissémination, faible vitesse de dissémination, vitesse de dissémination modérée, vitesse de dissémination élevée, vitesse de dissémination très élevée**

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

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

Dans la zone ARP, les déplacements de *T. erytraea* ont probablement été favorisés par les déplacements liés aux activités humaines, ce qui peut expliquer la présence de l'insecte dans les zones plus au sud du Portugal et de l'Espagne (Arenas-Arenas *et al.*, 2018). La comparaison des cartes de présence établies au Portugal le 22 mai 2017 (Figure 24) et le 15 mai 2018 (Figure 25) montre l'évolution annuelle constatée. Celle-ci ne peut s'expliquer que par une dissémination par l'homme de matériel végétal infesté par l'insecte.

De tels déplacements sont par ailleurs connus dans la zone de répartition actuelle de l'autre espèce d'insecte vecteur. En Floride, Halbert *et al.* (2010) ont ainsi montré que des psylles *D. citri* porteurs des bactéries responsables du HLB ont été détectés sur des fruits transportés par des camions des zones de production aux usines de transformation des oranges en jus, ce qui montre que la maladie peut, dans certaines conditions, être disséminée par ces insectes transportés sur des chargements de fruits mûrs. Les auteurs insistent sur la nécessité de mieux évaluer l'importance des mouvements des psylles sur de longues distances sur les fruits non transformés, y compris en absence de tissu végétatif. Ils rappellent en particulier que des bateaux transportant des fruits proviennent des Bahamas et que des lots provenant du Mexique peuvent ne pas être inspectés.

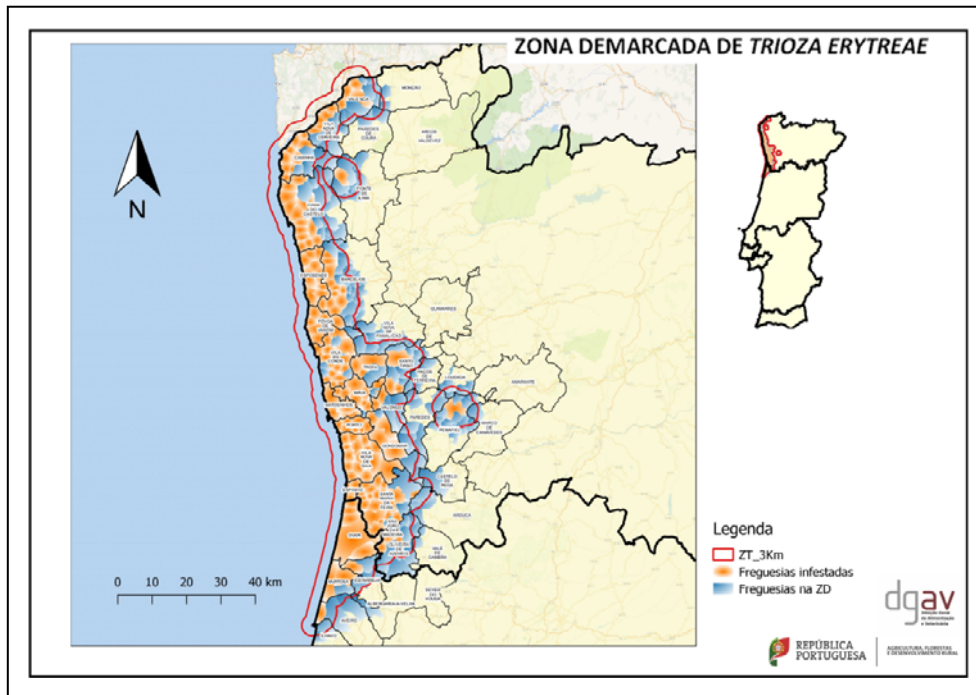
La dissémination du HLB par des greffons pourrait se faire à vitesse très élevée si les conditions suivantes sont réunies : maladie présente dans des greffons contaminés provenant de zones contaminées, introduits clandestinement, donc illégalement, ou de manière légale mais diffusés sans respect de la procédure légale de quarantaine, greffons utilisés dans des zones indemnes, avec ou sans présence d'un vecteur.

Comme dans le cas de la question 4.01, la vitesse de dissémination des vecteurs avec assistance humaine dans la zone ARP est considérée comme élevée avec une incertitude faible.

**Très faible vitesse de dissémination, faible vitesse de dissémination, vitesse de dissémination modérée, vitesse de dissémination élevée, vitesse de dissémination très élevée**

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

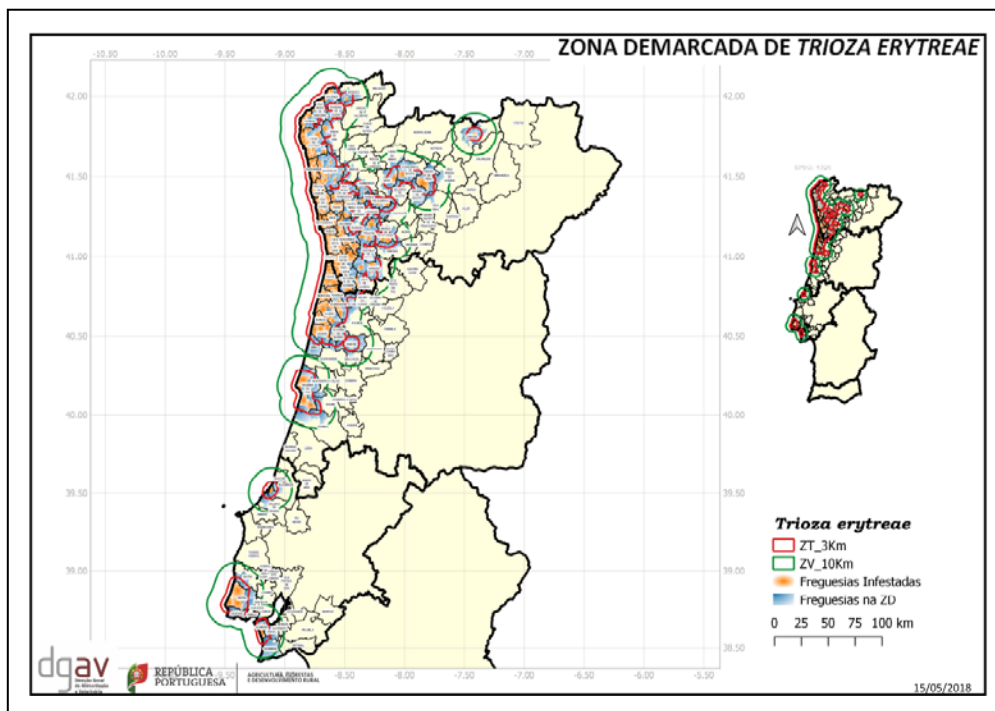




**Figure 24 : Carte de distribution de *Trioza erytreae* au Portugal en mai 2017**

(Source : DGAV, mai 2017, 01MapaDGAV\_Trioza\_ZD\_22maio2017.pdf)

Légendes : ZT = zone tampon, de 3 km de diamètre ; zone orange = zone infestée ; ZD = zone infestée + zone tampon



**Figure 25 : Carte de distribution de *Trioza erytreae* au Portugal en mai 2018**

(Source : DGAV, mai 2018, 06MapaDGAV\_Trioza\_ZD\_15maio2018.pdf)

Légendes : ZT = zone tampon, de 3 km de diamètre ; ZV = zone de vigilance de 10 km de diamètre ; zone orange = zone infestée ; ZD = zone infestée + zone tampon

Conclusion sur la probabilité de dissémination**4.03 Décrire la vitesse de dissémination globale**

Pour les psylles : en prenant pour exemple la situation en Espagne et au Portugal, la vitesse de dissémination des vecteurs est jugée élevée. En 2017, *Trioza erythrae* était signalé dans la région de Lisbonne, soit trois ans après sa détection dans le nord du Portugal, ce qui correspond à une distance d'environ 300 km.

**Très faible vitesse de dissémination, faible vitesse de dissémination, vitesse de dissémination modérée, vitesse de dissémination élevée, vitesse de dissémination très élevée**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

L'évaluateur doit également donner sa meilleure estimation pour les questions suivantes :

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

Cette question est difficile à documenter compte tenu de la diversité des zones climatiques, de la présence des agrumes et de la période de latence pour l'expression de la maladie au sein de la zone ARP.

**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 5 ans ?**

Idem que pour la question 4.04.

Cette question est difficile à documenter compte tenu de la diversité des zones climatiques, de la présence des agrumes et de la période de latence pour l'expression de la maladie au sein de la zone ARP.

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	<b>Elevé</b>
-----------------------	--------	--------	--------------

### 3.2.2.3 Eradication, 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 ?

##### HLB :

D'une façon générale, l'éradication de la maladie est difficile du fait de sa longue latence dans la plante avant l'apparition de symptômes bien identifiés à grande échelle (Gottwald *et al.*, 2007; Gottwald, 2010). Elle n'a jamais été envisagée en début de contamination, lorsque la maladie était détectée sur très peu de foyers. La sécurisation des pépinières et du stock de pieds-mères est cruciale pour la sauvegarde de l'industrie agrumicole (Gottwald *et al.*, 2007; Gottwald, 2010). Le contrôle total de la maladie passerait par l'obtention de variétés résistantes, comme proposé par (Gottwald *et al.*, 2007; Gottwald, 2010).

Dans le cas de la zone ARP, il n'existe pas d'autre maladie bactérienne connue présente dans le phloème des citrus, donc pas d'organisme compétiteur excepté la bactérie sans paroi (Mollicutes) *Spiroplasma citri*, agent du *Citrus stubborn* (Bendix et Lewis, 2016), également présente sur le pourtour méditerranéen (Espagne, Corse, Grèce ; CABI 2013). La zone identifiée comme permettant l'établissement de la maladie est celle où les plantes-hôtes sont présentes. Il est à noter que la très grande majorité des maladies du phloème sont transmises par des insectes piqueurs (Bendix et Lewis, 2016).

Si la maladie du HLB est présente dans des plants (non encore plantés) ou des greffons (non encore greffés) importés dans une zone où les vecteurs sont absents, une éradication sera possible à condition de détruire les végétaux infectés.

Dans un verger déjà infesté par le HLB, et si le vecteur est présent, l'arrachage des arbres infectés permet de réduire l'inoculum mais pas d'éradiquer la maladie (Bassanezi *et al.*, 2013).

très improbable, improbable, **modérément probable**, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

##### Vecteurs :

Si un des vecteurs est présent, et que la maladie a déjà été transmise, aucun cas d'éradication du HLB n'est connue dans le monde. Un seul cas d'éradication de vecteur a été documenté, celui de *Trioza erytreae* à La Réunion dans les années 1970 (Aubert *et al.*, 1980) mais qui demande confirmation aujourd'hui. En effet, des captures récentes de psylles dans cette île montrent la présence d'un *Trioza* du groupe *erytreae* (LSV de La Réunion), sachant qu'il est difficile de distinguer ces espèces. Dans cette île la maladie (mais uniquement le Las) est toujours présente car un autre vecteur au moins est présent, *Diaphorina citri*. Comme cela a été rapporté (Sauvion, 2018 ; rapport attaché) la possibilité de la transmission par d'autres insectes porteurs de la maladie doit être étudiée.

très improbable, improbable, modérément probable, probable, **très probable**

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

#### 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 ?

**HLB** : Il n'y a pas de moyens de lutte directe contre la bactérie et les mesures prophylactiques sont insuffisantes (par exemple, l'abattage obligatoire des arbres infectés n'a pas permis son éradication dans les nouvelles zones où la maladie s'est établie car il existe souvent de très nombreux agrumes dans les jardins et dans la nature, en dehors des vergers).

très improbable, improbable modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

#### Vecteurs :

Dans le cas de l'Espagne et du Portugal, l'éradication du vecteur n'a pas réussi.

Les méthodes de lutte chimique ou biologique ont peu de chances d'éradiquer les psylles vecteurs, car cela impliquerait une efficacité de 100% de ces techniques, ce qui n'est jamais le cas dans les études qui sont publiées.

très improbable, improbable modérément probable, probable, très probable

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

**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?**

Le GT a conservé la question originale du schéma ARP formulée en anglais :

**Are transient populations likely to occur in the PRA area through natural migration or entry through man's activities (including intentional release into the environment) or spread from established populations?**

#### Vecteurs :

Pour les deux espèces de psylles des populations transitoires peuvent exister dans les régions de la zone ARP où les conditions climatiques leurs sont défavorables, en particulier les températures minimum et maximum et l'humidité relative de l'air (Corse, Côte d'Azur...).

Le cas du sud et de l'est de l'Espagne est problématique : d'après les données obtenues sur le climat, ce dernier serait défavorable en été pour *T. erythrae*, tandis que l'hiver serait défavorable à *D. citri*, mais les populations pourraient survivre dans les deux cas, notamment si la population de *D. citri* est résistante au froid comme celle de la Floride (possible stagnation des populations à certaines périodes de l'année avec ralentissement de la dissémination).

Des études complémentaires sur la survie des vecteurs dans ces conditions extrêmes et sur des durées longues sont nécessaires pour mieux évaluer les risques.

Oui

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

### 3.2.2.4 Evaluation des conséquences économiques éventuelles

#### 3.2.2.4.1 Impact économique "sensus-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?**

Rappel : de premiers éléments ont été précisés en réponse aux questions 1.10 et 1.17. Les éléments plus spécifiques à la question 6.01 sont repris dans ce paragraphe. Le HLB est une maladie chronique et provoquant un déclin progressif provoqué par le pathogène systémique CL spp., dont la période de latence est très longue. Les effets sur la plantes sont multiples et dépendent de l'organe considéré et des variétés. Certaines ressources nutritives ne sont plus assimilées par la plante de la même façon et des signaux pour leur conduction dans d'autres organes sont altérés ; des effets de déficit ou d'accumulations sont alors observés. La viabilité des graines est aussi altérée, tout comme le volume racinaire et les communautés bactériennes associées. Il en est de même pour le rendement et la qualité organoleptique des fruits et de leurs états transformés (jus) pour lesquels une dégradation est ressentie.

Dans sa zone de répartition actuelle, le **rendement** en fruit diminue en lien avec le dépérissement de l'arbre et la chute précoce des fruits sur les branches atteintes symptomatiques (Gottwald *et al.*, 2007 ; Bassanezi *et al.*, 2008, 2011 ; Spreen *et al.*, 2014). Ces auteurs et Gottwald (2010) rappellent qu'une réduction de rendement de 30 à 100% est enregistrée selon la proportion de canopée affectée par la maladie.

La **qualité des fruits** peut être évaluée de manière neutre, par des analyses des paramètres physico-chimiques (Brix ratio en particulier, lié à l'acidité) ou par des consommateurs regroupés dans des panels de goûteurs. La majorité des fruits présents sur les branches « symptomatiques » tombent avant la récolte (Bassanezi *et al.*, 2009). Néanmoins certains fruits demeurent sur l'arbre. Ils sont de taille réduite par rapport aux fruits sains, plus légers, plus acides et ont un pourcentage de jus inférieur (Bassanezi *et al.*, 2009 ; Massenti *et al.*, 2016). Des études menées en Floride ont montré que les fruits asymptomatiques présents sur des arbres présentant les symptômes du HLB sont similaires aux fruits sains pour de nombreux critères de qualité mesurés (Massenti *et al.*, 2016) mais que la composition du jus provenant de ces fruits et surtout des fruits présentant des symptômes était souvent plus riche en composés amers comme la limonine et la nomiline (Baldwin *et al.*, 2010). La perte de parfum et l'amertume sont souvent cités (Plotto *et al.*, 2010) mais dépendent des paramètres signalés (variété, époque de récolte).

Le HLB peut avoir un effet sur l'arôme et les propriétés de l'huile d'oranges de Floride, provenant de la pression à froid des zestes, telles que celles mesurées par les autorités de l'USP (United States Pharmacopeia) (Xu *et al.*, 2017).

Les **pertes quantitatives à long terme** se mesurent par la perte des arbres au fur et à mesure du développement de la maladie aux diverses échelles : dans un verger, une région, un pays.

Ainsi, depuis 2004, au Brésil, approximativement 3 millions d'arbres ont été éliminés pour tenter de limiter la dissémination de la maladie (Bassanezi *et al.*, 2009). D'autres données plus anciennes indiquaient que plus de 500 000 arbres avaient été officiellement éliminés au Brésil depuis 2004 du fait de la maladie mais il est estimé que 300 à 400 000 arbres supplémentaires ont été détruits de manière non officielle (Gottwald *et al.*, 2007).

Les enquêtes menées à La Réunion ont indiqué que 65% des arbres étaient non productifs 7 ans après leur plantation (Aubert *et al.*, 1996). En Thaïlande les arbres déclinent entre 5 à 8 années après leur plantation, alors que la rentabilité de leur production exigerait une durée de vie d'au moins 10 ans (Roistacher, 1996). Toorawa (1998) dans sa thèse - mentionnée par Halbert et Manjunath (2004) - a estimé à 50 millions d'arbres infectés en Asie du sud et du sud-est, 3 millions en Indonésie et 10 millions en Afrique. Graça et Korsten (2004), rapportant des travaux anciens, signalent que 4 des 11 millions d'arbres plantés en Afrique du sud ont été affectés par le HLB. Ces

mêmes auteurs signalent que Aubert, en 1993, estime à 60 millions le nombre d'arbres détruits par la maladie.

### **Effets sur l'augmentation des coûts**

En Floride le HLB augmente les **coûts** de maintenance du verger (Spreen *et al.*, 2014). Belasque *et al.* (2010) rapportent des augmentations des coûts liés au management des vecteurs de l'ordre de 4 à 17 USD par hectare pour chaque inspection visuelle et de 240, à plus de 1000 USD par hectare, annuellement, pour les traitements insecticides, en lien avec les produits employés.

Les **impacts économiques sur la société** sont très importants : plus de \$3.63 milliards de revenus et plus de 6 600 emplois ont été perdus en Floride entre 2006 et 2011 à cause de la maladie (Hodges et Spreen, 2012). En Inde et en Arabie Saoudite il y a eu un fort déclin de l'industrie liée aux citrus à cause de la maladie (Halbert et Manjunath, 2004). Graça et Korsten (2004) mentionnent que des superficies de production équivalentes à 20% des surfaces industrielles ont été détruites en Afrique du sud.

Pour le HLB, l'effet négatif est donc jugé très important avec une incertitude faible.

minimale, mineure, modérée, majeure, **très importante**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

### **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?**

Comme cela a été mentionné plusieurs fois dans ce schéma d'analyse de risque, les mesures de lutte relatives à la maladie elle-même concernent la prévention de l'entrée des bactéries pathogènes par les diverses filières mentionnées (voir question 2.02). Il n'y a aucune donnée actuelle permettant de penser que l'effet négatif de la maladie sera différent de celui observé dans la zone de répartition actuelle. Du côté des vecteurs de la maladie l'espèce *Trioza erytreae* est présente depuis 2014 sur le continent européen, en Espagne et au Portugal, mais la maladie n'a pas encore été observée. Des mesures de surveillance et de lutte contre cet insecte sont déjà prises du fait de l'importance économique connue dans la zone de répartition actuelle. Si les insectes ne sont pas contrôlés dans les jardins des particuliers et que la maladie est malencontreusement introduite alors il sera possible de mesurer plus précisément l'importance de l'effet négatif de l'ON. Dans l'état actuel de nos connaissances dans la zone ARP, l'effet négatif est jugé très important avec une incertitude faible.

La régulation biologique naturelle exercée par les ennemis naturels dans les zones d'origine (*Cf.* question 3.05) n'a pas permis de réduire l'effet de la maladie (HLB) sur le rendement et/ou la qualité des cultures. Il est probable qu'il en sera de même dans la zone ARP.

minimale, mineure, modérée, majeure, **très importante**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------



### 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?

Les programmes de traitements insecticides utilisés dans les vergers d'agrumes présents dans les divers pays de la zone ARP ne sont pas connus. Mais il est très peu probable qu'ils puissent éliminer en totalité les psylles vecteurs, condition *sine qua non* pour éviter la propagation du HLB.

minimale, mineure, modérée, majeure, **très importante**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

### 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 éventuelles légalement à disposition des producteurs sont appliquées, sans mesures phytosanitaires?

L'importance de l'effet négatif de l'organisme nuisible (HLB) sur le rendement et/ou la qualité des cultures dans la zone ARP quand toutes les mesures éventuelles légalement à disposition des producteurs sont appliquées reste majeure avec une incertitude faible.

minimale, mineure, modérée, **majeure**, très importante

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

**Dans ce paragraphe sont détaillées toutes les mesures éventuelles potentiellement à disposition des producteurs ainsi que les limites de chacune d'elles. De cette analyse résulte la réponse donnée.** Les recherches passées ou en cours sont exposées, par méthodes, dans les paragraphes suivants.

#### **Concernant le HLB**

##### Mesures prophylactiques

Les mesures prophylactiques seront plus efficaces dans le cadre de la production de plants en pépinières insect-proof, pour contenir le développement de la maladie.

##### Lutte génétique : recherche de résistances

Dans l'état des connaissances actuelles, il n'existe pas de résistance totale, au sens de résistance gène-pour-gène, chez aucune espèce du genre *Citrus*, probablement parce que la maladie est historiquement récente (1 siècle environ). Les sélectionneurs se tournent donc vers la recherche de résistances partielles qui diminuent le titre bactérien et diminuent les symptômes, ou vers des tolérances (arbres infectés mais dont la production reste compatible avec une exploitation industrielle). La recherche de plants tolérants devrait inclure la possibilité d'en trouver hors des vergers cultivés pour l'industrie. Des citrus issus de semis par des particuliers pourraient se révéler tolérants (R. Morillon, comm. pers.). L'existence de variants naturels partiellement résistants ou tolérants n'est pas impossible, mais demanderait d'être vérifiée avant leur introduction dans les programmes de sélection.

Comme les CL spp. établissent leur niche infectieuse dans le système racinaire, l'utilisation de porte-greffes polyploïdes tolérants pourrait être un élément important de la lutte contre l'ON. Les travaux identifiés relatifs au HLB portent sur les porte-greffes et de nouvelles variétés polyploïdes (Grosser *et al.*, 2016 ; Morillon, comm. pers.). Les portes-greffes sont des composants majeurs des vergers car ils apportent la résistance aux pathogènes du sol, comme *Phytophthora* spp. et les nématodes, la résistance au virus de la tristeza, et permettent une adaptation à des conditions environnementales particulières (salinité, déficit hydrique, sols calcaires, froid, etc.).



La recherche de porte-greffe résistants aux CL spp., par les méthodes plus classiques d'amélioration génétique est en cours.

La lutte génétique passe également par l'évaluation de porte-greffes n'appartenant pas au genre *Citrus*. L'analyse la plus récente (Miles *et al.*, 2017), réalisée en Floride, indique que les variétés les moins touchées sont celles qui contiennent une part de génome de *Citrus medica* (citron). Ceci inclut des variétés hybrides ('Limon Real'), *Citrus limetta*, *Citrus limettioides*, *Citrus limonia*, *C. medica*, *Citrus volkameriana*, et quelques accessions de *Citrus limon*. Les arbres de ces catégories présentent les symptômes de *leaf-mottle*, caractéristiques du HLB et des titres importants de pathogène mais maintiennent une canopée dense et une bonne croissance. Plusieurs variétés de porte-greffe de *Citrus reticulata* montrent de bonnes performances avec des scions d'orange (*Citrus sinensis*) (Bowman et McCollum, 2015 ; Bowman *et al.*, 2016a ; Bowman *et al.*, 2016b). Ces études montrent ainsi que des niveaux de résistance/tolérance existent parmi les espèces cultivées et les hybrides sexuellement compatibles (Stover *et al.*, 2015). Cependant les travaux sont encore loin de déboucher sur la production de variétés à greffer ou de porte-greffes immuns au HLB.

Pour l'instant, il ne semble pas que des variétés tolérantes ou avec un haut niveau de résistance, aient été produites et soient utilisées en vergers aux USA. Rien n'est décrit dans la littérature concernant la situation en Extrême Orient.

Ainsi, à ce jour, il n'y a quasiment pas sur le marché de greffons ou de combinaison greffon/porte-greffe résistants, partiellement ou totalement, aux CL spp. Seule la lime de Tahiti ou lime de Perse (*Citrus latifolia*), qui est un triploïde naturel présentant une assez bonne tolérance malgré des symptômes très nets sur les feuilles, est largement cultivée sous les tropiques (Evans *et al.*, 2014). Les limes en général, les citrons, les pomelos et les pamplemousses sont davantage tolérants au HLB (Lee, 1996 (in Halbert et Manjunath, 2004) ; Shokrollah *et al.*, 2009b ; Ramadugu *et al.*, 2016).

#### Voie des OGM

La lutte génétique basée sur la culture d'agrumes Génétiquement Modifiés pour être résistants aux bactéries n'est pas autorisée en zone ARP. Les différents travaux décrivant d'éventuelles résistances via la transgénèse montrent quelquefois des effets significatifs pour la réduction des symptômes (Dutt *et al.*, 2015) ou du titre de CLas (Zou *et al.*, 2017), mais aucune étude de longue durée (quelques années) et/ou en verger n'a été réalisée.

#### Lutte par traitement de virus bactériophages

Des études ont suggéré que les prophages endogènes au génome de CLas pouvaient s'engager dans un cycle lytique, en particulier après infection des plantes, suggérant la possibilité de développer une 'lutte biologique' basée sur l'induction artificielle du cycle lytique de ces prophages (Zhang *et al.*, 2010a ; Fleites *et al.*, 2014). Cependant, à ce jour, la lutte contre HLB en utilisant des traitements basés sur des phages, ou induisant le cycle lytique des prophages du génome n'a fait l'objet d'aucune publication.

Par ailleurs, et au contraire, les prophages endogènes au génome de CLas pourraient contribuer au mécanismes infectieux (Zhou *et al.*, 2013) ou même faciliter leur interaction avec leurs vecteurs psylles (Jain *et al.*, 2017).

#### Injection d'antibiotiques

Des travaux récents (Hu *et al.*, 2018) confirment de nombreux travaux antérieurs, développés depuis 1980 (par exemple Aubert *et al.*, 1980).

« L'injection au niveau du tronc de pénicilline, de streptomycine et d'hydrochloride d'oxytétracycline permet un très bon contrôle du HLB. De manière générale, les antibiotiques sont plus efficaces pour réduire la concentration de 'Ca. L. asiaticus' et l'expression des symptômes du HLB que les stimulateurs de défense des plantes. » (Hu *et al.*, 2018).

### *Application d'antibiotiques par voie foliaire*

Le sulfate de streptomycine, le chlorhydrate d'oxytétracycline et le complexe calcium oxytétracycline ont été approuvés par les autorités de Floride, pour contrôler le HLB par pulvérisation foliaire depuis 2016. Mais les avantages et l'efficacité de ces bactéricides dans l'industrie des agrumes par pulvérisation foliaire restent cependant à déterminer.

Par ailleurs, les risques d'acquisition de résistances aux antibiotiques par transfert horizontal de gènes sont sérieux (Wang *et al.*, 2017b). De même, les traitements antibiotiques modifient fortement les communautés microbiennes au sein des plantes traitées (Blaustein *et al.*, 2018 ; Shin *et al.*, 2016 ; Yang *et al.*, 2016) ce qui peut altérer l'équilibre physiologiques des arbres.

Il n'y a pas de publications portant sur l'utilisation de bactéricides non-antibiotiques (ex : sulfamide).

### Traitement par stimulation des défenses naturelles des plantes

Des résultats montrent que l'injection, au niveau du tronc, de plusieurs stimulateurs de défense des plantes tels que l'acide salicylique, l'acide oxalique, l'acibenzolar-S-méthyl et le phosphate de potassium, permettent un contrôle significatif du HLB par la suppression de la présence de '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' et l'arrêt du développement de la maladie chez les jeunes plants et les arbres adultes d'orange douce (Hu *et al.*, 2018).

Les traitements par stimulateurs de défense des plantes induisent l'expression de certains gènes PR, ce qui suggère que le système immunitaire des citrus est activable pour lutter contre le HLB.

Ces traitements permettent une augmentation du rendement et une meilleure qualité des fruits. L'injection à la fois d'acide salicylique et d'acibenzolar-S-méthyl conduit à une induction significative des gènes PR liés à la pathogénèse, PR-1 et PR-2. Par ailleurs, l'injection de phosphate de potassium ou d'acide oxalique induit significativement l'expression des gènes, respectivement, PR-2 et PR-15.

Ces résultats suggèrent que les arbres atteints de la maladie du HLB restent inductibles pour acquérir une résistance systémique dans les conditions au champ et sont donc capables de se défendre.

Les informations actuelles sur le contrôle du HLB via l'injection dans le tronc des stimulateurs de défense des plantes et des antibiotiques, peut aider les arboriculteurs dans leur prise de décision pour développer un plan de gestion efficace.

Les traitements antibiotiques ou par activateurs de défense en injection dans le tronc ne semblent cependant pas encore opérationnels au verger. L'efficacité des traitements par pulvérisation foliaire n'est pas évaluée pour l'instant.

## **Concernant les vecteurs**

La limitation des populations d'insectes vecteurs ralentira la propagation de la maladie, diminuera l'inoculum en bactéries, mais aussi les dégâts directs de ces insectes. Les différentes méthodes existantes ou toujours étudiées sont décrites dans les paragraphes suivants.

### Lutte chimique classique contre les psylles vecteurs

Depuis les années 1980, des programmes de traitements intensifs contre les psylles des agrumes ont été conduits dans différentes parties du monde en appliquant des insecticides à large spectre de façon régulière et répétée (Halbert et Manjunath, 2004). Les matières actives systémiques montrent une meilleure efficacité, y compris en application au sol ou en injection dans le tronc, et leur effet est plus long (Grafton-Cardwell *et al.*, 2013). Cependant, même si des produits arrivent à éliminer une grande partie de la population de psylles, l'effet sur le HLB reste limité (Hall *et al.*,

2013b), car très peu d'individus infectieux suffisent à contaminer un verger. De même vis-à-vis de *T. erythrae*, la lutte chimique n'a jamais permis d'éradiquer le psylle mais permet seulement de réduire les populations (Cocuzza *et al.*, 2017).

Des traitements insecticides réguliers contre *D. citri* (tous les mois avec l'imidachlopride et tous les 15j avec le fenobucarb) limitent fortement les populations de psylles. Au bout de 2 ans, la prévalence du HLB était de 0.939 sur le témoin, 0.745 avec le fenobucarb et 0.239 avec l'imidachlopride. Ces applications n'ont permis que de ralentir l'infestation (Gatineau *et al.*, 2010). Il y a cependant des effets négatifs sur les ennemis naturels des psylles qui sont éliminés (Monzo *et al.*, 2014). Il existe aussi un risque d'apparition de populations résistantes aux produits phytosanitaires (Boina et Bloomquist, 2015).

Les stratégies de lutte contre les psylles à base de produits chimiques sont coûteuses, peuvent déclencher une recrudescence d'autres organismes nuisibles et avoir un impact négatif sur l'environnement.

#### Lutte avec des substances naturelles d'origine minérale ou végétale (extraits)

Il existe des substances naturelles à effet insecticide ou à effet insectifuge (et parfois les deux) ayant montré une certaine efficacité sur le psylle. Elles sont d'origine minérale, comme le kaolin (type d'argile) ou végétale comme les huiles horticoles et les huiles essentielles (de *Piper aduncum*), huile de chénopode, neem, *Ipomea fistulosa*, extrait de feuilles de goyavier, extrait d'alliacées, graines d'annone, etc. (Grafton-Cardwell *et al.*, 2013 ; Borad *et al.*, 2001 ; Weathersbee et McKenzie, 2005 ; Mann *et al.*, 2011b ; Barman et Zeng, 2014 ; Ribeiro *et al.*, 2015). Toutefois, ces procédés n'ont la plupart du temps été utilisés que de façon expérimentale. Certains d'entre eux peuvent être toxiques également pour le parasitoïde *Tamarixia radiata*.

#### Lutte physique

Un moyen de lutte physique serait l'utilisation de filets ou moustiquaires disposés sur les arbres empêchant les psylles vecteurs d'entrer en contact avec les agrumes. Cette méthode va dans le même sens que celle déjà employée dans les pépinières d'agrumes afin de produire des plants sains et certifiés (structures « insect-proof ») et est même obligatoire dans certains pays. Toutefois, plusieurs contraintes à l'emploi de cette méthode au champ peuvent être signalées : coût en matériel et en main d'œuvre, problèmes pratiques comme la taille, le désherbage, la fertilisation et la récolte, possibilité que les psylles piquent les feuilles à travers le filet, et surtout impossibilité pour les pollinisateurs de venir sur les fleurs (fécondation entomophile obligatoire chez les agrumes). Une autre méthode a été testée au Texas par l'emploi de filets disposés en barrières de 3,70 m de haut autour d'une parcelle, permettant de diminuer fortement l'arrivée des psylles (Sétamou *et al.*, 2018), mais cela restera insuffisant par rapport au HLB.

#### La lutte biologique contre les psylles vecteurs du HLB.

La lutte biologique par l'utilisation d'ennemis naturels des psylles (parasitoïdes, prédateurs et entomopathogènes) est une méthode très importante dans la gestion des populations de ces vecteurs. Elle présente de nombreux avantages par rapport à la lutte chimique (Halbert et Manjunath, 2004 ; Hall *et al.*, 2013b ; Grafton-Cardwell *et al.*, 2013 ; Cocuzza *et al.*, 2017). De ce fait, de très nombreuses publications consacrées aux ennemis naturels et aux moyens de lutte biologique ont été recensées dans les recherches bibliographiques, notamment vis-à-vis de *D. citri*. La revue de Kondo *et al.* (2015) cite par exemple 63 espèces d'ennemis naturels de ce psylle.

Les parasitoïdes ont l'avantage d'être plus ou moins spécifiques et ont souvent montré leur efficacité sur le long terme chez les Hémiptères. Les prédateurs sont plutôt généralistes et complètent le parasitisme chez ce groupe d'insectes.

- Insectes parasitoïdes
  - Cas de *Diaphorina citri* :

En ce qui concerne *D. citri*, son origine supposée est la péninsule indienne (Inde et Pakistan) avec pour plantes-hôtes des espèces du genre *Murraya* (Beattie et Barkley, 2009). C'est dans ce sous-continent qu'ont d'abord été observés ses deux parasitoïdes primaires et spécifiques, *Tamarixia radiata* (Eulophidae) et *Diaphorencyrtus aligharensis* (Encyrtidae).

#### *Tamarixia radiata*

Cette espèce est, de loin, la plus étudiée dans le monde car elle est considérée comme le principal agent régulateur des populations de *D. citri* (Hall *et al.*, 2013b ; Grafton-Cardwell *et al.*, 2013). L'espèce a été ainsi introduite dans de nombreuses régions comme les îles de La Réunion (Aubert *et al.*, 1980), de la Guadeloupe (Etienne *et al.*, 2001), en Floride (Chen *et al.*, 2016b). Sa présence sans son introduction préalable a été observée dans des îles comme les îles Ryukyu (Kohno *et al.*, 2002) et la Martinique (Cellier *et al.*, 2014), probablement par le transport de larves de psylles parasitées sur des végétaux de Rutacées. De la sorte la présence de *T. radiata* est constatée pratiquement partout où son hôte existe.

Les pourcentages de parasitisme par *T. radiata* varient beaucoup selon les données de la littérature recueillie. Par exemple à Cuba, il atteint 69 % sur *Murraya paniculata* et 46 % sur agrumes (Baños Díaz *et al.*, 2015). En Floride, des chiffres variables sont donnés : 0,2 à 1,3 % (Michaud, 2004), 18,5 % (Chong *et al.*, 2010), 20 à 56 % selon la saison (Qureshi *et al.*, 2009). En Californie, *T. radiata* a été introduit en 2011 mais le taux de parasitisme était inférieur à 5 % trois ans après en zone urbaine (Kistner *et al.*, 2016). Au Mexique, un taux maximum de 59,6 % est observé (Cortez Mondaca *et al.*, 2011). Au Brésil, Paiva et Parra (2012) précisent un taux moyen annuel de 12,4 %, avec des valeurs extrêmes supérieures à 90 %. À la Martinique, des taux supérieurs à 90 % ont parfois été observés sur *Murraya* spp., mais ils varient beaucoup au cours de l'année sur une même haie (P. Ryckewaert, obs. pers.). Les causes de ces variations peuvent être les conditions climatiques, l'utilisation de pesticides dans les vergers, la présence d'hyperparasites et de prédateurs, une compétition avec d'autres organismes et l'existence d'haplotypes plus ou moins efficaces chez *T. radiata* (Barr *et al.*, 2009 ; Hall *et al.*, 2013b).

À La Réunion, des introductions de *T. radiata* ont été effectués en 1978 et ont permis de réduire fortement les populations de *D. citri* (Etienne et Aubert, 1980), de même qu'en Guadeloupe en 1999 (Etienne *et al.*, 2001).

Des élevages de masse de *T. radiata* ont été mis en place dans certains pays en vue de lâchers inondatifs (Chen et Stansly, 2014), avec des résultats positifs comme en zone urbaine au Texas (Flores et Ciomperlik, 2017) ou au Brésil (Parra *et al.*, 2016) mais avec peu d'intérêt en Floride par rapport aux autres ennemis naturels (prédateurs généralistes tels que les coccinelles ; Hall et Rohrig, 2015).

#### *Diaphorencyrtus aligharensis*

Le parasitisme par *D. aligharensis* est généralement plus faible et vient en complément de celui de *T. radiata* (Halbert et Manjunath, 2004). Khan *et al.* (2014) indiquent un taux de 17 % pour ce parasitoïde et un taux de 26 % pour *T. radiata* au Pakistan. Cette espèce a été introduite en Floride mais ne s'est pas acclimatée (Rohrig *et al.*, 2012).

- Cas de *Trioza erythrae* :

Les informations sont plus succinctes sur les parasitoïdes de *T. erythrae*. Mc Daniel et Moran (1972) citent au Zimbabwe deux espèces primaires (*Tetrastichus radiatus*, sans doute une erreur de détermination, et *Psyllaephagus pulvinatus*). Tamessee *et al.* (2002) ont recensé sept espèces au Cameroun - les plus efficaces étant *Tamarixia dryi* (Eulophidae) et surtout *Psyllaephagus*

*pulvinatus* (Encyrtidae) - plus sept espèces d'hyperparasites. En 2009, Tamassee signalait dix-sept espèces de parasitoïdes dans ce pays. En Afrique du sud et de l'est, ces deux espèces, considérées comme étant les parasitoïdes primaires, sont connues depuis longtemps, *T. dryi* montrant la meilleure efficacité (Van den Berg, 1990).

Du fait de la répartition limitée de *T. erytrae* hors d'Afrique, ses parasitoïdes ont été peu importés par ailleurs. Le cas le plus connu est l'introduction en 1974 des deux espèces primaires à La Réunion (Aubert *et al.*, 1980). *P. pulvinatus* ne s'est pas installé sur l'île mais *T. dryi* a fortement parasité le psylle africain et l'aurait éradiqué de l'île à la fin des années 1970 (Aubert & Quilici, 1986). Deux facteurs ont toutefois permis la réalisation de ce succès : l'absence d'hyperparasites de *T. dryi* sur cette île, et surtout la présence d'un autre psylle hôte indigène, *Trioza litsae* (= *aestopi*) lui servant de proie alternative. Le même succès a été obtenu à l'île Maurice voisine (Bové, 2014).

En Afrique du Sud, le taux de parasitisme total est de 36 % en moyenne (varie de 0 à 51 %) et l'hyperparasitisme de 1 à 46 % (Catling, 1972).

- Hyperparasitisme :

Plusieurs espèces d'hyperparasites (Hyménoptères) sont signalés comme parasitoïdes de ces parasitoïdes, principalement en Asie, et peuvent donc diminuer l'efficacité des parasitoïdes (Hoddle *et al.*, 2014 ; Bistline-East & Hoddle, 2016), d'où l'intérêt de veiller à ce que les souches introduites de parasitoïdes primaires soient indemnes d'hyperparasites (mise en place d'une quarantaine). L'activité de certaines fourmis peut également réduire le parasitisme en chassant les parasitoïdes (Navarrete *et al.*, 2013).

- Arthropodes prédateurs

De nombreuses espèces de prédateurs des deux espèces de psylles sont citées dans le monde. Ils comprennent des acariens, des araignées, des coccinelles, des chrysopes, des syrphes, des punaises, des fourmis (nombreuses références) et parfois des thrips, des libellules et des guêpes (Reyes-Rosas *et al.*, 2013). Dans la plupart des cas, ce sont les larves qui sont consommées car elles sont peu mobiles, mais les adultes peuvent l'être dans le cas des araignées et des libellules. Ce sont des espèces généralistes soient polyphages comme les araignées, ou davantage spécialisées comme des coccinelles, qui consomment des psylles à l'occasion ou en absence d'autres proies préférées. Le comportement prédateur de certains groupes cités ci-dessus n'a été observé qu'au laboratoire. À de rares exceptions près, les prédateurs sont insuffisants pour diminuer notablement les populations de psylles mais ils complètent l'action des parasitoïdes. On peut préciser que certains adultes de parasitoïdes comme ceux de *T. radiata* ont un comportement prédateur sur les larves de psylles (« hostfeeding ») (Paiva et Parra, 2012).

- Champignons entomopathogènes

Dans les zones de présence actuelle des psylles vecteurs, des champignons entomopathogènes de diverses espèces sont connus pour s'attaquer aux psylles vecteurs du HLB.

Dans le cas de *Diaphorina citri*, la littérature consultée mentionne les champignons *Isaria fumosorosea* (= *Paecilomyces fumosoroseus*), *Beauveria* (= *Cordyceps*) *bassiana*, *Hirsutella citriformis*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium* (= *Verticillium* = *Cephalosporium*) *lecanii* (Subandiyah *et al.*, 2000 ; Hoy *et al.*, 2010 ; Avery *et al.*, 2011 ; Lezama-Gutiérrez *et al.*, 2012 ; Rodríguez-Palomera *et al.*, 2012 ; Da *et al.*, 2014 ; Pérez-González *et al.*, 2015), parmi le groupe des Entomophthorales une espèce du genre *Entomophthora* (Guizar-Guzman et Sanchez-Peña,



2013). En Chine, deux espèces supplémentaires sont citées par Yang *et al.* (2006) : *Acrostalagmus aphidum*, mais synonyme de *L. verticillium* d'après Guizar-Guzman et Sanchez-Peña (2013) et *Isaria javanica* (= *Paecilomyces javanicus*). Dans ce même pays Lu *et al.* (2015) ont identifié *Lecanicillium attenuatum* et *L. psalliotae* par des analyses morphologiques et moléculaires et une autre espèce, *Paecilomyces variotti*, a été mentionnée par Song *et al.* (2016). Un doute subsiste sur la nature, entomopathogène ou saprophyte, des espèces *Capnodium citri* et *Cladosporium* sp. nr. *oxysporum* signalées notamment par Aubert (1987a) sur *Trioza erythrae*.

Dans les conditions naturelles seule *H. citriformis* est mentionnée comme pouvant provoquer des épizooties chez *D. citri* (Subandiyah *et al.*, 2000 ; Cabrera *et al.*, 2004 ; Meyer *et al.*, 2007 ; Casique-Valdes *et al.*, 2011 ; Hall *et al.*, 2012 ; Pérez-Gonzalez *et al.*, 2016a).

Les taux d'insectes morts de mycose sont variables, en lien avec le climat, en particulier l'humidité. Dans les pays où les études ont été conduites, ces taux de mycose sont considérés comme n'affectant pas significativement la dynamique des populations de *D. citri*.

Les adultes de *D. citri* porteurs du CLas sont plus sensibles aux champignons *B. bassiana*, *M. anisopliae* et *I. fumosorosea* que les adultes sains (Orduño-Cruz *et al.*, 2016).

Des applications directes en vergers ou en conditions semi-contrôlées de certains de ces pathogènes ont été expérimentées (Lezama-Gutiérrez *et al.*, 2012 ; Casique-Valdés *et al.*, 2015 ; Pérez-González *et al.*, 2016b ; Saldarriaga Ausique *et al.*, 2017). La souche ESALQ-1296 de *Isaria fumosorosea* a été brevetée au Brésil (Italo Delalibera Júnior, comm. pers.) mais l'importance de son utilisation par les producteurs dans ce pays n'est pas connue.

Les études portant sur les interactions entre champignons et autres ennemis naturels, d'une part, et champignons et produits phytosanitaires appliqués d'autre part, donnent des résultats permettant d'apprécier les limites potentielles de l'usage de ces microorganismes :

- Cas des interactions avec les espèces de parasitoïdes ou de prédateurs :
  - Chow *et al.* (2016) ont montré, au laboratoire, que l'application topique d'une formulation de blastospores de *I. fumosorosea* sur la surface dorsale de nymphes vivantes de *D. citri* parasitées par l'Eulophidae *T. radiata* réduisait la momification des nymphes de 50% et l'émergence de l'Hyménoptère parasite de 85%. Mais l'émergence n'était pas affectée si l'application était effectuée 6 jours après le début du développement du parasite (celui-ci se trouve alors au 4<sup>ème</sup> stade larvaire). Les femelles du parasite ne pondent pas dans des hôtes infectés présentant des hyphes visibles. Un effet négatif indirect du champignon sur le parasitoïde est donc constaté au laboratoire.
  - Une sensibilité différente est relevée entre larves (= nymphes) et adultes de *D. citri* par Ibarra-Cortès *et al.* (2017a, b) et *T. radiata* est sensible également aux trois espèces expérimentées (*B. bassiana*, *M. anisopliae* et *I. fumosorosea*).
  - Pérez-González *et al.* (2016b) n'ont pas montré d'effet négatif lié à l'application de *Hirsutella citriformis* au laboratoire sur les insectes prédateurs utilisés comme modèle biologique, la coccinelle *Hippodamia convergens* et le Chrysopidae *Chrysoperla rufilabris*.
- Cas des interactions avec les produits phytosanitaires :
  - Pinto *et al.* (2012) ne remarquent pas d'effet des insecticides appliqués en serre sur la survie de *Beauveria bassiana*
  - Le mélange de blastospores de *I. fumosorosea* avec des huiles ou des préparations fongicides contenant du cuivre, comme celles appliquées en vergers, peut provoquer dans certains cas un effet négatif sur la germination et la croissance du champignon entomopathogène mesurée au laboratoire ou en serre (Avery *et al.* (2013). Mais ces mêmes auteurs signalent que malgré cela, l'effet pathogène sur les adultes de *D. citri* a pu être observé, en lien avec l'adhérence sur le corps de l'insecte qui serait améliorée avec certaines huiles.

- Kumar *et al.* (2017) dans des études conduites au laboratoire avec *D. citri*, ont montré que les mélanges de blastospores de *I. fumosorosea* avec 5 huiles minérales employées en horticulture n'affectaient pas la croissance du champignon en boîte de Pétri.

Le cas des vergers abandonnés ou des arbres privés pose un problème. C'est pourquoi d'autres expérimentations sont intéressantes à suivre comme celles portant sur la dissémination de l'entomopathogène à travers la vécation par des insectes de la même espèce (auto-dissémination par des *Diaphorina citri* contaminés, Patt *et al.*, 2015) ou des acariens prédateurs Phytoseiidae (*Amblyseius swirskii* ou *Neoseiulus cucumeris*, Zhang *et al.*, 2015).

Au Brésil, le potentiel de transmission « horizontale » de *I. fumosorosea* et *B. bassiana* par des cadavres sporulant d'autres espèces d'insectes présents sur les citrus, telles que le puceron *Toxoptera citricola*, a également été récemment évalué au laboratoire et en conditions semi-contrôlées (Conceschi *et al.*, 2016).

L'utilisation des champignons entomopathogènes reste délicate par rapport aux conditions environnementales (humidité).

### Gestion de l'environnement

- Attraction des vecteurs

Parmi les moyens attractifs, des études au laboratoire ont montré que *Murraya paniculata* et *M. koenigii* attiraient davantage *D. citri* que la plupart des agrumes (Halbert et Manjunath, 2004 ; Hall *et al.*, 2013b, mais cette attractivité ne semble pas avoir été testé au champ, d'après la littérature consultée. Cette méthode ne permettra probablement pas d'attirer tous les psylles d'une parcelle cultivée.

- Répulsion des vecteurs

Parmi les moyens répulsifs, il est apparu au Vietnam que des vergers d'agrumes contreplantés avec des goyaviers (*Psidium guajava*) étaient nettement moins attaqués par *D. citri* que des vergers d'agrumes monospécifiques (Ichinose *et al.*, 2012). Toutefois, cela n'a permis de décaler l'infestation en HLB que d'une année, la totalité des psylles n'étant sans doute pas repoussée. Des essais au champ ont été conduits en ce sens dans d'autres pays (Floride, Cuba, Brésil) avec d'autres variétés de goyaviers, mais n'ont pas été concluants vis-à-vis du HLB (Gottwald *et al.*, 2014), même si par ailleurs d'autres études ont montré que le goyavier émettait des composés volatils répulsifs pour le psylle en conditions contrôlées (Barman *et al.*, 2016).

- Combinaison attraction-répulsion ou détournement stimulo-dissuasif (« Push-Pull »)

La combinaison de moyens attractifs et répulsifs est connue sous le terme de détournement stimulo-dissuasif ou « Push-Pull ». Il s'agit de gérer le verger et son environnement dans le but de défavoriser les ravageurs et de favoriser leurs ennemis naturels, notamment par l'utilisation de plantes de service. Ces dernières peuvent attirer plus fortement le ravageur ciblé que la culture hôte (plantes pièges) ou au contraire éloigner le ravageur (plantes répulsives), servir d'obstacle à sa dissémination (plantes barrières) ou bien héberger ses ennemis naturels (plantes réservoirs).

### Méthodes physiques

L'utilisation d'argile comme répulsif et d'un paillage plastique métallisé est rapportée comme ayant des effets répulsifs (Yan *et al.*, 2015 ; Miranda *et al.*, 2018) mais ces techniques n'ont pas démontré leur efficacité au champ et ne garantissent pas une protection totale contre le HLB même si les populations de psylles sont bien contrôlées.

### Haies brise-vent



La présence de haies brise-vent dans les vergers d'agrumes permet seulement de diminuer les populations de psylles (Martini *et al.*, 2015).

En conclusion générale, il n'existe actuellement aucun moyen d'éliminer la totalité des psylles sur une parcelle d'agrumes, et par voie de conséquence d'empêcher la dissémination du HLB dans ces cultures lorsque la maladie est présente.

### 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 phytosanitaires ?

En l'absence de données sur le coût de chacune des méthodes de lutte exposées au paragraphe 6.04, cette information n'a pas été documentée.

Des données sont disponibles dans les zones de répartition actuelle du HLB et des vecteurs mais qui sont à mettre en relation avec les modalités de culture dans ces zones (Floride, Brésil, Chine par exemple).

Ainsi Belasque *et al.* (2010) rapportent, au Brésil, des augmentations des coûts liés au management des vecteurs de l'ordre de 4 à 17 USD par hectare pour chaque inspection visuelle et de 240 à plus de 1000 USD par hectare, annuellement, pour les traitements insecticides, en lien avec les produits employés contre les vecteurs.

Dans la zone ARP une analyse économique serait à développer pour chaque pays concerné pour estimer l'augmentation probable des coûts de production (comprenant les coûts pour la lutte).

En Espagne, Fernández-Zamudio (2016) a établi un tableau (Tableau 24) montrant la répartition des coûts. Un extrait est donné ci-après.

**Tableau 24 : Structures des coûts de production des principaux agrumes en Espagne (exprimés en %)**

	<b>Orange</b>	<b>Mandarine</b>	<b>Citron fin</b>
<b>Coûts variables</b>	<b>69.4</b>	<b>70.9</b>	<b>70.6</b>
...	...	...	...
Fertilisants	11.24	11.16	11.92
Insecticides, fongicides, engrais foliaires et herbicides	9.02	10.51	6.64
...	...	...	...
Main d'œuvre totale	22.21	24.22	19.64
...	...	...	...
<b>Coûts fixes</b>	<b>21.35</b>	<b>20.36</b>	<b>18.96</b>
<b>Coûts d'opportunité</b>	<b>9.25</b>	<b>8.77</b>	<b>10.41</b>
<b>Coûts totaux</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Calculés en euros/ha	6 322	6 966	5 804

Source : Fernández-Zamudio, 2016

Les coûts variables représentent à eux seuls près de 70% des coûts totaux, avec près de 12% attribués aux fertilisants et entre 7 et 11% attribués aux pesticides et engrais foliaires.

Les coûts de production à l'hectare varient de 5800 euros (citron) à près de 7000 euros (mandarine). La rentabilité des différentes cultures sera donc fonction des rendements obtenus.

D'autres données provenant de coopératives en Espagne ont été obtenues (M. Lopez, comm. pers. ; Tableau 25).

Les données (coûts en euros) de trois parcelles (année 2017) d'un agriculteur de Carcaixent, Valencia sont présentées dans le Tableau 25.

**Tableau 25 : Coûts en euros de production d'agrumes de 3 vergers (région de Valencia)**

	<b>Verger 1</b>	<b>Verger 2</b>	<b>Verger 3</b>
<b>Surface</b>	<b>9,94 ha</b>	<b>3,67 ha</b>	<b>2,04 ha</b>
<b>Plants</b>	1793 (Valencia)	1393 (Clemennules)	786 (Navelina)
<b>Désherbage mécanique</b>	550,40	1023,40	627,80
<b>Désherbage chimique</b>			
<b>Glyphosate, Herbicruz Line, Laser</b>	2018,70	364,52	310,21
<b>Fertilisation (par irrigation et foliaire)</b>	3694,38	1397,89	2506,05
<b>Traitements phytosanitaires</b>	<b>470,02</b>	<b>823,27</b>	<b>287,29</b>
<b>Taille</b>	8397,00	3150,00	2107,00
<b>Arrosage</b>	6791,49	2552,10	784,36
<b>Réparations et autres</b>	14633,89	1220,26	620,01
<b>Récolte</b>	12951,83	13850,82	5541,94
<b>Taxes et autres</b>	8438,50	1923,32	1022,44
<b>Inversions</b>	3054,31	512,80	353,64
<b>Autres</b>	3289,46	4398,05	1981,30
<b>Total dépenses</b>	<b>64289,49</b>	<b>31216,43</b>	<b>16142,04</b>
<b>Ventes</b>	<b>72925,12</b>	<b>32525,25</b>	<b>19788,46</b>
<b>Profit</b>	<b>8635,63</b>	<b>1308,82</b>	<b>3646,42</b>
<b>Profit/ha</b>	<b>861,47</b>	<b>356,62</b>	<b>1787,46</b>

Source: Lopez M., M comm. pers.

Les insecticides employés ont été variables selon la parcelle : spirotetramat, pyriproxyfen, acetamiprid, abamectine, spinosad, avec des huiles (paraffine, huile Belproil).

Ces données montrent la grande variabilité des situations rencontrées en Espagne et expliquent la réponse apportée à la question 6.07. Il existe également des cas de non rentabilité actuelle de la culture. L'augmentation des coûts variables liés à la présence de l'insecte sera fonction d'un éventuel repositionnement des traitements actuels pour viser la protection des jeunes pousses ou de l'adjonction de traitements ou de fertilisants.

#### *Les impacts économiques sur les marchés à l'exportation*

Une autre conséquence de la présence du HLB est exprimée par le manque de volonté des producteurs d'agrumes de replanter des orangers en Floride (Spreen *et al.*, 2014). Cela a un impact sur le volume des exportations.

La lecture des publications référencées ne permet pas d'avoir une estimation des coûts des traitements bactéricides.

Pour ce qui concerne la production de plants sains en pépinières comme cela est préconisé au Portugal (DGAV, 2017) les coûts des serres insect-proof peuvent être demandés dans le site recommandé :

<https://www.freshfromflorida.com/Divisions-Offices/Plant-Industry/Business-Services/Registrations-and-Certifications/Growing-Citrus-in-Approved-Structures/Examples-of-Approved-Structures>

minimale, mineure, modérée, majeure, très importante

<b>Niveau d'incertitude:</b>	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
------------------------------	---------------	---------------	--------------

**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?**

L'impact de la maladie du HLB sur le marché domestique sera important du fait des pertes de production. L'impact probable d'une perte des marchés à l'exportation peut être mesuré à l'aide des données de Eurostat (de 2016 et 2017) rapportées dans les Tableaux 26 et 27. Pour la filière agrumes, cette perte est jugée majeure. L'impact global est donc jugé très important avec une incertitude faible.

Marché extérieur : Les Tableau 26 et Tableau 27 présentent les exportations de fruits et de plants de citrus à partir de la zone ARP vers les pays tiers pour l'année 2016 et 2017 (source Eurostat).

**Tableau 26 : Exportation de fruits de citrus depuis la zone ARP en 2016 et 2017**

Année	Code	Produits	Total exporté (en 100 kg)	Valeur en Euros
2016	08051020	oranges douces, fraîches	3 063 284	189 144 540
2016	08052010	clémentines, fraîches ou sèches	1 578 631	132 202 813
2016	08052030	monreales et satsumas, fraîches ou sèches	322 939	11 662 959
2016	08052050	mandarines et wilkings, fraîches ou sèches	442 801	30 270 235
2016	08052070	tangerines, fraîches ou sèches	47 401	3 793 127
2016	08054000	pamplemousses et pomelos, frais ou secs	137 870	11 825 046
2016	08055010	citrons " <i>Citrus limon</i> , <i>Citrus limonum</i> ", frais ou secs	640 561	78 286 919
2016	08055090	limes " <i>Citrus aurantifolia</i> , <i>Citrus latifolia</i> ", fraîches ou sèches	56 640	11 353 577
2017	08051022	oranges navel, fraîches	2 231 333	161 170 570
2017	08051024	oranges blanches, fraîches	152 831	12 473 877
2017	08054000	pamplemousses et pomelos, frais ou secs	152 328	14 366 882
2017	08055010	Citrons " <i>Citrus limon</i> , <i>Citrus limonum</i> ", frais ou secs	733 868	81 984 878
2017	08055090	limes " <i>Citrus aurantifolia</i> , <i>Citrus latifolia</i> ", fraîches ou sèches	73 864	14 741 296
<b>Total</b>				<b>753 MEuros</b>

Source : Eurostat (contenu du tableau correspondant à l'extraction brute des intitulés telles qu'ils figurent dans la catégorie « produits » dans Eurostat)

Tableau 27 : Exportation de plants de citrus depuis la zone ARP en 2016 et 2017

Année	Code	Produits	Total exporté (en 100 kg)	Valeur en Euros
2016	08022030	Agrumes greffés ou non (à l'exclusion de ceux à racines nues)	6 274	840 575
2017	08022030	Agrumes greffés ou non (à l'exclusion de ceux à racines nues)	10 018	1 822 065
<b>Total</b>				2,6 MEuros

Source : Eurostat

minimal, mineur, modéré, majeur, très important

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

## 6.07 Dans quelle mesure les producteurs supporteront-ils des conséquences directes ?

Pas de jugement possible / demander à un économiste, minimal, mineur, modéré, majeur, très important

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

## 3.2.2.4.2 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 ?

N/A (non applicable), Minimale, mineure, modérée, majeure, très importante

L'impact environnemental doit être analysé via l'ON lui-même, à savoir CL spp. (impact direct ; Cf. Annexe 2, partie A du schéma EPPO), via les plantes hôtes (impact indirect ; Cf. Annexe 3 du schéma EPPO) ou la gestion des insectes vecteurs. D'autres impacts pourraient concerner la fixation de carbone par les arbres et, d'une manière plus difficile à évaluer, l'impact sur le tourisme du fait d'une modification des paysages qui comprendraient, en Espagne ou en Grèce par exemple, de nombreuses aires abandonnées, sans végétation.

Les données recueillies par le GT sont embryonnaires, à peine quelques articles détaillés ci-après, par thématique. L'impact environnemental ne peut être que globalement estimé à travers des connaissances acquises de manière générale. Des études d'impact n'ont pas été trouvées dans la recherche bibliographique, elles constituent *a priori* un large domaine de manque de connaissances.

Concernant CL spp., seules des données relatives à l'impact sur les espèces natives (biodiversité indigène) ont été identifiées. Le HLB semble avoir une incidence sur la diversité microbienne au niveau de système racinaire, tant sur le plan qualitatif que quantitativement (Trivedi *et al.*, 2010, 2012), sans que cet impact n'affecte l'environnement au sens large. Les effets sur le microbiome associé aux racines impliquent une restructuration des communautés bactériennes : la plupart des phytophytes présents dans une situation de racine saine ne sont plus détectés, au profit de *Methylobacterium* et de *Sphingobacterium*; la richesse du microbiote est diminuée significativement (Chao 1 et Indice de Shannon) (Trivedi *et al.*, 2010). Les communautés

bactériennes dans les arbres infectés montrent une plus forte capacité à utiliser des sources carbonées plus récalcitrantes à la dégradation (Trivedi *et al.*, 2012), montrant que les communautés sont plus semblables à celles vivant dans le sol, et non proches de racines (Wang *et al.*, 2017b).

Comme cela a été rappelé en première partie les bactéries CLaf, CLam et CLas n'affectent pas directement l'environnement *sensu largo* car elles infectent et ne se multiplient que sur des Rutacées (Plant Biosecurity, 2011) et aucune des plantes-hôtes répertoriées ne figure dans les listes de plantes rares ou menacées. L'impact de CL spp. sur les écosystèmes ou sur les habitats représentant une grande valeur pour la conservation (dont les habitats naturels officiellement protégés) ou les espèces rares ou vulnérables n'est pas documenté. Cependant, les plantes hôtes du HLB appartiennent essentiellement à des espèces du genre *Citrus* et à la famille des Rutaceae. Aucune plante hôte ne figure dans les listes des plantes rares ou menacées. Les bactéries responsables du HLB n'auraient ainsi *a priori* pas ou peu d'impact sur les milieux naturels ou semi-naturels.

Les impacts indirects sont liés à la lutte chimique à grande échelle effectuée contre les psylles vecteurs dans la zone de répartition actuelle. Comme pour toute application de matière active cette pratique peut induire des impacts négatifs sur l'environnement (air, eau et sol) et, en général, les insectes indigènes (Aubert, 2008).

Dans le cas des applications chimiques contre les vecteurs du HLB le développement de la résistance du vecteur aux insecticides appliqués est un risque signalé par Boina et Bloomquist (2015) et documenté en Floride par Tiwari *et al.* (2013) dans le cas de *D. citri* avec une diminution de sensibilité de l'insecte aux matières actives étudiées telles que chlorpyrifos, carbaryl, bifenthrine, fenpropathrine, thiametoxan, spinetoram et imidacloprid.

Les auxiliaires des cultures, en particulier les ennemis naturels et les pollinisateurs, peuvent être affectés par les traitements. Les effets négatifs sur la faune des ennemis naturels, plus particulièrement les prédateurs, a été rapportée par Monzo *et al.* (2014) et Monzo et Stansly (2015). L'incompatibilité entre lutte chimique et lutte biologique par lâchers de l'Hyménoptère parasitoïde *Tamarixia radiata* est dénoncée par Boina et Bloomquist (2015) qui signalent les études de Hall et Nguyen (2010). Des effets négatifs sur ce même parasitoïde peuvent survenir, parfois de façon différenciée selon le stade de développement (larves, adultes), avec des insecticides provenant d'extraits de végétaux, graines d'*Annona mucosa* (Annonaceae) (Ribeiro *et al.*, 2015) ou biopesticide à base d'azadirachtine (Weathersbee et McKenzie 2005 ; Santos *et al.* 2015). Khan *et al.* (2012) ont de leur côté analysé les impacts d'extraits de neem sur *D. citri* et la chrysope prédatrice *Chrysoperla carnea*. Ce produit d'origine végétale apparaît comme très toxique sur ce prédateur.

La perturbation des équilibres déjà installés dans les vergers pourrait également entraîner la recrudescence des populations de certains autres ravageurs potentiels présents. Ces derniers interviendraient en occupant la niche écologique laissée libre par l'élimination des insectes vecteurs ou du fait de l'élimination des auxiliaires par les traitements chimiques. Ils pourraient également changer de statut en devenant des ravageurs principaux après sélection de populations résistantes aux insecticides épandus. Tous ces effets à long terme doivent cependant être déterminés (Monzo et Stansly, 2015).

La surface d'agrumes plantés dans les zones infectées diminuerait drastiquement si les arbres devaient être arrachés ou abandonnés à cause de la perte de rentabilité. Or les arbres, en particulier les plus jeunes en phase de croissance, absorbent le CO<sub>2</sub> et fixent le carbone dans le tronc et les racines. Les plantations d'agrumes de la commune de Valenciana sont ainsi responsables de la fixation nette annuelle de 800.000 à 900.000 tonnes de CO<sub>2</sub> (Iglesias *et al.*, 2012).

### 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 ?

Non

#### L'impact environnemental sera plus faible que l'impact économique

Compte tenu des informations disponibles, il n'est pas possible d'apporter une réponse précise sur tous les volets liés à l'impact environnemental (tant pour l'ON que pour les plantes-hôtes). La recherche bibliographique n'a permis d'identifier des études que sur l'impact de l'ON sur la flore microbienne du sol.

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

**N/A (non applicable), Minimale, mineure, modérée, majeure, très importante**

Au Portugal ou en Espagne l'utilisation actuelle de pesticides pour réduire les populations de *T. erythrae* (Cf. partie Gestion), si elle est opérationnelle, a déjà -et aura- un impact environnemental certain.

#### 3.2.2.4.3 Impact Social

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

En Inde et en Arabie Saoudite, il y a eu un fort déclin de l'industrie liée aux citrus à cause de la maladie (Halbert et Manjunath, 2004). Graça et Korsten (2004) mentionnent que des superficies de production, équivalentes à 20% des surfaces industrielles, ont été détruites en Afrique du sud.

Plusieurs études économiques ont été entreprises en Floride en comparant les années 2006/2007 à 2011/2012 (Hodges et Spreen, 2012 ; Hodges *et al.*, 2014 ; Spreen *et al.*, 2014). Hodges *et al.* (2014) rapportent un déclin des superficies de 750 000 acres (en 2000) à 476 000 acres en 2012-2013, ainsi qu'une réduction du volume de production de 58%. Mais les causes de mortalité des arbres ne sont pas seulement liées à la maladie du HLB. En effet cette région est parcourue par des phénomènes climatiques intenses (ouragans, gels) et d'autres maladies (comme le chancre des citrus) peuvent également affecter les arbres (Farnsworth *et al.*, 2014 ; Alvarez *et al.*, 2016). De plus, une certaine aire de culture a pu être convertie en zones urbaines. L'évaluation de l'impact économique, de manière globale ou au niveau des producteurs n'est ainsi pas toujours aisée à mesurer d'autant que les prix évoluent en même temps.

Les goûts des consommateurs évoluent, la relation entre la demande de ceux-ci et l'offre peut avoir un impact sur le coût des fruits frais et du jus (Baldwin *et al.*, 2014).

Plus de \$3.63 milliards de revenus et plus de 6 600 emplois ont été perdus en Floride entre 2006 et 2011 à cause de la maladie (Hodges et Spreen, 2012). Hodges *et al.* (2014) signalent 7513 emplois perdus, en comptant les emplois à temps partiel.

**minimale, mineure, modérée, majeure, très importante**

Niveau d'incertitude:	<b>Faible</b>	Modéré	Elevé
-----------------------	---------------	--------	-------

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

Le Tableau 28 précise, pour l'année 2017 et certains pays du monde, les données relevées dans le site de FAOSTAT de superficies et de production d'oranges dans les pays de la zone ARP

producteurs d'agrumes, ainsi que dans les pays du pourtour méditerranéen. Le Tableau 29 présente le même type de données pour les citrons et limes, d'autre part. Elles peuvent être comparées dans le même tableau aux valeurs répertoriées au Brésil et aux États-Unis d'Amérique.

**Tableau 28 : Superficies et production d'oranges dans la zone ARP pour 2017**

Pays	Superficie (ha)	Production (tonnes)
<b>Hors zone ARP</b>		
Brésil	631 686	17 459 908
Etats-Unis d'Amérique	214 440	4 615 760
<b>Zone ARP</b>		
Espagne	140 505	3 357 163
Italie	83 740	1 500 579
Grèce	29 600	961 000
Portugal	16 977	319 743
France	1 305	5 110
Chypre	1 298	30 352
Malte	57	892
Croatie	24	173
<b>Total Zone ARP</b>	<b>273 506</b>	<b>6 175 012</b>
<b>Pourtour méditerranéen</b>		
Egypte	119 581	3 013 758
Maroc	56 638	1 037 218
Turquie	51 340	1 950 000
Algérie	49 942	1 013 951
Syrie	28 431	795 455
Tunisie	11 023	126 016
Liban	6 725	159 642
Libye	5 007	50 382
Israël	4 260	89 898
Montenegro	940	9 199
Bosnie et Herzégovine	269	137
Albanie	220	9 130
Territoire Palestinien Occupé	193	4 621
<b>Total Pourtour méditerranéen</b>	<b>334 569</b>	<b>8 259 407</b>

Source : FAOSTAT

**Tableau 29 : Superficies et production de citrons et de limes dans la zone ARP pour 2017**

Pays	Superficie (ha)	Production (tonnes)
<b>Hors zone ARP</b>		
Brésil	48 073	1 292 798
Etats-Unis d'Amérique	21 970	803 770
<b>Zone ARP</b>		
Espagne	42 507	923 192
Italie	25 115	378 425
Grèce	4 000	85 000
Portugal	997	15 382
France	956	4 127
Chypre	468	8 113
Malte	25	357
Croatie	22	49
<b>Total Zone ARP</b>	<b>74 090</b>	<b>1 414 645</b>
<b>Pourtour méditerranéen</b>		
Turquie	32 428	1 007 133
Egypte	14 890	335 814
Syrie	8 157	179 766



Pays	Superficie (ha)	Production (tonnes)
Algérie	4 234	77 757
Liban	3 932	105 458
Tunisie	3 890	57 578
Maroc	3 077	40 114
Israël	2 370	74 808
Libye	2 092	21 639
Territoire Palestinien Occupé	763	12 305
Albanie	610	3 216
Bosnie et Herzegovine	1	5
<b>Total Pourtour méditerranéen</b>	<b>76 444</b>	<b>1 915 593</b>

Source : FAOSTAT

Compte-tenu des valeurs cumulées dans la zone ARP et des nombres d'emplois perdus déjà signalés dans les références publiées aux États-Unis, l'importance des dégâts sociaux apparaît majeure avec une incertitude faible.

Nota bene : les Tableaux 28 et 29 ne représentent qu'une partie extraite de l'ensemble de la production d'agrumes. Pour une évaluation plus précise des pertes socio-économiques, des emplois, il faudrait tenir compte de l'ensemble de la production des agrumes de chaque pays concerné. Par exemple en Espagne les orangers n'occupent qu'environ 48 % de la superficie cultivée en agrumes, les mandariniers représentant environ 40% et le reste de la production concernant les citrons et les pamplemousses.

minimale, mineure, modérée, majeure, très importante

Niveau d'incertitude:	Faible	Modéré	Elevé
-----------------------	--------	--------	-------

#### 3.2.2.4.4 Autres impacts économiques

Comme cela est noté dans l'introduction, l'évaluation des questions suivantes n'est pas forcément nécessaire si les réponses aux questions 6.04 et 6.05 sont "majeure" ou "très importante" et les réponses aux questions 6.06, 6.09 ou 6.11 est "majeur" ou "très important" ou "certain". Vous pouvez aller directement au point 6.15 à moins qu'une étude détaillée d'impact soit demandée ou que les réponses données à ces questions aient un niveau d'incertitude élevé.

Les réponses aux questions 6.04 et 6.05 étant respectivement "majeure" et "très importante" et les réponses aux questions 6.06 et 6.11 étant respectivement "très important" et "majeure", le GT a poursuivi l'ARP à partir de la question 6.15.

#### 3.2.2.4.5 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.**

Toutes les zones de production sont à risque d'impacts économiques et sociaux. L'incertitude modérée provient du fait qu'il existe une grande variabilité de situations de production (ex : la taille des exploitations est très variable et les espèces cultivées sont différentes ; Cf. Tableau 4 sur les surfaces de production d'agrumes par pays) et qu'une analyse économique fine est nécessaire. Toutes les zones impactées n'adopteront pas les mêmes stratégies de lutte et de contingence, ou

dans un temps différent (décalage) amenant à une hétérogénéité du développement de la maladie et donc des impacts différents selon les scénarios.

minimal, mineur, modéré, **majeur**, très important

<b>Niveau d'incertitude:</b>	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
------------------------------	---------------	---------------	--------------

D'une manière générale, les zones à risque sont les régions de la zone ARP qui sont productrices d'agrumes.

Cependant les préoccupations majeures actuelles concernent les régions déjà infestées par le psylle vecteur *Trioza erytreae* : la Galice, en Espagne, où la production d'agrumes se situe dans les jardins de particuliers et le Portugal où le suivi régulier des infestations a montré une progression rapide vers le sud (région de Lisbonne) en lien sans doute avec le transport des insectes établis sur des végétaux véhiculés par l'homme. L'essentiel de l'impact socio-économique se situera dans toutes les régions de production (plus de 300.000 ha d'agrumes en Espagne et aussi dans le sud de Portugal).

L'expérience acquise par l'observation des situations historiques de plusieurs pays montre qu'une fois qu'un vecteur est établi la maladie du HLB est diagnostiquée, à plus ou moins courte échéance.

Les impacts attendus au niveau des jardins privés seront relatifs si l'on considère les grands vergers de production présents en Espagne. Dans ces zones (et dans le futur) les impacts économiques, sociaux et environnementaux seront majeurs si le vecteur les atteint et si la maladie du HLB accompagne le vecteur.

En lien avec les échanges de matériel végétal (greffons, plants de Rutaceae) à l'intérieur de la zone ARP d'autres régions pourront être menacées dans le futur (Corse, Italie, Grèce, Chypre).

### 3.2.3 Conclusion de l'évaluation du risque phytosanitaire

#### Entrée

Les bactéries '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' (CLas), '*Candidatus Liberibacter africanus*' (CLaf), '*Candidatus Liberibacter americanus*' (CLam) sont responsables de la maladie du HLB. Elles sont véhiculées et transmises aux agrumes cultivés par des insectes vecteurs (psylles des espèces *Diaphorina citri* et *Trioza erythrae*) et expérimentalement par plusieurs espèces de plantes parasites du genre *Cuscuta*. La transmission de la maladie peut également se faire par greffage de greffons infectés ou à partir de porte greffes infectés. La probabilité d'entrée des CL spp. la plus élevée dans la zone ARP est celle de la filière des plants ou des greffons (F1 dans ce schéma). Si ces derniers proviennent de régions infectées et ne sont pas contrôlés par les procédures de quarantaine existantes, le risque de transfert de la maladie en vergers par plantation d'individus contaminés est élevé si des psylles vecteurs sont présents, avec une expression des symptômes augmentant avec le temps.

Les cuscutes, en tant que parasites obligatoires, ont également été prises en compte dans l'analyse des filières. Cependant, la filière plants et semences de *Cuscuta* spp. est écartée, l'entrée de cette espèce ne pourrait se faire que par contamination d'autres marchandises importées.

De manière globale, les filières les plus dangereuses sont celles pour lesquelles la réglementation est déjà mise en place. Les volumes importés par ces filières sont donc très faibles voire inexistantes mais des interceptions illégales sont quand même rapportées. Les filières les moins dangereuses sont celles pour lesquelles les flux de matériel végétal sont très importants (fruits). Les incertitudes les plus importantes portent sur les flux et les interceptions, notamment de matériel illégalement importé, ainsi que sur certains aspects de la biologie comme la survie des insectes lors du transport (la mention des interceptions ne précise généralement pas si les insectes trouvés sont vivants ou morts).

La probabilité globale d'entrée de HLB (combinaison des 8 filières d'entrée) a été jugée probable avec un niveau d'incertitude faible.

Le risque d'entrée dans la zone ARP de l'un des vecteurs non encore présent (*Diaphorina citri*) a été jugé probable avec un niveau d'incertitude modérée, la filière la plus à risque étant celle des plants importés (filières F5 – plants de *Citrus* - et F6 – plants de *Murraya paniculata*).

#### Établissement

L'évaluation de la probabilité d'établissement a pris en compte l'établissement du HLB direct et indirect, via les insectes vecteurs.

Les conditions climatiques de la zone d'établissement potentiel sont favorables à l'établissement du HLB. Par ailleurs, des symptômes difficilement identifiables et une longue période de latence de la maladie avant l'expression de ces derniers facilitent non seulement son entrée mais également son établissement (avant éradication) puis sa dissémination. Enfin, le HLB est largement établi dans de nouvelles zones hors de sa zone d'origine.

La probabilité globale d'établissement du HLB a donc été jugée élevée avec une incertitude faible.

Les conditions climatiques de la zone d'établissement potentiel sont également favorables aux insectes vecteurs du HLB, *D. citri* et *T. erythrae*. Selon les observations *D. citri* a une forte capacité d'établissement en dehors de sa zone d'origine et est en constante progression. *T. erythrae* s'est également largement établi dans de nouvelles zones, essentiellement en Afrique subsaharienne et sur des îles environnantes et, plus récemment, dans la péninsule ibérique (nord du Portugal et nord-ouest de l'Espagne).

La probabilité d'établissement des insectes vecteurs a été jugée élevée avec une incertitude faible.

## Dissémination

La vitesse de dissémination du HLB a été jugée élevée avec un niveau d'incertitude faible compte tenu de la vectorisation de la maladie par *D. citri* et *T. erythrae*. En effet, la vitesse de dissémination des insectes vecteurs est considérée élevée avec un niveau d'incertitude faible, la présence de plantes-hôtes et les conditions climatiques de la zone d'établissement potentiel étant favorables à ces deux insectes vecteurs.

Les cuscutes sont considérées pouvoir jouer un rôle jugé très faible dans la dissémination du HLB car l'incertitude est élevée sur les toutes conditions qui permettrait une infection des vergers malgré une vitesse de dissémination rapide des graines.

En revanche, il est plus difficile de déterminer i) la durée nécessaire pour que le HLB atteigne son étendue maximale dans la zone ARP et ii) la proportion de la zone d'établissement potentiel envahie par le HLB au bout de 5 ans compte tenu de la diversité des zones climatiques, de la présence des agrumes et de la période de latence pour l'expression de la maladie au sein de la zone ARP.

## Importance économique

Les impacts agro-socioéconomiques potentiels sont, en résumé : une perte importante de rendement, une diminution de la qualité des fruits et, à moyen terme, la mort des arbres, la perte de revenus et d'emplois. La coexistence de la maladie du HLB avec une autre maladie accentue leurs impacts négatifs et accélère nettement le dépérissement des arbres.

Les parties de la zone ARP les plus menacées couvrent toutes les régions productrices d'agrumes (sud du Portugal, sud et est de l'Espagne, Corse, sud de l'Italie, Sicile, Grèce, Croatie, Chypre, Malte).

## Conclusion générale de l'évaluation du risque phytosanitaire

Les bactéries CL spp. ('*Candidatus Liberibacter asiaticus*', '*Candidatus Liberibacter africanus*', '*Candidatus Liberibacter americanus*') sont responsables de la maladie du HLB. Elles sont véhiculées et transmises aux agrumes cultivés par le matériel végétal contaminé et des insectes vecteurs (psylles des espèces *Diaphorina citri* et *Trioza erythrae*). Elles peuvent également être transmises par certaines espèces de plantes parasites du groupe des cuscutes. Cependant, la filière liée aux cuscutes a été écartée de l'analyse de risque car l'entrée de cette espèce ne pourrait se faire que par contamination d'autres marchandises importées.

La transmission de la maladie peut également se faire par greffage de greffons infectés ou à partir de porte greffes infectés.

La probabilité globale d'entrée de HLB (combinaison des 8 filières d'entrée) a été jugée probable avec un niveau d'incertitude faible, même en tenant compte de la réglementation actuelle qui concerne pourtant les filières les plus dangereuses.

La probabilité d'entrée des CL spp. la plus élevée dans la zone ARP est celle de la filière des plants ou des greffons (filière F1). Le risque d'entrée dans la zone ARP de l'un des vecteurs non encore présent (*Diaphorina citri*) a été jugé probable avec un niveau d'incertitude modérée, la filière la plus à risque étant celle des plants importés (filières F5 – plants de *Citrus* - et F6 – plants de *Murraya paniculata*).

De manière globale, pour l'entrée, les filières les plus à risque sont celles pour lesquelles la réglementation est déjà mise en place. Les volumes importés par ces filières sont donc très faibles

voire inexistantes mais des interceptions (de végétaux destinés à la plantation) sont quand même rapportées. Les incertitudes les plus importantes portent sur les flux et les interceptions, notamment de matériel illégalement importé, ainsi que sur certains aspects de la biologie comme la survie des insectes lors du transport.

L'évaluation de la probabilité d'établissement a pris en compte l'établissement du HLB direct et indirect via les insectes vecteurs.

Les conditions climatiques de la zone d'établissement potentiel, la longue période de latence et des symptômes difficilement identifiables sont favorables à l'établissement du HLB. La probabilité globale d'établissement du HLB a donc été jugée élevée avec une incertitude faible.

Les conditions climatiques de la zone d'établissement potentiel sont également favorables aux insectes vecteurs du HLB, *D. citri* et *T. erythrae*. *D. citri* est très largement établi dans de nouvelles zones et en extension constante. *T. erythrae* est largement établi dans de nouvelles zones, notamment sur des îles environnantes de la zone ARP (sur les îles de Madère et des Canaries) et a été signalé plus récemment dans la péninsule ibérique (Portugal et en Galice, dans le nord-est de l'Espagne). La probabilité d'établissement des insectes vecteurs a été jugée élevée avec une incertitude faible.

La vitesse de dissémination du HLB a été jugée élevée avec un niveau d'incertitude faible compte tenu de la vectorisation de la maladie par *D. citri* et *T. erythrae*. En effet, la vitesse de dissémination des insectes vecteurs est considérée élevée avec un niveau d'incertitude faible, les conditions climatiques de la zone d'établissement potentiel étant favorables à ces deux insectes vecteurs.

Les impacts économiques potentiels affectant quantitativement et qualitativement la production ainsi que l'intégrité des vergers, sont jugés d'autant plus importants que l'ensemble des régions productrices d'agrumes de la zone ARP seront menacées.

### 3.3 Etape 3 : Gestion du risque phytosanitaire

#### 3.3.1 Acceptabilité du risque

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

**Non**

Le risque identifié dans l'étape d'évaluation phytosanitaire n'est pas acceptable car, dans le pire scénario, si la maladie parvenait à se développer dans la zone ARP, les vergers d'agrumes seraient menacés de disparition. Les impacts économiques et sociétaux seraient très importants et difficilement gérables. Le cas de la Corse en particulier, comme de toute source de matériel sain aujourd'hui, serait très préoccupant car fortement menacé.

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

**Oui**

Dans l'état actuel des connaissances, la dissémination naturelle des bactéries responsables du HLB ne peut se faire qu'avec deux espèces de psylles, insectes piqueurs-suceurs, et, de manière expérimentale à ce jour, par les cuscutes (plantes parasites). C'est donc la dissémination naturelle de ces organismes vecteurs qu'il conviendrait d'analyser.

Pour les cuscutes (Question 4.01), il a été démontré que des graines peuvent être transportées naturellement par les oiseaux. Mais ces graines ne sont pas actuellement reconnues comme porteuses des bactéries.

Dans le cas des insectes vecteurs (qui sont non seulement porteurs des bactéries mais les injectent aux plantes, provoquant ainsi la maladie), il convient de distinguer la dissémination naturelle des deux espèces de psylles car *Trizoa erythrae* est signalée dans la zone ARP à l'inverse de *Diaphorina citri*.

La dissémination naturelle par les insectes vecteurs est donc une des filières à considérer.

##### 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)

**Non**

Le vecteur de l'espèce *T. erythrae* est déjà présent dans la zone ARP.

Le vecteur de l'espèce *D. citri* ne risque pas d'entrer dans la zone ARP dans les 5 ans à venir. Concernant *D. citri*, son expansion dans le sud de l'Iran vers l'ouest (Bové, 2014), bien que région subdésertique avec des oasis, laisse penser qu'il pourrait atteindre un jour l'est de la Turquie et par là arriver dans la zone ARP. Mais la progression observée en Iran en direction de la Turquie est lente (Bové, 2014).

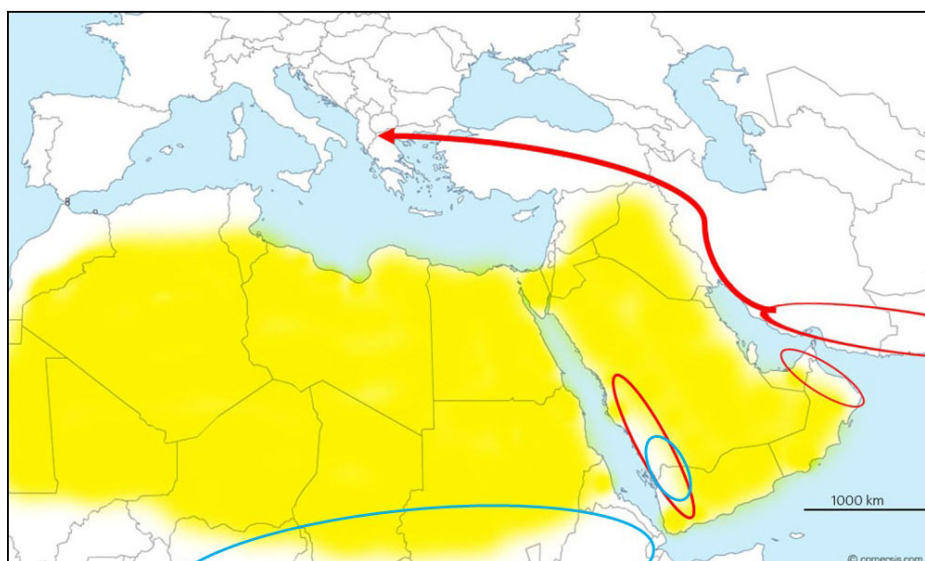
Dans le cas du vecteur de l'espèce *T. erythrae* sa présence dans la zone ARP est rapportée en Espagne sur des arbres présents dans les jardins de particuliers et au Portugal dans des vergers de production et sur des arbres présents dans les jardins de particuliers. Sa dissémination naturelle se poursuit actuellement au Portugal à l'échelle des « paroisses » (*freguesias*) comme le souligne la surveillance régulière effectuée (liste des paroisses rapportées dans des cartes émises par la DGAV, voir par exemple l'évolution entre les cartes de mai 2017 et mai 2018 (Figures 24 et 25)).



Sa dissémination naturelle vers les vergers des autres zones de production de la zone ARP sera probablement rendue difficile du fait de l'existence de zones peu favorables à sa survie (climats trop froids vers l'Est, trop chauds vers le Sud, absence d'agrumes ; voir Question 4.01). La vitesse de dissémination du vecteur est élevée dans les zones favorables.

L'entrée naturelle de *T. erythrae* dans d'autres pays de la zone ARP producteur d'agrumes par d'autres voies qu'un cheminement naturel depuis le Portugal est fonction de la proximité géographique des zones de production hors zone ARP et/ou de la présence de plantes-hôtes (absence de plantes-hôtes dans la région Occitanie par exemple). Elle semble actuellement très improbable (Figure 26).

L'entrée naturelle potentielle de l'autre espèce vectrice, *D. citri*, est également liée à sa présence dans les zones de production proches de la zone ARP. La Figure 26 montre le cheminement géographique théorique et les distances que ces deux insectes auraient à franchir pour une telle entrée.



**Figure 26 : Cheminement géographique théorique à parcourir par les insectes vecteurs (*Diaphorina citri*, *Trioza erythrae*) du HLB pour une entrée par voie naturelle**

Légende : zones cerclées en rouge : présence actuelle de *Diaphorina citri* ; zones cerclées de bleu : présence actuelle de *Trioza erythrae* ; zones désertiques en jaune

Il apparaît que les deux espèces ne pourraient remonter du Sud-Ouest de la péninsule arabique, où ils sont présents, vers le nord (Figure 26, à droite) car rencontrant un climat trop chaud et trop sec (Bové, 2014). Il en sera de même pour *T. erythrae* à partir du Soudan où l'insecte est signalé. Une nouvelle arrivée de cette espèce dans la zone ARP via le Maroc paraît plus plausible puisque ce vecteur est présent dans les îles Canaries, situées à une centaine de kilomètres des côtes marocaines (Bové, 2014). Toutefois, dans ce cas, le psylle n'est pas contaminant à ce jour dans ces îles. Il semble très difficile que des *T. erythrae* contaminés puissent arriver de façon naturelle d'Afrique subsaharienne à cause du désert du Sahara.

Les données recueillies indiquent que les filières principales d'entrée des insectes vecteurs sont très probablement celles qui sont liées au transport des végétaux ou parties de végétaux dans le cadre des activités humaines (commerce international, voyages).

#### 7.04 La dissémination naturelle est-elle la filière principale?

Non



La dissémination naturelle des CLspp. sans l'aide des organismes vecteurs n'est pas documentée. Elle est étroitement liée à la dissémination par les vecteurs.

Dans le cas des vecteurs, la dissémination naturelle ne pourrait être considérée comme une filière principale que dans le cas de vergers étendus sur de larges superficies dans la zone ARP avec une introduction d'un des vecteurs en bordure de la zone de production.

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

**Non**

L'entrée par dissémination naturelle ne pourrait pas être limitée ou empêchée par des mesures de lutte appliquées dans la zone d'origine car aucune mesure ne permet d'éliminer complètement les insectes vecteurs.

<b>Niveau d'incertitude:</b>	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Elevé</b>
------------------------------	---------------	---------------	--------------

L'analyse des mesures phytosanitaires pour les filières d'entrée identifiées, est étudiée dans les questions 7.10 à 7.12.

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

**Oui**

**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**

### 3.3.2 Mesures phytosanitaires existantes

#### 7.09 Si l'organisme nuisible est une plante, est-ce la marchandise en tant que telle?

Non pertinent

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

Les mesures phytosanitaires **techniques** et **réglementaires** actuellement recommandées ou déployées sont successivement abordées dans ce paragraphe.

#### *Mesures techniques*

##### **En dehors de la zone ARP**

L'ensemble des mesures phytosanitaires qui ont été expérimentées ou mises à disposition des producteurs dans les pays ont été listées en réponse à la question 6.04. L'efficacité et les limites de ces différentes options ont été caractérisées, mais pas uniquement pour l'étape d'introduction. Par exemple des traitements insecticides réguliers (tous les mois avec l'imidachlopride et tous les 15 jours avec le fenobucarb) ont limité fortement les populations de *D. citri* au Vietnam et ont ralenti en conséquence l'infestation par les bactéries sans l'empêcher totalement. Au bout de 2 ans, la prévalence du HLB était de 0.939 sur le témoin, 0.745 avec le fenobucarb et 0.239 avec l'imidachlopride (ralenti l'infestation) (Gatineau *et al.*, 2010). Dans certaines régions, des traitements à base d'antibiotiques sont mis en œuvre pour lutter contre le HLB directement (Boina et Bloomquist, 2015).

Aux États-Unis dans l'État du Texas la gestion actuelle est faite à trois niveaux : le pathogène lui-même, le vecteur et la gestion agronomique des vergers (M. Sétamou, comm. pers.). Dans cet État, 90% de la superficie cultivée en agrumes (pamplemousses, oranges) sont couverts par une gestion du vecteur par les producteurs. 70% de la superficie sont contrôlés par de grandes compagnies. 20% des superficies concernent la production individuelle suivie, 10% relèvent d'un statut non connu. Les mesures de gestion s'appliquent à tous les vergers.

- Les bactéries responsables du HLB

La maladie étant déjà présente au Texas seules des mesures de lutte après son introduction (donc curatives et non pas préventives) ont été étudiées. Il y a eu deux phases dans la gestion de la maladie dans cet État.

La première a consisté à éliminer les plants malades mais plus le nombre de plants éliminés augmentait, plus le nombre de détection de la maladie augmentait également. Par ailleurs, le seuil économique pour un producteur est égal à 15% de plants éliminés (au-delà, sa marge est négative). Il existe une corrélation positive entre le revenu et le niveau de production. La méthode d'arrachage n'est donc plus utilisée depuis 2015. Lors de la seconde phase des antibiotiques enregistrés/homologués en urgence par l'EPA (2016-2017) ont été appliqués. Le résultat s'est avéré sans effet sur la santé des plantes et sur le rendement en agrumes, la méthode a donc été abandonnée car il n'existe aucune donnée convaincante sur l'efficacité de cette méthode. Pour ce qui concerne les plants génétiquement modifiés il est observé qu'avec le temps, ils sont également infectés (Sétamou, comm. pers.). La lutte génétique avec des variétés résistantes pourrait sans doute être envisagée en se basant sur le fait que des arbres sains (non infectés) entourés de plants malades ont été observés.

Les méthodes de lutte actuelles visent plutôt les psylles vecteurs (*D. citri* présenté en exemple ci-après, Sétamou, comm. pers.) et la gestion agronomique des vergers.

- Le vecteur *D. citri* (Sétamou, audition, comm. pers.)

Les insecticides employés au Texas sont des néonicotinoïdes (imidacloprid, thiametoxan), des organophosphorés ou des combinaisons de ces produits. Les pyréthrinoïdes sont utilisés une seule fois afin d'éviter les effets secondaires sur les auxiliaires et la résistance. La période de traitement s'étend de février à octobre (période de développement des jeunes pousses). Pendant la période de dormance (d'octobre de l'année n à février de l'année n+1) deux (2) traitements sont appliqués (octobre et début février). Depuis août 2014, un troisième traitement est obligatoire contre *D. citri* fin août au début de la saison des pluies. En dehors de la période de dormance plusieurs traitements sont appliqués. Ces autres traitements sont facultatifs (et ciblent tous les ravageurs) et sont appliqués avant l'apparition des jeunes pousses. Par exemple, fin août 2014, le nombre de jeunes pousses étant élevé, un traitement préventif a été appliqué pour contrôler la population des adultes avant la ponte des œufs sur les jeunes pousses.

Des lâchers intensifs de coccinelles (achetées en Californie) sont utilisés d'avril à mai pour lutter contre des cochenilles mais il n'y a pas d'auxiliaire relâché spécifiquement contre le psylle. L'usage de filet en bordure de verger est anecdotique, le fait d'un seul agriculteur. La méthode de cultures associées (intercropping) avec le goyavier s'est avérée être un échec. Aucune réduction de la population de psylles n'a été observée. Des essais en laboratoire ont montré qu'il y avait le même nombre d'individus sur citrus que sur goyavier. Il n'existe pas à ce jour de phéromone ou de substance attractive dont l'effet soit démontré sur le psylle, la direction du vent a un effet bien plus important que les substances attractives. Selon M. Sétamou, au Texas, une proposition de méthode de lutte pourrait être basée sur l'utilisation d'une plante-piège comme *Murraya paniculata* (traitée par des néonicotinoïdes - qui ne seront pas autorisés dans la zone ARP) car *D. citri* est très attiré par cette plante et le pathogène y est détecté de façon transitoire.

Pour la gestion du vecteur dans les jardins des particuliers, la lutte biologique est envisagée car les jardins se trouvent en zone urbaine. Elle est basée sur l'utilisation de lâchers massifs de *Tamarixia radiata* et l'usage de dispositifs de type « attract&kill » (pièges jaunes accrochés aux arbres : matériel imbibé par insecticide bêta cyfluthrine + protecteur UV). De grandes variations de captures sont notées entre pièges jaunes avec des densités d'insectes plus élevés en bordure de champ. L'usage de champignons entomopathogènes se développe également (les insectes sont contaminés par des spores du champignon *Isaria fumosorosea* - entomovection).

- La gestion des vergers

Les engrais apportés par les producteurs (riches en éléments N, P, S) en traitement foliaire ou au sol ne permettent pas aux plants de guérir mais les arbres résistent mieux et peuvent produire des agrumes.

D'une manière globale l'efficacité des mesures techniques de lutte dans les pays de présence actuelle des vecteurs n'est pas complète.

## **Dans la zone ARP**

Les modalités de gestion recommandées actuellement dans les vergers d'agrumes ou chez les particuliers en possédant dans leurs jardins, au Portugal et en Espagne, pays où le psylle *T. erytraeae* est présent, sont indiquées dans les plans de confinement (DGAV, 2016, 2017 ; Ministerio de Agricultura, alimentacion y medio ambiente, 2015b). Mais dans le cas de *T. erytraeae*, les relevés réguliers de présence de l'insecte dans les zones infestées au Portugal montre la poursuite de la dissémination, naturelle ou par transport passager, malgré les mesures actuelles de lutte appliquées. La lutte chimique n'a jamais permis d'éradiquer *T. erytraeae* mais permet de réduire les populations (Cocuzza *et al.*, 2017).

Le GT n'a pas obtenu d'autres signalements de tels plans de confinement pour les autres pays producteurs d'agrumes de la zone ARP.

La mise en oeuvre de certaines des mesures techniques énoncées présentent parfois des contraintes.

Ainsi aujourd'hui les délais sont longs pour introduire des ennemis naturels exogènes (autorisations d'exportation (respect des protocoles de Rio et de Nagoya) et d'importation dans le pays (analyse de risques). Dans le cas de *D. citri* plusieurs espèces d'hyperparasites (Hyménoptères) sont signalés principalement en Asie, qui peuvent diminuer l'efficacité des parasitoïdes (Hoddle *et al.*, 2014 ; Bistline-East & Hoddle, 2016), d'où l'intérêt de bien « nettoyer » les souches des parasitoïdes que l'on souhaite importer (quarantaine).

Une mesure technique préconisée dans les plans de confinement est à conforter : elle concerne la production de matériel végétal sain dans des serres interdisant l'entrée de *T. erytraeae*. Le site Internet suivant est donné pour obtenir des informations utiles :

<https://www.freshfromflorida.com/Divisions-Offices/Plant-Industry/Business-Services/Registrations-and-Certifications/Growing-Citrus-in-Approved-Structures>.

### *Mesures réglementaires*

Les **3 filières jugées majeures** identifiées par le GT sont les filières **F1, F5 et F6**, à savoir :

- Filière F1 (HLB) : les plants et greffons de *Citrus* et, d'une manière **qui resterait à étudier de manière plus approfondie**, les plants de *Murraya paniculata*
- Filière F5 (pour les insectes vecteurs) : les plants de *Citrus spp.*
- Filière F6 (pour les insectes vecteurs) : les plants de *Murraya paniculata*

La réglementation pour les filières F1 et F5 stipule que : « Les importations de végétaux de *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus* ainsi que leurs hybrides, à l'exception des fruits et des semences, sont interdites dans les Etats membres à partir des pays tiers (Annexe III, partie A de la Directive 2000/29/CE, version consolidée au 01/04/2018). »

La réglementation pour les filières F1 et F6 rappelle que : « Dans le cas des végétaux du genre *Murraya* à l'exception des fruits, les importations originaires de pays tiers doivent répondre à une exigence particulière : constatation officielle que les végétaux sont originaires d'un pays connu exempt de *Candidatus Liberibacter spp.*, agent causal de la maladie du huanglongbing des agrumes (Annexe IV Partie A chapitre I de la Directive 2000/29/CE, version consolidée au 01/04/2018).

Dans le cas des végétaux du genre *Murraya*, à l'exception des fruits et des semences, les importations originaires de pays tiers doivent répondre à des exigences particulières : constatation officielle que

- les végétaux sont originaires d'un pays connu exempt de *Diaphorina citri*  
ou

- les végétaux sont originaires d'une zone exempte de *Diaphorina citri*, établie par l'organisation nationale de la protection des végétaux conformément aux normes internationales pour les mesures phytosanitaires pertinentes, et indiquée à la rubrique «Déclaration supplémentaire» sur les certificats visés dans la Directive

**ET**

- les végétaux sont originaires d'un pays où la présence de *Trioza erytreae* n'est pas connue ou
- les végétaux sont originaires d'une zone déclarée exempte de *Trioza erytreae* Del Guercio par l'organisation nationale de la protection des végétaux conformément aux normes internationales pour les mesures phytosanitaires pertinentes, et qui est mentionnée sur les certificats visés dans la Directive ou
- les végétaux ont été cultivés dans un lieu de production qui est enregistré et supervisé par l'organisation nationale de protection des végétaux dans le pays d'origine et où les végétaux sont placés dans un site faisant l'objet d'une protection physique complète contre l'introduction de *Trioza erytreae* et où, pendant la dernière période complète de végétation avant le déplacement, deux inspections officielles ont été réalisées à des moments opportuns et aucun signe de *Trioza erytreae* n'a été observé, tant sur le site que dans la zone environnante sur une largeur d'au moins 200 m. »

En Espagne par exemple les importations de matériel végétal des pays tiers sont seulement possibles à travers la Station Nationale de Quarantaine des agrumes de l'IVIA, financée par le Ministère d'Agriculture, où le matériel importé est soumis à un protocole strict de microgreffage et d'analyses pour démontrer l'absence de pathogènes connus.

Il est donc possible de dresser un tableau synthétique (Tableau 30) résumant les réponses aux questions 7.10, 7.11 et 7.12 pour chacune des trois filières F1, F5 et F6.

**Tableau 30 : Réponses aux questions relatives aux mesures phytosanitaires pour les 3 filières majeures (F1, F5 et F6)**

Questions	Filière		
	F1 (HLB)	F5 (pour les psylles)	F6 (pour les psylles)
7.10 : les mesures phytosanitaires peuvent-elles empêcher l'introduction de l'ON ?	Oui (niveau d'incertitude faible)	Oui (niveau d'incertitude faible)	Oui (niveau d'incertitude faible)
7.11 : est-il probable que les mesures changent dans un avenir proche ?	Non	Non	Non
7.12 : Concluez-vous qu'il faut envisager d'autres mesures ?	Non	Non	Non (la réglementation relative aux psylles pourrait être complétée)

**7.11 Est-il probable que les mesures changent dans un avenir proche ?**

Pas de jugement

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

Non

La réponse globale à cette question étant NON, les questions 7.14 à 7.29 relatives à l'identification d'options de gestion du risque et celles de 7.30 à 7.44 relatives à l'évaluation des options de gestion du risque n'ont pas été appliquées.

Les mesures réglementaires mises en œuvre pour toutes les filières, rappelée en début de paragraphe de chacune d'elle et à la question 7.10 dans cette analyse de risque, ont certainement permis de réduire le risque d'introduction de la maladie jusqu'à ce jour. En revanche, elles n'ont pas permis d'empêcher l'entrée et l'établissement d'au moins un insecte vecteur en Espagne et au Portugal. Elles doivent donc être renforcées.

Étant donné l'historique et l'ampleur du développement de cette maladie dans les divers pays où elle sévit, le risque d'introduction de la maladie ne peut en aucun cas relever d'un niveau « acceptable ». Les questions 7.31 et 7.32 ne sont pas applicables. Des mesures de vigilance extrême doivent être maintenues pour éviter l'entrée des vecteurs d'une part et l'entrée de végétaux ou parties de végétaux contaminés d'autre part.

Les réponses aux questions 7.34 à 7.44 du schéma initial d'ARP relevant d'une analyse fine de la situation économique des filières agrumes de chaque pays de la zone ARP et d'informations non disponibles au niveau du GT, ces questions ont été jugées non applicables et le lecteur est convié à se reporter directement aux recommandations faites dans les conclusions portant sur la gestion du risque phytosanitaire.

### 3.3.3 Conclusion de la Gestion du risque phytosanitaire

#### 3.3.3.1 Existence de manque de connaissances et d'incertitudes

Tout au long de l'analyse des incertitudes ont été identifiées en lien avec le manque de certaines connaissances. *A priori* les filières « semences » et « fruits frais non pédonculés » ne posent pas de problèmes particuliers. En effet la maladie n'est pas observée dans les plants provenant (éventuellement) de semences contaminées et les insectes vecteurs ne survivent pas dès lors que les distances entre zones de production et zones de transformation (ou consommation) sont éloignées.

Pour ces deux filières l'ARP australienne recommande néanmoins les mesures de gestions suivantes pour :

- *Semences* :
  - o un traitement thermique
  - o une stérilisation et une mise en quarantaine (24 mois) avec un criblage du pathogène et test PCR
- *Fruits (potentiellement porteurs de psylles)* :
  - o zone indemne de psylles de citrus
  - o approches de pré- et post-récolte pour s'assurer que les fruits ne sont pas infestés
  - o application d'un traitement des fruits efficace contre tous les stades du psylle.

Il existe une incertitude encore dans le cas de l'espèce *Murraya paniculata*, notamment en ce qui concerne l'entrée de la maladie par des plants destinés à la plantation qui proviendrait de zones contaminées par la maladie mais qui échapperaient au contrôle à l'entrée d'un pays de la zone ARP ou d'un pays européen importateur non producteur d'agrumes. Une interdiction totale de l'importation des plants et des feuillages frais des espèces du genre *Murraya* depuis les pays tiers serait un moyen supplémentaire de contrôle dont l'impact sur le commerce international n'est pas connu.

Un manque de connaissances a été identifié également sur la présence, dans la zone ARP, des plantes-hôtes potentielles, sauvages en particulier, de la maladie et de ses vecteurs. Des



observations régulières sur ces plantes serait à recommander, essentiellement de la famille des Rutacées. Une sensibilisation des associations d'amateurs ou de clubs de botanistes effectuant des relevés ou des observations (sciences participatives) pourrait être envisagée avec une centralisation des données.

Il n'y a que peu d'études fondamentales sur les sauts d'hôtes potentiels de *Candidatus Liberibacter* (CL) spp.. Des données suggèrent que la cuscute peut être un vecteur pouvant aggraver l'épidémie de HLB, soit en transmettant directement ou indirectement les CL spp. aux citrus, soit en introduisant de nouveaux CL chez les citrus. Spécifiquement dans la zone ARP, des travaux de transmission de CL spp. par les cuscutes à la tomate et au tabac, ainsi que le déclenchement de symptômes dans ces espèces, suggèrent un schéma possible d'acquisition de nouveau pathogène chez les citrus.

CL solanacearum (CLsol) trouvé dans la pomme de terre, ou une autre espèce, pourrait être transmis par la cuscute à l'oranger et déclencher des symptômes. Une fois dans les *Citrus* spp., CLsol pourrait être acquis et inoculé par *T. erytrae*, même si cela est très peu probable.

Des études dans ce sens ont été réalisées par un groupe de travail espagnol (Lopez, comm. pers.). Elles ont montré que la transmission de CLsol par la cuscute à partir de carottes infectées en direction du bigaradier, de la lime mexicaine et de l'oranger doux avait lieu (par PCR temps réel avec la méthode Teresani *et al.*, 2014) mais à court terme (maximum pendant 3 mois) ; et les arbres n'ont pas montré des symptômes. Une transmission par greffage à partir d'agrumes infectés ne semble pas avoir transmis CLsol. Dans ces études la transmission par *T. erytrae* ou *D citri* n'a pas été testée. Cependant, nous ne disposons que de très peu d'éléments sur le développement de plantes de cuscutes sur des citrus, notamment dans des vergers abandonnés, et donc peu d'informations tangibles sur la possibilité pratique de ce type de transfert de nouveaux pathogènes de type *Candidatus Liberibacter* vers les citrus.

Des études complémentaires sur le potentiel de transmission du HLB par les insectes identifiés comme porteurs (Cf. rapport N. Sauvion, rapport attaché) seraient souhaitables. Parmi ces insectes une espèce de cochenille très commune a été citée (*Ferrisia virgata*). Peu d'informations ont été collectées sur la présence de plantes-hôtes de *T. erytrae* dans les zones géographiques intermédiaires entre les zones de présence actuelle et les zones indemnes (en Espagne par exemple).

### 3.3.3.2 Réglementation

La réglementation existante doit être scrupuleusement respectée afin d'éviter les **importations illégales** de matériel infecté ou le non-respect de la procédure de quarantaine en cas de demande d'introduction de plants avec racines. L'origine du matériel végétal doit être connue, qu'il arrive directement dans un pays de la zone ARP producteur d'agrumes ou de manière transitoire via un pays européen non producteur d'agrumes.

L'adoption de mesures de quarantaine rigoureuses est extrêmement importante, en particulier pour les zones exemptes de psylle. Ces mesures représentent probablement les stratégies de prévention les plus efficaces pour le confinement des psylles, car leur expansion géographique dans les zones agrumicoles est principalement due aux activités humaines, notamment par le transport de plantes et de fruits fraîchement récoltés, des zones infestées aux zones non infestées (Cocuzza *et al.*, 2016).

Un renforcement des contrôles (marchandises, voyageurs) permettrait d'éviter l'importation des végétaux (plants, greffons,...) destinés à la plantation entrant dans la zone ARP.

Une incertitude forte subsistera toujours pour les zones déclarées libres de HLB et de ses vecteurs, notamment dans les pays producteurs d'agrumes ne disposant pas d'une forte capacité d'analyse et d'expertise par les ONPV. Une sensibilisation régulière et une formation des agents



de ces services est à recommander. Il faut également rappeler que la maladie pouvant avoir un impact sur le commerce, les déclarations officielles de sa présence, ou de celle de ses vecteurs peuvent être retardées. Les pays signataires de la CIPV sont normalement tenus de faire la déclaration de présence de la maladie ou de ses vecteurs dès que celle-ci est confirmée.

### 3.3.3.3 Proposition de mesures pour limiter la dissémination des vecteurs dans la zone ARP.

#### Mesures de surveillance

Des mesures de surveillance à l'intérieur des pays de la zone ARP non encore infestés (pourtour méditerranéen notamment) sont recommandées comme celles qui sont déjà pratiquées en Espagne et au Portugal, pays producteurs d'agrumes infestés par l'insecte vecteur *T. erythrae*. Un inventaire des mesures prévues anticipant l'arrivée des vecteurs ou leur confinement dans les pays producteurs d'agrumes - autres que l'Espagne et le Portugal- pourrait être fait (existence de plans de confinement).

En dehors de la zone actuellement infestée, les enquêtes sentinelles au niveau des particuliers sont souvent utilisées pour rechercher continuellement de nouvelles épidémies et les détecter le plus tôt possible (Hughes et Gottwald, 1999 ; Gottwald *et al.*, 2007 ; Gottwald, 2010) (Figure 27).

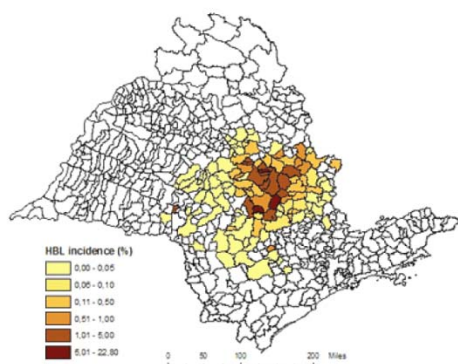


Fig. 31. Distribution and incidence of HLB in 123 municipalities of São Paulo State, Brazil as of March 2007. The incidence was calculated base on data from Official HLB Eradication Campaign (Fundecitrus)./P>

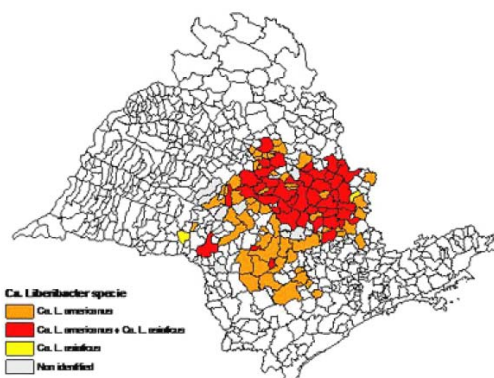


Fig. 32. Distribution of *Candidatus Liberibacter americanus* and *Ca. L. asiaticus* in São Paulo State, Brazil as of March 2007. The occurrence of each bacterial species was based on

### Figure 27 : Exemple de suivi de la distribution et de l'incidence du HLB et des bactéries responsables dans l'État de São Paulo, au Brésil

(Source : Gottwald *et al.*, 2007)

#### *Trioza erythrae*

La surveillance de l'expansion de cette espèce dans la péninsule ibérique est une mesure nécessaire déjà réalisée, notamment au Portugal.

L'interdiction du transfert rapide de matériel végétal frais, y compris des fruits, de zones infestées par l'insecte vers des zones indemnes est une mesure de nature à empêcher l'établissement de l'insecte dans ces zones indemnes.

Des recherches pourraient être développées sur l'intérêt de la mise en place de certaines plantes-hôtes de *T. erythrae* pouvant agir comme plante-piège/refuge dans les zones où ce vecteur est établi mais sans sous-évaluer le risque de multiplication non contrôlé de cet insecte.

*Diaphorina citri*

L'interdiction du transport de matériel végétal provenant de pays ou régions infestées est une mesure radicale pour éviter l'introduction de *D. citri*.

**Actions d'informations auprès des pépiniéristes**

Les plantes de la famille des Rutacées et, de manière plus globale, certaines espèces hôtes des vecteurs et de la maladie sont commercialisées sur Internet ou via les marchés de particuliers à particuliers. Il serait possible d'effectuer un recensement des pépiniéristes proposant la vente en ligne des espèces potentiellement hôte des psylles vecteurs afin de les informer du risque dans un second temps. L'impact de mesures encore plus drastiques (interdiction totale de commercialisation) pourrait être évalué.

**3.3.3.4 Autres recommandations**

Pour l'espèce *T. erythrae*, présente à Madère et aux Canaries mais non signalée dans l'archipel des Açores, une surveillance particulière pourrait être mise en oeuvre (si elle n'existe déjà) afin de vérifier régulièrement son absence aux Açores, d'une part, mais également son absence d'entrée depuis les Iles Canaries dans les pays du Maghreb producteurs d'agrumes, voire des autres pays du pourtour méditerranéen. Un réseau d'observations et une centralisation des données pourraient ainsi être envisagés comme cela est le cas pour d'autres ravageurs (criquets) du continent africain.

Cette surveillance des psylles de l'espèce *T. erythrae* en Afrique du Nord et aux Açores (via l'OEPP) pourrait se faire de manière plus générale pour toutes les îles à partir desquelles un transport de matériel de citrus pourrait être contaminé par les psylles. Pour *D. citri* une surveillance particulière pourrait être proposée (si elle n'est déjà réalisée par les ONPV concernés) dans la partie orientale du bassin méditerranéen, en particulier en Turquie, ou en Égypte, en lien avec la position géographique de ces pays.

La sensibilisation et l'information auprès des voyageurs et des pépiniéristes restent des mesures à prendre, en amont, avant l'introduction de matériel végétal.

Enfin les échanges officiels de matériel végétal à l'intérieur de la zone ARP mériteraient d'être mieux caractérisés, en particulier entre la Corse, l'Espagne et les autres zones de production de matériel garanti sain, car le GT n'a pas obtenu d'information sur ces échanges. Le cas des plantes ornementales hôtes potentielles des vecteurs pourrait être mis en exergue.

**Date de validation du rapport d'expertise collective par le groupe de travail : 16/01/2019**

**Date de validation du rapport d'expertise collective par le comité d'experts spécialisé :  
22/01/2019**

## 4 Bibliographie

### 4.1 Publications

#### 4.1.1 Articles scientifiques

Adkar-Purushothama, C. R., F. Quaglino, P. Casati, and P. A. Bianco. 2011. "Reverse transcription-duplex-polymerase chain reaction for simultaneous detection of Citrus tristeza virus and '*Candidatus Liberibacter*' from citrus plants." *Journal of Plant Diseases and Protection*, 117(6), 241-243.

Aksenov, A. A., A. Pasamontes, D. J. Peirano, W. Zhao, A. M. Dandekar, O. Fiehn, R. Ehsani, and C. E. Davis. 2014. "Detection of huanglongbing disease using differential mobility spectrometry." *Analytical Chemistry*, 86(5), 2481-2488. doi: 10.1021/ac403469y.

Albert, A., M., X. M. Belastegui-Macadam, M. Bleischwitz, and R. Kaldenhoff. 2008. "*Cuscuta* spp: 'Parasitic Plants in the Spotlight of Plant Physiology, Economy and Ecology,'" in *Progress in Botany*. (Lüttge *et al.*), 267–277. doi:10.1007/978-3-540-72954-9\_11.

Albrecht, U., and K. D. Bowman. 2009. "*Candidatus Liberibacter asiaticus* and Huanglongbing effects on Citrus seeds and seedlings." *HortScience*, 44(7), 1967-1973.

Albrecht, U., D. G. Hall, and K. D. Bowman. 2014. "Transmission efficiency of *Candidatus liberibacter asiaticus* and progression of huanglongbing disease in graftand psyllid-inoculated citrus." *HortScience*, 49(3), 367-377.

Alvarez, S., E. Rohrig, D. Solís, and M. H. Thomas. 2016. "Citrus greening disease (Huanglongbing) in Florida: Economic impact, management and the potential for biological control." *Agricultural Research*, 5(2), 109-118.

Ananthakrishnan, G., N. Choudhary, A. Roy, V. G. Sengoda, E. Postnikova, J. S. Hartung, A. L. Stone, V. D. Damsteegt, W. L. Schneider, J. E. Munyaneza, and R. H. Brlansky. 2013. "Development of primers and probes for genus and species specific detection of '*Candidatus Liberibacter* species' by real-time PCR." *Plant Disease*, 97(9), 1235-1243. doi: 10.1094/PDIS-12-12-1174-RE.

Arakawa, K., and K. Miyamoto. 2007. "Flight ability of Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera; Psyllidae), measured by a flight mill." *Research Bulletin of the Plant Protection Service Japan*, 43, 23-26.

Arenas-Arenas, F. J., N. Duran-Vila, J. Quinto, and Hervalejo, A. 2018. "Is the presence of *Trioza erytreae*, vector of huanglongbing disease, endangering the Mediterranean citrus industry? Survey of its population density and geographical spread over the last years." *Journal of Plant Pathology*, 100(3), 567-574. doi: 10.1007/s42161-018-0109-8.

Arratia-Castro, A. A., M. E. Santos-Cervantes, Á P. Arce-Leal, M. G. Espinoza-Mancillas, E. A. Rodríguez Negrete, J. Méndez-Lozano, Y. Arocha-Rosete, and N. E. Leyva-López. 2016. "Detection and quantification of '*Candidatus Phytoplasma asteris*' and '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' at early and late stages of Huanglongbing disease development." *Canadian Journal of Plant Pathology*, 38(4), 411-421. doi: 10.1080/07060661.2016.1243586.

Arteaga, H., T. P. Fera, and E. L. Schuenzel. 2011. "Current and future risk assessment of the spread of *Trioza erytreae* in citrus growing areas of North America." *Phytopathology*, 101(6).

- Ashihara, W. 2004. "Survival of asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama adults under winter temperature conditions in central and south Kyushu." *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 48(3), 207-211.
- Aubert, B. 2008. "Historical perspectives of HLB in Asia." Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing (Orlando, Florida, USA). 14-22.
- Aubert, B. 1993. "Citrus greening disease, a serious limiting factor for citriculture in Asia and Africa." Proceedings of the 4<sup>th</sup> Congress of the International Society of Citrus Nurserymen, South Africa. 134–142.
- Aubert, B. 1990. "Integrated activities for the control of huanglungbin-greening and its vector, *Diaphorina citri* Kuwayama in Asia." Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation (Chiang Mai, Thailand). 133-144.
- Aubert, B. 1987a. "*Trioza erytreae* (Del-Guercio) and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the 2 vectors of Citrus greening disease – biological aspects and possible control strategies." *Fruits*, 42(3), 149-162.
- Aubert, B., and X. Y. Hua. 1990. "Monitoring flight activity of *Diaphorina citri* on Citrus and *Murraya canopies*." Asia Pacific International Conference on citriculture (Chiang Mai, Thailand).
- Aubert, B., and S. Quilici. 1986. "Monitoring adult psyllas on yellow traps in Reunion Island." Proc. 10th Conference of the International Organization of Citrus Virologists (Valencia, Spain). 249-254.
- Aubert, B., M. Grisoni, M. Villemin, and G. Rossolin. 1996. "A case study of huanglongbing (greening) control in Reunion." Proceedings of the 13<sup>th</sup> Conference of the International Organization of Citrus Virologists (IOCV), University of California, Riverside.
- Aubert, B., J. M. Bové, and J. Etienne. 1980. "Control of greening disease of citrus in the islands of Reunion – results and outlook." *Fruits*, 35(10), 605-624.
- Avery, P. B., D. A. Pick, L. F. Aristizabal, J. Kerrigan, C. A. Powell, M. E. Rogers, and S. P. Arthurs. 2013. "Compatibility of *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae) Blastospores with Agricultural Chemicals Used for Management of the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae)." *Insects*, 4(4), 694-711.
- Avery, P. B., V. W. Wekesa, W. B. Hunter, D. G. Hall, C. L. McKenzie, L. S. Osborne, C. A. Powell, and M. E. Rogers. 2011. "Effects of the fungus *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae) on reduced feeding and mortality of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae)." *Biocontrol Science and Technology*, 21(9), 1065-1078.
- Badaracco, A., Redes, F. J., Preussler, C. A., and J. P., Agostini. 2017. "Citrus huanglongbing in Argentina: detection and phylogenetic studies of Candidatus Liberibacter asiaticus." *Australasian Plant Pathology*, 46, 171–175. doi: 10.1007/s13313-017-0473-4.
- Baldwin, E. A., J. Bai, A. Plotto, and M. A. Ritenour. 2014. "Citrus fruit quality assessment; producer and consumer perspectives." *Stewart Postharvest Review*, 10(2).
- Baldwin, E., A. Plotto, J. Manthey, G. McCollum, J. Bai, M. Irej, R. Cameron, and G. Luzio. 2010. "Effect of liberibacter infection (Huanglongbing disease) of citrus on orange fruit physiology and fruit/fruit juice quality: Chemical and physical analyses." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(2), 1247-1262. doi: 10.1021/jf9031958.
- Baños Díaz, H. L., I. M. Cabrera, H. R. Morell, A. S. Castro, R. C. Morejón, and M.M. Rivero. 2015. "Parámetros poblacionales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae) en condiciones naturales." *Revista de Protección*, 30(1), 30-39.

- Barman J. C., and X. Zeng. 2014. "Effect of guava leaf extract on citrus attractiveness to Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama." *Pakistan Journal of Zoology*, 46(4), 1117-1124.
- Barman J. C., S. A. Campbell, and X. Zeng. 2016. "Exposure to guava affects citrus olfactory cues and attractiveness to *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae)." *Environmental Entomology*, 45(3), 694-699.
- Barr, N. B., D. G. Hall, A. A. Weathersbee, R. Nguyen, P. Stansly, J. A. Qureshi, and F. Flores. 2009. "Comparison of Laboratory Colonies and Field Populations of *Tamarixia radiata*, an Ectoparasitoid of the Asian Citrus Psyllid, Using Internal Transcribed Spacer and Cytochrome Oxidase Subunit I DNA Sequences." *Journal of Economic Entomology*, 102(6), 2325-2332.
- Bassanezi, R. B., J. Belasque Jr, and L. H. Montesino. 2013. "Frequency of symptomatic trees removal in small citrus blocks on citrus huanglongbing epidemics." *Crop Protection*, 52, 72-77. doi: 10.1016/j.cropro.2013.05.012.
- Bassanezi, R. B., L. H. Montesino, M. C. G. Gasparoto, A. B. Filho, and L. Amorim. 2011. "Yield loss caused by huanglongbing in different sweet orange cultivars in São Paulo, Brazil." *European Journal of Plant Pathology*, 130(4), 577-586. doi: 10.1007/s10658-011-9779-1.
- Bassanezi, R. B., L. H. Montesino, E. S. Stuchi. 2009. "Effects of huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil." *European Journal of Plant Pathology*, 125(4), 565-572. doi: 10.1007/s10658-009-9506-3.
- Bassanezi, R. B., L. Amorim, L. H. Montesino, M. C. Gasparoto, and A. Bergamin. 2008. "Relationship between huanglongbing severity and reduction of yield in 'Valencia' orange." *Phytopathology*, 98(6): S19-S19.
- Beattie, G. A. C., P. Holford, D. J. Mabblerley, A. M. Haigh, and P. Broadbent. 2008. "On the origins of citrus, Huanglongbing, *Diaphorina citri* and *Trioza erytreae*." Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing. Florida Citrus Mutual, Orlando. pp. 25–57.
- Belasque, J. Jr., R. B. Bassanezi, P. T. Yamamoto, A. J. Ayres, A. Tachibana, A. R. Violante, A. Jr. Tank, F. Di Giorgi, F. E. A ; Tersj, G. M. Menezes, J. Dragone, R. H. Jr Jank, and J. M. Bové. 2010. "Lessons from Huanglongbing management in Sao Paulo State, Brazil". *Journal of Plant Pathology*, 92(2), 285-302.
- Beloti, V. H., G. R. Alves, H. D. Coletta, and P. T. Yamamoto. 2018. "The Asian Citrus Psyllid Host *Murraya koenigii* Is Immune to Citrus Huanglongbing Pathogen '*Candidatus* Liberibacter asiaticus'." *Phytopathology*, 108(9), 1089-1094.
- Bendix, C., and J. D. Lewis. 2016. "The enemy within: phloem-limited pathogens." *Molecular Plant Pathology*, 19, 238–254. doi:10.1111/mpp.12526.
- Bertolini, E., R. T. A. Felipe, A. V. Sauer, S. A. Lopes, A. Arilla, E. Vidal, F. A. A. Mourão Filho, W. M. C. Nunes, J. M. Bové, M. M. López, and M. Cambra. 2014. "Tissue-print and squash real-time PCR for direct detection of '*Candidatus* Liberibacter' species in citrus plants and psyllid vectors." *Plant Pathology*, 63(5), 1149-1158. doi: 10.1111/ppa.12197.
- Bhaskara, A. S., B. N. J. Ahmed, C. R. Adkar-Purushothama, M. N. N. Prasad, M. Y. Sreenivasa, and P. K. M. Maheshwar. 2013. "Evaluation of efficiency of hemi-nested PCR assay for the detection of '*Candidatus* Liberibacter' infecting citrus." *Journal of Plant Diseases and Protection*, 120(5-6), 189-193.
- Bistline-East, A., and M. S. Hoddle. 2016. "Biology of *Psyllaphycus diaphorinae* (Hymenoptera: Encyrtidae), a Hyperparasitoid of *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae)." *Annals of the Entomological Society of America*, 109(1), 22-28. doi: 10.1093/aesa/sav113.



- Blaustein, R. A., G. L. Lorca, and M. Teplitski. 2018. "Challenges for Managing *Candidatus Liberibacter* spp. (Huanglongbing Disease Pathogen): Current Control Measures and Future Directions." *Phytopathology*, 108, 424–435.
- Blaustein, R. A., G. L. Lorca, J. L. Meyer, C. F. Gonzalez, and M. Teplitski. 2017. "Defining the core citrus leaf- and root-associated microbiota: Factors associated with community structure and implications for managing huanglongbing (citrus greening) disease." *Applied and Environmental Microbiology*, 83(11). doi: 10.1128/AEM.00210-17.
- Boina, D. R., and J. R., Bloomquist. 2015. "Chemical control of the Asian citrus psyllid and of huanglongbing disease in citrus." *Pest Management Science*, 71(6), 808-823.
- Boina, D. R., W. L. Meyer, E. O. Onagbola, and L. L. Stelinski. 2009. "Quantifying dispersal of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) by immunomarking and potential impact of unmanaged groves on commercial citrus management." *Environmental Entomology*, 38(4), 1250-1258.
- Borad, P. K., M. J. Patel, N. M. Vaghela, B. H. Patel, M. G. Patel, B. H. Patel, and J. R. Patel. 2001. "Evaluation of some botanicals against citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella*) and psylla (*Diaphorina citri*) on kagzilime (*Citrus aurantifolia*)." *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 71(3), 177-179.
- Bové, J. M., 2014. "Heat-tolerant Asian HLB meets heat-sensitive African HLB in the Arabian Peninsula! Why?" *Journal of Citrus Pathology*, 1(1), 7–37.
- Bové, J. M. 2013. "Heat-tolerant Asian HLB meets heat-sensitive African HLB on the Arabian Peninsula. Why?" *3rd International Research Conference on HLB* (Orlando, FL, USA).
- Bové, J. M., 2006. "Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of Citrus." *Journal of Plant Pathology*, 88, 7-37.
- Bové, J. M., and M. Garnier. 2003. "Phloem-and xylem-restricted plant pathogenic bacteria." *Plant Science*, 164(3), 423-438. doi: 10.1016/s0168-9452(03)00033-5.
- Bové, J. M., and M. Garnier. 1984. "Citrus Greening and Psylla vectors of the disease in the Arabian Peninsula." *9<sup>th</sup> International Organization of Citrus Virologists Conference*, 109-114.
- Bowman, K. D., and G. McCollum. 2015. "Five new citrus rootstocks with improved tolerance to huanglongbing." *HortScience*, 50, 1731-1734.
- Bowman, K. D., L. Faulkner, and M. Kesinger. 2016a. "New citrus rootstocks released by USDA 2001-2010: Field performance and nursery characteristics." *HortScience*, 51, 1208-1214.
- Bowman, K. D., G. McCollum, and U. Albrecht. 2016b. "Performance of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) on 17 rootstocks in a trial severely affected by huanglongbing." *Scientia Horticulturae*, 201, 355–361.
- Boykin, L. M., P. De Barro, D. G. Hall, W. B. Hunter, C. L. McKenzie, C. A. Powell, and R. G. Shatters Jr. 2012. "Overview of worldwide diversity of *Diaphorina citri* Kuwayama mitochondrial cytochrome oxidase 1 haplotypes: Two Old World lineages and a New World invasion." *Bulletin of Entomological Research*, 102(5), 573-582. doi: 10.1017/S0007485312000181.
- Brlansky, R. H., and M. E. Rogers. 2007. "Citrus huanglongbing: understanding the vector-pathogen interaction for disease management." *Plant Health Progress*. doi: 10.1094/APSnetFeature-2007-1207.
- Brown, S. E., A. P. Oberheim, A. Barrett, and W. A. McLaughlin. 2014. "First Report of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' associated with huanglongbing in the weeds *Cleome rutidosperma*, *Pisonia aculeata* and *Trichostigma octandrum* in Jamaica." *Journal of Citrus Pathology*, 1(1), 257-258.



- Cabrera, R. I., C. González, D. Hernández, and J. L. Rodríguez. 2004. "Presencia del hongo *Hirsutella citriformis* Speare sobre *Diaphorina citri* Kuw. (Homoptera: Psyllidae) en los cítricos de Cuba." *Revista de Protección Vegetal*, 17(3): 199 pp.
- Capoor, S. P., D. G. Rao, and S. M. Viswanath. 1967. "*Diaphorina citri* Kuw, a vector of Greeningdisease of Citrus in India." *Indian Journal of Agricultural Science*, 37, 572-576.
- Carvalho, J. P. de, and A. M. F. Aguiar. 1997. " Pragas dos citrinos na Ilha da Madeira." SRAFP/DRA, Madeira, 83-91.
- Casique-Valdes, R., B. M. Sanchez-Lara, J. Ek-Maas, C. Hernandez-Guerra, M. Bidochka, L. Guizar-Guzman, J. I. Lopez-Arroyo, and S. R. Sanchez-Pena. 2015. "Field Trial of Aqueous and Emulsion Preparations of Entomopathogenic Fungi Against the Asian Citrus Psyllid (Hemiptera: Liviidae) in a Lime Orchard in Mexico." *Journal of Entomological Science*, 50(1), 79-87.
- Casique-Valdes, R., A. Y. Reyes-Martinez, S. R. Sanchez-Pena, M. J. Bidochka, and J. I. Lopez-Arroyo. 2011. "Pathogenicity of *Hirsutella citriformis* (Ascomycota : Cordycipitaceae) to *Diaphorina citri* (Hemiptera : Psyllidae) and *Bactericera cockerelli* (Hemiptera : Triozidae)." *Florida Entomologist*, 94(3), 703-705.
- Catling, H. D. 1973. "Results of a survey for psyllid vectors of citrus greening disease in Réunion." *FAO Plant Protection Bulletin*, 21: 78-82.
- Catling, H. D. 1972. "Factors regulating populations of psyllid vectors of greening." p. 51-57. In: Proceedings of the 5<sup>th</sup> Conference of the International Organization of Citrus Virologists (IOCV)., University of California.
- Catling, H. D., and D. P. Annecke. 1968. "Ecology of citrus psylla in the Letaba district of northern Transvaal." *South of Africa Citrus Journal*, 410, 17.
- Cellier, G., A. Moreau, N. Cassam, B. Hostachy, P. Ryckewaert, L. Aurela, R. Picard, K. Lombion, and A. L. Rioualec. 2014. "First Report of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' Associated with Huanglongbing on *Citrus latifolia* in Martinique and Guadeloupe, French West Indies." *Plant Disease*, 98(5). doi: 10.1094/pdis-08-13-0879-pdn.
- Chen, Q. B. 1943. "A report of a study on yellow shoot of citrusin Chaoshan". *Quarterly Bulletin of New Agriculture*, 3,142-175.
- Chen, X., and P. A. Stansly. 2014. "Biology of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoid of the citrus greening disease vector *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psylloidea): A mini review." *Florida Entomologist*, 97(4), 1404-1413. doi: 10.1653/024.097.0415.
- Chen, H., G. McCollum, E. Baldwin, and J. Bai. 2016a. "Impacts of huanglongbing symptom severity on fruit detachment force and mechanical properties of sweet oranges (*Citrus sinensis*)." *HortScience*, 51(4), 356-361.
- Chen, X., S. W. K. Wong, and P. A. Stansly. 2016b. "Functional Response of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) to Densities of Its Host, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psylloidea)." *Annals of the Entomological Society of America*, 109(3), 432-437. doi: 10.1093/aesa/saw018.
- Chong, J. H., A. L. Roda, and C. M. Mannion. 2010. "Density and natural enemies of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae), in the residential landscape of Southern Florida". *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 27(1), 33-49. doi: 10.3954/11-05.1
- Chow, A. C., A. Dunlap, M. A. Jackson, D. Flores, J. M. Patt, and M. Sétamou. 2016. "Oviposition Behavior and Survival of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae), an Ectoparasitoid of the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), on Hosts Exposed to an Entomopathogenic Fungus, *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae), Under Laboratory Conditions." *Journal of Economic Entomology*, 109(5), 1995-2005.

- Cocuzza, G. E. M., U. Alberto, E. Hernández-Suárez, F. Siverio, S. Di Silvestro, A. Tena, and C. Rapisarda. 2017. "A review on *Trioza erytreae* (African citrus psyllid), now in mainland Europe, and its potential risk as vector of huanglongbing (HLB) in citrus." *Journal of Pest Science*, 90(1), 1-17.
- Coletta-Filho, H. D., E. F. Carlos, K. C. S. Alves, M. A. R. Pereira, R. L. Boscariol-Camargo, A. A. de Souza, and M. A. Machado. 2009. "In planta multiplication and graft transmission of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' revealed by Real-Time PCR." *European Journal of Plant Pathology*, 126(1), 53-60. doi: 10.1007/s10658-009-9523-2.
- Conceschi, M. R., C. P. D'Alessandro, R. A. Moral, C. G. B. Demétrio, and I. D. Júnior. 2016. "Transmission potential of the entomopathogenic fungi *Isaria fumosorosea* and *Beauveria bassiana* from sporulated cadavers of *Diaphorina citri* and *Toxoptera citricida* to uninfected *D. citri* adults." *BioControl*, 61(5), 567-577.
- Cortez-Mondaca, E., N. E. Lugo Angulo, J. Pérez Márquez, and M. A. Apodaca Sánchez. 2011. "First report of natural enemies and parasitism of *Diaphorina citri* Kuwayama en Sinaloa, México." *Revista Científica UDO Agrícola*, 11(1), 97-103.
- Costea, M., S. Stefanovic, M. A. García, S. De La Cruz, M. L. Casazza, and A. J. Green. 2016. "Waterfowl endozoochory: An overlooked long-distance dispersal mode for *Cuscuta* (dodder)." *American Journal of Botany*, 103(5), 957-962.
- Costea, M., M. A. García, S. Stefanović. 2015. "A Phylogenetically Based Infrageneric Classification of the Parasitic Plant Genus *Cuscuta* (Dodders, Convolvulaceae)." *Systematic Botany*, 40, 269-285.
- Coy, M. R., M. Hoffmann, H. N. Kingdom Gibbard, E. H. Kuhns, K. S. Pelz-Stelinski, and L. L. Stelinski. 2014. "Nested-quantitative PCR approach with improved sensitivity for the detection of low titer levels of *Candidatus Liberibacter asiaticus* in the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama." *Journal of Microbiological Methods*, 102, 15-22. doi: 10.1016/j.mimet.2014.04.007.
- Da, X., S. Ren, Y. Zhou, S. Ren, and B. Qiu. 2014. "Advances in Biological Control of Citrus Psyllid *Diaphorina citri*, a Vector Insect of Citrus Huanglongbing Disease." *Chinese Journal of Biological Control*, 30(3), 414-419.
- Dagulo, L., M. D. Danyluk, T. M. Spann, M. F. Valim, R. Goodrich-Schneider, C. Sims, and R. Rouseff. 2010. "Chemical Characterization of Orange Juice from Trees Infected with Citrus Greening (Huanglongbing)." *Journal of Food Science*, 75(2), C199-C207. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01495.x.
- Dala-Paula, B. M., A. Plotto, J. Bai, J. A. Manthey, E. A. Baldwin, R. S. Ferrarezi, and M. B. A. Gloria. 2019. "Effect of Huanglongbing or Greening Disease on Orange Juice Quality, a Review." *Frontiers in Plant Science*. doi: 10.3389/fpls.2018.01976.
- Damsteegt, V. D., E. N. Postnikova, A. L. Stone, M. Kuhlmann, C. Wilson, A. Sechler, N. W. Schaad, R. H. Brlansky, and W. L. Schneider. 2010. " *Murraya paniculata* and related species as potential hosts and inoculum reservoirs of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*', causal agent of huanglongbing." *Plant Disease*, 94(5), 528-533.
- De León, J. H., M. Sétamou, G. A. Gastaminza, J. Buenahora, S. Cáceres, P. T. Yamamoto, J. P. Bouvet, and G. A. Logarzo. 2011. "Two separate introductions of Asian citrus psyllid populations found in the American continents." *Annals of the Entomological Society of America*, 104(6), 1392-1398. doi: 10.1603/AN11086.
- Del Guercio, G. 1918. "Note ed osservazione di entomologia agrarian. Il cecidio delle foglie del limone ed il suo cicidoozo in Eritrea." *Agricoltura coloniale*, 167-169.
- Deng, X., S. Lopes, X. Wang, X. Sun, D. Jones, M. Irely, E. Civerolo, and J. Chen. 2014. "Characterization of '*Candidatus Liberibacter Asiaticus*' Populations by Double-Locus Analyses." *Current Microbiology*, 69, 554-560.

- Ding, F., C. Paul, R. Bransky, and J. S. Hartung. 2017. "Immune Tissue Print and Immune Capture-PCR for Diagnosis and Detection of *Candidatus Liberibacter Asiaticus*." *Scientific Reports*, 7. doi: 10.1038/srep46467.
- Ding, F., Y. Duan, C. Paul, R. H. Bransky, and J. S. Hartung. 2015. "Localization and Distribution of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' in citrus and periwinkle by direct tissue blot immuno assay with an anti-ompa polyclonal antibody." *PLoS ONE*, 10(5). doi: 10.1371/journal.pone.0123939.
- Donnua, S., A. Paradornuwat, S. Chowpongpan, and N. Thaveechai. 2012. "Comparison between single and duplex conventional PCR for detection of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the causal agent of citrus Huanglongbing disease in Thailand." *Crop Protection*, 41, 128-133. doi: 10.1016/j.cropro.2012.04.030.
- Donovan, N., K. Dorji, L. Wangdi, and G. Sanderson. 2016. "A supply of healthy germplasm is the key to survival of the Bhutanese citrus industry." *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 14(3-4), 23-28.
- Duan, Y. P., L. Zhou, D. G. Hall, W. Li, H. Doddapaneni, H. Lin, L. Liu, C. M. Vahling, D. W. Gabriel, K. P. Williams, A. Dickerman, Y. Sun, and T. Gottwald. 2009. "Complete genome sequence of citrus huanglongbing bacterium, '*Candidatus liberibacter asiaticus*' obtained through metagenomics." *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 22(8), 1011-1020.
- Duan, Y. P., T. Gottwald, L. J. Zhou, and D. W. Gabriel. 2008. "First Report of Dodder Transmission of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' to Tomato (*Lycopersicon esculentum*)." *Plant Disease*, 92, 831-831.
- Duran-Vila, N., and J. M. Bové. 2015. "Citrus HLB is an emerging disease transmitted by psyllid vectors. Can it be prevented? If not, can it be managed?" *CIHEAM*, 33, 9 pp.
- Duran-Vila, N., J. D. Janse, X. Foissac, P. Melgarejo, and J. M. Bové. 2014. "Addressing the threat of huanglongbing in the mediterranean region: A challenge to save the citrus industry." *Journal of Plant Pathology*, 96(4), S4.3-S4.8.
- Dutt, M., Barthe, G., Irey, M., and J. Grosser. 2015. "Transgenic citrus expressing an arabidopsis NPR1 gene exhibit enhanced resistance against Huanglongbing (HLB; Citrus greening)." *PLoS ONE*, 10. doi:10.1371/journal.pone.0137134.
- Ebert, T. A., E. A. Backus, H. J. Shugart, and M. E. Rogers. 2018. "Behavioral Plasticity in Probing by *Diaphorina citri* (Hemiptera, Liviidae): Ingestion from Phloem Versus Xylem is Influenced by Leaf Age and Surface." *Journal of Insect Behavior*, 31(2), 119-137.
- El-Shesheny, I., F. Hijaz, I. El-Hawary, I. Mesbah, and N. Killiny. 2016. "Impact of different temperatures on survival and energy metabolism in the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama." *Comparative Biochemistry and Physiology -Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 192, 28-37. doi: 10.1016/j.cbpa.2015.11.013.
- EPPO. 2014. " '*Candidatus Liberibacter africanus*', '*Candidatus Liberibacter americanus*' and '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' PM 7/121". *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 44(3), 376-389.
- Etienne, J., and B. Aubert. 1980. "Biological control of psyllid vectors of greening disease on Reunion Island." *Proceedings of the 8th Conference of the International Organization of Citrus Virologists*, 118-121.
- Etienne, J., S. Quilici, D. Marival and A. Franck. 2001. "Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadeloupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae)." *Fruits*, 56(5), 307-315. doi: 10.1051/fruits:2001131
- Evans, E. A., F. H. Ballen, and J. H. Crane. 2014. "Economic potential of producing Tahiti Limes in Southern Florida in the presence of Citrus canker and Citrus greening." *HortTechnology*, 24(1), 99-106.

- Fan, G.-C., Z. J. Cai, Q. Y. Weng, Ke, B. Liu, L. J. Zhou, and Y.-P. Duan. 2011. "First report of a new host (*Pithecellobium lucidum* Benth) of the citrus huanglongbing bacterium, *Candidatus Liberibacter asiaticus*." in: 2<sup>nd</sup> International Research Conference on Huanglongbing. Orlando, FL, page 137.
- Farnsworth, D., K. A. Grogan, A. H. C. van Bruggen, and C. B. Moss. 2014. "The potential economic cost and response to greening in Florida citrus." *Choices*, 29(3).
- Fernández-Zamudio, M. A. 2016. "Importancia de los costes fijos y de oportunidad en la rentabilidad de las explotaciones cítricas." *Levante Agrícola*, 212-221.
- Fineblum, W. L., and M. D. Rausher. 1995. "Tradeoff between resistance and tolerance to herbivore damage in a morning glory." *Nature*, 377, 517. doi: 10.1038/377517a0.
- Fleites, L. A., M. Jain, S. Zhang, and D. W. Gabriel. 2014. " "*Candidatus Liberibacter asiaticus*" Prophage Late Genes May Limit Host Range and Culturability." *Applied and Environmental Microbiology*, 80, 6023-6030. doi: 10.1128/AEM.01958-14.
- Flores, D., and M. Ciomperlik. 2017. "Biological Control Using the Ectoparasitoid, *Tamarixia radiata*, against the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri*, in the Lower Rio Grande Valley of Texas." *Southwestern Entomologist*, 42(1), 49-59. doi: 10.3958/059.042.0105.
- Fonseca, O., N. Valera and C. Vásquez. 2007. "Report and life cycle of *Diaphorina citri* kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) on three host plant species in Lara state, Venezuela." *Entomotropica*, 22(3), 145-152.
- Francischini, F. J. B., K. D. S. Oliveira, G. Astúa-Monge, A. Novelli, R. Lorenzino, C. Matioli, E. Kemper, A. C. R. Da Silva, and E. W. Kitajima. 2007. "First Report on the Transmission of '*Candidatus Liberibacter americanus*' from Citrus to *Nicotiana tabacum* cv. Xanthi. " *Plant Disease*, 91, 631-631.
- Fried, G., and J.-M. Tison. 2014. "Redécouverte de *Cuscuta monogyna* Vahl (Convolvulaceae) dans l'Hérault et discussion sur le statut de l'espèce en France." *Biocosme mésogéen*, Nice, 31(1), 5-23.
- Fujikawa, T., and T. Iwanami. 2012. "Sensitive and robust detection of citrus greening (huanglongbing) bacterium "*Candidatus Liberibacter asiaticus*" by DNA amplification with new 16S rDNA-specific primers." *Molecular and Cellular Probes*, 26(5), 194-197. doi: 10.1016/j.mcp.2012.06.001.
- Fujikawa, T., S. I. Miyata, and T. Iwanami. 2013. "Convenient Detection of the Citrus Greening (Huanglongbing) Bacterium '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' by Direct PCR from the Midrib Extract." *PLoS ONE*, 8(2). doi: 10.1371/journal.pone.0057011.
- García, Y., Y. P. Ramos, P. A. Sotelo, and T. Kondo. 2016. "Biology of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) under glass house conditions in Palmira, Colombia." *Revista Colombiana de Entomología*, 42(1), 36-42.
- Garnier, M., and Bové, J., 1983. "Transmission of the organism associated with Citrus greening disease from sweet orange to periwinkle by dodder." *Phytopathology*, 73, 1358-1363.
- Garnier, M., S. Jagoueix-Eveillard, P. R. Cronje, H. F. Le Roux, and J. M. Bove. 2000. "Genomic characterization of a liberibacter present in an ornamental rutaceous tree, *Calodendrum capense*, in the Western Cape Province of South Africa. Proposal of '*Candidatus Liberibacter africanus* subsp. *capensis*'." *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 50(Pt 6), 2119-2125. doi: 10.1099/00207713-50-6-2119.
- Gasparoto, M. C. G., H. D. Coletta-Filho, R. B. Bassanezi, S. A. Lopes, S. A. Lourenço, and L. Amorim. 2012. "Influence of temperature on infection and establishment of '*Candidatus*



- Liberibacter americanus' and 'Candidatus Liberibacter asiaticus' in citrus plants." *Plant Pathology*, 61(4), 658-664. doi: 10.1111/j.1365-3059.2011.02569.x.
- Gatineau F., F. Bonnot, T. T. Hong Yen, D. H. Tuan, N. D. Tuyen, and N. T. Ngoc Truc. 2010. "Effects of imidacloprid and fenobucarb on the dynamics of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama and on the incidence of *Candidatus Liberibacter asiaticus*." *Fruits*, 65(4), 209-220. doi: 10.1051/fruits/2010017.
- Ghosh, D. K., S. Bhose, A. Warghane, M. Motghare, A. K. Sharma, A. K. Dhar, and S. Gowda. 2016. "Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) based method for rapid and sensitive detection of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' in citrus and the psyllid vector, *Diaphorina citri* Kuwayama." *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 25(2), 219-223. doi: 10.1007/s13562-015-0332-8.
- Gonzalez-Hernandez, A. 2003. "*Trioza erytrae* (Del Guercio 1918): nueva plaga de los citricos en Canarias." *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 153, 112-118.
- Gottwald, T. R. 2010. "Current epidemiological understanding of citrus huanglongbing." *Annual Review of Phytopathology*, 48, 119-139.
- Gottwald, T. R., D. G. Hall, A. B. Kriss, E. K. Salinas, P. E. Parker, G. A. C. Beattie, and M. C. Nguyen. 2014. "Orchard and nursery dynamics of the effect of interplanting citrus with guava for huanglongbing, vector, and disease management." *Crop Protection*, 64, 93-103. doi: 10.1016/j.cropro.2014.06.009
- Gottwald, T. R., J. V. da Graça, and R. Bassanezi. 2007. "Citrus Huanglongbing: the pathogen and its impact." *Plant Health Progress*. doi: 10.1094/PHP-2007-0906-01-RV.
- Graça, J. V. da, 1991. "Citrus greening disease." *Annual review of phytopathology*, 29, 109-136.
- Graça, J. V. da, and L. Korsten. 2004. "Citrus huanglongbing: review, present status and future strategies." In: *Diseases of fruits and vegetables*, Volume I, S.A.M.H. Naqvi (Ed.), 229-245.
- Graça, J. V. da, G. W. Douhan, S. E. Halbert, M. L. Keremane, R. F. Lee, G. Vidalakis, and H. Zhao. 2015. "Huanglongbing: An overview of a complex pathosystem ravaging the world's citrus." *Journal of Integrative Plant Biology*, 58, 373-387. doi: 10.1111/jipb.12437.
- Graham, J. H., E. G. Johnson, T. R. Gottwald, and M. S. Irey. 2013. "Presymptomatic fibrous root decline in citrus trees caused by huanglongbing and potential interaction with *Phytophthora* spp." *Plant Disease*. 97(9), 1195-1199.
- Grafton-Cardwell, E. E., L. L. Stelinski, and P. A. Stansly. 2013. "Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the huanglongbing pathogens." *Annual Review of Entomology*, 58, 413-432. doi: 10.1146/annurev-ento-120811-153542.
- Green, G. C., and H. D. Catling. 1971. "Weather-induced mortality of the citrus psylla, *Trioza erytrae* (Del Guercio) (homoptera: psyllidae), a vector of greening virus, in some citrus producing areas of Southern Africa." *Agricultural Meteorology*, 8, 305-317. doi: 10.1016/0002-1571(71)90118-X.
- Grosser, J. W., F. G. Gmitter, Jr., and W.S. Castle. 2016. "Breeding citrus rootstocks to mitigate Huanglongbing (HLB, or citrus greening disease)." *Acta Horticulturae*. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1127.15.
- Guizar-Guzman, L., and S. R. Sanchez-Peña. 2013. "Infection by *Entomophthora* sensu stricto (Entomophthoromycota: Entomophthorales) in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) in Veracruz, Mexico." *Florida Entomologist*, 96(2), 624-627.
- Gutierrez, A. P., and L. Ponti, 2013. "Prospective analysis of the geographic distribution and relative abundance of asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae) and citrus greening disease in North America and the mediterranean basin." *Florida Entomologist*, 96(4), 1375-1391.

- Haapalainen, M. 2014. "Biology and epidemics of *Candidatus Liberibacter* species, psyllid-transmitted plant-pathogenic bacteria." *Annals of Applied Biology*, 165(2), 172-198. doi: 10.1111/aab.12149.
- Halbert, S. E., and K. L. Manjunath. 2004. "Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida." *Florida Entomologist*, 87(3), 330-353.
- Halbert, S. E., and C. A. Núñez. 2004. "Distribution of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean Basin." *Florida Entomologist*, 87(3), 401-402.
- Halbert, S. E., K. L. Manjunath, C. Ramadugu, M. W. Brodie, S. E. Webb, and R. F. Lee. 2010. "Trailers transporting oranges to processing plants move asian citrus psyllids." *Florida Entomologist*, 93(1), 33-38.
- Hall, D. G. 2008. "Biology, history and world status of *Diaphorina citri*." 1er Taller Internacional sobre huanglongbing de los cítricos (*Candidatus Liberibacter* spp.) y el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*), 1-11.
- Hall, D. G., and M. G. Hentz. 2016. "An evaluation of plant genotypes for rearing Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae)." *Florida Entomologist*, 99(3), 471-480.
- Hall, D. G. and M. G. Hentz. 2011. "Seasonal flight activity by the Asian citrus psyllid in east central Florida." *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 139(1), 75-85.
- Hall, D. G. and G. McCollum. 2011. "Survival of Adult Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae), on Harvested Citrus Fruit and Leaves." *Florida Entomologist*, 94(4), 1094-1096.
- Hall, D. G., and R. Nguyen. 2010. "Toxicity of pesticides to *Tamarixia radiata*, a parasitoid of the Asian citrus psyllid." *BioControl*, 55, 601-611.
- Hall, D.G., and E. Rohrig. 2015. "Bionomics of Asian Citrus Psyllid (Hemiptera: Liviidae) Associated with Orange Jasmine Hedges in Southeast Central Florida, with Special Reference to Biological Control by *Tamarixia radiata*." *Journal of Economic Entomology*, 108(3), 1198-1207. doi: 10.1093/jee/tov052.
- Hall, D. G., U. Albrecht, and K. D. Bowman. 2016. "Transmission rates of 'Ca. Liberibacter asiaticus' by Asian citrus psyllid are enhanced by the presence and developmental stage of citrus flush." *Journal of Economic Entomology*, 109(2), 558-563.
- Hall, D. G., T. R. Gottwald, E. Stover, G. Andrew, and C. Beattie. 2013a. "Evaluation of management programs for protecting young Citrus plantings from huanglongbing." *HortScience*, 48(3), 330-337. doi: 10.21273/HORTSCI.48.3.330.
- Hall, D. G., M. L. Richardson, E. D. Ammar, and S. E. Halbert. 2013b. "Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease." *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 146(2), 207-223. doi: 10.1111/eea.12025.
- Hall, D. G., M. G. Hentz, J. M. Meyer, A. B. Kriss, T. R. Gottwald, and D. G. Boucias. 2012. "Observations on the entomopathogenic fungus *Hirsutella citrifomis* attacking adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in a managed citrus grove." *BioControl*, 57(5), 663-675.
- Hall, D. G., E. J. Wenninger, and M. G. Hentz. 2011. "Temperature studies with the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*: cold hardiness and temperature thresholds for oviposition." *Journal of Insect Science*, 11(1), 83. doi: 10.1673/031.011.8301.
- Harris, W. V. 1936. "Notes on two injurious psyllids and their control." *The East African Agricultural Journal*, 1, 498-500.



- Hartung, J. S., C. Paul, D. Achor, and R. H. Brlansky. 2010. "Colonization of Dodder, *Cuscuta indecora*, by 'Candidatus Liberibacter asiaticus' and 'Ca. L. americanus.'" *Phytopathology*, 100, 756-762. doi: 10.1094/PHYTO-100-8-0756.
- Hilf, M. E. 2011. "Colonization of citrus seed coats by 'Candidatus Liberibacter asiaticus': Implications for seed transmission of the bacterium." *Phytopathology*, 101(10), 1242-1250. doi: 10.1094/PHYTO-11-10-0323.
- Hilf, M. E., and R. S. Lewis. 2016. "Transmission and propagation of 'Candidatus liberibacter asiaticus' by grafting with individual citrus leaves." *Phytopathology*, 106(5), 452-458. doi: 10.1094/PHYTO-09-15-0221-R.
- Hilf, M. E., K. R. Sims, S. Y. Folimonova, and D. S. Achor. 2013. "Visualization of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' cells in the vascular bundle of citrus seed coats with fluorescence in situ hybridization and transmission electron microscopy." *Phytopathology*, 103(6), 545-554. doi: 10.1094/PHYTO-09-12-0226-R.
- Hocquellet, A., P. Toorawa, J. M. Bové, and M. Garnier. 1999. "Detection and identification of the two *Candidatus Liberibacter* species associated with citrus huanglongbing by PCR amplification of ribosomal protein genes of the  $\beta$  operon." *Molecular and Cellular Probes*, 13(5), 373-379. doi: 10.1006/mcpr.1999.0263.
- Hoddle, M. S., C. D. Hoddle, S. V. Triapitsyn, S. Z. Khan, and M. J. Arif. 2014. "How many primary parasitoid species attack nymphs of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) in Punjab, Pakistan?" *Florida Entomologist*, 97(4), 1825-1828. doi: 10.1653/024.097.0459.
- Hodges, A. W., and T. H. Spreen. 2012. "Economic impacts of citrus greening (HLB) in Florida, 2006/07-2010/11." Electronic data information source (EDIS): FE903. University of Florida. Gainesville, Florida.
- Hodges, A. W., M. Rahmani, T. J. Stevens, and T. H. Spreen. 2014. "Economic impacts of the Florida Citrus industry in 2012-13." UF/IFAS, University of Florida. Gainesville, Florida.
- Hollis, D. 1987. "A new citrus-feeding psyllid from the Comoro Islands, with a review of the *Diaphorina amoena* species group (Homoptera)." *Systematic Entomology*, 12(1), 47-61.
- Hoy, M. A., R. Singh, and M. E. Rogers. 2010. "Evaluations of a novel isolate of *Isaria fumosorosea* for control of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae)." *Florida Entomologist*, 93(1), 24-32.
- Hu, J., J. Jiang, and N. Wang. 2018. "Control of Citrus Huanglongbing via Trunk Injection of Plant Defense Activators and Antibiotics." *Phytopathology*, 108, 186-195.
- Hughes, G., and T. T. Gottwald. 1999. "Survey methods for assessment of citrus tristeza virus incidence when *Toxoptera citricida* is the predominant vector." *Phytopathology*, 89, 487-494.
- Hung, T. H., S. C. Hung, C. N. Chen, M. H. Hsu, and H. J. Su. 2004. "Detection by PCR of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the bacterium causing citrus huanglongbing in vector psyllids: Application to the study of vector-pathogen relationships." *Plant Pathology*, 53(1):96-102. doi: 10.1111/j.1365-3059.2004.00948.x.
- Husain, M. A., and L. D. Nath. 1927. "The citrus psylla (*Diaphorina citri*, Kuw.) [Psyllidae: Homoptera]." *Memoirs of the Department of Agriculture in India, Entomological Series*, 10, 1-27.
- Ibarra-Cortés, K. H., H. González-Hernández, A. W. Guzmán-Franco, L. D. Ortega-Arenas, J. A. Villanueva-Jiménez, and A. Robles-Bermúdez. 2017a. "Interactions between entomopathogenic fungi and *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) populations under laboratory conditions." *Journal of Pest Science*, 1-12. doi: 10.1007/s10340-017-0870-z.

- Ibarra-Cortés, K. H., A. W. Guzman-Franco, H. Gonzalez-Hernandez, L. D. Ortega-Arenas, J. A. Villanueva-Jimenez, and A. Robles-Bermudez. 2017b. "Susceptibility of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and Its Parasitoid *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) to Entomopathogenic Fungi under Laboratory Conditions." *Neotropical Entomology*. doi: 10.1007/s13744-017-0539-6.
- Ichinose, K., N. V. Hoa, D. V. Bang, D. H. Tuan, and L. Q. Dien. 2012. "Limited efficacy of guava interplanting on citrus greening disease: Effectiveness of protection against disease invasion breaks down after one year." *Crop Protection*, 34, 119-126. doi : 10.1016/j.cropro.2011.11.023
- Iglesias, D. J., A. Quiñones, B. Martínez-Alcántara, F. Legaz, M. A. Forner-Giner, and E. Primo-Millo. 2012. Cálculo de la fijación neta de carbono en las plantaciones de cítricos de la Comunidad Valenciana. La huella de carbono y las plantaciones de cítricos. *Vida Rural*, octubre; 30-35.
- Jagoueix, S., J. M. Bové, and M. Garnier. 1994. "The phloem-limited bacterium of greening disease of citrus is a member of the alpha subdivision of the Proteobacteria." *International Journal of Systematic Bacteriology*, 44(3), 379-386. doi: 10.1099/00207713-44-3-379.
- Jain, M., L. A. Fleites, and D. W. Gabriel. 2017. "A Small Wolbachia Protein Directly Represses Phage Lytic Cycle Genes in "*Candidatus Liberibacter asiaticus*" within Psyllids. " *mSphere*, 2, e00171-17.
- Johnson, E. G., J. Wu, D. B. Bright, and J. H. Graham. 2013. "Association of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' root infection, but not phloem plugging with root loss on huanglongbing-affected trees prior to appearance of foliar symptoms." *Plant Pathology*, 63(2). doi: 10.1111/ppa.12109.
- Jones, J. D. G., and J. L. Dangl. 2006. "The plant immune system." *Nature*, 444, 323-329. doi: 10.1038/nature05286.
- Kazi-Tani, C. 2014. "Biologie et écologie d'une nouvelle plante parasite en Algérie : *Cuscuta campestris* Yunck. (Convolvulaceae)." *Poiretia*, 6, 1-15.
- Keremane, M. L., C. Ramadugu, E. Rodriguez, R. Kubota, S. Shibata, D. G. Hall, M. L. Roose, D. Jenkins, and R. F. Lee. 2015. "A rapid field detection system for citrus huanglongbing associated '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' from the psyllid vector, *Diaphorina citri* Kuwayama and its implications in disease management." *Crop Protection*, 68, 41-48. doi: 10.1016/j.cropro.2014.10.026.
- Khan, S. Z., M. J. Arif, C. D. Hoddle, and M. S. Hoddle. 2014. "Phenology of Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae) and associated parasitoids on two species of Citrus, kinnow mandarin and sweet orange, in Punjab Pakistan." *Environmental Entomology*, 43(5), 1145-1156. doi: 10.1603/EN14093
- Khan, I., M. Zahid, and G. Z. Khan. 2012. "Toxicity of botanic and synthetic pesticide residues to citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama and *Chrysoperla carnea* (Stephens)." *Pakistan Journal of Zoology*, 44(1), 197-201.
- Kistner, E. J., R. Amrich, M. Castillo, V. Strobe, and M. S. Hoddle. 2016. "Phenology of Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae), with special reference to biological control by *Tamarixia radiata*, in the residential landscape of southern California." *Journal of Economic Entomology*, 109(3), doi: 1047-1057. 10.1093/jee/tow021.
- Kobori, Y., T. Nakata, Y. Ohto, and F. Takasu. 2011. "Dispersal of adult Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), the vector of citrus greening disease, in artificial release experiments." *Applied Entomology and Zoology*, 46(1), 27-30.
- Kohno, K., K. Takahashi, T. Nakata, and K. Konishi. 2002. "Occurrence of the Asian citrus psylla and its parasitic natural enemies in the Ryukyu Archipelago, Japan." *Acta Horticulturae*, 575, 203-508.

- Kogenaru, S., Q. Yan, N. Riera, M. C. Roper, X. Deng, T. A. Ebert, M. Rogers, M. E. Irey, G. Pietersen, C. M. Rush, and N. Wang. 2014. "Repertoire of novel sequence signatures for the detection of *Candidatus Liberibacter asiaticus* by quantitative real-time PCR." *BMC Microbiology*, 14(1). doi: 10.1186/1471-2180-14-39.
- Koizumi, M., M. Prommintara, G. Linwattana, and T. Kaisuwan. 1997. "Epidemiological aspects of citrus huanglongbing (greening) disease in thailand." *Japan Agricultural Research Quarterly*, 31(3), 205-211.
- Kondo, T., G. F. Gonzalez, C. Tauber, Y. C. G. Sarmiento, A. F. V. Mondragon, and D. Forero. 2015. "A checklist of natural enemies of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in the department of Valle del Cauca, Colombia and the world." *Insecta Mundi*, 457, 1-14.
- Kumar, V., P. B. Avery, J. Ahmed, R. D. Cave, C. L. McKenzie, and L. S. Osborne. 2017. "Compatibility and efficacy of *Isaria fumosorosea* with Horticultural Oils for Mitigation of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae)." *Insects*, 8(4). doi: 10.3390/insects8040119.
- Kunta, M., Z. Vilorio, H. S. del Rio, and E. S. Louzada. 2014. "Diverse DNA extraction methods and PCR primers for detection of Huanglongbing-associated bacteria from roots of 'Valencia' sweet orange on sour orange rootstock." *Scientia Horticulturae*, 178, 23-30. doi: 10.1016/j.scienta.2014.07.041.
- Lallemand, J., A. Fos, and J. M. Bové. 1986. "Transmission de la bactérie associée à la forme africaine de la maladie du greening par le psylle asiatique *Diaphorina citri* Kuwayama." *Fruits*, 41(5), 341-343.
- Lashkari, M., S. Manzari, A. Sahragard, V. Malagnini, L. M. Boykin, and R. Hosseini. 2014. "Global genetic variation in the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and the endosymbiont Wolbachia: links between Iran and the USA detected." *Pest Management Science*, 70(7), 1033-1040. doi: 10.1002/ps.3643.
- Lee, R. F. 1996. "Citrus greening disease and its vectors." *Naranja*, 17, 258-260.
- Lewis-Rosenblum, H., X. Martini, S. Tiwari, and L. L. Stelinski. 2015. "Seasonal movement patterns and long-range dispersal of Asian citrus psyllid in Florida citrus." *Journal of Economic Entomology*, 108(1), 3-10.
- Lezama-Gutiérrez, R., J., Molina-Ochoa, O., Chávez-Flores, C. A. Ángel-Sahagún, S. R. Skoda, G. Reyes-Martínez, M. Barba-Reynoso, O. Rebolledo-Domínguez, G. M. L. Ruíz-Aguilar, and J. E. Foster. 2012. "Use of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae*, *Cordyceps bassiana* and *Isaria fumosorosea* to control *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Persian lime under field conditions." *International Journal of Tropical Insect Science*, 32(1), 39-44.
- Li, W., L. Levy, and J. S. Hartung. 2009. "Quantitative distribution of '*Candidatus liberibacter asiaticus*' in citrus plants with citrus huanglongbing." *Phytopathology*, 99(2), 139-144. doi: 10.1094/PHYTO-99-2-0139.
- Li, W., D. Dayan, E. Twieg, J. S. Hartung, and L. Levy. 2008. "Optimized quantification of unculturable *Candidatus Liberibacter* spp. in host plants using real-time PCR." *Plant Disease*, 92(6), 854-861. doi: 10.1094/pdis-92-6-0854.
- Li, W., J. S. Hartung, and L. Levy. 2006. "Quantitative real-time PCR for detection and identification of *Candidatus Liberibacter* species associated with citrus huanglongbing." *Journal of Microbiological Methods*, 66(1), 104-115. doi: 10.1016/j.mimet.2005.10.018.
- Lin, C. Y., C. H. Tsai, H. J. Tien, M. L. Wu, H. J. Su, and T. H. Hung. 2017. "Quantification and ecological study of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' in citrus hosts, rootstocks and the Asian citrus psyllid." *Plant Pathology*, 66(9), 1555-1568. doi: 10.1111/ppa.12692.

- Lin, H., C. Chen, H. Doddapaneni, Y. Duan, E. L. Civerolo, X. Bai, and X. Zhao. 2010. "A new diagnostic system for ultra-sensitive and specific detection and quantification of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the bacterium associated with citrus Huanglongbing." *Journal of Microbiological Methods*, 81(1), 17-25. doi: 10.1016/j.mimet.2010.01.014.
- Llauger, R., M. Luis, C. Collazo, C. Gonzalez, I. Pena, D. Lopez, and L. Batista y Jorge Cueto. 2008. "Huanglongbing (ex-greening) and its vector in the Cuban citrus industry." *Laranja*, 29(1/2), 17-22.
- Lopes, S. A., and G. F. Frare. 2008. "Graft transmission and cultivar reaction of citrus to '*Candidatus liberibacter americanus*'." *Plant Disease*, 92(1), 21-24. doi: 10.1094/PDIS-92-1-0021.
- Lopes, S. A., E. Bertolini, G. F. Frare, E. C. Martins, N. A. Wulff, D. C. Teixeira, N. G. Fernandes, and M. Cambra. 2009a. "Graft transmission efficiencies and multiplication of '*Candidatus liberibacter americanus*' and '*Ca. liberibacter asiaticus*' in citrus plants." *Phytopathology*, 99(3), 301-306. doi: 10.1094/PHYTO-99-3-0301.
- Lopes, S. A., G. F. Frare, E. Bertolini, M. Cambra, N. G. Fernandes, A. J. Ayres, D. R. Marin, and J. M. Bové. 2009b. "Liberibacters associated with citrus huanglongbing in Brazil: '*Candidatus liberibacter asiaticus*' is heat tolerant, '*Ca. L. americanus*' is heat sensitive." *Plant Disease*, 93(3), 257-262. doi: 10.1094/PDIS-93-3-0257.
- Lou, B., Y. Song, M. RoyChowdhury, C. Deng, Y. Niu, Q. Fan, Y. Tang, and C. Zhou. 2017. "Development of a Tandem Repeat-based Polymerase Chain Displacement Reaction Method for Highly Sensitive Detection of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*'." *Phytopathology*, 108(2), 292-298. doi: 10.1094/PHYTO-06-17-0210-R.
- Lou, B. H., X. L. Zhao, Y. Q. Song, X. J. Bai, C. L. Deng, and G. P. Chen. 2012. "*Candidatus Liberibacter asiaticus*", associated with citrus Huanglongbing, infects pollen, seed coat and endosperm of pummelo in China." *Journal of Plant Pathology*, 94(3), 703-705.
- Louzada, E. S., O. E. Vazquez, W. E. Braswell, G. Yanev, M. Devanaboina, and M. Kunta. 2016. "Distribution of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' above and below ground in Texas citrus." *Phytopathology*, 106(7), 702-709. doi: 10.1094/PHYTO-01-16-0004-R.
- Lu, L., B. Cheng, D. Du, X. Hu, A. Peng, Z. Pu, X. Zhang, Z. Huang, and G. Chen. 2015. "Morphological, molecular and virulence characterization of three *Lecanicillium* species infecting Asian citrus psyllids in Huangyan citrus groves." *Journal of Invertebrate Pathology*, 125, 45-55.
- Malumphy, C. 2011. "Arthropods intercepted on imported fresh curry leaves (*Murraya koenigii*) imported into England and Wales; and a comparison with findings on imported kaffir lime leaves (*Citrus hystrix*)." *Entomologist's Gazette*, 62(2), 130-136.
- Mann, R. S., J. G. Ali, S. L. Hermann, S. Tiwari, K. S. Pelz-Stelinski, H. T. Alborn, and L. L. Stelinski. 2012. "Induced release of a plant-defense volatile 'deceptively' attracts insect vectors to plants infected with a bacterial pathogen." *Plos Pathogens*, 8(3). doi: 10.1371/journal.ppat.1002610.
- Mann, R. S., K. Pelz-Stelinski, S. L. Hermann, S. Tiwari, and L. L. Stelinski. 2011a. "Sexual transmission of a plant pathogenic bacterium, *Candidatus liberibacter asiaticus*, between conspecific insect vectors during mating." *Plos One*, 6(12). doi: 10.1371/journal.pone.0029197.
- Mann, R. S., R. L. Rouseff, J. M. Smoot, W. S. Castle, and L. L. Stelinski. 2011b. "Sulfur volatiles from *Allium* spp. affect Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), response to citrus volatiles." *Bulletin of Entomological Research*, 101(1), 89-97. doi: 10.1017/S0007485310000222.
- Martini, X., and L. L. Stelinski. 2017. "Influence of abiotic factors on flight initiation by Asian citrus psyllid (hemiptera: Liviidae)." *Environmental Entomology*, 46(2), 369-375.



- Martini, X., M. Hoffmann, M. R. Coy, L. L. Stelinski, and K. S. Pelz-Stelinski. 2015. "Infection of an insect vector with a bacterial plant pathogen increases its propensity for dispersal." *Plos One*, 10(6). doi: 10.1371/journal.pone.0129373.
- Massenti, R., R. Lo Bianco, A. K. Sandhu, L. Gu, and C. Sims. 2016. " Huanglongbing modifies quality components and flavonoid content of 'Valencia' oranges." *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(1), 73-78.
- Massonié, G., M. Garnier, and J. M. Bové. 1976. "Transmission of Indian citrus decline by *Trioza erytreae* (Del Guercio), the vector of South African greening." 7<sup>th</sup> Conference of the International Organization of Citrus Virologists. (ed. Univ. California., pp. 18-20).
- McClellan, A. P. D., and P. C. J. Oberholzer. 1965. "Citrus psylla, a vector of the greening disease of sweet orange." *South African Journal of Agricultural Science*, 8, 297-298.
- McCullum, G., and E. Baldwin. 2016. "Huanglongbing: Devastating Disease of Citrus." *Horticultural Reviews*, 44, 315-361. doi: 10.1002/9781119281269.ch7.
- McFarland, C. D., and M. A. Hoy. 2001. "Survival of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), and its two parasitoids, *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae), under different relative humidities and temperature regimes." *Florida Entomologist*, 84(2), 227-233.
- Mc Daniel, J. R., and V. C. Moran. 1972. "The parasitoid complex of the citrus psylla *Trioza erytreae* (Del Guercio) [Homoptera: Psyllidae]." *Entomophaga*, 17(3), 297-317. doi: 10.1007/BF02371184.
- Meena, R. P., and V. K. Baranwal. 2016. "Development of multiplex polymerase chain reaction assay for simultaneous detection of clostero-, badna- and mandari-viruses along with huanglongbing bacterium in citrus trees." *Journal of Virological Methods*, 235, 58-64. doi: 10.1016/j.jviromet.2016.05.012.
- Meyer, J. M., M. A. Hoy, and D. G. Boucias. 2007. "Morphological and molecular characterization of a *Hirsutella* species infecting the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), in Florida." *Journal of Invertebrate Pathology*, 95(2), 101-109.
- Michaud, J. P. 2004. "Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in central Florida". *Biological Control*, 29(2), 206-269. doi: 10.1016/S1049-9644(03)00161-0.
- Miles, G. P., E. Stover, C. Ramadugu, M. L. Keremane, and R. F. Lee. 2017. "Apparent tolerance to Huanglongbing in Citrus and Citrus-related germplasm." *HortScience*, 52, 31-39.
- Miranda, M. P., O. Z. Zanardi, A. F. Tomaseto, H. X. Volpe, R. B. Garcia, and E. Prado. 2018. "Processed kaolin affects the probing and settling behavior of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Lividae)." *Pest Management Science*, 74(8), 1964-1972. doi: 10.1002/ps.4901.
- Mishra, J. S. 2009. "Biology and management of *Cuscuta* species." *Indian Journal of Weed Science*, 41, 1-11.
- Monzo, C., and P. A. Stansly. 2015. "Thresholds for vector control and compatibility with beneficial fauna in citrus with high incidence of huanglongbing." *Acta Horticulturae*, 1065, 1137-1144. doi: 10.17660/ActaHortic.2015.1065.144.
- Monzo, C., J. A. Qureshi, and P. A. Stansly. 2014. "Insecticide sprays, natural enemy assemblages and predation on Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae)." *Bulletin of Entomological Research*. 104(5), 576-585. doi: 10.1017/S0007485314000315.
- Morales V. P., O. Fonseca, Y. Noguera, W. Cabana, F. Ramos, E. Escalona, C. Rosales, M. Cermeli, B. Salas, and E. Sandoval. 2010. "Life cycle assessment of Asiatic Citrus Psyllid five hosts plants.[Spanish]" *Agronomica Tropical (Maracay)*, 60(3), 283-286.

- Moran, V. C., and J. R. Blowers. 1967. "On the biology of the South African citrus psylla, *Trioza erythrae* (Del Guercio) [Homoptera: Psyllidae]." *Journal of Entomological Society of South Africa*, 30, 96-106.
- Morgan, J. K., L. Zhou, W. Li, R. G. Shatters, M. Keremane, and Y. P. Duan. 2012. "Improved real-time PCR detection of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' from citrus and psyllid hosts by targeting the intragenic tandem-repeats of its prophage genes." *Molecular and Cellular Probes*, 26(2), 90-98. doi: 10.1016/j.mcp.2011.12.001.
- Nageswara-Rao, M., S. I. Miyata, D. Ghosh, M. Irey, S. M. Garnsey, and S. Gowda. 2013. "Development of rapid, sensitive and non-radioactive tissue-blot diagnostic method for the detection of citrus greening." *Molecular and Cellular Probes*, 27(5-6), 176-183. doi: 10.1016/j.mcp.2013.04.003.
- Narouei-Khandan, H. A., S. E. Halbert, S. P. Worner, and A. H. C. van Bruggen. 2016. "Global climate suitability of citrus huanglongbing and its vector, the Asian citrus psyllid, using two correlative species distribution modeling approaches, with emphasis on the USA." *European Journal of Plant Pathology*, 144(3), 655-670. doi: 10.1007/s10658-015-0804-7.
- Nava, D. E., M. L. G. Torres, M. D. L. Rodrigues, J. M. S. Bento, and J. R. P. Parra. 2007. "Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and at different temperatures." *Journal of Applied Entomology*, 131(9-10), 709-715.
- Navarrete, B., H. McAuslane, M. Deyrup, and J. E. Peña. 2013. "Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and their role in its biological control". *Florida Entomologist*, 96(2), 590-597. doi: 10.1653/024.096.0225.
- Olesen, T., G. Smith, and S. J. Muldoon. 2013. "Flush development in Tahitian lime." *Australian Journal of Botany*, 61(5), 358-364.
- Orce, I. G., L. N. Sendín, M. R. Marano, A. A. Vojnov, A. P. Castagnaro, and M. P. Filippone. 2015. "Novel set of real-time PCR primers for simultaneous detection of liberibacter species associated with citrus huanglongbing." *Scientia Agricola*, 72(3), 252-259. doi: 10.1590/0103-9016-2013-0417.
- Orduño-Cruz, N., A. W. Guzmán-Franco, and E. Rodríguez-Leyva. 2016. "*Diaphorina citri* populations carrying the bacterial plant pathogen *Candidatus Liberibacter asiaticus* are more susceptible to infection by entomopathogenic fungi than bacteria-free populations." *Agricultural and Forest Entomology*, 18(1), 95-98.
- Paiva, P. E. B., and J. R. P. Parra. 2012. "Natural parasitism of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera, Psyllidae) nymphs by *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera, Eulophidae) in São Paulo orange groves." *Revista Brasileira de Entomologia*, 56(4), 499-503. doi: 10.1590/S0085-562620120004000016.
- Palomares-Pérez, M., E. G. Córdoba-Urtiz, J. A. Sánchez-González, N. I. Medina-García, R. Hernández-Mendoza, V. H. Pérez-Díaz, and H. C. Arredondo-Bernal. 2015. "Biological aspects of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) reared in uncontrolled greenhouse conditions." *Revista Colombiana de Entomologia*, 41(2), 228-234.
- Paris, T. M., S. A. Allan, D. G. Hall, M. G. Hentz, S. D. Croxton, N. Ainpudi, and P. A. Stansly. 2017. "Effects of temperature, photoperiod, and rainfall on morphometric variation of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae)." *Environmental Entomology*, 46(1), 143-158.
- Parra, J. R. P., G. R. Alves, A. J. F. Diniz, and J. M. Vieira. 2016. "*Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) x *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae): Mass Rearing and Potential Use of the Parasitoid in Brazil." *Journal of Integrated Pest Management*, 7(1), 1-11. doi: 10.1093/jipm/pmw003.



- Patt, J. M., and M. Sétamou. 2010. "Responses of the asian citrus psyllid to volatiles emitted by the flushing shoots of its rutaceous host plants." *Environmental Entomology*, 39(2), 618-624. doi: 10.1603/EN09216.
- Patt, J. M., A. Chow, W. G. Meikle, C. Gracia, M. A. Jackson, D. Flores, M. Sétamou, C. A. Dunlap, P. B. Avery, W. B. Hunter, and J. J. Adamczyk. 2015. "Efficacy of an autodisseminator of an entomopathogenic fungus, *Isaria fumosorosea*, to suppress Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, under greenhouse conditions." *Biological Control*, 88, 37-45.
- Pelz-Stelinski, K. S., R. H. Bransky, T. A. Ebert, and M. E. Rogers. 2010. "Transmission parameters for *Candidatus liberibacter asiaticus* by Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae)." *Journal of Economic Entomology*, 103(5), 1531-1541.
- Pérez, M. R. V., M. G. G. Mendoza, M. G. R. Elías, F. J. González, H. R. N. Contreras, and C. C. Servín. 2016. "Raman Spectroscopy an Option for the Early Detection of Citrus Huanglongbing." *Applied Spectroscopy*, 70(5), 829-839. doi: 10.1177/0003702816638229.
- Pérez-González, O., R. Rodríguez-Guerra, J. I. López-Arroyo, J. I., C. F. Sandoval-Coronado, and M. G. Maldonado-Blanco. 2016a. "Effect of Mexican *Hirsutella citrififormis* (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae) Strains on *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and the Predators *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae)." *Florida Entomologist*, 99(3), 509-515.
- Pérez-González, O., C. F. Sandoval-Coronado, and M. G. Maldonado-Blanco. 2016b. "Evaluation of Mexican Strains of *Hirsutella citrififormis* against *Diaphorina citri* in a Semifield Bioassay." *Southwestern Entomologist*, 41(2), 361-372.
- Pérez-González, O., R. A. Rodríguez-Villarreal, J. I. López-Arroyo, M. G. Maldonado-Blanco, and Rodríguez-Guerra, R. 2015. "Mexican strains of *Hirsutella* isolated from *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae): Morphologic and molecular characterization." *Florida Entomologist*, 98(1), 290-297.
- Pérez-Otero, R., J. P. Mansilla, and P. del Estal. 2015. "Detection of the African citrus psyllid, *Trioza erytrae* (Del Guercio, 1918) (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae), in the Iberian Peninsula." *Archivos Entomoloxicos*, 13, 119-122.
- Pinto, A. P. F., A. B. Filho, J. E. M. De Almeida, and I. M. Wenzel. 2012. "*Beauveria bassiana* pathogenicity to *Diaphorina citri* and compatibility of the fungus with phytosanitary products." *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 47(12), 1673-1680.
- Pitino, M., M. T. Hoffman, L. Zhou, D. G. Hall, I. C. Stocks, and Y. Duan. 2014. "The phloem-sap feeding mealybug (*Ferrisia virgata*) carries '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' populations that do not cause disease in host plants." *PloS ONE*, 9(1), doi: 10.1371/journal.pone.0085503.
- Plotto, A., E. Baldwin, J. Bai, J. Manthey, S. Raithore, S. Deterre, W. Zhao, C. do Nascimento Nunes, P. A. Stansly, and J. A. Tansey. 2017. "Effect of vector control and foliar nutrition on the quality of orange juice affected by huanglongbing: Sensory evaluation." *HortScience*, 52(8), 1092-1099. doi: 10.21273/HORTSCI12002-17.
- Plotto, A., E. Baldwin, G. McCollum, J. Manthey, J. Narciso, and M. Irey. 2010. "Effect of Liberibacter infection (huanglongbing or "greening" disease) of citrus on orange juice flavor quality by sensory evaluation." *Journal of Food Science*, 75(4), S220-S230. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01580.x.
- Pluke, R. W. H., J. A. Qureshi, and P. A. Stansly. 2008. "Citrus flushing patterns, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) populations and parasitism by *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Puerto Rico." *Florida Entomologist*, 91(1), 36-42. doi: 10.1653/0015-4040(2008)091[0036:CFPDCH]2.0.CO;2.

- Poland, J. A., P. J. Balint-Kurti, R. J. Wisser, R. C. Pratt, and R. J. Nelson. 2009. "Shades of gray: the world of quantitative disease resistance." *Trends in Plant Science*, 14, 21-29.
- Qian, W., Y. Meng, Y. Lu, C. Wu, R. Wang, L. Wang, C. Qian, Z. Ye, J. Wu, and Y. Ying. 2017. "Rapid, Sensitive, and Carryover Contamination-Free Loop-Mediated Isothermal Amplification-Coupled Visual Detection Method for 'Candidatus Liberibacter asiaticus'." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(38), 8302-8310. doi: 10.1021/acs.jafc.7b03490.
- Qureshi, J. A., M. E. Rogers, D. G. Hall, and P. A. Stansly. 2009. "Incidence of invasive *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and its introduced parasitoid *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Florida." *Journal of Economic Entomology*, 102(1), 247-256. doi: 10.1603/029.102.0134.
- Ragazzi, A. 1979. "Intenso attacco di *C. monogyna* su *Hedera helix*." *Inform. Fitopatologico*, 5, 3-6.
- Ramadugu, C. M. L. Keremane, S. E. Halbert, Y. P. Duan, M. L. Roose, E. Stover, and R. F. Lee. 2016. "Long-term field evaluation reveals huanglongbing resistance in Citrus relatives." *Plant Disease*, 100(9), 1858-1869.
- Ren, S. L., Y. H. Li, Y. T. Zhou, W. M. Xu, A. G. S. Cuthbertson, Y. J. Guo, and B. L. Qiu. 2016. "Effects of *Candidatus Liberibacter asiaticus* on the fitness of the vector *Diaphorina citri*." *Journal of Applied Microbiology*, 121(6), 1718-1726.
- Reyes-Rosas, M. A., J. Loera-Gallardo, J. I. Lopez-Arroyo, and M. Buck. 2013. "*Brachygastra mellifica* (Hymenoptera: Vespidae): feeding behavior and preferential predation on *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) life stages in Mexico." *Florida Entomologist*, 96(4), 1588-1594.
- Ribeiro, L. D. P., M. S. Santos, G. L. P. Gonçalves, and J. D. Vendramim. 2015. "Toxicity of an Acetogenin-Based Bioinsecticide Against *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and its Parasitoid *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae)." *Florida Entomologist*, 98(3), 835-842. doi: 10.1653/024.098.0304.
- Rigano, L. A., F. Malamud, I. G. Orce, M. P. Filippone, M. R. Marano, A. M. Do Amaral, A. P. Castagnaro, and A. A. Vojnov. 2014. "Rapid and sensitive detection of *Candidatus Liberibacter asiaticus* by loop mediated isothermal amplification combined with a lateral flow dipstick." *BMC Microbiology*, 14(1). doi: 10.1186/1471-2180-14-86.
- Roberts, R., G. Cook, T. G. Grout, F. Khamis, I. Rwomushana, P. W. Nderitu, Z. Seguni, C. L. Materu, C. Steyn, G. Pietersen, S. Ekesi, and H. F. le Roux. 2017. "Resolution of the Identity of 'Candidatus Liberibacter' Species From Huanglongbing-Affected Citrus in East Africa." *Plant Disease*, 101(8):1481-1488. doi: 10.1094/PDIS-11-16-1655-RE.
- Roberts, R., E. T. Steenkamp, and G. Pietersen. 2015. "Three novel lineages of 'Candidatus Liberibacter africanus' associated with native rutaceous hosts of *Trioza erytraeae* in South Africa." *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65(Pt 2), 723-31. doi: 10.1099/ijs.0.069864-0.
- Rodríguez-Palomera, M., J. Cambero-Campos, A. Robles-Bermudez, C. Carvajal-Cazola and O. Estrada-Virgen. 2012. "Natural enemies associated to *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in *Citrus latifolia* Tanaka, in the state of Nayarit, Mexico." *Acta Zoologica Mexicana Nueva Serie*, 28(3), 625-629.
- Rohrig, E. A., D. G. Hall, J. A. Qureshi, and P. A. Stansly. 2012. "Field release in Florida of *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae), an endoparasitoid of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), from Mainland China." *Florida Entomologist*, 95(2), 479-481. doi: 10.1653/024.095.0233

- Roistacher, C. N. 1996. "The economics of living with citrus diseases: huanglongbing (greening) in Thailand." Proceedings of the 13<sup>th</sup> Conference International of Organization of Citrus Virologists, 279-285.
- Roux, F., D. Voisin, T. Badet, C. Balagué, X. Barlet, C. Huard-Chauveau, D. Roby, and S. Raffaele. 2014. "Resistance to phytopathogens e tutti quanti: placing plant quantitative disease resistance on the map." *Molecular Plant Pathology*, 15, 427-432. doi: 10.1111/mpp.12138.
- Ruan, C. Q., D. G. Hall, B. Liu, Y. P. Duan, T. Li, H. Q. Hu, and G. C. Fan. 2015. "Host-Choice Behavior of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) Under Laboratory Conditions." *Journal of Insect Behavior*, 28(2), 138-146.
- Russell, P. F., N. McOwen, S. Bohannon, M. A. Amato, and R. Bohannon. 2015. "Rapid on-site detection of the huanglongbing/citrus greening causal agent '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' by AmplifyRP®, a novel rapid isothermal nucleic acid amplification platform." In *Acta Horticulturae: International Society for Horticultural Science. XII International Citrus Congress - International Society of Citriculture*. doi: 10.17660/ActaHortic.2015.1065.112.
- Russell, D. N., J. A. Qureshi, S. E. Halbert, and P. A. Stansly. 2014. "Host suitability of citrus and *Zanthoxylum* spp. for *Leuronota fagarae* Burckhardt and *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psylloidea)." *Florida Entomologist*, 97(4), 1481-1492.
- Sagaram, M., and J. K. Burns. 2009. "Leaf chlorophyll fluorescence parameters and huanglongbing." *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134(2), 194-201.
- Saldarriaga Ausique, J. J., C. P. D'Alessandro, M. R. Conceschi, G. M. Mascarín, and I. Delalibera Junior. 2017. "Efficacy of entomopathogenic fungi against adult *Diaphorina citri* from laboratory to field applications." *Journal of Pest Science*, 90(3), 947-960.
- Samways, M. J., and B. Q. Manicom. 1983. "Immigration, frequency-distributions and dispersion patterns of the psyllid *Trioza erythrae* (Del Guercio) in a citrus orchard." *Journal of Applied Ecology*, 20(2), 463-472. doi: 10.2307/2403520.
- Santos, S. M., O. Z. Zanardi, K. S. Pauli, M. R. Forim, P. T. Yamamoto, and J. D. Vendramim. 2015. "Toxicity of an azadirachtin-based biopesticide on *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) and its ectoparasitoid *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae)." *Crop Protection*, 74, 116-123. doi: 10.1016/j.cropro.2015.04.015.
- Saponari, M., G. Loconsole, H. H. Liao, B. Jiang, V. Savino, and R. K. Yokomi. 2013. "Validation of high-throughput real time polymerase chain reaction assays for simultaneous detection of invasive citrus pathogens." *Journal of Virological Methods*, 193(2), 478-486. doi: 10.1016/j.jviromet.2013.07.002.
- Schuenzel, E., A. Sechler, R. Shatters, E. Stover, and N. Schaad. 2009. "Genetic diversity of *Candidatus Liberibacter asiaticus* strains from Florida compared to worldwide populations." *Phytopathology*, 99, S116-S116.
- Sétamou, M., J. O. Alabi, N. Tofangsazi, and E. Grafton-Cardwell. 2018. "COPF: Citrus orchard perimeter fencing as a strategy for reducing Asian citrus psyllid (Hemiptera:Liviidae) infestation." *Journal of Applied Entomology*, 142(10), 1-8. doi: doi.org/10.1111/jen.12535.
- Sétamou, M., C. R. Simpson, O. J. Alabi, S. D. Nelson, S. Telagamsetty, and J. L. Jifon. 2016. "Quality matters: Influences of citrus flush physicochemical characteristics on population dynamics of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae)." *Plos One*, 11(12). doi: 10.1371/journal.pone.0168997.
- Sétamou, M., A. Sanchez, J. M. Patt, S. D. Nelson, J. Jifon, and E. S. Louzada. 2012. "Diurnal Patterns of Flight Activity and Effects of Light on Host Finding Behavior of the Asian Citrus Psyllid." *Journal of Insect Behavior*, 25(3), 264-276.

- Shimwela, M. M., H. A. Narouei-Khandan, S. E. Halbert, M. L. Keremane, G. V. Minsavage, S. Timilsina, D. P. Massawe, J. B. Jones, and A. H. C. van Bruggen. 2016. "First occurrence of *Diaphorina citri* in East Africa, characterization of the *Ca. Liberibacter* species causing huanglongbing (HLB) in Tanzania, and potential further spread of *D. citri* and HLB in Africa and Europe." *European Journal of Plant Pathology*, 146(2), 349-368.
- Shin, K., M. Ascunce, H. Narouei-Khandan, X. Sun, D. Jones, E. Goss, and A. van Bruggen. 2016. "Effects of Penicillin Injection for Citrus HLB Control on Culturable Bacteria in Petioles and Rhizosphere, and Penicillin Resistance." *Phytopathology*, 106, 60-61.
- Shokrollah, H., T. L. Abdullah, K. Sijam, and S. N. A. Abdullah. 2009a. "Determination of the presence of huanglongbing in seeds and movement of the pathogen in *Citrus reticulata*." *American Journal of Applied Sciences*, 6(6), 1180-1185.
- Shokrollah, H., T. L. Abdullah, K. Sijam, S. N. A. Abdullah, and N. A. P. Abdullah. 2009b. "Differential reaction of citrus species in Malaysia to huanglongbing (hlb) disease using grafting method". *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 4(1), 32-38.
- Siverio, F., E. Marco-NOales, E. Bertolini, G. R. Teresani, J. Peñalver, P. Mansilla, O. Aguin, R. Pérez-Otero, A. Abelleira, J. A. Guerra-García, E. Hernández, M. Cambra, and M. M. López. 2017. "Survey of huanglongbing associated with '*Candidatus Liberibacter*' species in Spain: Analyses of citrus plants and *Trioza erytreae*." *Phytopathologia Mediterranea*, 56(1), 98-110.
- Song, X. B., L. H. Zhang, A. T. Peng, B. P. Cheng, and J. F. Ling. 2016. "First report of *Paecilomyces variotii* isolated from citrus psyllid (*Diaphorina citri*), the vector of Huanglongbing of citrus, in China." *Plant Disease*, 100(12), 2526.
- Spreen, T. H., J.-P. Baldwin, and S. H. Futch. 2014. "An economic assessment of the impact of Huanglongbing on citrus tree plantings in Florida." *HortScience*, 49(8), 1052-1055.
- Stockton, D. G., X. Martini, and L. L. Stelinski. 2017. "Male psyllids differentially learn in the context of copulation." *Insects*, 8(1). doi: 10.3390/insects8010016.
- Stover, E., R. G. Shatters Jr., B. Gruber, P. Kumar, and G. A. Moore. 2016. "Influence of photoperiod duration and phloem disruption through scoring on growth, disease symptoms, and bacterial titer in citrus graft inoculated with *Candidatus liberibacter asiaticus*." *HortScience*, 51(10), 1215-1219.
- Stover, E., G. T. McCollum, R. A. Kerstetter, R. D. Bardgett, R. G. Shatters Jr., Y. Duan, M. Ritenour, J. X. Chaparro, and D. G. Hall. 2015. "Resistance and tolerance to huanglongbing in citrus." *Acta Horticulturae*, 899-903.
- Subandiyah, E., N. Nikoh, H. Sato, F. Wagiman, S. Tsuyumu, and T. Fukatsu. 2000. "Isolation and characterization of two entomopathogenic fungi attacking *Diaphorina citri* (Homoptera, Psylloidea) in Indonesia," *Mycoscience*, 41(5), 509-513.
- Tamesse, J. L., and J. Messi. 2014. "Facteurs influençant la dynamique des populations du psylle africain des agrumes *Trioza erytreae* Del Guercio (Hemiptera: Triozidae) au Cameroun." *International Journal of Tropical Insect Science*, 24, 213-227.
- Tamesse, J. L., D. J. Messi, E. S. Soufo, J. Kambou, A. B. Tisago, A. O. Ndingo, and V. J. Dzokou. 2002. "The parasitoid complex of *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Homoptera: Triozidae), citrus psylla, in Cameroon." *Fruits*, 57(1), 19-28.
- Tatineni, S., U. S. Sagaram, S. Gowda, C. J. Robertson, W. O. Dawson, T. Iwanami, and N. Wang. 2008. "In planta distribution of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' as revealed by polymerase chain reaction (PCR) and real-time PCR." *Phytopathology*, 98(5), 592-599. doi: 10.1094/PHYTO-98-5-0592.



- Teck, S. L. C., A. Fatimah, A. Beattie, R. K. J. Heng, and W. S. King. 2011. "Influence of host plant species and flush growth stage on the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama." *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(4): 536-543.
- Teixeira, D. C., C. Saillard, C. Couture, E. C. Martins, N. A. Wulff, S. Eveillard-Jagoueix, P. T. Yamamoto, A. J. Ayres, and J. M. Bové. 2008. "Distribution and quantification of *Candidatus Liberibacter americanus*, agent of huanglongbing disease of citrus in São Paulo State, Brasil, in leaves of an affected sweet orange tree as determined by PCR." *Molecular and Cellular Probes*, 22(3):139-150. doi: 10.1016/j.mcp.2007.12.006.
- Teixeira, D. C., C. Saillard, S. Eveillard, J. L. Danet, P. I. da Costa, A. J. Ayres, and J. Bove. 2005a. "'*Candidatus Liberibacter americanus*', associated with citrus huanglongbing (greening disease) in Sao Paulo State, Brazil." *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55(Pt 5), 1857-62. doi: 10.1099/ijs.0.63677-0.
- Teixeira, D. D. C., J. L. Danet, S. Eveillard, E. C. Martins, W. C. De Jesus Jr, P. T. Yamamoto, S. A. Lopes, R. B. Bassanezi, A. J. Ayres, C. Saillard, and J. M. Bové. 2005b. "Citrus huanglongbing in São Paulo State, Brazil: PCR detection of the '*Candidatus*' *Liberibacter* species associated with the disease." *Molecular and Cellular Probes*, 19(3), 173-179. doi: 10.1016/j.mcp.2004.11.002.
- Teresani, G. R., E. Bertolini, A. Alfaro-Fernandez, C. Martinez, F. A. Ossamu Tanaka, E. W. Kitajima, M. Rosello, S. Sanjuan, J. C. Ferrandiz, M. M. Lopez, M. Cambra, and M. I. Font. 2014. "Association of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' with a vegetative disorder of celery in Spain and development of a real-time PCR method for its detection." *Bacteriology*, 104(8), 804-811. doi: 10.1094/PHYTO-07-13-0182-R.
- Tirtawidjaja, S. 1981. "Insect, dodder and seed transmissions of citrus vein phloem degeneration (CVPD)" In: 4<sup>th</sup> International Citrus Congress, Tokyo. International Society of Citriculture, pp. 469-471.
- Tiwari, S., N. Killiny, and L. Stelinski. 2013. "Dynamic Insecticide Susceptibility Changes in Florida Populations of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae)." *Journal of Economic Entomology*, 106(1), 393-399. doi: 10.1603/ec12281.
- Tolba, I., and M. Soliman. 2015. "Citrus Huanglongbing (Greening disease) in Egypt: symptoms documentation and pathogen detection." *American-Eurasian Journal Of Agricultural & Environmental Sciences*, 15(10): 2045-2058.
- Tomaseto, A. F. M. P. Miranda, R. A. Moral, I. A. R. de Lara, A. Fereres, and J. R. S. Lopes. 2017. "Environmental conditions for *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) take-off." *Journal of Applied Entomology*, 142(1-2). doi: 10.1111/jen.12418.
- Tomaseto, A. F., R. Krugner, and J. R. S. Lopes. 2016. "Effect of plant barriers and citrus leaf age on dispersal of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae)." *Journal of Applied Entomology*, 140(1-2), 91-102.
- Trivedi, P., Y. Duan, and N. Wang. 2010. "Huanglongbing, a systemic disease, restructures the bacterial community associated with citrus roots." *Applied and Environmental Microbiology*, 76(11), 3427-3436. doi: 10.1128/AEM.02901-09.
- Trivedi, P., Z. He, J. D. Van Nostrand, G. Albrigo, J. Zhou, and N. Wang. 2012. "Huanglongbing alters the structure and functional diversity of microbial communities associated with citrus rhizosphere." *ISME Journal*, 6(2), 363-383. doi: 10.1038/ismej.2011.100.
- Tsagkarakis, A. E., and M. E. Rogers. 2010. "Suitability of 'Cleopatra' mandarin as a host plant for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae)." *Florida Entomologist*, 93(3), 451-453. doi: 10.1653/024.093.0322.
- Urasaki, N., S. Kawano, H. Mukai, T. Uemori, O. Takeda, and T. Sano. 2008. "Rapid and sensitive detection of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' by cycleave isothermal and chimeric primer-

- initiated amplification of nucleic acids." *Journal of General Plant Pathology* 74(2), 151-155. doi: 10.1007/s10327-008-0083-7.
- Vale, F. X. R. D., J. E. Parlevliet, and L. Zambolim. 2001. "Concepts in plant disease resistance." *Fitopatologia Brasileira*, 26, 577-589.
- Van Den Berg, M. A. 1990. "The citrus psylla, *Trioza erytreae* (Del Guercio) (hemiptera: Triozidae): A review." *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 30(3-4): 171-194.
- Van Den Berg, M. A., and V. E. Deacon. 1992. "Developmental biology and population studies on the Citrus psylla *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Hemiptera: Triozidae)." *Fruits*, 47(5), 583-589.
- Van Den Berg, M. A., and V. E. Deacon. 1988. "Dispersal of the Citrus psylla *Trioza erytreae* (Hemiptera: Triozidae), in the absence of its host plants." *Phytophylactica*, 20, 361-368.
- Van Den Berg, M. A., S. H. Anderson and V. E. Deacon. 1991a. "Population studies of the citrus psylla, *Trioza erytreae*: factors influencing population size." *Phytoparasitica*, 19(3), 183-193.
- Van Den Berg, M. A., S. H. Anderson and V. E. Deacon. 1991b. "Population studies of the citrus psylla, *Trioza erytreae*: factors influencing dispersal." *Phytoparasitica*, 19(4), 283-289.
- Van Den Berg, M. A., V. E. Deacon, and P. J. Steenekamp. 1991c. "Dispersal within and between citrus orchard and native hosts, and nymphal mortality of citrus psylla, *Trioza erytreae* (Hemiptera: Triozidae)." *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 35, 297-309.
- Van Der Mewre, C. P. 1941. "The citrus psylla (*Spanioza erytreae*, del G.)." *Union of South Africa Science Bulletin Department of Agriculture and Forestry* (Entomological Series 8), 233, 5-12.
- Van Der Mewre, C. P. 1923. "The citrus psylla (*Trioza merwei*, Pettey)." *Department of Agriculture of the University of South Africa*, Reprint 41, 494-495.
- Walter, A. J., D. G. Hall, and Y. P. Duran. 2012. "Low incidence of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' in *Murraya paniculata* and associated *Diaphorina citri*." *Plant Disease*, 96(6), 827-832.
- Wang, N., L. L. Stelinski, K. S. Pelz-Stelinski, J. H. Graham, and Y. Zhang. 2017a. "Tale of the Huanglongbing disease pyramid in the context of the citrus microbiome." *Phytopathology*, 107(4), 380-387. doi: 10.1094/PHYTO-12-16-0426-RVW.
- Wang, N., E. A. Pierson, J. C. Setubal, J. Xu, J. G. Levy, Y. Zhang, J. Li, , L. T. Rangel, and J. Martins. 2017b. "The *Candidatus Liberibacter*–Host Interface: Insights into Pathogenesis Mechanisms and Disease Control." *Annual Review of Phytopathology*, 55, 451-482.
- Wang, Z., Y. Yin, H. Hu, Q. Yuan, G. Peng, and Y. Xia. 2006. "Development and application of molecular-based diagnosis for '*Candidatus Liberibacter asiaticus*', the causal pathogen of citrus huanglongbing." *Plant Pathology*, 55(5), 630-638. doi: 10.1111/j.1365-3059.2006.01438.x.
- Weathersbee, L. A. A., and C. L. McKenzie. 2005. "Effect of a neem biopesticide on repellency, mortality, oviposition, and development of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae)." *Florida Entomologist*, 88(4), 401-407. doi: 10.1653/0015-4040(2005)88[401:EOANBO]2.0.CO;2.
- Whitaker, D. C., M. C. Giurcanu, L. J. Young, P. Gonzalez, E. Etxeberria, P. Roberts, K. Hendricks, and F. Roman. 2014. "Starch content of citrus leaves permits diagnosis of huanglongbing in the warm season but not cool season." *HortScience*, 49(6), 757-762.
- Wu, X., C. Meng, G. Wang, Y. Liu, X. Zhang, K. Yi, and J. Peng. 2016. "Rapid and quantitative detection of citrus huanglongbing bacterium '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' by real-time fluorescent loop-mediated isothermal amplification assay in China." *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 94, 1-7. doi: 10.1016/j.pmpp.2016.03.001.
- Xu, B. M., C. A. Sims, E. Etxeberria, and R. M. G. Schneider. 2017. "Physicochemical and Sensory Properties of Cold Pressed Oils from Florida Hamlin and Valencia Oranges Affected by Huanglongbing." *Journal of Food Science*, 82(9), 2158-2166.



- Yan, H., J. Zeng, and G. Zhong. 2015. "The push-pull strategy for citrus psyllid control." *Pest Management Science*, 71(7), 893-896. doi: 10.1002/ps.3915.
- Yan, Z., J., Rascoe, L. B. Kumagai, M. L. Keremane, and M. K. Nakhla. 2016. "Citrus Huanglongbing (HLB) Discoveries in California in 2015 and 2012 are of Different Genotypes of *Candidatus Liberibacter asiaticus* (cLas) by Double-locus Genomic Variation Analysis." *Plant Disease*, 100, 645-645. doi: 10.1094/PDIS-09-15-1059-PDN.
- Yang, C., C. A. Powell, Y. Duan, R. Shatters, J. Fang, and M. Zhang. 2016. "Deciphering the bacterial microbiome in huanglongbing-affected citrus treated with thermotherapy and sulfonamide antibiotics." *PLoS One*, 11(5). doi: 10.1371/journal.pone.0155472.
- Yang, Y., M. Huang, G. A. C. Beattie, Y. Xia, G. Ouyang, and J. Xiong. 2006. "Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama, a major pest of citrus: A status report for China." *International Journal of Pest Management*, 52(4). 343-352. doi: 10.1080/09670870600872994.
- Yasuda, K., F. Kawamura, and T. Oishi. 2005. "Location and preference of adult Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on Chinese box orange jasmine, *Murraya exotica* L. and Flat Lemon, *Citrus depressa*." *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 49(3), 146-149. doi: 10.1303/jjaez.2005.146.
- Zhao, H., R. Sun, U. Albrecht, C. Padmanabhan, A. Wang, M. D. Coffey, T. Girke, Z. Wang, T. J. Close, M. Roose, R. K. Yokomi, S. Folimonova, G. Vidalakis, R. Rouse, K. D. Bowman, and H. Jin. 2013. "Small RNA profiling reveals phosphorus deficiency as a contributing factor in symptom expression for citrus huanglongbing disease." *Molecular Plant*, 6(2), 301-310.
- Zhang, Y. X., L. Sun, G. Y. Lin, J. Z. Lin, X. Chen, J. Ji, Z. Zhang, and Y. Saito. 2015. "A novel use of predatory mites for dissemination of fungal pathogen for insect biocontrol: The case of *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* (Phytoseiidae) as vectors of *Beauveria bassiana* against *Diaphorina citri* (Psyllidae)." *Systematic and Applied Acarology*, 20(2), 177-187.
- Zhang, M., Y. Guo, C. A. Powell, M. S. Doud, C. Yang, and Y. Duan. 2014. "Effective antibiotics against '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' in HLB-affected citrus plants identified via the graft-based evaluation." *PLoS One*, 9(11), e111032. doi: 10.1371/journal.pone.0111032.
- Zhang, S., Z. Flores-Cruz, L. Zhou, B. H. Kang, L. A. Fleites, M. D. Gooch, N. A. Wulff, M. J. Davis, Y.-P. Duan, and D. W. Gabriel. 2010a. "'Ca. *Liberibacter asiaticus*' Carries an Excision Plasmid Prophage and a Chromosomally Integrated Prophage That Becomes Lytic in Plant Infections." *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 24, 458-468. doi: 10.1094/MPMI-11-10-0256.
- Zhang, M., Y. Duan, L. Zhou, W. W. Turechek, E. Stover, and C. A. Powell. 2010b. "Screening molecules for control of citrus huanglongbing using an optimized regeneration system for '*Candidatus Liberibacter asiaticus*'-infected periwinkle (*Catharanthus roseus*) cuttings." *Phytopathology*, 100, 239-245.
- Zheng, Z., F. Wu, L. B. Kumagai, M. Polek, X. Deng, and J. Chen. 2017. "Two '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' Strains Recently Found in California Harbor Different Prophages." *Phytopathology*, 107, 662-668. doi: 10.1094/PHYTO-10-16-0385-R.
- Zheng, Z., M. Xu, M. Bao, F. Wu, J. Chen, and X. Deng. 2016. "Unusual Five Copies and Dual Forms of *nrdB* in '*Candidatus Liberibacter asiaticus*': Biological Implications and PCR Detection Application." *Scientific Reports*, 6. doi: 10.1038/srep39020.
- Zhou, L., C. A. Powell, W. Li, M. Irey, and Y. Duan. 2013. "Prophage-Mediated Dynamics of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' Populations, the Destructive Bacterial Pathogens of Citrus Huanglongbing." *PlosOne*, 8, e82248.

Zhou, L. J., D. W. Gabriel, Y. P. Duan, S. E. Halbert, and W. N. Dixon. 2007. "First Report of Dodder Transmission of Huanglongbing from Naturally Infected *Murraya paniculata* to Citrus." *Plant Disease*, 91, 227-227.

Zou, X., X. Jiang, L. Xu, T. Lei, A. Peng, Y. He, L. Yao, and S. Chen. 2017. "Transgenic citrus expressing synthesized cecropin B genes in the phloem exhibits decreased susceptibility to Huanglongbing." *Plant Molecular Biology*, 93, 341-353. doi:10.1007/s11103-016-0565-5.

#### 4.1.2 Rapports et ouvrages

Aubert, B. 1987b. Le greening, une maladie infectieuse des agrumes d'origine bactérienne, transmise par des Homoptères psyllidés. Mémoire de Thèse. IRFA/CIRAD. pp 185.

Beattie, G. A. C. and P. Barkley. 2009. *Huanglongbing and its vectors. A Pest Specific Contingency Plan for the Citrus and Nursery and Garden Industries*, Version 2: 10 February 2009, 272 pp.

Burdon, J. J. 1987. "Diseases and Plant Population Biology." Cambridge University Press, Cambridge, MA.

BOE (Boletín oficial del estado). 2016. 23 de enero de 2016, N°20, 6432-6441 (<http://www.boe.es>).

EFSA. 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, 12(2):3357. 243 pp.

EPPO. 2015. Service d'information N°11. Rsf-1511. 19 pp.

EPPO. 2016. Service d'information N°2. Rsf-1602. 31 pp.

EPPO. 2018. Service d'information N°4. Rsf-1804. 27 pp.

FDA. 2008. Known Host plants of Huanglongbing (HLB) and Asian Citrus Psyllid. Florida Department of Agriculture, Division of Plant Industry. <http://www.doacs.state.fl.us/pi/chrp/greening/hostlist.pdf>

DGAV. 2016. Plano de Contingência para o controlo de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Ca. Liberibacter africanus* e *Ca. Liberibacter americanus* e dos seus vectores : *Trioza erytreae* (Del Guercio 1918) e *Diaphorina citri*, Kuwayama 1908. 76 pp.

DGAV. 2017. "Requisitos técnicos para produção de citrinos e outras rutáceas (plantas mãe e plantas finais) em local produção livre de *Trioza erytreae*." Versão 01, 21-07-2017, 6 pp.

Meikle, R. D. 1985. Flora of Cyprus, vol. 2. Bentham-Moxon Trust, Kew. 1136 p.

Ministerio de Agricultura, alimentacion y medio ambiente, ESPANA. 2015a. PLAN DE CONTINGENCIA DE *Candidatus Liberibacter* spp. bacteria asociada a la enfermedad del huanglongbing o greening de los cítricos. Julio 2015, 64pp.

Ministerio de Agricultura, alimentacion y medio ambiente, ESPANA. 2015b. PLAN DE CONTINGENCIA DE *Trioza erytreae* (Del Guercio). Abril 2015, 48pp.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2011. "Pest risk analysis on the introduction of Huang Long Bing disease into the European Union." Rapport ARP espagnole. 60 pp.

Ollivier, M. 2014. "Caractérisation des communautés adventices des vergers d'agrumes de la Réunion et détermination d'espèces favorables à la mise en place de la lutte biologique par conservation (Rapport d'année interstitielle)." AgroCampus-Ouest / CIRAD, Ile de la Réunion.).

Oswalt, C., and T. Hurner. 2012. "Citrus cold protection practices." Citrus Industry, 6-10.

Plant Biosecurity. 2011. "Pest risk analysis report for "*Candidatus Liberibacter species*" and their vector associated with Rutaceae." Australian Government, Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. 234pp.

Sauvion, N. 2018. Les psylles vecteurs des liberibacters responsables du huanglongbing. Taxonomie, distribution géographique, spécificité d'interaction insecte-plante-pathogène. 57 pp.

Slinski, S. L. 2016. "The use of bactericides in plant agriculture with reference to use in citrus to mitigate HLB." Citrus Research and Development Foundation, 5pp.

Smith, I. M., D. G. McNamara, P. R. Scott, and M. Holderness. 1997. Organismes de Quarantaine pour l'Europe. 2<sup>ème</sup> édition. OEPP/CABI, 1503 pp.

Queensland Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 2013. "Threat specific contingency plan for huanglongbing and its vectors." 50 pp.

Toorawa, P. 1998. La maladie du huanglongbing (greening) des agrumes à L'île Maurice. Detection de "*Candidatus Liberobacter asiaticum*" et "*Candidatus Liberobacter africanum*" dans les agrumes et les insectes vecteurs. Doctoral Thesis, L'Université de Bordeaux. 186 pp.

USDA. 2016. "Global pest list of *Citrus* spp. pathogens and an examination of evidence for seed transmission." 51 pp.

USDA. 2008. "Citrus Greening Summit Findings and National Plan Development". 6 pp.

Valentine, D. H. 1972. CXLVI Convolvulaceae. In: Tutin, T. G., V. H. Heywood, N. A. Burges, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, and D. A. Webb, eds. Flora Europaea Volume 3. Diapensiaceae to Myoporaceae. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 74-83.

### 4.1.3 Sources électroniques

CABI. (2018). Crop Protection Compendium. Wallingford, UK: CAB International. En ligne, <[www.cabi.org/cpc](http://www.cabi.org/cpc)>, consulté entre février et décembre 2018.

EPPO. (2018). EPPO Global Database. En ligne <<https://gd.eppo.int>>, consulté entre février et décembre 2018.

EuroMed. (2018). The Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. En ligne, <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/query.asp>, consulté entre février et décembre 2018.

EUROPHYT. (2018). European Commission. En ligne, <[https://ec.europa.eu/food/plant/plant\\_health\\_biosecurity/europhyt\\_en](https://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity/europhyt_en)>, consulté entre février et décembre 2018.

Eurostat. (2018). En ligne, <<https://ec.europa.eu/eurostat/fr/home>>, consulté entre février et décembre 2018.

FAOSTAT. (2018). En ligne, <<http://www.fao.org/faostat/en/>>, consulté entre février et décembre 2018.

NAPPO. (2009). En ligne, <<https://www.pestalerts.org/oprDetail.cfm?oprID=384>>, consulté entre février et décembre 2018.

USDA. (2003). En ligne, <<https://www.ars-grin.gov/>>, consulté entre février et décembre 2018.

Willits et Newcomb Inc. (2004). Citrus seed General Information. En ligne, <<http://www.wncitrus.com/pdfs/Rootstock%20Seed-Gen%20Info.pdf>>, consulté entre février et décembre 2018.

## 4.2 Normes

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

## 4.3 Législation et réglementation

Directive 2008/61/CE de la Commission fixant les conditions dans lesquelles certains organismes nuisibles, végétaux, produits végétaux et autres objets énumérés aux annexes I à V de la Directive 2000/29/CE du Conseil peuvent être introduits ou circuler dans la Communauté ou dans certaines zones protégées de la Communauté pour des travaux à des fins d'essai ou à des fins scientifiques ou pour des travaux sur les sélections variétales

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, version consolidée au 01/04/2018

Directive d'exécution 2014/78/UE de la Commission du 17 juin 2014 modifiant les annexes I, II, III, IV et V de la Directive 2000/29/CE du Conseil 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 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

---

## ANNEXES

---

## Annexe 1 : Lettre de saisine

2016 -SA- 0 2 3 5



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

Direction générale de l'alimentation

Service des actions sanitaires en production  
primaire  
Sous direction de la qualité, de la santé et de la  
protection des végétaux  
Bureau de la santé des végétaux  
251 rue de Vaugirard  
75352 Paris cedex 15

Dossier suivi par : Richard BORDEAU  
Mél : bsv.sdqspv.dgal@agriculture.gouv.fr  
Tel : 01 49 55 81 48

COURRIER ARRIVE  
0 4 NOV. 2016  
DIRECTION GENERALE

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 31 OCT. 2016

Réf. interne : BSV/2016- 10-017

**Objet : Saisine relative à une analyse de risque phytosanitaire pour la maladie du Huanglongbing pour l'Union européenne**

Conformément à l'article L.1313-3 du code de la santé publique, j'ai l'honneur de saisir l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail pour la réalisation d'une analyse de risque phytosanitaire relative à la maladie du Huanglongbing pour l'Union européenne

### Éléments de contexte et données utiles

La maladie du Huanglongbing constitue aujourd'hui l'un des dangers phytosanitaires les plus importants pour les cultures d'agrumes. L'introduction et la dissémination des différentes souches de *Candidatus Liberibacter spp.*, l'agent causal de cette maladie, sont de ce fait interdites par la réglementation phytosanitaire de l'Union européenne (Annexe I, Partie A, Chapitre 1 de la directive 2000/29/CE, version Juin 2014).

Cette maladie est présente dans une grande partie de l'Asie du Sud-Est, sur les continents américain et africain et absente de l'Europe. Elle est notamment présente dans les Antilles françaises.

Durant l'été 2015, la présence de la maladie fut suspectée dans un verger d'agrumes au Portugal dans la région d'Algarve. Néanmoins, à la suite de tests supplémentaires de détection de cette bactérie couplés à un suivi et un programme d'échantillonnage intensifs, la région a été déclarée indemne de *Candidatus Liberibacter asiaticus* par l'organisation nationale de la protection des végétaux (ONPV) (EPPO, Rsf-1602).



Par ailleurs, la maladie a été signalée la même année pour la première fois au nord de l'Afrique plus particulièrement en Égypte, pays exportateur de fruits d'agrumes vers le territoire européen (Tolba et Soliman, 2015).

Afin d'épargner aux pays européens méditerranéens producteurs d'agrumes de possibles impacts économiques dus à cette bactérie, il convient de procéder à une actualisation de l'évaluation du risque pour l'ensemble de l'Union européenne, visant à prévenir l'introduction de cet organisme sur le territoire européen et empêcher sa dissémination s'il est introduit car un de ses vecteurs, *Trioxa erythrae*, est présent au Portugal et en Espagne.

#### Questions posées

Aussi, je vous saurais gré de bien vouloir réaliser une analyse du risque phytosanitaire pour *Candidatus Liberibacter* spp. pour l'ensemble de l'Union européenne. Cette analyse de risque sera remise en français et en anglais.

#### Délaï justifié

Je souhaiterais pouvoir disposer de votre avis dans un délai de 14 mois à compter de la date de réception de ce courrier.

#### Destinataires pour la réponse mail

- bsv.sdqspv.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 adjoint de l'alimentation  
Chef du service de la gouvernance  
et de l'international  
CVO  
Loïc EVAIN

Copie : SDPAL/BERL

## Annexe 2 : Questionnaire envoyé aux ONPV européennes

Sur les 28 pays contactés via les ONPV, seuls 12 pays ont répondu au questionnaire dont 5 pays producteurs d'agrumes.

Questionnaire on  
HuangLongBing (HLB) in the European Union

*For the attention of NPPO of:*

*Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, 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*

**Laboratoire de la Santé des Végétaux / Plant Health Laboratory**  
**Expertise – Risques biologiques/ Expertise and Biological Risks Unit**  
**7 rue Dixméras**  
**49 044 ANGERS CEDEX 01**  
**FRANCE**

mail : [christine.tayeh@anses.fr](mailto:christine.tayeh@anses.fr)

Country	
---------	--

**PART I: Citrus fruits production**

1-Is the country a Citrus fruit producer?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
---	------------------------------	-----------------------------

Latin Name (or common name)	Area (in hectares or another unit)	Production (in 100kg or another unit)	Value of production (in million euros)	Value of export (in million euros)	Distribution within the country (map, iso codes of regions, regions name)

**If yes, please fill in the following table**

**PART II: HLB**

2-Are HLB, <i>Diaphorina citri</i> or <i>Trioza erytreae</i> subject to official surveillance and/or monitoring ?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
---	------------------------------	-----------------------------

**If yes,**

Description of the official monitoring system:

3-Presence of HLB in the country?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Presence of <i>Diaphorina citri</i> in the country?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Presence of <i>Trioza erytreae</i> in the country?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Presence of other species of Psyllid on Citrus?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

**If yes,**

When were the first and/or last reports (date):

Phytosanitary action (detailed) [survey, inspection, testing (name, frequency), contingency plan, etc.; **please join the corresponding documents**]:

**If no,**

When did you observe for the last time symptoms of the disease?      Never        
Date:

Phytosanitary action [eradication, survey, inspection, testing (name, frequency), contingency plan, etc.; **please join the corresponding documents**]:

**PART III: Systems for production of healthy plants of Citrus for planting**

1-Does the country apply the Directive 2014/98/EU concerning the specific requirements for the genus and species of fruit plants?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
---	------------------------------	-----------------------------

**If yes,**

To what extent?

2-Does the country have specific supplementary requirements for HLB through the production of healthy plants of Citrus?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
---	------------------------------	-----------------------------

**If yes,**What are the specific requirement for HLB [for example : Testing methods (name, frequency), inspection, cultural practices, traceability; **please join the corresponding documents**]:

### Annexe 3 : Distribution des espèces de *Candidatus Liberibacter* selon EPPO 2017

Les classifications climatiques selon Köppen-Geiger sont obtenues via le site : <https://fr.climate-data.org/region/>

Remarque sur les données : aucune précision recherchée sur la localisation exacte des signalements. Les références citées proviennent des cartes de distribution des bactéries recueillies via le CPC Cabi et EPPO GD.

#### Pour *Ca. Liberibacter americanus*

Pays (et continent)	État ou province	Statut	Référence	Climat Köppen Geiger
Europe				
Belgique		Absent, pas de signalement	Déclaration de l'ONPV en 2016, EPPO	x
Amérique du Sud				
Brésil		Présent, distribution limitée		x
Brésil	Minas Gerais	Présent, pas de détails	Lopes, 2009	Aw (dominant), Cfa, Cfb, Cwa, Cwb
Brésil	Paraná	Présent, pas de détails	Lopes, 2009	Aw
Brésil	São Paulo	Présent, pas de détails	Teixeira <i>et al.</i> , 2005c	Cfb
Paraguay		Absent, enregistrement non valide	Déclaration de l'ONPV en 2010, EPPO	x

#### Pour *Ca. Liberibacter africanus*

Pays (et continent)	État ou province	Statut	Référence	Climat Köppen Geiger
Europe				
Belgique		Absent, pas de signalement	Déclaration de l'ONPV en 2016, EPPO	x
Afrique				x
Burundi		Présent, pas de détails	Aubert <i>et al.</i> , 1988	Aw (dominant), Cwb
Cameroun		Présent, pas de détails	Aubert <i>et al.</i> , 1988	Aw (dominant), Am, BSh, Cwb, Af
Iles Comores		Présent, pas de détails	EPPO, CABI, 1998	Am (dominant), Af
Ethiopie		Présent, pas de détails	Abate, 1988	Cfb (dominant), Aw, BSh, BWh, Cwb
Kenya		Présent, pas de détails	EPPO, 1992	Aw (dominant), BSh, Cfb, Csb, Am
Madagascar		Présent, pas de détails	Bové et Garnier, 1984	Aw (dominant), Af, Cfb, BSh, Cfa



Pays (et continent)	État ou province	Statut	Référence	Climat Köppen Geiger
Malawi		Présent, pas de détails	Aubert <i>et al.</i> , 1988	Aw (dominant), Csa, Csb, Cfa, Cwa
Ile Maurice		Présent, pas de détails	Garnier <i>et al.</i> , 1996	Am (dominant), Af, Aw, Cfa
La Réunion		Présent, pas de détails	Aubert et Quilici, 1984	Aw (dominant), Cfb, Cfa
Mayotte		?	?	Aw
République Centrafricaine		Présent, pas de détails	Aubert <i>et al.</i> , 1988	Aw (dominant), Am, BSh
Rwanda		Présent, pas de détails	Aubert <i>et al.</i> , 1988	Aw (dominant), Cwb, Cfb
Sainte Hélène		Présent, largement distribué	van den Berg et Greenland, 2000	BWh (dominant), Csa
Somalie		Présent, pas de détails	Bove, 1995	BSh (dominant), BWh, BSk, Aw, BWk
Afrique du Sud		Présent, distribution limitée	Pietersen <i>et al.</i> , 2010	Cfb (dominant), BSh, BSk, Cfa, Csb
Swaziland		Présent, pas de détails	Bové et Garnier (1994), symptômes observés uniquement	Cfa et Cfb (dominants), BSh
Tanzanie		Présent, distribution limitée	Aubert <i>et al.</i> , 1988	Aw (dominant), Csb, BSh, Am, Csa
Zimbabwe		Présent, distribution limitée	Garnier et Bové, 1996	BSh (dominant), Cwb, Cwa, Cfb, Cfa
Asie				x
Arabie Saoudite		Présent, distribution limitée	Bové et Garnier, 1984	BWh (dominant), BSk, BWk, BSh
Yémen		Présent, distribution limitée	Bové et Garnier, 1984	BWh (dominant), BSk, BSh, BWk, Cfb

#### Pour *Ca. Liberibacter asiaticus*

Pays (et continent)	État ou province	Statut	Référence	Climat Köppen Geiger
Europe				x
Belgique		Absent, pas de signalement	Déclaration de l'ONPV en 2016	x
Pays-Bas		Absent, confirmé par surveillance	Déclaration de l'ONPV en 2015	x
Portugal		Absent, confirmé par surveillance	Déclaration de l'ONPV en 2016	x
Afrique et Océan Indien				x
Ethiopie		Présent, quelques occurrences	Saponari <i>et al.</i> , 2010	Cfb (dominant), Aw, BSh, BWh, Cwb
Tanzanie			Shimwela <i>et al.</i> , 2016	Aw (dominant), Csb, BSh, Am, Csa
Ile Maurice		Présent, distribution limitée	Garnier <i>et al.</i> , 1996	Am (dominant), Af, Aw, Cfa
La Réunion		Présent, distribution limitée	Aubert <i>et al.</i> , 2008	Aw (dominant), Cfb, Cfa
Asie				x

Pays (et continent)	État ou province	Statut	Référence	Climat Köppen Geiger
Arabie Saoudite		Présent, pas de détails	Bove et Garnier, 1984 ; Luck <i>et al.</i> , 1996	BWh (dominant), BSk, BWk, BSh
Bangladesh		Présent, pas de détails	Calting <i>et al.</i> , 1978	Aw (dominant), Am, Cwa, Csa
Bhoutan		Présent, pas de détails	Ahlawat <i>et al.</i> , 2203 ; Doe doe <i>et al.</i> , 2003 ; Donovan <i>et al.</i> , 2012	Cwb et Cwa (dominants) Dwc, Dw b et ET
Cambodge		Présent, pas de détails	Garnier, 1998 ; Md-Sajedul Islam <i>et al.</i> , 2012	Aw (dominant), Am
Chine		Présent, pas de détails	Ding <i>et al.</i> , 2009 ; Hu <i>et al.</i> , 2011 ; Ma <i>et al.</i> , 2014	x
Chine	Fujian	Présent, pas de détails	Lin <i>et al.</i> , 1956 ; Ding <i>et al.</i> , 2009 ; Hu <i>et al.</i> , 2011 ; Ma <i>et al.</i> , 2014	Cfa
Chine	Guangdong	Présent, pas de détails	Lin <i>et al.</i> , 1956 ; Aubert 1989 ; Bové 2006 ; Deng <i>et al.</i> , 2009 ; Ding <i>et al.</i> , 2009 ; Hu <i>et al.</i> , 2011 ; Ma <i>et al.</i> , 2014	Cfa
Chine	Guangxi	Présent, pas de détails	Lin <i>et al.</i> , 1956 ; Gottwald <i>et al.</i> , 1989 ; Ding <i>et al.</i> , 2009 ; Hu <i>et al.</i> , 2011 ; Lou <i>et al.</i> , 2012	Cfa
Chine	Guizhou	Présent, pas de détails	Ma <i>et al.</i> , 2014	Cfa et Cfb
Chine	Hainan	Présent, pas de détails	Lin <i>et al.</i> , 1956 ; Ding <i>et al.</i> , 2009 ; Ma <i>et al.</i> , 2014	Aw, Cfa et Am
Chine	Jiangxi	Présent, pas de détails	Lin <i>et al.</i> , 1956 ; Ding <i>et al.</i> , 2009 ; Hu <i>et al.</i> , 2011 ; Ma <i>et al.</i> , 2014	Cfa
Chine	Sichuan	Présent, pas de détails	Ding <i>et al.</i> , 2009 ; Hu <i>et al.</i> , 2011	Cfa (dominant), Cwa, Dw b, Cwb, Dwc
Chine	Xianggang (Hong Kong)	Présent, quelques occurrences	NPPO 1992	Cfa
Chine	Yunnan	Présent, pas de détails	Hu <i>et al.</i> , 2011 ; Ma <i>et al.</i> , 2014	Cfa et Csb (dominants), Cfb, Cwb, Csa
Chine	Zhejiang	Présent, pas de détails	Lin <i>et al.</i> , 1956 ; Ma <i>et al.</i> , 2014	Cfa
Inde		Présent, largement distribué	Bhagabati <i>et al.</i> , 1989 ; Kapur et Sohi 1990 ; Bové 1995 ; Das 2008 ; Das <i>et al.</i> , 2014 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	x
Inde	Andhra Pradesh	Présent, pas de détails	Reddy <i>et al.</i> , 1974 ; Bové <i>et al.</i> , 1993 ; Bové 1995 ; Das <i>et al.</i> , 2014 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	Aw (dominant), BSh, Cwa
Inde	Arunachal	Présent, pas de détails	Bhagabati <i>et al.</i> ,	Cfa et Cwa

Pays (et continent)	État ou province	Statut	Référence	Climat Köppen Geiger
	Pradesh		1989 ; Bové 1995	(dominants), Cwb, Dwb, Dwc
Inde	Assam	Présent, pas de détails	Bové 1995 ; Ahlawat 1997 ; Das <i>et al.</i> , 2014 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	Cwa (dominant), Cfa, Am, Aw
Inde	Bihar	Présent, pas de détails	Nariani <i>et al.</i> , 1971 ; Bové 1995 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	Csa (dominant), Cwa
Inde	Delhi	Présent, pas de détails	Bové <i>et al.</i> , 1993 ; Bové 1995 ; Baranwal <i>et al.</i> , 2004	BSh
Inde	Gujarat	Présent, pas de détails	Bové 1995	BSh (dominant), Aw, BWh, Csa
Inde	Haryana	Présent, pas de détails	Singh et Gupta 1972 ; Bové 1995	BSh (dominant), Csa, BWh
Inde	Himachal Pradesh	Présent, pas de détails	Nariani <i>et al.</i> , 1971 ; Bové 1995	Cfa (dominant), Cfb, Csa, Dsb
Inde	Jammu & Kashmir	Présent, pas de détails	Bové 1995 ; Baranwal <i>et al.</i> , 2004	Bsk, Cfa et Csa (dominants), Dfb, BWk
Inde	Karnataka	Présent, pas de détails	Bové <i>et al.</i> , 1993 ; Bové 1995 ; Das <i>et al.</i> , 2014 ; Sahana <i>et al.</i> , 2014 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	BSh et Aw (dominants), Am, Cwa
Inde	Madhya Pradesh	Présent, pas de détails	Bové 1995 ; Das <i>et al.</i> , 2014 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	Csa (dominant), Aw, BSh
Inde	Maharashtra	Présent, pas de détails	Chakraborty <i>et al.</i> , 1976 ; Mali 1979 ; Kolte et Diware 1989 ; Bové <i>et al.</i> , 1993 ; Bové 1995 ; Das <i>et al.</i> , 2014 ; Sahana <i>et al.</i> , 2014 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2013 et 2015	BSh (dominant), Aw, Am, Csa
Inde	Manipur	Présent, pas de détails	Bhagabati <i>et al.</i> , 1989 ; Das <i>et al.</i> , 2014	Cwa (dominant), Cwb, Am, Aw
Inde	Meghalaya	Présent, pas de détails	Bhagabati <i>et al.</i> , 1989 ; Bové 1995 ; Das <i>et al.</i> , 2014	Cwa (dominant), Cwb, Am, Aw
Inde	Mizoram	Présent, pas de détails	Das <i>et al.</i> , 2014 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	Cwa (dominant), Am, Cwb, Aw
Inde	Nagaland	Présent, pas de détails	Das <i>et al.</i> , 2014	Cwa (dominant), Cwb, Cfa
Inde	Orissa	Présent, pas de détails	Bové <i>et al.</i> , 1993 ; Bové 1995	Plus de précisions
Inde	Punjab	Présent, pas de détails	Gupta <i>et al.</i> , 1972 ; Knorr et Reddy, 1972 ; Ahlawat et Sardar, 1976 ; Kapur <i>et al.</i> , 1988 ; Bové 1995 ; Das <i>et al.</i> , 2014 ;	Af (dominant), BSh, Csq, Cfb, BWh
Inde	Rajasthan	Présent, pas de détails	Bové <i>et al.</i> , 1993 ; Bové 1995 ; Das <i>et al.</i> , 2014	BWh (dominant), BSh, Csa, Aw

Pays (et continent)	État ou province	Statut	Référence	Climat Köppen Geiger
Inde	Sikkim	Présent, pas de détails	Raychaudhuri <i>et al.</i> , 1979 ; Bové 1995 ; Das <i>et al.</i> , 2014 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	Cwa et Cwb (dominants), ET, Cfb, Dfb
Inde	Tamil Nadu	Présent, pas de détails	Bové 1995 ; Das <i>et al.</i> , 2014 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	Aw (dominant), BSh, Cwb, Cfb, Am
Inde	Tripura	Présent, pas de détails	Das <i>et al.</i> , 2014	Aw (dominat), Am, Cwa
Inde	Uttar Pradesh	Présent, pas de détails	Bové <i>et al.</i> , 1993 ; Bové 1995 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	Csa (dominat), BSh
Inde	West Bengal	Présent, pas de détails	Ahlawat et Sardar, 1976 ; Raychaudhuri <i>et al.</i> , 1979 ; Mukhopadhyay 1985 ; Bové 1995 ; Das <i>et al.</i> , 2014 ; Sahana <i>et al.</i> , 2014 ; Ghosh <i>et al.</i> , 2015	Aw (dominant), Cwa, Csa, Cwb
Indonésie		Présent, pas de détails	Salibe et Tirtawidjaja 1984	x
Indonésie	Irian Jaya	Présent, pas de détails	Davis <i>et al.</i> , 2000 ; ProMed 2003 ;	plus de précisions
Indonésie	Java	Présent, pas de détails	Salibe et Tirtawidjaja 1984 ; Aubert <i>et al.</i> , 1985	plus de précisions
Indonésie	Kalimantan	Présent, pas de détails	Aubert <i>et al.</i> , 1985	Af (dominant)
Indonésie	Nus Tenggara	Présent, largement distribué	Bové <i>et al.</i> , 1998	Aw (dominant)
Indonésie	Sulawesi	Présent, pas de détails	Aubert <i>et al.</i> , 1985	Af (dominant)
Indonésie	Sumatra	Présent, pas de détails	Salibe et Tirtawidjaja 1984 ; Aubert <i>et al.</i> , 1985	x
Iran		Présent, distribution limitée	Faghihi <i>et al.</i> , 2008	Csa et BSk et Dsa (dominants), Dsb, BWk
Japon		Présent, distribution limitée	Miyakawa <i>et al.</i> , 1989 ; Subandiyah <i>et al.</i> , 2000 ; Dai <i>et al.</i> , 2005 ; Iwanamie <i>et al.</i> , 2008 ; Sadoyama 2008 ; Fusayasu <i>et al.</i> , 2014	x
Japon	Kyushu	Présent, distribution limitée	Dai <i>et al.</i> , 2005	Plus de précisions
Japon	Ryukyu Archipelago	Présent, pas de détails	Miyakawa <i>et al.</i> , 1989 ; Sadoyama 2008 ; Fusayasu <i>et al.</i> , 2014	x
Lao		Présent, pas de détails	Garnier et Bove, 1998	Aw (dominant), Am, Cwa, Cfa, Cwb
Malaisie		Présent, distribution limitée	Kairulmazmi <i>et al.</i> , 2008	Af (dominant), Am, Cfb
Malaisie	Sarawak	Présent, pas de détails	Bove <i>et al.</i> , 1995	x
Malaisie	West	Présent, pas de détails	Garnier et Bove, 1996 ; Kairulmazmi <i>et</i>	x

Pays (et continent)	État ou province	Statut	Référence	Climat Köppen Geiger
			<i>al.</i> , 2008	
Myanmar		Présent, pas de détails	Garnier et Bove, 1998 ; Myanmar 2015 sur le site de l'IPPC	Aw (dominant), Am, Cwa, BShn Cwb
Népal		Présent, largement distribué	Budathoki et Pradhanang, 1992 ; Regmi <i>et al.</i> , 1996	Cwa et Cwb et Cfa (dominants), Csa, Cfb
Pakistan		Présent, pas de détails	Chohan <i>et al.</i> , 2007 ; Razi <i>et al.</i> , 2014	BWh et Cfa (dominants), BSh, BWk, Csa
Philippines		Présent, largement distribué	Bove, 2006	Af et Am (dominants), Aw, Cwb, Cfb
Sri Lanka		Présent, pas de détails	Garnier et Bove, 1996	Af (dominant), Aw, Am, Cfb
Syrie		Absent, enregistrement non valide	EPPO reporting service 94/006	Csa (dominant), BSk, BSh, BWh, BWk
Taïwan		Présent, largement distribué	Su, 2008	Cfa (dominant), Aw, Am, Cwa, Af
Thaïlande		Présent, pas de détails	Akarapisan <i>et al.</i> , 2008 ; Puttamuk <i>et al.</i> , 2014	Aw (dominant), Am, Cwa, Af, Cfa
Timor Oriental		Présent, pas de détails		Aw (dominant), Am, BSh, Cwb
Viet Nam		Présent, distribution limitée	Bove et Garnier, 1996 ; Whittle, 1992 ; Ichinose <i>et al.</i> , 2012	Aw (dominant), Cfa, Am, Cwa, Af
Yémen		Présent, distribution limitée	Bove et Garnier, 1984 ; Luck <i>et al.</i> , 1996	BWh (dominant), BSk, BSh, BWk, Cfb
Amérique				x
Argentine		Absent, éradiqué	NPPO, 2012 ; ProMed, 2012 ; SENASA, 2014 et 2015	Cfa (dominant), BWk, BSk, BSh, Cfb
Barbados		Présent, distribution limitée	IPPC, 2014	Aw (dominant), Am
Belize		Présent, distribution limitée	ProMed, 2009 ; Manjunath <i>et al.</i> , 2010	Am (dominant), Af, Aw
Brésil		Présent, pas de détails	Coletta <i>et al.</i> , 2004 ; Lopes 2009 ; Belasque <i>et al.</i> , 2010	x
Brésil	Minas Gerais	Présent, pas de détails	Lopes 2009	Aw (dominant), Cfa, Cfb, Cwa, Cwb
Brésil	Paraná	Présent, pas de détails	Leite 2008 ; Lopes 2009 ; Sauer <i>et al.</i> , 2015	Aw
Brésil	Sao Paulo	Présent, pas de détails	Coletta <i>et al.</i> , 2004 ; Lopes 2009 ; Belasque <i>et al.</i> , 2010	Cfb
Colombie		Présent, quelques occurrences	ICA, 2015 ; ProMed, 2016	Af et Aw et Am (dominants), Cfb, Csb
Costa Rica		Présent, distribution limitée	IPPC 2015 ; Molina-Bravo <i>et al.</i> , 2015	Aw et Am et Af (dominants), Cwb,

Pays (et continent)	État ou province	Statut	Référence	Climat Köppen Geiger
				Cfb
Cuba		Présent, largement distribué	Luis <i>et al.</i> , 2009 ; Martinez <i>et al.</i> , 2009	Aw (dominant), Am, Af, Cfb
Dominique		Présent, distribution limitée	EPICA, 2012	Af
République dominicaine		Présent, distribution limitée	IPPC 2009 ; Matos <i>et al.</i> , 2009 ; Serra <i>et al.</i> , 2011	Aw et Af et Am (dominants), BSh, Cfb
Guadeloupe		Présent, distribution limitée	Cellier <i>et al.</i> , 2014	Am (dominant), Af, Aw
Honduras		Présent, pas de détails	ProMed 2010	Aw (dominant), Am, Af, Cwb, Cfb
Jamaïque		Présent, largement distribué	IPPC 2010 ; Brown <i>et al.</i> , 2011	Am (dominant), Af, Aw
Martinique		Présent, distribution limitée	Cellier <i>et al.</i> , 2014	Am, Af (dominants), Aw
Mexique		Présent, distribution limitée	NAPPO 2009, 2010	BSh et BWh (dominants), Csa, Aw, BSk
Nicaragua		Présent, pas de détails	ProMed 2010	Aw (dominant), Am, Af, Csb
Paraguay		Présent, distribution limitée	SENAVE 2013 ; ProMed 2013	Cfa (dominant), BSh, Aw , Am
Porto Rico		Présent, pas de détails	NAPPO, 2009 ; Estevez de Jensen <i>et al.</i> , 2010 ; Jenkins <i>et al.</i> , 2015	Af (dominant), Aw , Am
États-Unis d'Amérique		Présent, distribution limitée	USDA-APHIS 2005 ; NPPO, 2008, 2009, 2012, 2014 ; Wang <i>et Trivedi</i> , 2013 ; California Department of Food and Agriculture, 2012, 2015	x
États-Unis d'Amérique	California	Présent, quelques occurrences	California Department of Food and Agriculture, 2012, 2015; Kumagai <i>et al.</i> , 2013 ; Stocks, 2014 ; Yan <i>et al.</i> , 2016	Cs, BSk, Csa (dominants), BWh, BSh
États-Unis d'Amérique	Florida	Présent, largement distribué	USDA-APHIS, 2005, 2006 ; California Department of Food and Agriculture, 2012; Stocks, 2014	Cfa (dominant), Am, Aw, Af
États-Unis d'Amérique	Georgia	Présent, quelques occurrences	NAPPO 2009 ; Stocks 2014	Cfa (dominant), Cfb
États-Unis d'Amérique	Louisiana	Présent, quelques occurrences	NAPPO 2008 ; Stocks 2014	Cfa
États-Unis d'Amérique	South Carolina	Présent, quelques occurrences	NAPPO 2009 ; Stocks 2014	Cfa
États-Unis d'Amérique	Texas	Présent, quelques occurrences	NAPPO 2012, 2014 ; Stocks 2014	Cfa (dominant), BSk, BSh, BWk, BWh
Iles vierges des États-Unis		Présent, quelques occurrences	NAPPO, 2010 ; Stocks , 2014	Aw





## Notes

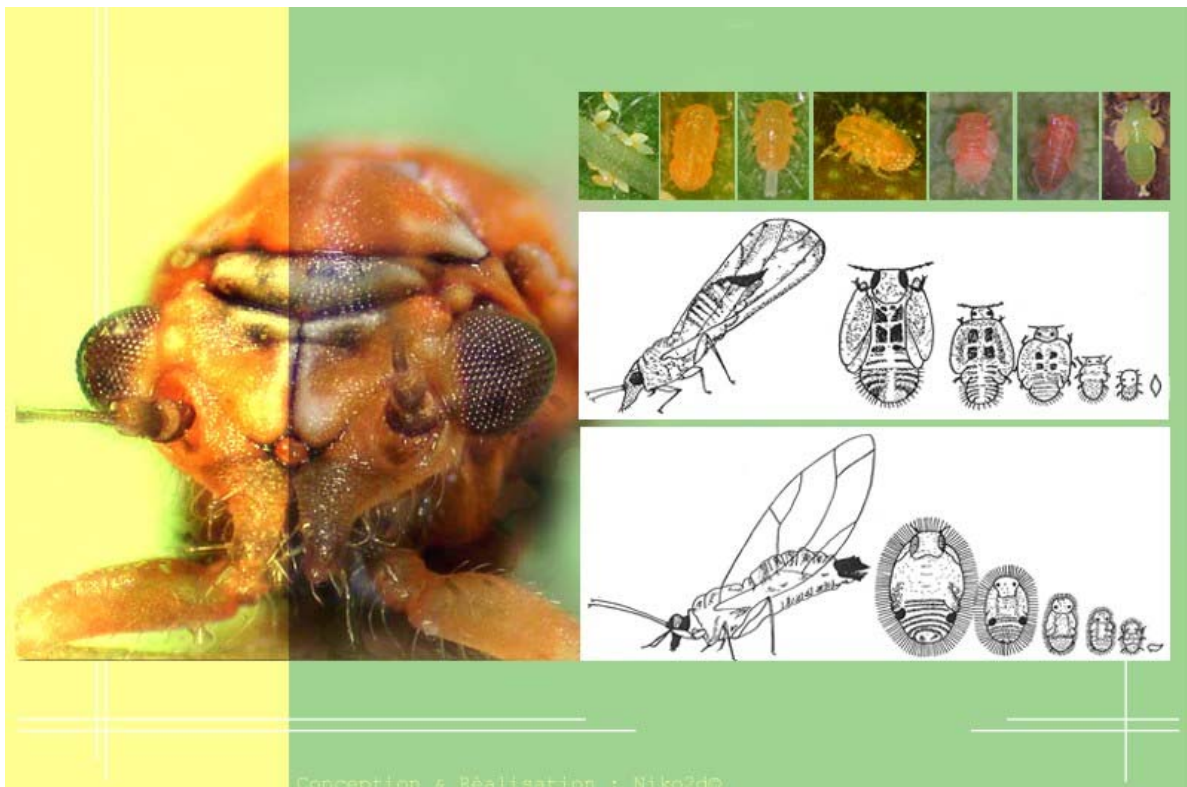
---

**Rapport ANSES**  
Saisine N°2016-SA-0235

# **Les psylles vecteurs des liberibacters responsables du huanglongbing**

**Taxonomie, distribution géographique,  
spécificité d'interaction insecte-plante-pathogène**

**Nicolas Sauvion**  
Ingénieur de Recherche  
Entomologiste



Montpellier le 27/06/2018

## 1. Introduction

Ce rapport s'inscrit dans le cadre d'une saisine de l'ANSES (N°2016-SA-0235) se rapportant à une analyse de risque phytosanitaire pour la maladie du huanglongbing pour l'Union européenne. J'ai été mandaté pour rédiger un rapport sur les spécificités d'interaction entre les psylles vecteurs et les bactéries (Liberibacters) responsables de cette maladie des agrumes.

Ce rapport traduit ma vision d'entomologiste (et d'épidémiologiste) sur un sujet très complexe. Je me suis volontairement cantonné à évoquer uniquement la question des vecteurs. J'aurais pu aborder d'autres questions centrées sur le pathogène, sur la gestion de la maladie, etc mais j'aurais été hors sujet.

A mon sens, derrière l'appellation huanglongbing (HLB) se cache en réalité au moins deux situations épidémiques très différentes, en d'autres termes deux pathosystèmes : l'un associant le psylle *Diaphorina citri* et les *Citrus* cultivés (essentiellement - voir les paragraphes sur les préférences d'hôtes), en Asie et aux Amériques, l'autre associant *Trioza erytreae*, les *Citrus* cultivés et des Rutacées sauvages en Afrique, pour faire simple. Mais nous verrons que la situation est en réalité plus compliquée voire confuse (par exemple, *Diaphorina citri* a été récemment décrit aussi en Afrique ; d'autres espèces de psylles ont été décrites « vecteur » ou « vecteur potentiel », etc).

Les psylles aujourd'hui considérés comme vecteurs ont été décrits bien avant que le HLB soit décrit ou tout du moins commence à poser de graves problèmes à l'agrumiculture mondiale. Comme nous le verrons plus loin en détail, les premières descriptions de ces insectes datent de plus d'un siècle (1897) alors que les premières épidémies dramatiques de HLB sont datées à la fin des années 50 [Aubert (1990) cité par Beattie *et al.* (2009)].

Depuis, la maladie a envahi la quasi-totalité des continents où des *Citrus* sont cultivés, à l'exception de l'Europe, ce qui d'une certaine manière est très surprenant. Son introduction sur le Vieux Continent est crainte depuis des années et les échanges internationaux ont toute raison de nous alarmer sur les risques d'introduction. Des psylles adultes de *D. citri* n'ont-ils pas déjà été interceptés à Roissy en 1989 ? Ces insectes avaient été collectés sur un lot de citrons verts en provenance du Honduras, reconditionnés aux USA (Burckhardt & Martinez, 1989). Nous verrons aussi qu'un psylle que je considère comme « potentiel vecteur » a été introduit en France métropolitaine depuis plus de 10 ans<sup>1</sup>.

La communauté internationale des chercheurs est mobilisée sur cette maladie des agrumes depuis des dizaines d'années. En termes de diffusion de l'information, elle est même très bien structurée. Il existe ainsi notamment :

- une « International Society of Citriculture<sup>2</sup> » qui organise tous les 3 ou 4 ans depuis 1973 un congrès international. On peut avoir accès gratuitement sur le site web aux titres de toutes les présentations de tous les meetings<sup>3</sup> ;
- une base de données bibliographique : « The huanglongbing (HLB) or citrus greening Bibliographical Database<sup>4</sup> ([http://www.imok.ufl.edu/programs/entomology/hlb\\_db.php](http://www.imok.ufl.edu/programs/entomology/hlb_db.php)) créée en 2009 par le groupe d'entomologie de l' « University of Florida's Southwest Florida Research and Education Center (SWFREC) »<sup>5</sup>. Un outil extrêmement précieux qui donne accès aux PDF de nombreuses références quasi-introuvables par d'autres voies (ex : rapports FAO) ;

<sup>1</sup> Je fais allusion ici au Triozidae, *Powellia vitreoradiata* Maskell, 1879.

<sup>2</sup> <http://internationalsocietyofcitriculture.org>

<sup>3</sup> mais l'accès aux résumés est réservé aux abonnés.

<sup>4</sup> [http://www.imok.ufl.edu/programs/entomology/hlb\\_db.php](http://www.imok.ufl.edu/programs/entomology/hlb_db.php)

<sup>5</sup> plus d'informations sur : [http://www.imok.ufl.edu/hlb/database/pdf/2\\_Vanaclocha\\_14.pdf](http://www.imok.ufl.edu/hlb/database/pdf/2_Vanaclocha_14.pdf)

- un site de l'American Phytopathological Society (APS) qui donne accès gratuitement à tous les PDF des présentations de l'« International Research Conference on Huanglongbing »<sup>6</sup>, Orlando, 2008, et notamment les présentations de Bernard Aubert (Historical perspectives of HLB in Asia) ou de d'Andrew Beattie (Evolution of *Citrus*, *Diaphorina citri*, and *Liberibacter asiaticus*) cités plus loin dans ce rapport.

Il existe ainsi une quantité considérable d'informations sur le HLB et les vecteurs associés. De nombreuses revues ont été publiées ces 20 dernières années. J'ai listé ci-dessous par ordre chronologique quelques articles qui permettent de bien s'imprégner de la problématique. J'ai mis en gras ceux qui me semblent indispensables à lire :

- Husain MA & Nath LD (1927) The citrus psylla (*Diaphorina citri*, Kuw.) [Psyllidae : Homoptera]. Memoirs of the Department of Agriculture in India, Entomological Series 10: 1-27.
- Van den Berg MA (1990) The citrus psylla, *Trioza erytreae* (Del Guercio)(Hemiptera: Triozidae): A review. Agriculture, Ecosystems & Environment 30: 171-194.
- Halbert SE & Manjunath KL (2004) Asian citrus psyllid (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomology 87: 330-353.
- Bové JM (2006) Huanglongbing: a destructive, newly emerging, century-old disease of citrus. Journal of Plant Pathology 88: 7-37.**
- Yang Y, Huang M, Beattie A, Xia YH, Ouyang G & Xiong J (2006) Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama, a major pest of citrus: a status report for China. International Journal of Pest Management 52: 343-352.
- Beattie GAC, Holford P, Haigh AM & Broadbent P (2009) On the origins of Citrus, huanglongbing, *Diaphorina citri* and *Trioza erytreae*: International Research Conference on Huanglongbing, December 2008 (ed. by TGJ Graham) Plant Management Network, Orlando, FL, USA. Available at <http://www.plantmanagementnetwork.org/proceedings/irchlb/2008/>, Orlando, FL, USA, pp. 23-56.**
- Gottwald TR (2010) Current epidemiological understanding of citrus huanglongbing. Annual Review of Phytopathology 48: 119-139.**
- Janse JD (2012) Bacterial diseases that may or do emerge, with (possible) economic damage for Europe and the Mediterranean basin: notes on epidemiology, risks, prevention and management on first occurrence. Journal of Plant Pathology 94: S4.5-S4.29.
- Hall DG, Richardson ML, Ammar ED & Halbert SE (2013) Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. Entomologia Experimentalis et Applicata 146: 207-223.
- Grafton-Cardwell EE, Stelinski LL & Stansly PA (2013) Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the huanglongbing pathogens. Annual Review of Entomology 58: 413-432.**
- Haapalainen M (2014) Biology and epidemics of *Candidatus* *Liberibacter* species, psyllid-transmitted plant-pathogenic bacteria. Annals of Applied Biology 165: 172-198.

<sup>6</sup> <http://www.plantmanagementnetwork.org/proceedings/irchlb/2008/>

da Graça JV, Douhan GW, Halbert SE, Keremane ML, Lee RF, Vidalakis G & Zhao H (2016) Huanglongbing: An overview of a complex pathosystem ravaging the world's citrus. *Journal of integrative plant biology* 58: 373-387.

Dans le cadre de cette saisine, trois articles sur des analyses de risque me semblent aussi très intéressants :

Aurambout JP, Finlay KJ, Luck J & Beattie GAC (2009) A concept model to estimate the potential distribution of the Asiatic citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama) in Australia under climate change—A means for assessing biosecurity risk. *Ecological Modelling* 220: 2512-2524.

Plant Biosecurity (2011) Final pest risk analysis report for 'Candidatus Liberibacter species' and their vectors associated with Rutaceae: Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, Canberra, 234 pp.

Barkley PB, Schubert T, Schutte GC, Godfrey K, Hattingh V, Telford G, Beattie GAC & Hoffman K (2014) Invasive pathogens in plant biosecurity. Case study: citrus biosecurity: *The Handbook of Plant Biosecurity* (ed. Springer), pp. 547-592.

S'agissant d'un rapport centré essentiellement sur les psylles, je me suis beaucoup appuyé dans ma recherche bibliographique sur la base de données de David Ouvrard, Psyl'list<sup>7</sup>. Cette base organise les données taxonomiques disponibles sur ce groupe d'insecte et fournit un accès facile à un très grand nombre de références, en particulier très anciennes.

Puisque beaucoup semble avoir déjà été écrit sur le HLB et ses vecteurs, et que ces informations semblent « facilement » accessibles pourquoi un tel rapport ? Il suffit de se plonger dans la littérature évoquée ci-dessus, voire de creuser encore un peu plus le sujet pour se rendre compte d'au moins quatre points essentiels :

- A ce jour formellement, **deux espèces de psylles** ont été décrites comme vectrice de l'un ou/et l'autre des trois Liberibacters responsables du huanglongbing : *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 et *Trioza erytreae* (Del Guercio, 1918) ;
- Les choses deviennent beaucoup plus **confuses** lorsque sont évoquées d'autres espèces de psylles sur *Citrus* ou autres Rutacées, plus ou moins apparentées à ces espèces vectrices. Ainsi, certaines sont décrites comme porteuses d'un des trois Liberibacters responsables du HLB (cités plus bas) : des auteurs en concluent qu'elles sont vectrices, d'autres affirment lors d'un congrès qu'elles ne sont pas vectrices sans plus d'information sur les tests pratiqués, d'autres concluent que des tests de transmission sont en cours, etc.
- La **synonymie des noms** d'espèces des psylles et des plantes hôtes<sup>8</sup> rend la recherche et l'interprétation des références anciennes très difficiles<sup>9</sup>. En d'autres termes, cette

<sup>7</sup> Ouvrard, D. (2018) Psyl'list - The World Psylloidea Database. <http://www.hemiptera-databases.com/psyllist> - searched on 8 February 2018 doi:10.5519/0029634

<sup>8</sup> « Les agrumes, à l'instar de bien d'autres espèces, offrent des formes si diverses que ne pouvait ni ne peut encore se prévaloir d'en connaître tous les aspects » extrait du chapitre introductif de Bernard Aubert de la ré-édition du livre de Risso et Poiteau « Histoire Naturelle des Orangers » [http://www.connaissance-memoires.fr/titre\\_fiche.php?id\\_titre=25](http://www.connaissance-memoires.fr/titre_fiche.php?id_titre=25)

<sup>9</sup> Par exemple, parle-t-on de la même espèce dans le cas de : *Psylla murrayi*, *Cacospylla murrayi*, *Diaphorina murrayi* ?



recherche demande un regard d'expert pour savoir où/comment trouver les sources, faire des recoupements des informations, etc.

- Face à cette dernière difficulté, peu d'auteurs aujourd'hui cherchent à « **remonter à la source** ». Aussi, des informations sont diffusées avec en citation au mieux une référence non originale, au pire aucune référence<sup>10</sup>. L'une des conséquences est que les informations diffusées sont parfois imprécises, voire fausses. Nous verrons que disposer des sources originales est une donnée précieuse en l'occurrence pour essayer de comprendre la dissémination du HLB de par le monde.

L'objectif de ce rapport est de clarifier la situation sur plusieurs points : (i) les psylles vecteurs du HLB ; (ii) les psylles « potentiel vecteur » ; (iii) les espèces apparentées qui pourraient porter à confusion lors des identifications, décrites ou non sur *Citrus* ; (iv) les spécificités d'interactions psylles-plantes hôtes, et psylles-liberibacters. En l'occurrence, les Liberibacters dont il sera question sont :

- 'Candidatus Liberibacter africanus' (*Laf*)
- 'Candidatus Liberibacter asiaticus' (*Las*)
- 'Candidatus Liberibacter americanus' (*Lam*)

Voir notamment l'excellente revue de Bové (2006) pour plus de détails sur la description de ces Liberibacters.

Jusqu'à très récemment, tous les vecteurs connus de Liberibacters étaient associés au groupe des psylles (Figure 1). Mais en 2014, Pitino *et al.* ont montré qu'une cochenille était capable de transmettre (c-a-d., acquérir et inoculer) le *Las* à des *Citrus*. Je reviens sur cette découverte au paragraphe 4.3 (page 16).

## 2. Les psylles : quelques précisions sur ce groupe d'insectes

Il me paraît nécessaire de préciser au moins quatre caractéristiques du groupe des insectes qui nous intéresse pour bien appréhender la suite du rapport :

- Les psylles appartiennent à l'ordre des Hémiptères (ou Hemiptera) et au sous-ordre des Sternorrhyncha, qui regroupe les pucerons, les aleurodes et les cochenilles (Tableau 1). Le terme anglo-saxon souvent utilisé, *jumping plant-lice* (poux sauteurs des plantes) est mal approprié car taxonomiquement parlant il ne s'agit pas de poux (ordre des Phthiraptères), au même titre que les *whiteflies* (moucheons blancs ; aleurodes) ne sont pas des mouches (ordre des Diptères). Il existe actuellement environ 3800 espèces de Psylloidea décrites (Burckhardt & Ouvrard, 2012 ; Ouvrard *et al.*, 2015). Quarante-cinq espèces sont considérées comme « ravageur » mais seulement 25 environ impactent sérieusement des plantes cultivées (agriculture ou forêt) (Percy, 2018). Les quatre espèces de psylles vectrices de Liberibacters (*D. citri*, *T. erytrae*, *Bactericera trigonica* Hodkinson 1981, *Bactericera cockerelli* (Šulc, 1909), Figure 1) induisent à elles-seules des dégâts considérables, notamment à l'agrumiculture pour le sujet qui nous intéresse. Bové & Rogers (2015) lors d'un workshop sur le HLB ont avancé des chiffres spectaculaires (ex : 3,63 milliards de dollars, en termes de perte d'activité économique, sur la période 2006-2011, simplement pour la Floride) ;
- Les Hémiptères et donc les psylles sont des insectes-piqueurs de sève, qui tiennent cette caractéristique de leur appareil buccal très particulier (Figure 2), certainement le

<sup>10</sup> C'est très souvent le cas par exemple pour la date de première description de la présence d'un psylle dans un pays.

plus extraordinaire, le plus sophistiqué que l'on puisse rencontrer chez les animaux, pour reprendre les termes de Chaudonneret (1990). C'est pendant la phase d'insertion des stylets dans les cellules des différents compartiments des tissus végétaux (cellules du parenchyme, cellules des vaisseaux du phloème, etc.), que les Hémiptères peuvent acquérir ou inoculer différents types de phytopathogènes, dont des bactéries Liberibacters en ce qui concerne des psylles<sup>11</sup> ;

- En termes de spécificité à la plante hôte, les psylles sont considérés comme des insectes monophages<sup>12</sup> ou oligophages<sup>13</sup>. Autrement dit, bien que n'étant pas toujours limitée à une seule espèce de plante, la gamme d'hôtes pour une espèce de psylle donnée est généralement considérée comme limitée à un genre de plante (Eastop, 1973 ; Hodkinson, 1974). Ouvrard *et al.* (2015) ont récemment traité cette question de la spécificité des interactions psylles-plantes hôtes au travers une méta-analyse des données issues de Psyl'list. En fait, il semble que beaucoup de lignées de psylles auraient été capables, au cours des temps évolutifs, de changements d'hôtes entre des groupes de plantes non apparentés. Nous reviendrons sur cette question de la spécificité de l'interaction psylles-plantes hôtes car elle est très connectée à la question du risque d'introduction de telle espèce de psylle sur telle plante hôte ;
- Les spécialistes taxonomistes reconnaissent eux-mêmes qu'à l'heure actuelle la classification des psylles pose problèmes : '*it is difficult to get a clear picture of the current state of knowledge on the psylloid phylogeny*' (Burckhardt & Ouvrard, 2012). En particulier, la famille des Triozidae qui nous intéresse est très riche en espèces, mais la plupart des genres semblent mal définis, voire artificiels. Burckhardt & Ouvrard (2012) dans la dernière classification des Psylloidea qui fait autorité aujourd'hui, ont ainsi renoncé pour l'heure à proposer une sous-division en sous-familles, genres, etc pour cette famille. Cette situation peut être source de confusion entre espèces ;
- La classification au niveau de l'espèce est elle-même parfois très subtile : les spécialistes parlent alors d'espèces très apparentées voire de complexe d'espèces cryptiques<sup>14</sup> quand des marqueurs moléculaires permettent de les différencier. Les deux espèces de psylles vectrices du HLB (*D. citri* & *T. erytrae*) n'échappent malheureusement pas à cette difficulté.

Pour faciliter la lecture de ce rapport, j'ai fait le choix du découpage suivant :

- Description des Hémiptères d'intérêt pour notre analyse en excluant dans un premiers temps les deux espèces vectrices, et en dissociant les psylles du genre *Diaphorina*, les psylles de la famille des Triozidae et les autres Hémiptères (psylles pour la plupart d'autres genres et une espèce de cochenille) ;
- Descriptions séparées de chacune des espèces vectrices.

<sup>11</sup> Pour une revue en français sur ce sujet Herrbach *et al.* 2013

<sup>12</sup> La monophagie en entomologie, caractérise les insectes qui se développent aux dépens d'une seule espèce de plantes, ou éventuellement de deux ou trois espèces appartenant au même genre botanique (Sauvion *et al.*, 2013 : 738).

<sup>13</sup> L'oligophagie caractérise les insectes qui se nourrissent d'un petit nombre de plantes appartenant à une unique famille ou au plus à deux familles très proches (par exemple les Solanacées pour *Manduca sexta*, le sphinx du tabac). ((Sauvion *et al.*, 2013 : 739).

<sup>14</sup> Groupe d'espèces qui satisfait certaines définitions de l'espèce telles que la définition biologique (elles sont isolées reproductivement l'une de l'autre) ou la définition phylogénétique de l'espèce (leurs lignées génétiques ont une importante différenciation génétique) mais qui ne sont pas distinguables d'un point de vue morphologique.

Le [tableau 2](#) liste la totalité des espèces concernées par l'analyse. Autant que faire se peut, j'ai essayé de retrouver les publications originales (et leurs PDF) et la première description de chacune de ces espèces.

Toutes ces données bibliographiques sont listées en fin du rapport. Les références (et leurs PDFs) sont toutes rassemblées dans un fichier Endnote que je peux fournir sur demande (nicolas.sauvion@inra.fr).

### 3. Psylles du genre *Diaphorina* (Psylloidea : Liviidae : Euphyllurinae)

Le tableau suivant reprenant des informations du [tableau 2](#) : il liste toutes les espèces de psylles du genre *Diaphorina* qui sont citées dans ce paragraphe 3 (par ordre alphabétique des espèces sur Rutacées, puis des espèces sur d'autres plantes hôtes que des Rutacées) :

Famille	Espèce	Plante hôte (Ordre ou Famille)	Plante hôte. (Genre)
Liviidae	<i>Diaphorina amoena</i> Capener, 1970	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>
Liviidae	<i>Diaphorina auberti</i> Hollis, 1987	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Liviidae	<i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908	Rutaceae	<b>Citrus</b>
Liviidae	<i>Diaphorina communis</i> Mathur, 1975	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Liviidae	<i>Diaphorina punctulata</i> (Petty, 1924)	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Liviidae	<i>Diaphorina zebrana</i> Capener, 1970	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Liviidae	<i>Diaphorina murrayi</i> Kandasamy, 1986	Rutaceae	<i>Murraya</i>
Liviidae	<i>Diaphorina aegyptiaca</i> Puton, 1892	Lamiales	<i>Cordia</i>
Liviidae	<i>Diaphorina bispinulata</i> Hollis, 1987	inconnue	inconnue
Liviidae	<i>Diaphorina chobauti</i> Puton, 1898	Solanales	<i>Convolvulus</i>
Liviidae	<i>Diaphorina continua</i> Loginova, 1972	inconnue	inconnue
Liviidae	<i>Diaphorina fabulosa</i> (Capener, 1968)	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>
Liviidae	<i>Diaphorina flavipennis</i> Hollis, 1987	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>
Liviidae	<i>Diaphorina huila</i> Hollis, 1987	inconnue	inconnue
Liviidae	<i>Diaphorina lamproptera</i> Burckhardt, 1981	Sapindales	<i>Zygophyllum</i> ; <i>Tetraena</i>
Liviidae	<i>Diaphorina lycii</i> Loginova, 1978	Solanales	<i>Lycium</i>
Liviidae	<i>Diaphorina nigripennis</i> Hollis, 1987	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>
Liviidae	<i>Diaphorina orantimina</i> Hollis, 1987	inconnue	inconnue
Liviidae	<i>Diaphorina pusilla</i> Burckhardt, 1984	inconnue	inconnue
Liviidae	<i>Diaphorina putoni</i> Löw, 1879	Malvales	<i>Thymelaea</i>
Liviidae	<i>Diaphorina turneri</i> Hollis, 1987	inconnue	inconnue

#### 3.1. *Diaphorina* sur *Citrus*, non-vecteurs

- *Diaphorina communis* Mathur, 1975 [syn. *Diaphorina mathuri* Loginova, 1978] a été décrite initialement en Inde (Uttar Pradesh) par Mathur (1975), mais elle est aussi décrite au Népal et au Bhoutan (Om, 2017). Cette espèce est commune sur *Murraya koeniggi* et se retrouve occasionnellement sur *Citrus* ((Hodkinson, 1986) : 307 ; (Aubert, 1987b) [India]).

Récemment, Donovan *et al.* (2012) ont trouvé cette espèce porteuse du *Las*. Des tests de transmission réalisés dans le cadre d'une thèse par Om (2017) ont permis de confirmer que *D. communis* était capable d'acquérir le Liberibacter, mais d'après cet auteur, le psylle semble incapable de le multiplier et encore moins de l'inoculer.

- En Afrique australe, Catling (1970; 1974) a rapporté la présence de *Diaphorina punctulata* Petty, 1924 et de *Diaphorina zebrana* Capener, 1970 dans des vergers d'agrumes de Malkerns au Swaziland. *Diaphorina citri* et *D. punctulata* sont très difficiles à dissocier

morphologiquement : les articles originaux le précisent, mais Halbert & Manjunath (2004, p332) ont eu accès à des photos de spécimens permettant de les discriminer formellement.

Des tests de transmission ont été conduits sans succès avec ces psylles et la bactérie *Las* (rapporté par Aubert, (1987a) : 106 et Halbert & Manjunath (2004).

### 3.2. *Diaphorina* sur *Citrus*, potentiellement vecteurs

- Dans l'Archipel des Comores, *Diaphorina auberti* Hollis, 1987 a été trouvée sur citronnier *maraba* ou sur oranger de semis à Njoungue (Grande Comore) et Mutsamoudou, Mrémani (Anjouan) (Aubert, 1984b; 1987a) : 107 ; Burckhardt, 1994a). Cette espèce est apparentée au groupe *D. amoena* décrit ci-après (Hollis, 1987a).

A ce jour, faute de tests de transmission, on peut considérer cette espèce comme potentiellement vectrice (Aubert, 1987b).

- *Diaphorina murrayi* Kandasamy, 1986 a été décrite en Inde près de Madras (aujourd'hui Chennai, état du Tamil Nadu) sur *Murraya exotica* L. [formellement *Murraya paniculata* (L.) Jac] connue sous le nom vernaculaire *buis de Chine*, *bois jasmin* ou *bois satin* (Kandasamy, 1986), une plante hôte également très appréciée par *D. citri*. Halbert & Manjunath (2004) estime qu'il faudrait une étude plus approfondie pour affirmer que cette espèce est différente de *D. citri*.

Qui plus est, il serait aussi intéressant de tester sa capacité à transmettre le HLB. A l'heure actuelle, il n'est pas formellement exclu que cette espèce soit vectrice.

### 3.3. *Diaphorina* pouvant prêter à confusion

- *Diaphorina amoena* Capener, 1970 est une espèce décrite sur *Strychnos innocua* (Loganiaceae), à ce jour uniquement en Afrique du Sud (Aubert, 1987b; Hollis, 1987a). Halbert et Manjunath (2004) cite da Graça (1991) pour dire que cette espèce aurait été décrite sur *Citrus*. Mais da Graça reprend en fait les deux articles de Hollis et de Aubert qui ne font pas mention de *Citrus* comme plante-hôte potentielle. *D. amoena* est très apparentées (génitalia morphologiquement identiques) à deux autres espèces : *Diaphorina flavipennis* Hollis, 1987 et *Diaphorina nigripennis* Hollis, 1987, retrouvées aussi sur *Strychnos* sp., respectivement en Tanzanie et au Kenya (Hollis, 1987a). Ces trois espèces pourraient être confondues avec *D. citri*.

- *Diaphorina fabulosa* (Capener, 1968) [syn. *Pennavena fabulosa* Capener, 1968] est une autre source de confusion possible avec *D. citri*. Cette espèce est aussi décrite sur *Strychnos* sp. en Afrique du Sud par Hollis (1984).

- D'autres espèces qui ont été décrites par Hollis (1984; 1987a) à Madagascar, en Angola ou en Afrique du Sud pourraient être confondues avec *D. citri*, d'autant que leurs plantes hôtes sont inconnues ; il s'agit de : *Diaphorina bispinulata* Hollis, 1987 ; *Diaphorina orantimina* Hollis, 1987 ; *Diaphorina huila* Hollis, 1987 ; et *Diaphorina turneri* Hollis, 1987.

### 3.4. *Diaphorina* de la zone méditerranéenne

Outre les espèces décrites précédemment, il m'a semblé intéressant de citer dans ce rapport les *Diaphorina* identifiées dans la zone méditerranéenne, décrites présentes en France, ou à notre porte, et qui pourraient être confondues avec *D. citri*. J'ai retrouvé sept espèces, toutes citées dans la base Psyl'list, et aucune décrite sur *Citrus* ou autre Rutacées :

- *Diaphorina aegyptiaca* Puton, 1892 décrite sur *Cordia* spp. (Lamiales) à Chypre, en Egypte, en Iran, en Israël, au Soudan, au Yemen, au Pakistan et en Inde (Burckhardt, 1984 ; Burckhardt & van Harten, 2006 ; Hodkinson, 1986 ; Mathur, 1975) ;
- *Diaphorina chobauti* Puton, 1898 observée sur divers *Convolvulus* spp. (Solanales) en Algérie, Tunisie, Italie, Slovénie, Grèce, etc d'après notamment Burckhardt (1984, 1988b), et Seljak (2006) ;
- *Diaphorina continua* Loginova, 1972 observée en Algérie, au Maroc, aux Iles Canaries, [plante hôte inconnue] selon Loginova (1972) et Burckhardt (1984) ;
- *Diaphorina lamproptera* Burckhardt, 1981, décrite sur *Zygophyllum* spp. et *Tetraena* spp. (Sapindales), dans la péninsule arabique, en Israël, et en Egypte (Burckhardt, 1984 ; 1986 ; 2008; Burckhardt & Mifsud, 1998).
- *Diaphorina lycii* Loginova, 1978 décrite sur *Lycium* spp. (Solanales) dans tout le pourtour méditerranéen et notamment en France (Burckhardt, 1984 ; 1988b ; 1989 ; Halperin *et al.*, 1982 ; Hodkinson, 2009 ; Li, 2011 ; Loginova, 1978).
- *Diaphorina pusilla* Burckhardt, 1984 décrite en Grèce et en Egypte [plante hôte inconnue] par Burckhardt (1984 ; 1988b)
- *Diaphorina putoni* Löw, 1879 [syn. *Psylla aphalaroides* Puton, 1878 ; *Diaphora putonii* Löw, 1879, connue en France sur *Thymelaea* spp. (Malvales) et décrite en détail par Burckhardt (1984).

## 4. Psylles de la famille des Triozidae

Le tableau suivant reprend des informations du [tableau 2](#) : il liste toutes les espèces de psylles de la famille des Triozidae qui sont citées dans ce paragraphe 4 :

Famille	Espèce	Plante hôte (Ordre ou Famille)	Plante hôte. (Genre)
Triozidae	<i>Trioza citroimpura</i> Yang & Li, 1984	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Triozidae	<i>Trioza litseae</i> Bordage, 1898	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Triozidae	<i>Powellia vitreoradiata</i> Maskell, 1879	Rutaceae, Myrtaceae, Pittosporaceae	<i>Citrus, Feijoa, Pittosporum</i>
Triozidae	<i>Leuronota fagarae</i> Burckhardt, 1988	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>
Triozidae	<i>Trioza ata</i> Hollis, 1984	Salicales	<i>Salix</i>
Triozidae	<i>Trioza capeneri</i> Hollis, 1984	Apiales	<i>Seemannaralia</i>
Triozidae	<i>Trioza carvalhoi</i> Hollis, 1984	Apiales	<i>Cussonia</i>
Triozidae	<i>Trioza catlingi</i> Hollis, 1984	Ranunculales	<i>Stephania ; Cissampelos</i>
Triozidae	<i>Trioza eafra</i> Hollis, 1984	Apiales	<i>Cussonia</i>
Triozidae	<i>Trioza gregoryi</i> Hollis, 1984	inconnue	inconnue
Triozidae	<i>Trioza kilimanjarica</i> Hollis, 1984	inconnue	inconnue
Triozidae	<i>Trioza menispermicola</i> Hollis, 1984	Ranunculales	<i>Triclisia, Cissampelos</i>
Triozidae	<i>Trioza tiliacora</i> Hollis, 1984	Ranunculales	<i>Tiliacora</i>
Triozidae	<i>Trioza xylophia</i> Hollis, 1984	Magnoliales	<i>Xylophia</i>

### 4.1. Triozidae sur *Citrus*, décrit non-vecteur

- *Trioza citroimpura* Yang & Li, 1984 a été collecté sur des mandariniers (*Citrus reticulata* Blanco) à 540 m alt. au sud du Yunnan (Chine) près du Laos et de Myanmar (Hodkinson, 1986; Om, 2017; Whittle *et al.*, 1987; Yang & Li, 1984). Dans leur article de revue, Viraktamath & Bhumannavar (2001) déclarent ce psylle comme non vecteur du HLB (page 8) en faisant référence à un rapport de Whittle *et al.* (1987) auquel je n'ai pas eu accès.

A mon sens, le statut de non-vecteur de cette espèce reste à vérifier. Hodkinson (1986) et Halbert & Manjunath (2004) citent aussi cette espèce, sans apporter plus de précision sur cette question.

### 4.2. Triozidae potentiellement vecteurs

- *Trioza litseae* Bordage, 1898 [syn. *Trioza eastopi* Orian 1972] a été initialement décrite sur la base des dégâts causés sur vanillier et *Litsea* (Lauraceae) à l'île de la Réunion (Bordage, 1898 ; 1900). Plus tard, Orian (1972) a démontré sa présence à Maurice, et Aubert (1984a) l'a trouvée sur l'île de Rodrigue. Hollis (1984) confirme que sa plante-hôte est une *Litsea*. Une enquête réalisée en 1975 à La Réunion montra que *T. litseae* était répandue sur l'ensemble de l'île depuis les régions côtières jusque des altitudes de 1 000 à 1 200 m (Aubert, 1977; 1987a). A ce jour, cette espèce n'a pas été décrite en-dehors de l'archipel des Mascareignes. Aubert & Quilici (1984) ont rapporté la présence fréquente d'adultes et de larves sur des feuilles de *Citrus*, d'avocatier, de papayer et de vanillier à La Réunion. Cette espèce de psylle semble préférer *Litsea chinensis* Jacq., mais quand les niveaux de population sont très élevés sur cette plante-hôte des psylles migreraient et s'installeraient sur d'autres plantes hôtes, notamment des *Citrus*. *Trioza litseae* est aussi évoquée par Hollis & Martin (1997) : 478 et Halbert & Manjunath (2004) : 133.

Dans les années 80, Aubert précisait que le statut de vecteur de cette espèce restait à déterminer (Aubert, 1987b; Aubert & Quilici, 1984). A ma connaissance, à ce jour la



question demeure : *T. litsae* est potentiellement vecteur mais des tests de transmission n'ont jamais formellement démontrés sa capacité à transmettre ou non le greening.

• *Powellia vitreoradiata* Maskell, 1879 est une *combinatio revivisco*<sup>15</sup> (Burckhardt & Ouvrard, 2012) [syn. *Trioza vitreoradiata* (Maskell, 1879) ; *Trioza alexina* Marriner, 1903 ; *Trioza pellucida* Maskell, 1890]. Cette espèce est originaire de Nouvelle-Zélande, où elle vit sur diverses espèces de *Pittosporum* (Pittosporaceae). Elle a aussi été trouvée sur *Discaria toumatou* (Rhamnaceae) and *Geniostoma ligustrifolium* (Loganiaceae) (Ferris & Klyver, 1932 ; Martin & Malumphy, 1995; Martoni *et al.*, 2016; Maskell, 1879; Nelson, 2012; Tuthill, 1952). Elle a été découverte pour la première fois en Europe en 1993 en Angleterre sur des *Pittosporum* importées d'Asie et d'Océanie [Martin & Malumphy (1994) cités par Cocquempot (2008)]. Ce psylle a été découvert 10 ans tard plus dans le sud-est de l'Irlande (O'Connor, 2004), puis en août 2007 en France, en Bretagne, sur l'île de Batz sur de vieux arbustes de *Pittosporum tobira* Aiton, une espèce originaire de Chine et du Japon (Cocquempot, 2008). Des prospections ont permis de confirmer la présence du psylle sur toute la bande côtière de Bretagne. Cocquempot avance l'hypothèse d'une introduction depuis la Grande-Bretagne vers Roscoff via des liaisons maritimes, et suggère de prospecter pour la présence du psylle dans la région de Santander en Espagne car il existe aussi une liaison maritime Roscoff et cette ville. Cette espèce de psylle a retenu mon attention car Nelson (2012) l'a aussi décrite sur Pomelo<sup>16</sup> en Nouvelle-Zélande sur laquelle les adultes semblent pouvoir se nourrir. Les psylles choisiraient cette plante hôte comme alternative lorsque les niveaux de pullulation sont très élevés sur *Pittosporum*, un comportement déjà décrit ci-dessus pour *T. litsea*.

La capacité vectrice de cette espèce mériterait pour le moins d'être testée. A ma connaissance, c'est la seule espèce au statut de « vecteur potentiel » déjà présente en France métropolitaine

• *Leuronota fagarae* Burckhardt, 1988 a initialement été décrite au Paraguay sur une Rutacée, *Fagara rugosa* Engl. [syn. *Zanthoxylum rugosum* A.St.-Hil. & Tul.] que l'on trouve aussi notamment dans les Caraïbes (Burckhardt, 1988a). Il est assez facile de différencier cette espèce de *D. citri* ou tout autres psylles sur *Citrus* sur des critères morphologiques (psylle très fin ou ailes foncées). Ce psylle a été identifié en 2001 dans une pépinière à Sarasota en Floride sur *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg. (Halbert & Manjunath, 2004). Cette observation a posé la question du rôle potentiel des *Zanthoxylum* comme source d'inoculum du greening en Floride et comme hôte de psylles vecteurs de la maladie. Russell *et al.* (2014) ont montré que *L. fagarae* se reproduit sur *Z. fagara* mais pas sur *Citrus* ou *Murraya paniculata*, et vice versa pour *D. citri*, et en concluent que le risque de dissémination du greening entre plantes non-hôtes pour ces psylles serait très faible. Mais seuls des tests de transmission entre ces différentes plantes, avec ces deux espèces de psylles, pourront le démontrer formellement.

Ces observations doivent attirer notre attention sur la situation en Guadeloupe et en Martinique : il n'est pas exclu que des espèces du genre *Zanthoxylum* présent dans ces îles puissent servir de réservoir du HLB et de plantes-hôtes de psylles vecteurs.

<sup>15</sup> Nom d'espèce considéré un temps comme un synonyme puis ré-adopté comme nom d'usage.

<sup>16</sup> *Citrus paradisi* Macfad., hybride pamplemoussier x oranger. Cet hybride est très cultivé aux USA mais il est peu présent dans le verger européen (Italie, Espagne essentiellement, il est connu en Corse depuis 1990). En France, au moins dans l'esprit des consommateurs, le Pomelo est associé faussement au nom « Pamplemousse » qui désigne une autre espèce pour les botanistes : *Citrus maxima* (Burm.) Merr. (syn. *Citrus grandis* Osbeck).

#### 4.3. Triozidae pouvant prêter à confusion (groupes *litseae* et *erytreae*)

##### *Trioza*, groupe *litseae*

Hollis (1984) décrit *Trioza xylopi* Hollis, 1984 et *T. litseae* comme “very closely related” et les regroupe au sein du groupe *litseae*, lui-même très apparenté au groupe *erytreae* que je détaille ci-après. Cette espèce est décrite présente Tanzanie, au Kenya, et au Cameroun sur *Xylopi* sp. (Magnoliales) (Hollis, 1984; Tamesse *et al.*, 2007b)

##### *Trioza*, groupe *erytreae*

Hollis (1984):36 décrit ce groupe ainsi : “A difficult group to define, the 10 species included having no single character which will delimit them from other *Trioza* species, and therefore the grouping may be artificial. The description of *erytreae* serves to define the group.” Je me contenterai de re-donner ici le nom des espèces de ce groupe, leur plantes-hôtes et les pays où Hollis les a collectées. Retenons que sans une indication formelle de la plante hôte et de son pays d’origine, il est impossible de caractériser les espèces de ce groupe sur simples critères morphologiques<sup>17</sup>.

Espèce	Pays	Ordre	Famille	Genre
<i>Trioza ata</i> Hollis, 1984	Angola, Tanzania	Salicales	Salicaceae	<i>Salix</i>
<i>Trioza capeneri</i> Hollis, 1984	Afrique du Sud	Apiales	Araliaceae	<i>Seemannaralia</i>
<i>Trioza carvalhoi</i> Hollis, 1984	Kenya, Angola, South Africa	Apiales	Araliaceae	<i>Cussonia</i>
<i>Trioza catlingi</i> Hollis, 1984	Kenya, Tanzanie, Afrique du Sud	Ranunculales	Menispermaceae	<i>Stephania</i> ; <i>Cissampelos</i>
<i>Trioza citroimpura</i> Yang & Li, 1984	China	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>
<i>Trioza eafra</i> Hollis, 1984	Kenya, Tanzanie	Apiales	Araliaceae	<i>Cussonia</i>
<b><i>Trioza erytreae</i> (Del Guercio, 1918)</b>	<b>France: La Réunion ; Espagne, Portugal,...</b>	<b>Sapindales</b>	<b>Rutaceae</b>	<b><i>Citrus</i>, <i>Choisya</i>, <i>Clausena</i>, <i>Fagara</i>, <i>Vepris</i>, <i>Zanthoxylum</i></b>
<i>Trioza gregoryi</i> Hollis, 1984	Nigeria, Burundi, Tanzanie	unknown	unknown	<i>unknown</i>
<i>Trioza kilimanjarica</i> Hollis, 1984	Tanzania	unknown	unknown	<i>unknown</i>
<i>Trioza menispermicola</i> Hollis, 1984	Ghana, Nigéria	Ranunculales	Menispermaceae	<i>Triclisia</i> ; <i>Cissampelos</i>
<i>Trioza tiliacora</i> Hollis, 1984	Tanzanie	Ranunculales	Menispermaceae	<i>Tiliacora</i>

<sup>17</sup> Nous verrons à la fin de ce rapport qu’il serait possible de surmonter cette difficulté par des approches de caractérisation moléculaire.

## 5. Autres Hémiptères décrits sur *Citrus*

Le tableau suivant reprend des informations du [tableau 2](#) : il liste toutes les espèces qui sont citées dans ce paragraphe 5 (par ordre alphabétique des familles, puis des espèces) :

Famille	Espèce	Plante hôte (Ordre)	Plante hôte. (Genre)
Aphalaridae	<i>Agonoscena cisti</i> (Puton, 1882)	Cistaceae, Anacardiaceae, (Rutaceae)	<i>Cistus, Pistacia, (Citrus)</i>
Carsidaridae	<i>Mesohomotoma hibisci</i> (Froggatt, 1901)	Malvaceae	<i>Hibiscus, Abutilon, Thespesia, Urena</i>
Carsidaridae	<i>Mesohomotoma lutheri</i> (Enderlein, 1918)	Malvaceae, (Rutaceae)	<i>Hibiscus, Urena, (Citrus)</i>
Liviidae	<i>Diaphorina loranthi</i> Capener, 1973	Loranthaceae	<i>Agelanthus, Tapinanthus</i>
Psyllidae	<i>Cacopsylla citricola</i> (Yang & Li, 1984)	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Psyllidae	<i>Cacopsylla citrisuga</i> (Yang & Li, 1984)	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Psyllidae	<i>Cacopsylla evodiae</i> (Miyatake, 1965)	Rutaceae	<i>Murraya, Zanthoxylum, Tetradium, Toddalia</i>
Psyllidae	<i>Cacopsylla fagarae</i> (Fang & Yang, 1986)	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>
Psyllidae	<i>Cacopsylla heterogena</i> Li, 2011	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Psyllidae	<i>Cacopsylla murrayi</i> (Mathur, 1975)	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Psyllidae	<i>Cacopsylla toddaliae</i> (Yang, 1984)	Rutaceae	<i>Toddalia</i>
Psyllidae	<i>Psylla alniformosanaesuga</i> Lauterer, Yang & Fang, 1988	Rutaceae	<i>Citrus</i>
Psyllidae	<i>Psylla loranthi</i> Capener, 1973	Loranthaceae	<i>Agelanthus, Tapinanthus</i>
Pseudococcidae	<i>Ferrisia virgata</i> (Cockerell, 1893)	Rutaceae	Polyphage : <i>Citrus, ...</i>

### 5.1. Psyllinae sur *Citrus*

Plusieurs espèces de Psyllidae très apparentées de la sous-famille des Psyllinae (Fig. 1) ont été décrites sur *Citrus* :

- *Cacopsylla citricola* (Yang & Li, 1984) [syn. *Psylla citricola* Yang & Li, 1984] et *Cacopsylla citrisuga* (Yang & Li, 1984) [syn. *Psylla citrisuga* Yang & Li, 1984] ont été décrites sur des pamplemoussiers, *Citrus grandis* (L.) Osbeck (formellement *Citrus maxima* (Burm.) Merr.) et des cédratiers (*Citrus medica* L.) en Chine dans la province du Yunnan (Li, 2011; Yang & Li, 1984). Il pourrait s'agir d'un complexe d'espèces cryptiques retrouvée en sympatrie sur ces plantes hôtes. Yang & Li (1984) suggère que l'espèce *Psylla alni* décrite dans la province du Sichuan serait en fait *C. citrisuga*. Lauterer *et al.* (1988) a démontré que Yang et Li avaient fait une mauvaise identification de *P. alni* (connue dans l'Ouest Paléarctique) et ont renommé cette espèce *Psylla alniformosanaesuga* Lauterer, Yang & Fang, 1988. Elle est décrite à Taiwan et en Corée du Sud (Cho *et al.*, 2017; Lauterer *et al.*, 1988; Yang & Li, 1984). Aucune synonymie est évoquée pour cette espèce, en particulier avec *C. citrisuga*.

En 1999, Cen *et al.* [d'après Halbert & Manjunath (1984)] signalent aussi *C. citrisuga* à proximité de Guangzhou (= Canton ; province du Guangdong). Beattie *et al.* (2012) indiquent que *C. citrisuga* a été collectée en 2009 sur pamplemoussier à Dura Sakalgre dans le district de Garo Hills de l'état du Meghalaya en Inde soit 800 km à l'ouest du lieu où Yang & Li l'ont décrite la première fois. Beattie *et al.* (2012) suggère que *Cacopsylla citricola* affectionnerait les régions humides subtropicales, à 700-1800 m alt. du Laos, de Myanmar, du Yunnan, et des

états du nord-est de l'Inde (Meghalaya, Nagaland, Manipur and Mizoram) (Beattie *et al.*, 2012; Om, 2017). Ces espèces sont citées aussi dans les revues de Hodkinson (1986) et Viraktamat & Bhumannavar (2001).

Whittle *et al.* (1987) citent *C. citrisuga* et *C. citricola* comme non vectrices dans un rapport auquel je n'ai pas pu avoir accès. Le liberibacter *Las* a été détecté dans des larves de *C. citrisuga* sur des cédratiers var. Eureka dans le Yunnan par Cen *et al.* (2012b). Ces auteurs ont affirmé lors d'une conférence en 2012 que les larves étaient capables d'inoculer le Liberibacter (Cen *et al.*, 2012a), mais 6 ans plus tard aucune publication n'est venue confirmer cette affirmation. A mon sens, la question de savoir si ces deux espèces sont vectrices demeure.

- *Cacopsylla heterogena* Li, 2011 a été collectée pour la première fois en 1990 en Chine, au nord-est du Yunnan, sur *Citrus* sp. (Li, 2011). Cette espèce a été observée pour la première fois au Bhoutan en 2013 sur mandarinier [*Citrus reticulata* Bl.], citronnier [*Citrus* × limon (L.) Osbeck], limettier [*Citrus* × *aurantiifolia* (Christm. & Panz.) Swingle], et oranger [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], sur un citrus sauvage (*Citrus cavaleriei* H.Lév. Ex Caval.) (Om, 2017). D'après Li (2011) cette espèce est morphologiquement quasi –identique à *C. citrisuga* trouvée sur les mêmes plantes hôtes. Les typages moléculaires sur la base des gènes COI et ITS n'ont pas permis à Om (2017) de statuer sur le fait que ces deux espèces seraient identiques ou non (voir p.213 de la thèse mentionnée).

Les larves de *C. heterogena* ne peuvent pas acquérir le Liberibacter *Las* mais les adultes le peuvent, occasionnellement, en conditions naturelles sous certaines conditions (Om, 2017). Des tests de transmission seront nécessaires pour déterminer si *C. heterogena* peut inoculer le Liberibacter mais quoiqu'il en soit, d'après Om (2017), si tant est qu'elle en serait capable cette espèce ne jouerait pas un rôle majeur dans la dissémination du greening au Bhoutan.

- *Psylla murrayi* Mathur, 1975 : en 2010, Inoue a suggéré de déplacer cette espèce dans le genre *Cacopsylla*. Aujourd'hui, il faudrait donc la nommer ainsi : *Cacopsylla murrayi* (Mathur, 1975) comme le fait Om (2017). J'ai évoqué précédemment *Diaphorina murrayi*. Nous voyons ici bien illustrer le risque de confusion entre les différents noms d'espèce. *Cacopsylla murrayi* se nourrit et se reproduit sur les feuilles de *Murraya koenigii* (L.) d'après Mathur (1975): 270 en Inde (Uttar Pradesh, Dehra Dun, New Forest). Lahiri et Biswas (1980) l'ont étudiée à Shillong (état de Meghalaya) sur trois espèces de *Citrus* sur lesquelles le psylle peut infliger de gros dégâts : le bigaradier (*Citrus aurantium* L.), le cédratier (*Citrus medica* L.), et le limettier. Lim *et al.* (1990) ont également observés occasionnellement des adultes sur des *Citrus* en Malaisie. Burckhardt (1994b) avait évoqué que *C. citricola* and *C. citrisuga* décrites plus haut seraient identiques à *C. murrayi*. Mais en se basant sur des descriptions morphologiques, Halbert & Manjunah (2004) concluent que les genitalia mâle de cette espèce sont bien distincts de ceux de *C. citricola* et *C. citrisuga*.

A ma connaissance, aucune étude sur la capacité vectrice de cette espèce a été publiée à ce jour. Je pense que cette espèce est un vecteur potentiel du HBL.

- *Cacopsylla evodiae* (Miyatake, 1965), *Cacopsylla fagarae* (Fang & Yang, 1986) et *Cacopsylla toddaliae* (Yang, 1984) ont été décrites sur diverses Rutacées au Japon et/ou à Taiwan. Je les cite ici car elles pourraient prêter confusion avec *C. murrayi*. En effet, *C. evodiae* se nourrit sur *buis de Chine* [*Murraya paniculata* (L.) Jack] et *Zanthoxylum beecheyanum* var. *alatum* (Nakai) Hara au Japon selon Inoue *et al.* (2006), et elle a été observée sur *Evodia meliaefolia* (Hance) Benth. (formellement *Tetradium glabrifolium* (Champ. ex Benth.) T. G. Hartley) d'après Yang & Li (1984) : 111. Inoue (2010) cite

également *Toddalia asiatica* (L.) Lam. comme plante hôte. Cet auteur précise que *C. evodiae* est probablement très apparentée à *C. murrayi*, et qu'elle est similaire à *C. toddaliae* qui se nourrit aussi sur *T. asiatica* à Taiwan et au Japon, et à *C. fagarae* qui se nourrit sur *Fagara cuspidata* (Champ.) Engl. [formellement *Zanthoxylum cuspidatum* Champ. ex Benth, syn. *Zanthoxylum scandens* Blume] à Taiwan (Beattie *et al.*, 2012; Fang & Yang, 1986).

Je n'ai retrouvé aucune information associant ces trois espèces de psylles à une transmission d'agent phytopathogène.

- *Psylla loranthi* Capener, 1973 est citée dans la revue de Halbert & Manjunath (2004). Les auteurs auraient pu rajouter *Diaphorina loranthi*, Capener, 1973. En effet, ces deux espèces ont été décrites sur des Loranthacées en Afrique du Sud (Capener, 1973), et en particulier *Loranthus zeyheri* Harv. [formellement *Agelanthus natalitius* (Meisn.) Polhill & Wiens subsp. *zeyheri* (Harv.) Polhill & Wiens ; collection MNHN n° P00541190]. Cette plante est une plante parasite qui s'attaque parfois aux *Citrus*.

Halbert & Manjunath (2004) estiment que des psylles pourraient transmettre un *Liberibacter* aux *Citrus* via cette plante parasite. Mais, d'une part cela supposerait que les psylles puissent acquérir la bactérie (c'est très peu probable car ils ne se nourrissent certainement pas sur des plantes susceptibles d'être infestées, Rutacées cultivées ou sauvages), puis qu'ils puissent l'inoculer et enfin que la bactérie puisse circuler dans la sève phloémienne de la plante parasite vers la plante parasitée, ce qui en l'occurrence ne semble pas possible [Sallé, 1983 cité par Halbert & Manjunath (2004)]. L'hypothèse avancée par Halbert & Manjunath (2004) me semble donc hautement improbable.

## 5.2. Carsidaridae et Aphalaridae sur *Citrus*

Deux espèces de deux autres familles de psylles ont attiré mon attention :

- *Mesohomotoma lutheri* (Enderlein, 1918), un psylle de la famille des Carsidaridae (Figure 2), a été collecté la première fois en 1910 par le Dr. Luther au Skri Lanska (Peradeniya) sur une Malvacée (Enderlein, 1918). Hollis (1987b) émet quelques doutes sur la synonymie de cette espèce et estime en particulier que *M. lutheri* serait en fait un synonyme de *Mesohomotoma hibisci* (Froggatt, 1901).

Je cite *M. lutheri* dans ce rapport car Aubert et Quilici (1984) ont observé occasionnellement cette espèce sur des feuilles de *Citrus* à La Réunion, en précisant que sa plante hôte préférentielle est un *Hibiscus*. Un peu plus tard, dans sa thèse, Aubert (1987a) montre que *M. lutheri* ne se nourrit pas sur *Citrus* (voir p113). De fait, il est très peu probable que ce psylle transmette le HLB.

- *Agonoscena cisti* (Puton, 1882) [syn. *Rhinocola cisti* Puton, 1882 ; *Aphalara menozzii* Laing, 1929 ; *Rhinocola menozzii* (Laing, 1929)] (Aphalaridae : Rhinocolinae, Fig. 1) a été décrite en France métropolitaine, en Corse, Espagne, Italie, etc sur des Cistes (*Cistus* spp.) et des pistachiers (*Pistacia* spp.). Les *Citrus* sont citées comme plante hôte occasionnelle (Puton (1882): 183 ; Hodkinson (2009): 73 ; Hodkinson & Hollis (1981): 74 ; Conci (1993): 69 ; Burckhardt & Lauterer (1989): 697). Cette famille de psylles est très facilement reconnaissable en comparaison de toutes les autres familles citées précédemment.

Le risque qu'elle transmette un *Liberibacter* associé au HLB est très faible : au même titre que *M. lutheri*, je ne pense pas que cette espèce puisse se nourrir sur *Citrus* et donc acquérir et/ou inoculer le pathogène.

## 5.3. Pseudococcidae (cochenille) sur *Citrus*

Enfin, *Ferrisia virgata* (Cockerell, 1893) mérite une attention particulière. Cette espèce est la seule connue à ce jour comme vectrice du Las qui n'est pas un psylle mais une cochenille

(famille des Pseudococcidae, [Tableau 1](#)). Elle est trouvée dans les régions tropicales et subtropicales, en Égypte, et en Israël. Elle est documentée sur le site de l'INPN (N°221789) et de Fauna Europaea (N°98579). Concernant la France, elle est décrite : en France métropolitaine, à La Réunion, en Martinique, en Guadeloupe, à St Martin, à Mayotte, en Polynésie française et en Nouvelle-Calédonie (Cochereau, 1966 ; Germain *et al.*, 2014 ; Jourdan & Mille, 2006 ; Matile-Ferrero, 1978; Matile-Ferrero & Étienne, 2006 ; Meurgey, 2012 ; Ramage, 2017)

Pitino (2014) a démontré un résultat assez surprenant : en condition expérimentale, cette cochenille est capable d'acquérir le *Liberibacter Las*, puis de l'inoculer avec une efficacité semblable à celle décrite dans la littérature pour *D. citri*. La bactérie ne se multiplierait pas dans l'insecte, et elle serait partiellement retenue au niveau de la barrière intestinale. La souche bactérienne inoculée n'induirait pas de maladie dans les plantes hôte testées (*Citrus* et Grande pervenche). Les auteurs avancent une hypothèse en s'appuyant sur les travaux antérieurs de Zhou *et al.* (2013) : la souche bactérienne trouvée chez la cochenille différerait de celle trouvée chez les psylles au niveau d'une région hypervariable (phage iFP3) qui aurait un rôle essentiel dans la spécificité de l'interaction bactérie-insecte vecteur. Cette hypothèse n'a pas été formellement démontrée à ce jour.

Je partage l'avis de Haapalainen (2014), bien que l'hypothèse soit très peu probable, il me semble qu'il ne faudrait pas exclure le risque que cette cochenille puisse transmettre le HLB aux *Citrus*.



## 6. *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908

J'encourage le lecteur à lire la dernière revue très (quasi) exhaustive de Halbert et Manjunath (2004) sur cette espèce de psylle. Je m'en suis bien-sûr beaucoup inspiré.

### 6.1. Synonymie

Il existe un seul synonyme et (beaucoup) de mauvaises orthographes ou terminologies associées à *D. citri*, je les résume ici :

Espèce	Observation	Date	Référence
<i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908	Terminologie originale	1908	Kuwayama, 1908
<i>Euphalerus citri</i> (Kuwayama, 1908)	syn. <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908	1912-24	Crawford, 1912; Crawford, 1924
<i>Diaphorina citri</i> Kuwayama	mauvaise terminologie pour <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908	-	nombreuses références
<i>Diaphorina citri</i> Kuw.	mauvaise terminologie pour <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908	-	nombreuses références
<i>Dysphoria citri</i> Kuwayama, 1908	mauvaise orthographe de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908	2015	Wang <i>et al.</i> , 2015 : 1140
<i>Diaphornia citri</i> Kuwayama, 1908	mauvaise orthographe de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908	2015	Liu <i>et al.</i> , 2015 : 997

### 6.2. Distribution géographique de *D. citri*

Les pages internet de l'EPPO et du CABI donnent accès à des informations très fournies concernant la distribution géographique de *D. citri*. Des cartes interactives permettent de zoomer facilement sur les localités concernées et permettent de visualiser les références associées aux points notés sur la carte :

EPPO Global Database (last updated 2017-12-21)

<https://gd.eppo.int/taxon/DIAACI/distribution>

CABI

<https://www.cabi.org/isc/datasheet/18615>

<https://www.cabi.org/isc/abstract/20113409549>

La **figure 4** est un montage de cartes issues du site du CABI. Elle permet de visualiser en un coup d'œil la répartition du psylle à l'échelle mondiale. Manque sur ces cartes des points pour le Kenya et Zanzibar très récemment concernés par l'introduction du psylle (Rwomushama *et al.* 2017).

Je ne ferai pas de commentaires pays par pays, ce serait très long et très fastidieux. Je laisse le lecteur parcourir attentivement le **tableau 3** qui synthétise les informations que j'ai collectées. Il me semble intéressant ici de faire ressortir quelques grandes tendances :

- Les premières descriptions de ce psylle ont été faites en Chine à Macao (=Macau) par Muir en 1906 selon Crawford (1919) : 171. Mais il faudra ensuite attendre 25-30 ans pour qu'elle soit décrite ailleurs en Chine (Kuwayama, 1931 ; Chen & Wong, 1935 ; Hoffman, 1936). A ce moment-là, le HLB n'était pas encore présent en Chine : Beattie *et al.* (2009) : 133 argumente que la première description remonte à 1938 ;
- Concomitamment, le psylle a été décrit en Inde. Crawford (1912) : 425 date très précisément la première description au 12 novembre 1909 ! Les 20 années suivantes le psylle sera ensuite décrit dans d'autres états de l'Inde ou au Pakistan au moment où les premiers cas avérés de la maladie sont observés (Beattie *et al.* 2009).

- Le psylle était déjà présente en Chine et en Inde ainsi qu'à Taiwan (1908), aux Philippines (1912), en Indonésie (1906), et en Thaïlande (1933) avant que la maladie apparaisse juste après la Seconde Guerre Mondiale (Beattie *et al.* 2009). Dans ce cas, l'hypothèse la plus probable est que la maladie a été introduite et que son expansion a bénéficié de la présence déjà établie du psylle vecteur qui lui-même a profité de l'expansion de la culture des *Citrus* à cette période (Aubert, 1988).
- Dans les autres parties du monde concernées par le HLB (Caraïbes, Amériques – Nord, Centrale, Sud – l'ouest de l'Asie, est Afrique, Océanie), l'extension de la maladie est très vraisemblablement liée à des introductions plus ou moins récentes du psylle vecteur. Ces introductions peuvent être parfois très bien datées du fait des mesures de surveillance mises en place (ex : Caraïbes, USA, Afrique).

### 6.3. Plantes hôtes de *D. citri*

Par la force des choses, à la lecture de la littérature associée aux psylles sur *Citrus*, j'ai dû me dresser une liste précise des plantes hôtes de *D. citri* (tableau 5) : non seulement il y a beaucoup d'espèces citées, mais les agrumes étant un groupe botanique très complexe, il est parfois difficile de savoir de quelle plante hôte les auteurs parlent exactement.

En résumé, le tableau 5 traduit que *D. citri* peut être considéré comme une espèce oligophage<sup>18</sup> : elle affectionne les *Murraya* (en particulier le buis de Chine, *Murraya paniculata*), mais peut se nourrir, se reproduire et se maintenir sur divers *Citrus* cultivés. Aubert (1988) considère à juste titre cette espèce comme un 'ecologically opportunistic insect' qui a profité de l'extension de la culture des *Citrus* en Asie.

Le buis de Chine est une plante emblématique de la culture asiatique que les chinois s'offrent au moment du Nouvel An, y compris en France. D'après Bernard Aubert (com. pers.), cette plante représente un risque majeur d'introduction du psylle en Europe.

Pour compléter ce paragraphe je rajouterai ici une information qui me semble importante pour appréhender cette notion de spécificité de l'interaction d'un psylle avec sa plante hôte, un extrait du tableau 24 de la thèse de Bernard Aubert (1987) qui quantifie le comportement de *D. citri* sur différentes espèces de Rutacées<sup>19</sup> :

TABLEAU 24 - Comportement de *T. erytrae* et *D. citri* sur différentes espèces de Rutacées.

B - <i>Diaphorina citri</i>		Prise de nourriture par les imagos	Oviposition	Développement larvaire
Plantes hôtes préférées	<i>Murraya paniculata</i>	+++	+++	+++
	<i>Citrus aurantifolia</i>	+++	+++	+++
Plantes hôtes communes	<i>Citrus lemon</i>	++	++	++
	<i>Citrus sinensis</i>	++	++	++
	<i>Citrus medica</i>	++	++	++
	<i>Citrus nobilis</i>	++	++	++
	<i>Citrus reticulata</i>	++	++	++
	<i>Citrus deliciosa</i>	++	++	++
	<i>Microcitrus australasiaca</i>	++	++	++
	<i>Citrus paradisi</i>	++	++	++
Plantes hôtes occasionnelles	<i>Citrus hystrix</i>	+	+	+
	<i>Citrus grandis</i>	+	+	+
	<i>Triphasia trifoliata</i>	+	+	+
	<i>Fortunella</i> sp.	+	+	+
	<i>Poncirus trifoliata</i>	+	+	-
	<i>Murraya koenigii</i>	+	-	(-)
	<i>Toddalia asiatica</i>	+	-	-
	<i>Vepris lanceolata</i>	+	-	-
	<i>Corlea</i> sp. *	+	inconnu	inconnu
	<i>Atalantia</i> dp.*	+		
	<i>Clausena lansium</i>	+		

\* - comportement décrit par ZHAO (in BARKLEY *et al.*, 1979).

<sup>18</sup> terme défini dans l'introduction

<sup>19</sup> Le lecteur pourra s'aider du tableau 5 pour les noms d'espèce de Rutacées

## 7. *Trioza erytrae* Del Guercio, 1918

Pour cette espèce, il existe deux synthèses bibliographiques très complètes : Van den Berg & Fletcher (1988) et Van den Berg (1990).

### 7.1. Synonymie

Il existe beaucoup de synonymes et de mauvaises orthographes ou terminologies associées à *T. erytrae*, je les résume ici :

Espèce	Observation	Date	Référence
<i>Spanioza merwei</i> (Petty 1728)	erreur au niveau de la date ; <i>Spanioza</i> = <i>Trioza</i> => syn. <i>Trioza merwei</i> Petty, 1923	1728	Enderlein, 1926 : 400
<i>Citrus psylla</i> ( <i>Trioza</i> )	Vraisemblablement la première observation de <i>Trioza erytrae</i>	1897	Lounsbury, 1897 : 116 [cité par Hollis 1984 et Van den Berg & Fletcher, 1988]
'Psyllidengalle'; <i>Citrus aurantium</i>		1899	Rübsaamen, 1899 : 266. [cité par Hollis 1984]
<i>Aleurodes erytrae</i> Del Guercio	Terminologie originale de <i>Trioza erytrae</i> (Del Guercio, 1918)	1918	Del Guercio, 1918
<i>Trioza citri</i> Laing	Nomen nudum	1922	Waterston, 1922 : 49, 55 [cité par Hollis 1984]
<i>Trioza merwei</i>	syn. <i>Trioza erytrae</i> (Del Guercio, 1918)	1923	Petty, 1923 : 30
<i>Trioza merwei</i> Petty, 1923	syn. <i>Spanioza merwei</i> (Petty, 1923)	1926	Enderlein, 1926
<i>Trioza merwei</i> Petty, 1923	syn. <i>Spanioza erythrae</i> (Del Guercio, 1918)	1930	Boselli, 1930; Petty, 1933
<i>Spanioza erythrae</i> (Del Guercio)	mauvaise terminologie pour <i>Aleurodes erytrae</i> Del Guercio	1930	Boselli, 1930
<i>Spanioza erythrae</i> (Del Guercio)	syn. <i>Trioza merwei</i> Petty, 1923	1933	Petty, 1923 : 19; Harris, 1936 : 498
<i>Citrus Psylla</i> ( <i>Spanioza erytrae</i> ) Del Guercio	mauvaise terminologie de <i>Trioza erytrae</i> (Del Guercio, 1918)	1941	van der Merwe, 1941 : 5
<i>Trioza erytrae</i> (Del Guercio)	mauvaise terminologie de <i>Trioza erytrae</i> (Del Guercio, 1918)	1970	Capener, 1970 : 200
<i>Trioza erythrae</i> (Del Guercio, 1918)	mauvaise orthographe de <i>Trioza erytrae</i> (Del Guercio, 1918)	1981	Burckhardt, 1981

### 7.2. Distribution géographique de *T. erytrae*

Comme pour *D. citri*, je me suis beaucoup aidé des sites web de l'EPPO et du CABI pour lister les pays où *T. erytrae* a été observé :

- EPPO Global Database (last updated 2017-10-13)  
<https://gd.eppo.int/taxon/TRIZER/distribution>
- CABI  
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/54914>

La [figure 5](#) permet de voir que la distribution géographique de *T. triozae* est beaucoup plus restreinte que celle de *D. citri*. Cela tient essentiellement à sa niche écologique préférentielle : les adultes sont sensibles aux hautes températures (> 32°C), et les oeufs et les larves de cette espèce sont très sensibles au degré de siccité de l'air (Catling, 1969 ; Moran & Blowers, 1967

; van der Merwe, 1941). Ainsi, Catling (1971) a montré une mortalité de 80-90% des œufs et les larves lorsque le déficit de saturation<sup>20</sup> de l'air dépasse 40 millibars, des valeurs couramment enregistrées en Afrique pour des altitudes inférieures à 500 m. Bové (2014) explique très bien dans son article l'influence des conditions climatiques dans la distribution du HLB associée à celles des psylles vecteurs. Aubert (1987a) a très bien étudié cette question à La Réunion. Des approches de modélisation des aires de distribution des vecteurs tenant compte notamment des données climatiques ont été récemment décrites, en particulier pour estimer le risque d'établissement en Europe (Shimwela *et al.*, 2016).

Le [tableau 4](#) liste tous les pays où *T. erythrae* a été décrit à ce jour. Ce tableau démontre sans ambiguïté que *T. erythrae* est originaire d'Afrique : il a été essentiellement décrit dans cette zone géographique et lorsqu'il est décrit en dehors de l'Afrique (ex : La Réunion, péninsule arabique), on peut indiscutablement attribuer cela à une introduction. Dans ce dernier cas, quel que soit le pays, il est assez difficile de dater précisément la date d'introduction. Par exemple, pour l'Espagne et le Portugal, il est très vraisemblable que le psylle ait été introduit bien avant 2014, l'année de sa découverte fortuite suite à des inspections visant à rechercher de la *Tristeza* (Pérez-Otero *et al.*, 2015). A la Réunion les premières observations datent de 1967 (rapporté par Moreira), là aussi suite à une découverte fortuite lors d'une inspection sanitaire de vergers de *Citrus*. Nul doute que le psylle était déjà installé bien avant cette date.

Les premières observations en Afrique remontent à 1918 (Del Guercio, Erythrée), voire 1897 (Lounsbury, Afrique du Sud). Pour l'anecdote, Del Guercio considérait alors que l'insecte qu'il avait trouvé était un aleurode et non un psylle : « *Questo Fitoftiro si riferisce ad un Aleurodes o ad altro genere della stessa famiglia (...) Ad ogni modo Darboux ed Houard (1) ricordano una deformazione, per bollosità, sulle foglie dell'Arancio, che attribuiscono ad uno Psillide. Ma non è la stessa cosa.* ». Mais sa description et son dessin (Fig 1 & 2) ne laissent aucun doute aujourd'hui :

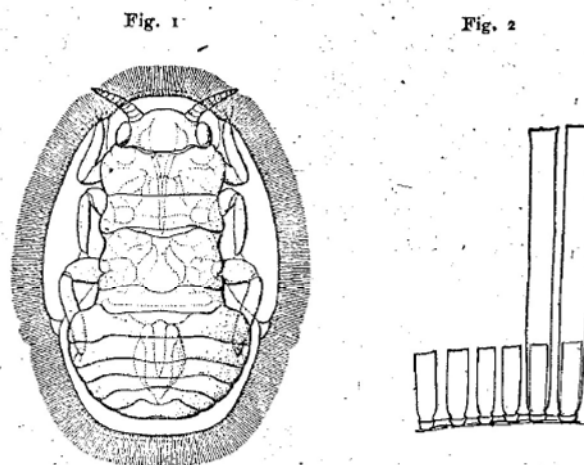


Fig. 1 - Giovane Aleurodide che altera le foglie del Limone.

Fig. 2 - Tubuli marginali ingranditi (G, d. G.)

Mais il est difficile d'affirmer que l'insecte s'est ensuite répandu sur tout le continent africain, ou si simplement, l'intérêt grandissant pour ce psylle, on l'a de plus en plus recherché et donc trouvé.

<sup>20</sup> Donnée climatique qui exprime le degré de dessèchement de l'air en intégrant à la fois la température et l'humidité relative

7.3. Plantes hôtes de *T. erytreae*

*Trioza erytreae* affectionne non seulement les *Citrus* cultivés (limettiers et citronniers en particulier) mais également des Rutacées sauvages qui jouent dès lors certainement un rôle important dans l'épidémiologie de la maladie, mais cela n'a pas encore été formellement démontré (Roberts *et al.*, 2015).

Le tableau 24 de la thèse de Bernard Aubert (1987) permet de quantifier le comportement de *T. erytreae* sur différentes espèces de Rutacée<sup>21</sup> :

**TABLEAU 24** - Comportement de *T. erytreae* et *D. citri* sur différentes espèces de Rutacées.

A - <i>Trioza erytreae</i>		Prise de nourriture par les imagos	Oviposition	Développement larvaire
Plantes hôtes préférées	<i>Clausena anisata</i> *	+++	+++	+++
	<i>Vepris lanceolata</i>	+++	+++	+++
	<i>Citrus limon</i>	+++	+++	+++
	<i>Citrus medica</i>	+++	+++	+++
	<i>Citrus aurantifolia</i>	++	++	++
Plantes hôtes communes	<i>Citrus sinensis</i>	++	++	++
	<i>Citrus nobilis</i>	++	++	++
	<i>Citrus reticulata</i>	++	++	++
	<i>Citrus deliciosa</i>	++	++	++
	<i>Citrus paradisi</i>	++	++	++
	<i>Citrus grandis</i>	+	+	+
	<i>Murraya paniculata</i>	+	+	+
	<i>Fagara capense</i> *	+	+	+
Plantes hôtes occasionnelles	<i>Toddalia asiatica</i>	+	+	-
	<i>Fortunella</i> sp.	+	+	-
	<i>Poncirus trifoliata</i>	+	-	-
	<i>Calodendron capense</i> *	+	-	-
	<i>Microcitrus australisaca</i>	+	-	-

\* - comportement décrit par MORAN, 1968 B

Ce tableau cite notamment deux Rutacées sauvages, à *surveiller principalement*<sup>22</sup>, décrites à La Réunion d'après le site de l'Inventaire National du patrimoine Naturel<sup>23</sup> :

- *Clausena anisata* (Willd.) Hook.f. ex Benth.: un arbuste présent en Guinée, en Sierra Leone jusqu'en Ethiopie, au Soudan et vers le sud jusqu'à la Province du Cap, en évitant seulement les régions les plus sèches. Il se rencontre également en Asie tropicale et en Asie du Sud-Est. *Clausena anisata* est cultivé en Malaisie et en Indonésie. Il se rencontre en savane, dans les fourrés, les milieux perturbés, les ripisylves et les forêts secondaires, du niveau de la mer jusqu'à 3000 m d'altitude (PROTA, 2018a) ;

- *Vepris lanceolata* (Lam.) G.Don, 1831 : un arbuste ou arbre de taille petite à moyenne présent sur la côte du Kenya à l'Afrique du Sud, et par ailleurs à la Réunion, à Maurice et à Rodrigues. *V. lanceolata* est présent dans les fourrés côtiers sempervirents ainsi que sur le sable des plages et sur les dunes. En Afrique du Sud, on le trouve plus à l'intérieur des terres dans les forêts sèches sempervirentes, où il atteint ses dimensions les plus importantes. Dans les forêts des régions méridionales d'Afrique du Sud, *V. lanceolata* est par endroits un arbre dominant de la canopée. Aux Mascareignes, il est présent dans les forêts de basse terre (PROTA, 2018b).

<sup>21</sup> Le lecteur pourra s'aider du [tableau 5](#) pour les noms d'espèce de Rutacées

<sup>22</sup> Je reprends ici une expression de la thèse de Bernard Aubert (p.120) s'agissant précisément des deux Rutacées sauvages citées.

<sup>23</sup> <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>



## 8. Spécificité de l'interaction tripartite psylle-bactérie-plante

*Diaphorina citri* transmet la forme asiatique (*Las*) de la bactérie du HLB en conditions naturelles en Asie (y compris l'Arabie saoudite) et la forme américaine (*Lam*) au Brésil (Bové, 2006 ; Bové & Garnier, 1984 ; Capoor *et al.*, 1967 ; Cocuzza *et al.*, 2017 ; Teixeira *et al.*, 2005). Lallemand *et al.* (1986) ont aussi montré expérimentalement que *D. citri* pouvait transmettre la forme africaine (*Laf*).

*Trioza erythrae* transmet la forme africaine (*Laf*) de la bactérie du HLB en conditions naturelles en Afrique et au Yémen (McClellan & Oberholzer, 1965a & b ; Bové & Garnier, 1984 ; Bové, 2006). Massonié *et al.* (1976) ont montré expérimentalement que *T. erythrae* pouvait aussi transmettre la forme asiatique (*Las*).

Jusqu'à récemment Maurice et la Réunion étaient les seuls lieux décrits où l'on trouve deux Liberibacters (*Las* et *Laf*) et les deux vecteurs. Je n'ai pas trouvé de références bibliographiques faisant référence à des tests de transmission permettant de démontrer quelles espèces de psylles étaient capables de transmettre quel Liberibacter. Il n'est pas exclu qu'un Liberibacter soit transmis par les deux espèces de psylles. Maintenant que *D. citri* a été introduit en Afrique (Tanzanie, Kenya, Zanzibar<sup>24</sup>), il sera intéressant de se poser la même question.

## 9. Origines géographiques des vecteurs du HLB : quelques éléments de réflexion

Je voulais terminer ce rapport en apportant quelques éléments de réflexion supplémentaires sur les origines géographiques des deux vecteurs, *D. citri* et *T. erythrae*. Concernant l'épidémiologie de la maladie du HLB, j'évoquerais au moins trois scénarios :

- (1) Des psylles présents dans le milieu sauvage qui auraient apporté la maladie dans les vergers (ex : Afrique, *Laf*, *T. erythrae*, connexion Rutacées sauvages – *Citrus* cultivés) ;
- (2) Des psylles présents dans le milieu sauvage qui auraient disséminé la maladie dans les vergers une fois cette maladie introduite (ex : Asie, *Las*, *D. citri*, connexions *Murraya-Citrus* puis *Citrus-Citrus*) ;
- (3) Des psylles introduits, dans le milieu sauvage ou cultivé, antérieurement au HLB, qui auraient disséminé la maladie dans les vergers une fois cette maladie introduite (ex : USA, Caraïbes, *Las*, *D. citri*, connexions essentiellement *Citrus-Citrus*) ;

Depuis quelques années grâce au développement de marqueurs moléculaires, il est désormais envisageable de tester ces différents scénarios par des approches de génétiques des populations ou de phylogéographie. Je citerai ici les 7 articles que j'ai retrouvés qui utilisent ce type d'outils, sans les commenter, les titres sont assez explicites et les lecteurs curieux pourront facilement trouver les PDF (dans l'ordre des années de leur publication) :

León, J. H. D., Sétamou, M., Gastaminza, G. A., Buenahora, J., Cáceres, S., Yamamoto, P. T., ... & Logarzo, G. A. (2011). Two separate introductions of Asian citrus psyllid populations

<sup>24</sup> Le Kenya et le Zanzibar n'apparaissent pas sur la carte de la figure 4 comme pays où *D. citri* a été décrit. La présence du vecteur dans ces deux pays a été décrite dans un article publié le 4/04/2016 (Shimwela *et al.* 2016). Or, bien que la dernière mise à jour de la carte soit postérieure à cette publication (11/10/2017), l'information n'a pas été mentionnée.



- found in the American continents. *Annals of the Entomological Society of America*, 104(6), 1392-1398.
- Boykin LM, De Barro P, Hall DG, Hunter WB, McKenzie CL, Powell CA, Shatters RG. 2012. Overview of worldwide diversity of *Diaphorina citri* Kuwayama mitochondrial cytochrome oxidase 1 haplotypes: two old world lineages and a new world invasion. *Bulletin of Entomological Research* 102(5):573–582 DOI 10.1017/S0007485312000181.
- Guidolin, A. S., Fresia, P., & C onsoli, F. L. (2014). The genetic structure of an invasive pest, the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *PloS one*, 9(12), e115749.
- Wu, F., Kumagai, L., Cen, Y., Chen, J., Wallis, C. M., Polek, M., ... & Deng, X. (2017). Analyses of Mitogenome Sequences Revealed that Asian Citrus Psyllids (*Diaphorina citri*) from California Were Related to Those from Florida. *Scientific Reports*, 7(1), 10154.
- Luo, Y., & Agnarsson, I. (2017). Global mtDNA genetic structure and hypothesized invasion history of a major pest of citrus, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Ecology and Evolution*.
- Khamis, F. M., Rwomushana, I., Ombura, L. O., Cook, G., Mohamed, S. A., Tanga, C. M., ... & Ekesi, S. (2017). DNA Barcode Reference Library for the African Citrus Triozid, *Trioza erytreae* (Hemiptera: Triozidae): Vector of African Citrus Greening. *Journal of economic entomology*, 110(6), 2637-2646.
- Chu, C. C., Hoffmann, M., Braswell, W. E., & Pelz-Stelinski, K. S. (2017). Genetic variation and potential co-infection of *Wolbachia* among widespread Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama) populations. *Insect science*.

## REFERENCES

- Aguiar AMF (2001) Three new Trioza species (Hemiptera: Triozidae) from central Macaronesia with the description of the larva of *Trioza lienhardi* Burckhardt. *Bocagiana* 203: 1-25.
- Ahlawat YS, Baranwal VK, Thinlay DD & Majumder S (2003) First report of citrus greening disease and associated bacterium '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' from Bhutan. *Plant disease* 87: 448.
- Ahlawat YS & Sardar KK (1976) Occurrence of greening and tristeza diseases of citrus in various blocks of Darjeeling district (West Bengal). *Science and Culture* 42: 275-277.
- Ahmad K, Sijam K, Habibuddin H, Kadir J & Syed SO (2008) Occurrence and spread of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the causal agent of Huanglongbing disease of citrus in Malaysia. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 4: 103-111.
- Alam MZ, Ahmed A, Alam S & Islam MA (1965) A review of research Division of Entomology (1947-1964), p. 272 pp.
- Albrigo G (2008) Huanglongbing found in Cuba: Citrus Industry Update, March/April 2008. Citrus Research & Education Center, University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, Lake Alfred, FL. Page 2.
- Ameri A, Talebi AA, Xu ZH & Rakhshani E (2006) Report of *Psyllaephagus stenopsyllae* (Hym.: Encyrtidae) from Iran. *Journal of Entomological Society of Iran* 25.
- Angus A (1962) Annotated list of plant pests, diseases and fungi in Northern Rhodesia (Zambia) recorded at the Plant Pathology Laboratory: Mount Makulu Research Station.
- Anonymous (1959) FAO Plant Protection Bulletin. 11 1-4: 17.
- Aubert B (1977) Recherches sur la maladie des greening à l'île de la Réunion, Vol. Master: Université de Bordeaux II, Bordeaux, p. 30 p.
- Aubert B (1984a) Problèmes phytosanitaires des vergers d'agrumes mauriciens et rodriguais, proposition d'un programme de lutte intégrée: Report to the ACCT, p. 26 p.
- Aubert B (1984b) Rapport de visite dans l'archipel des Comores: Expertise conduite pour le compte de la FAO, p. 15 p.
- Aubert B (1986a) Les cultures fruitières, une chance à saisir pour l'économie du Malawi. Possibilités et contraintes. *Fruits* 41: 713-720.
- Aubert B (1986b) Problèmes posés à l'agrumiculture camerounaise: IRA Cameroun, IRFA-CIRAD, p. 25 p.
- Aubert B (1986c) Rapport d'expertise concernant les vergers d'Okoloville en République du Gabon: SOSUHO/IRFA-CIRAD, p. 16 p.
- Aubert B (1987a) Le greening, une maladie infectieuse des agrumes, d'origine bactérienne transmise par des homoptères psyllides. Stratégie de lutte développée à l'île de la Réunion: *Circ. Épidémiol. Afr./Asie et modal. d'intervent.* IRFA/CIRAD, St. Pierre. 185 pp (ed. CIRAD).
- Aubert B (1987b) *Trioza erytrae* Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: Biological aspects and possible control strategies. *Fruits* 42: 149-162.

- Aubert B (1989) Report of visit in the Indonesian Province of East Nusa Tenggara: FAO-UNDP report, p. 6pp.
- Aubert B (2002) Première partie - Genèse du développement de la culture des agrumes et patrimoine génétique méditerranéen de l'Histoire Naturelle des Orangers: Histoire Naturelle des Orangers (ed. by AP Risso, A.) Connaissances et Mémoires, pp. 9-108.
- Aubert B (2009) K1. KEYNOTE ADDRESS 1: Historical perspectives of HLB in Asia: International Research Conference on Huanglongbing, December 2008 (ed. by TGJ Graham) Plant Management Network, Orlando, FL, USA. Available at <http://www.plantmanagementnetwork.org/proceedings/irchlb/2008/>, Orlando, FL, USA, pp. 14-22.
- Aubert B, Garnier M, Cassin JC & Bertin Y (1988) Citrus greening disease in East and West African countries south of the Sahara: 10th Conference International Organization Citrus Virology (IOCV) (ed. by SMG L. W. Timmer, L. Navarro), pp. 231-237.
- Aubert B & Quilici S (1984) Biological control of the african and asian Citrus psyllids (Homoptera: Psylloidea), through eulophid and encyrtid parasites (Hymenoptera: Chalcidoidea) in Réunion Island: 9th International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (IOCV) (ed. IOCV, Riverside, pp. 100-108.
- Barkley (Broadbent) P, Beattie GAC, Van Velsen RJ & Freeman B (1979). Report on the visit to the People' s Republic of China. Citrus Research Group. N.S.W. Department of Agriculture.
- Beattie GAC, Holford P, Haigh AM & Broadbent P (2009) On the origins of Citrus, huanglongbing, *Diaphorina citri* and *Trioza erythrae*: International Research Conference on Huanglongbing, December 2008 (ed. by TGJ Graham) Plant Management Network, Orlando, FL, USA. Available at <http://www.plantmanagementnetwork.org/proceedings/irchlb/2008/>, Orlando, FL, USA, pp. 23–56.
- Beattie GAC, Holford P, Haigh AM, Nguyen HC, Mabblerley DJ, Weston PH, Broadbent P & Spooner–Hart RN (2012) Huanglongbing: research & insights from collaborative research in Southeast Asia: International Symposium on Epidemiology and Disease Management of Citrus Huanglongbing Disease for Sustainable Citrus Production in the ASPAC Region, 5–10 November 2012 (ed. National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Beattie GAC, Holford P, Haigh T, Somowiyarjo S, Subandiyah S, Trisyono A, Supriyanto A, Vien NV, Van Lam P & Chau M (2010) Huanglongbing Management for Indonesia, Vietnam and Australia: Australian Government, Australian Centre for International Agricultural Research, p. 72 pp.
- Bernal R (1991) *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) nuevo insecto detectado en montes cítricos en el área de Salto, Uruguay. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Hoja de divulgación 25: 1.
- Bhagabati KN, Ahlawat YS, Chakraborty NK & Borthakur BC (1989) Distribution of greening, tristeza and mosaic diseases of citrus in North-Eastern States of India. Indian Phytopathology 42: 552-555.
- Bhatia GN & Srivastava DD (1967) Campaign against citrus psylla in Kangra district (Himachal Pradesh) [Rev. appl. Ent., 1971, 59, 25]. Plant Protection Bulletin, New Delhi 18: 29.

- Bordage E (1898) Notes d'Entomologie Agricole Tropicale. Revue Agricole de la Réunion 2: 521-527.
- Bordage E (1900) Sur les parasites animaux et végétaux du vanillier, Vol. 2: VIème Congrès International d'Agriculture (ed., Paris, pp. 315-320.
- Boselli FB (1930e) Studii sugli Psyllidi. IX. Descrizione di una *Triozina galligena* su agrumi in Eritrea. Bollettino del Laboratorio di Zoologia generale e agraria del R. Istituto superiore agrario, Portici 24: 228-232. doi:[ZOOREC:ZOOR06700004146](https://doi.org/10.1007/BF02454146).
- Bourgoin T & Campbell BC (2002) Inferring a phylogeny for Hemiptera: falling into the 'autapomorphic trap'. *Denisia 04*, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge 176: 67-82.
- Bové J-M, Danet J-L, Bananej K, Hassanzadeh N, Taghizadeh M, Salehi M & Garnier M (2000) Witches broom disease of lime (WBDL) in Iran: 4th Conference of International Organization of Citrus Virologists (ed., p. 207.
- Bové JM (1985) Virus and virus-like diseases of citrus in Saudi Arabia with special reference to citrus greening [reporting in Bové (1986)]: FAO.
- Bové JM (1986) Greening in the Arabian Peninsula: toward new techniques for its detection and control. FAO Plant Protection Bulletin 34: 7-14.
- Bové JM (2006) Huanglongbing: a destructive, newly emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology* 88: 7-37.
- Bové JM (2014) Heat tolerant Asian HLB meets heat-sensitive African HLB in the Arabian Peninsula! Why? *Journal of Citrus Pathology* 1: 1-78.
- Bové JM & Cassin J (1968) Problèmes de l'agrumiculture réunionnaise: Compte-rendu de mission, doc IRFA (ed. CIRAD, Paris, p. 50 p.
- Bové JM, Chau NM, Trung HM, Bourdeaut J & Garnier M (1996) Huanglongbing (Greening) in Vietnam: Detection of *Liberobacter asiaticum* by DNA-hybridization with probe in 2.6 and PCR-amplification of 16S Ribosomal DNA: 13th Conference of the International Organization of Citrus Virologists (ed. by JMB Md-Sajedul Islam; Glynn, Y.; Duan, Y. P.) Department of Plant Pathology, University of California, Riverside, USA., pp. 258-266.
- Bové JM & Garnier M (1984) Citrus greening and psylla vectors of the disease in the Arabian Peninsula: 9th Conference International Organization of Citrus Virology (IOCV) (ed. by LWT S.M. Garnsey, J.A. Dodds), Australia, pp. 109-114.
- Bové JM & Rogers ME (2015) Huanglongbing control workshop: summary. *Acta horticultrae* 1065: 869-889. doi:[DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1065.109](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1065.109).
- Brenière J & Dubois J (1965) Catalogue des insectes nuisibles aux cultures malgaches: by FI-DeaT IRAT (Nogent-sur-Marne, Madagascar) IRAM, Tananarive, p. 168 p.
- Burckhardt D (1981) Insects of Saudi Arabia. Sternorrhyncha: suborder Psylloidea. *Fauna of Saudi Arabia* 3: 213-226. doi:[ZOOREC:ZOOR11800044241](https://doi.org/10.1007/BF02454241).
- Burckhardt D (1984) The Mediterranean species of *Diaphorina* Loew (Homoptera, Psylloidea). *Phytophaga* 2: 1-30.
- Burckhardt D (1986) Sternorrhyncha: suborder Psylloidea of Saudi Arabia (Part 2). *Fauna of Saudi Arabia* 7: 141-159.
- Burckhardt D (1988a) Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate

- neotropical region. Part 3: Calophyidae and Triozidae. Zoological Journal of the Linnean Society 92: 115-191.
- Burckhardt D (1988b) The jumping plant lice or psyllids (Homoptera: Psylloidea) from Greece. *Biologia Gallo-hellenica* 13: 107-110.
- Burckhardt D (1989) Les psylles (Insecta, Homoptera, Psylloidea) de l'Algérie. *Archives des Sciences (Geneva)* 42: 367-424. doi:[ZOOREC:ZOOR12600018660](https://doi.org/10.1007/BF01932360).
- Burckhardt D (1994a) Psyllid pests of temperate and subtropical crop and ornamental plants (Hemiptera, Psylloidea) : A review. *Entomology (Trends in Agricultural Sciences)* 2: 173-186.
- Burckhardt D (1994b) Psyllid pests of temperate and subtropical crop and ornamental plants (Hemiptera, Psylloidea): A review. *Entomology (Trends in Agricultural Science)* 2: 173-186.
- Burckhardt D (2008) Order Sternorrhyncha, superfamily Psylloidea, Vol. 1: Arthropod fauna of the United Arab Emirates. Volume 1. (ed. by A van Harten) Dar Al Ummah, Abu Dhabi, pp. 159-169.
- Burckhardt D & Martinez M (1989) Note sur la presence au Honduras d'un redoutable ennemi des citrus: *Diaphorina citri* Kuwayama [Hom. Psylloidea Psyllidae]. *Bulletin de la Société Entomologique de France* 94: 65-66.
- Burckhardt D & Mifsud D (1998) Psylloidea (Insecta: Hemiptera) of the Arabian Peninsula. *Fauna of Arabia* 17: 7-49.
- Burckhardt D & Ouvrard D (2012) A revised classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa* 3509: 1-34.
- Burckhardt D & Queiroz DL (2012) Checklist and comments on the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) from Brazil. *Zootaxa* 3571: 36-48.
- Burckhardt D & van Harten A (2006) Jumping plant-lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea) of Yemen. *Fauna of Arabia* 21: 189-216. doi:[ZOOREC:ZOOR14208051425](https://doi.org/10.1007/BF01932360).
- CABI (2011) *Diaphorina citri*. [Distribution map]. Distribution Maps of Plant Pests, No. December. Wallingford, UK: CABI, Map 334 (2nd revision). <https://www.cabi.org/isc/abstract/20113409549>.
- Campbell RK (2008) Incursion of Citrus Psyllid in Guam. *PestAlert* 40: March 2008.
- Campuzano M, Wyckhuys KAG & Heraty J (2012) NOTA CIENTÍFICA: FIRST REPORT OF TAMARIXIA RADIATA (WATERSTON) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE), A PARASITOID OF THE ASIAN CITRUS PSYLLID DIAPHORINA CITRI KUWAYAMA (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) IN THE DEPARTMENT OF VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 13: 48-51.
- Capener AL (1970) Southern African Psyllidae (Homoptera)-I: A check list of species recorded from South Africa, with notes on the Pettey collection. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa* 33: 195-200.
- Capener AL (1973) Southern African Psyllidae (Homoptera)-3: A new genus and new species of South African Psyllidae. *Journal of the Entomological Society of South Africa* 36: 37-61.
- Capoor SP, Rao DG & Viswanath SM (1967) *Diaphorina citri* Kuw, a vector of Greening

- disease of Citrus in India. Indian Journal of Agricultural Science 37: 572-576.
- Carvalho JP & Aguiar AM (1997) Pragas dos Citrinos na Ilha da Madeira: Regiao Autónoma da Madeira. Secretaria Regional de Agricultura Florestas e Pescas. Direcção Regional de Agricultura, pp. 411 pp, [483–491].
- Catling HD (1968) Report of a visit to Nepal: FAO Rep. PL.T/ 6712 (mimeograph).
- Catling HD (1969) The bionomics of the South African citrus psylla, *Trioza erytrae* (Del Guercio)(Homoptera: Psyllidae) 3. The influence of extremes of weather on survival. Journal of the Entomological Society of Southern Africa 32: 273-290.
- Catling HD (1970) Distribution of the psyllid vectors of Citrus Greening disease with notes on the biology and bionomics of *Diaphorina citri* Kuw. FAO Plant Protection Bulletin 18: 8-15.
- Catling HD (1971) The bionomics of the South African citrus psylla, *Trioza erytrae* (Del Guercio)(Homoptera: Psyllidae). 1 The influence of the flushing rhythm of citrus and factors which regulate flushing. mt. Soc. sill. Afr 32: 191-208.
- Catling HD (1978) Report on a visit to Nepal to survey for *Diaphorina citri*, the insect vector of greening disease of citrus. FAO Plant Protection Bulletin 26: 16-18.
- Catling HD & Atkinson PR (1974) Spread of greening by *Trioza eytrae* (Del Guercio) in Swaziland: 6th IOCV Congress (ed. by LGWM Cohen), University of California, pp. 33-39.
- Cellier G, Moreau A, Cassam N, Hostachy B, Ryckewaert P, Aurela L, Picard R, Lombion K & Rioualec A-L (2014) First Report of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ Associated with Huanglongbing on Citrus latifolia in Martinique and Guadeloupe, French West Indies. Plant disease 98: 683-683.
- Cen Y, Gao J, Deng X, Xia YH, Chen J, Zhang L, Guo J, Gao W, Zhou W & Wang ZK (2012a) A new insect vector of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’, *Cacopsylla (Psylla) citrisuga* (Hemiptera: Psyllidae): 12th International Citriculture Congress, Valencia, Spain 18–23. November 2012. (ed., p. 194.
- Cen Y, Zhang L, Xia YH, Guo J, Deng X, Zhou W, Sequeira R, Gao J, Wang ZK & Yue J (2012b) Detection of ‘*Candidatus liberibacter asiaticus*’ in *Cacopsylla (psylla) citrisuga* (Hemiptera: Psyllidae). Florida Entomologist 95: 304-311.
- Cermeli M, Morales P & Godoy F (2000) Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Venezuela. Resultados de investigación en frutales: cítricos, mango aguacate y musáceas: 54.
- Chandrakant PC (2007) STUDY ON POPULATION DYNAMICS, BIOLOGY AND MANAGEMENT OF CITRUS PSYLLA, *Diaphorina citri* (Kuwayana: Anand Agricultural University, Anand.
- Chaudonneret J (1990) Les pièces buccales des insectes: thème et variations. Université de Bourgogne.
- Chen F-S & Wong F-P (1935) A list of the known fruits insects of China. Year Book of the Bureau of Entomology, Hangchow 5: 82-140 (Chinese).
- Cheraghian A (2013) African citrus psyllid *Trioza erytrae* (Del Guercio) Hemiptera: Triozidae: Bureau of Plant Pest Surveillance and Pest Risk Analysis, Islamic Republic Of Iran Ministry of Jihad-e-Agriculture Plant Protection Organization.



- Chiaradia LA, Milanez JM, Theodoro GdF & Bertollo EC (2006) Occurrence of *Diaphorina citri* in Santa Catarina State, Brazil. *Agropecuária Catarinense* 19: 94-96.
- Cho G, Burckhardt D & Lee SL (2017) On the taxonomy of Korean jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa* 4238: 531-561.
- CIE (1967) Distribution Maps of Pests, Series A (Agricultural). Map no. 234.
- CIE (1974) Pest: *Diaphorina citri* (Kuway.). Distribution Maps of Pests, Series A (Agricultural), Map 334: Commonwealth Agricultural Bureaux, London.
- Cochereau P (1966) Compte-rendu d'une mission d'inventaire faunistique aux îles Gambier et Tuamotu (avril-mai 1966): Institut de Recherche pour le Développement (IRD).
- Cocquemot C (2008) Un nouveau psylle sur pittospore du Japon en France. *PHM - Revue horticole* 498: 33-36.
- Cocuzza GEM, Alberto U, Hernández-Suárez E, Siverio F, Di Silvestro S, Tena A & Carmelo R (2017) A review on *Trioza erytrae* (African citrus psyllid), now in mainland Europe, and its potential risk as vector of huanglongbing (HLB) in citrus. *Journal of Pest Science* 90: 1-17.
- Cornejo JF & Chica EJ (2014) First record of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Ecuador infesting urban citrus and orange jasmine trees. *Journal of Insect Science* 14: 298.
- Crawford DL (1912) Indian Psyllidae. *Records of the Indian Museum* 7: 419-435.
- Crawford DL (1913) New genera and species of Psyllidae from the Philippine islands. *Philippine Journal of Science* 8: 293-301.
- Crawford DL (1917) Philippines and asiatic psyllidae. *The Philippine Journal of Science* 12: 163-175.
- Crawford DL (1919) The jumping plant lice of the Palaeotropics and the South Pacific Islands. *Philippine Journal of Science* 15: 139-207, Plates I-III.
- Crawford DL (1924) New Indian Psyllidae. *Records of the Indian Museum* 26: 616-621.
- da Graça JV (1991) Citrus greening disease. *Annual Review of Phytopathology* 29: 109-136.
- Dahiya KK, Lakra RK, Dahiya AS & Singh SP (1994) Bioefficacy of some insecticides against citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuw.(Psyllidae: Homoptera). *Crop Research (Hisar)* 8: 137-140.
- Das AK, Rao CN & Singh S (2007) Presence of citrus greening (Huanglongbing) disease and its psyllid vector in the North-Eastern region of India confirmed by PCR technique. *Current Science* 92: 1759-1763.
- Davis R, Gunua T, Kame M, Tenakanai D & Ruabete T (2005) Spread of citrus huanglongbing (greening disease) following incursion into Papua New Guinea. *Australian Plant Pathology* 34: 517-524.
- Del Guercio G (1918) Note ed osservazioni di entomologia agraria. Il cecidio delle foglie del limone ed il suo cecidozoo in Eritrea. *Agricoltura Coloniale* 12: 355-357.
- Donovan NJ, Beattie GAC, Chambers GA, Holford P, Englezou A, Hardy S, Wangdi P & Om N (2012) First report of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' in *Diaphorina communis*. *Australasian Plant Disease Notes* 7: 1-4.
- Eastop VF (1973) Deductions from the present day host plants of aphids and related insects.

- Symposia of the Royal Entomological Society of London 6: 157-178.
- Ebeling W (1959) Subtropical fruit pests. University California, Los Angeles.
- Enderlein G (1918) *Psyllidologica V*. Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere 41: 479-486.
- Enderlein G (1926) *Psyllidologica VIII*. Entomologische Mitteilungen 15: 397-401.
- EPPO (2014) PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. <http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm>.
- Étienne J, Burckhardt D & Grapin C (1998) *Diaphorina citri* (Kuwayama) en Guadeloupe, premier signalement pour les Caraïbes (Hem., Psyllidae). Bulletin de la Société Entomologique de France 103: 32.
- Faizyar A (1971) List of plant pests and diseases of economic importance in Afghanistan: Cairo Egypt FAO Near East Plant Protection Commission, (EN) Ministry of Agriculture and Irrigation Kabul, p. 32 p.
- Fang S-J & Yang C-T (1986) Psylloidea of Taiwan (Homoptera: Sternorrhyncha) - Supplement. Monograph of Taiwan Museum 6: 119-176.
- Fernandes A & Aguiar AMF (2001) Evolução das pragas de quarentena *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) e *Trioza erytreae* (Del Guercio) no Arquipélago da Madeira. Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas 27: 51-58.
- Ferris GF & Klyver FD (1932) Report upon a collection of Chermidae (Homoptera) from New Zealand. Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute 63: 34-61.
- Fletcher TB (1919) Annotated list of indian crop-pests, Vol. 1: Report of the proceedings of the third entomological meeting (ed. by TB Fletcher) Superintendent Government Printing, Pusa, 3-15 February 1919, Calcutta, India, pp. 276-277.
- French JV, Kahlke CJ & Da Graca JV (2001) First record of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in Texas. Subtropical Plant Science 53: 14-15.
- Fujikawa T, Miyata S & Iwanami T (2014) RNA-seq analysis of citrus greening (Huanglongbing) pathogen, 'Candidatus Liberibacter asiaticus' separated from infected trees: III International Symposium on Citrus Biotechnology 1135 (ed., pp. 97-102).
- Gangwar SK & Singh YP (1992) Seasonal incidence of *Diaphorina citri* Kuw. and *Phyllocnistis citrella* Stain at Shillong in Meghalaya. Indian Journal of Hill Farming 5: 43-44.
- Garnier M & Bové JM (2000) Huanglongbing in Cambodia, Laos and Myanmar: Proc. 14th Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Riverside, CA (ed., pp. 378-380).
- Garrido Jansen LR (2008) Detección de la enfermedad huanglongbing de los cítricos 'Candidatus Liberibacter asiaticus', in áreas de Imbert 7 Luperon, Provincia de Puerto Plata, República Dominicana: IPPO Report DO-1/1. [Internet] [cited 9 October 2009] Available at: <https://www.ippc.int/id/209336?language=en>.
- Gentry JW (1965) Crop insects of Northeast Africa - Southwest Asia, Vol. 273: Agric. Handb. US Dept. of Agric., p. 210 pp.
- Germain J-F, Minatchy J, Pastou D, Bagny P, Mérion S, Pallas R, Quilici S & Matile-Ferrero D (2014) An updated checklist of the scale insects from Réunion Island (Indian

- Ocean). *Acta Zoologica Bulgarica*: 21-27.
- Gomez JG (1940) Chave de campo para determinação das principais pragas dos citros. *Revista da Sociedade Brasileira de Agronomia*, Rio de Janeiro 3: 58–108.
- Gonzalez AD (2003) *Trioza erytreae* (Del Guercio, 1918): nueva plaga de los cítricos de Canarias. *Phytoma España* 153: 112–120.
- Guesquière J (1958) Le premier oviparasite de psylle et son hôte *Trioza erytreae* (Del Guercio) au Congo Belge: Xth International Conference of Entomology, 1956 (ed., pp. 275-280.
- Ha MT (1991) Current status of citrus insect pests and disease in Vietnam with particular emphasis on citrus greening: International Citrus Symposium , Nov. 5-8, 1990 (ed., Guangzhou, China, pp. 600-601.
- Haapalainen M (2014) Biology and epidemics of Candidatus Liberibacter species, psyllid-transmitted plant-pathogenic bacteria. *Annals of Applied Biology* 165: 172- 198.
- Halbert SE (2007) Entomology section. *Tri-ology* 46: 6-11.
- Halbert SE & Manjunath KL (2004) Asian citrus psyllid (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomology* 87: 330-353.
- Halbert SE, Manjunath KL, Ramadugu C, Brodie MW, Webb SE & Lee RF (2010) Trailers transporting oranges to processing plants move Asian citrus psyllids. *Florida Entomologist* 93: 33-38.
- Halbert SE & Núñez CA (2004) Distribution of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean basin. *Florida Entomologist* 87: 401-402.
- Halperin J, Hodkinson ID, Russell LM & Berlinger MJ (1982) A contribution to the knowledge of the psyllids of Israel (Homoptera: Psylloidea). *Israel Journal of Entomology* 16: 27-44.
- Harris WV (1936) Notes on two injurious psyllids and their control. *The East African Agricultural Journal* 1: 498-500.
- Hernández AG (2003) *Trioza erytreae* (Del Guercio 1918): nueva plaga de los cítricos en Canarias. *Phytoma España* 153: 112-117.
- Herrbach E, Sauvion N, Boudon-Padieu E, Lett J-M, Reynaud B & Sforza R (2013) Une relation trophique originale : la vexion entomophile d'agents pathogènes: Interactions insectes-plantes (ed. by P-AC N. Sauvion, D. Thiéry & F. Marion-Poll) IRD Editions & Editions QUAE, Paris, pp. 511-548.
- Hodkinson I & White IM (1981) The Neotropical Psylloidea (Homoptera: Insecta): an annotated check list. *Journal of Natural History* 15: 491-523.
- Hodkinson ID (1974) The biology of the Psylloidea (Homoptera): a review. *Bulletin of Entomological Research* 64: 325-339.
- Hodkinson ID (1983) The psyllids (Homoptera: Psylloidea) of the Austro-Oriental, Pacific and Hawaiian zoogeographical realms: an annotated check list. *Journal of Natural History* 17: 341-377.
- Hodkinson ID (1986) The psyllids (Homoptera: Psylloidea) of the Oriental zoogeographical

- region: an annotated check-list. *Journal of Natural History* 20: 299-357.
- Hodkinson ID (2009) Life cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. *Journal of Natural History* 43: 65 - 179.
- Hoffmann WE (1936) *Diaphorina citri* Kuw. (Homoptera: Chernidae), a citrus pest in Kwangtung [=Guangdong]. *Lingnan Science Journal* 15: 127–132.
- Hollis D (1984) Afrotropical jumping plant lice of the family Triozidae (Homoptera: Psylloidea). *Bulletin of the British Museum (Natural History), Entomology series* 49: 1-102.
- Hollis D (1987a) A new citrus-feeding psyllid from the Comoro Islands, with a review of the *Diaphorina amoena* species group (Homoptera). *Systematic Entomology* 12: 47-61.
- Hollis D (1987b) A review of the Malvales-feeding psyllid family Carsidaridae (Homoptera). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology series* 56: 87-127.
- Hollis D & Martin JH (1997) Jumping plantlice (Hemiptera: Psylloidea) attacking avocado pear trees, *Persea americana*, in the New World, with a review of Lauraceae-feeding among psyllids. *Bulletin of Entomological Research* 87: 471-480.
- Husain MA & Nath LD (1927) The citrus psylla (*Diaphorina citri*, Kuw.) [Psyllidae : Homoptera]. *Memoirs of the Department of Agriculture in India, Entomological Series* 10: 1-27.
- ICA (2010) Situación actual de HLB (Huanglongbing) y su vector el psi-lido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama) en Colombia. *Boletín epidemiológico*.
- Inoue H (2010) The generic affiliation of Japanese species of the subfamily Psyllinae (Hemiptera: Psyllidae) with a revised checklist. *Journal of Natural History* 44: 333 - 360.
- Inoue H, Shinohara K, Okumara M, Ikeda K, Ashira W & Okira Y (2006) Occurrence of *Psylla evodiae* Miyatake (Hemiptera: Psyllidae) on the cultivated orange jasmine, *Murraya paniculata* (Rutaceae) in Kyushu and on Yakushima Island. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 50: 66–68.
- Janse JD (2012) Bacterial diseases that may or do emerge, with (possible) economic damage for Europe and the Mediterranean basin: notes on epidemiology, risks, prevention and management on first occurrence. *Journal of Plant Pathology* 94: S4.5-S4.29.
- Jarausch B, Sauvion N, & Jarausch W (2013). Spread of European fruit tree phytoplasma diseases. *Phytopathogenic Mollicutes*, 3 : 25-30.
- Jourdan H & Mille C (2006) Les invertébrés introduits dans l'archipel néo-calédonien: Espèces envahissantes et potentiellement envahissantes. Première évaluation et recommandations pour leur gestion: Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien (ed. by M-LBe al.) IRD Éditions, Paris, pp. 163-214.
- Kandasamy C (1986) Taxonomy of South Indian Psyllids. *Records of the Zoological Survey of India Occasional Paper no.* 84: 1-111.
- Ke S, Li KB, Ke C & Tsai JH (1988) Transmission of the Huanglongbing agent from citrus to periwinkle by dodder: 10th Conference International Organization of Citrus Virologists (IOCV) (ed. by SG LW Timmer, and L. Navarro), Riverside, CA, pp. 258-264.
- Khanna SS & Mathur KP (1978) *Progressive Horticulture* 9: 46-47.

- Knapp JL, Halbert S, Lee R, Hoy M, Clark R & Kesinger M (1998) The Asian citrus psyllid and citrus greening disease. *Citrus Industry* 79: 28-29.
- Kuwayama SS (1908) Die psylliden Japans. I. Transactions of the Sopporo Natural History Society 2: 149-189 (D. citri: p. 160-161, Plate III, Fig. 116).
- Kuwayama SS (1931) A revision of the Psyllidae of Taiwan. *Insecta Matsumarana* 5: 117-133.
- Lahiri AR & Biswas S (1980) Observations of the relative intensity of infection of three species of cultivated citrus plants by *Psylla murrayi* Mathur (Homoptera: Psyllidae) at Shillong, Meghalaya. *Bulletin of the Zoological Survey of India* 2: 123-217.
- Lakra RK, Singh Z & Kharub WS (1983) Population dynamics of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayana in Haryana. *Indian journal of entomology* 45: 301-310.
- Lal MM (1917) Report of the Assistant Professor of Entomology. Report on the Operations of the Department of Agriculture, Punjab: 1920. Review of Applied Entomology, Series A: Agricultural 8: 109. (ed. by M G.A.K.).
- Lal MM (1918) Report of the Assistant Professor of Entomology. Report on the Operations of the Department of Agriculture, Punjab: 1920. Review of Applied Entomology, Series A: Agricultural 8: 109. (ed. by M G.A.K.).
- Lallemand J, Fos A & Bové JM (1986) Transmission de la bactérie associée à la forme africaine de la maladie du greening par le psylle asiatique *Diaphorina citri* Kuwayama. *Fruits* 41: 341-343
- Lama TK, Regmi C & Aubert B (1988) Distribution of the citrus greening disease vector (*Diaphorina citri* Kuw.) in Nepal and attempts to establish biological control: 10th Conference of IOCV (ed., pp. 255-257).
- Lashkari MR, Sahragard A, Manzari S, Mozaffarian F & Hosseini R (2013) A geometric morphometric study of the geographic populations of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hem.: Liviidae), in Iran and Pakistan. *Journal of Entomological Society of Iran* 33: 59-71.
- Lauterer P, Yang CT & Fang SJ (1988) Changes in the Nomenclature of Five Species of Psyllids from Taiwan (Homoptera: Psylloidea), with Notes on the Genus *Bactericera*. *Journal of Taiwan Museum* 41: 71-74. doi:[ZOOREC:ZOOR12500048948](https://doi.org/10.1007/BF02923114).
- Lavigne GL (1959) *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Homoptera, Psyllidae) praga dos Citrus, na Bahia – Brasil. *Boletim do Instituto Biológico da Bahia* 4: 3-5.
- Le Pelley RN (1959) Agricultural insects of East Africa: East African High Commission Nairobi.
- Li F (2011) Psyllidomorpha of China (Insecta: Hemiptera). Huayu Nature Book Trade Co.Ltd, Beijing (China).
- Lim WH, S.O. M & Ko KK (1990) Citrus greening disease in Malaysia: status report: Rehabilitation of the Citrus Industry in the Asia Pacific Region. Asia Pacific International Conference on Citriculture (ed. by STaDB B. Aubert) UNDP-FAO, Rome, Chiang Mai, Thailand, 4-10 February 1990, pp. 100-105.
- Lima ADC (1942) Insectos do Brasil: Homópteros, Vol. 3: Escola Nacional da Agronomia, Rio de Janeiro, p. 327 p.
- Liu B, Coy MR, Wang J-J & Stelinski LL (2015) The effect of host plant species on the

- detoxifying enzymes of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). Florida Entomologist 98: 997-999.
- Loginova MM (1972) On the fauna of Psylloidea (Homoptera) from Morocco. Commentationes Biologicae 47: 1-37. doi:ZOOREC:ZOOR10900015251.
- Loginova MM (1978) New species of psyllids (Homoptera, Psylloidea) [en russe]. Trudy Zoologičeskogo instituta 61: 30-123.
- Lounsbury CP (1897) Psyllidae or jumping plant lice: Report of the Government Entomologist for the year 1896 (ed., Cape of Good Hope, South Africa, pp. 115-118.
- Magomere T, Obukosia SD, Mutitu E, Ngichabe C, Olubayo F & Shibairo S (2009) PCR detection and distribution of Huanglongbing disease and psyllid vectors on citrus varieties with changes in elevation in Kenya. Journal of Biological Sciences 9: 697-709.
- Maheshwari AC & Sharma LS (1978) Preliminary studies on seasonal incidence, chemical control and screening of citrus species against citrus psylla in Rajasthan. Haryana Journal of Horticultural Sciences 7: 125-129.
- Malenovsky I, Lauterer P, Labina E & Burckhardt D (2012) Jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) of Afghanistan. Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae 52.
- Mamet JR (1955) A revised food-plant insects of Mauritius. Bulletin of Department Agriculture of Mauritius.
- Manjunath KL, Ramadugu C, Majil VM, Williams S, Irely M & Lee RF (2010) First report of the citrus huanglongbing associated bacterium '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' from sweet orange, Mexican lime, and Asian citrus psyllid in Belize. Plant disease 94: 781-781.
- Marais LK, Manjunath L, Harakava R, Halbert S, Lee R & Niblett CL (1998) Citrus greening disease: a new threat to the Florida citrus industry? Citrus Vegetable Magazine 63: 12-13.
- Martin JH & Malumphy CP (1995) *Trioza vitreoradiata*, a New Zealand jumping plant louse (Homoptera: Psylloidea), causing damage to *Pittosporum* spp. in Britain. Bulletin of Entomological Research 85: 253-258.
- Martoni F, Burckhardt D & Armstrong KF (2016) An annotated checklist of the psyllids of New Zealand (Hemiptera: Psylloidea). Zootaxa 4144: 556-574.
- Maskell WM (1879) On some Coccidae in New Zealand. Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute 11: 187-228.
- Massonié G, Garnier M & Bové JM (1976) Transmission of Indian citrus decline by *Trioza erytrae* (Del Guercio), the vector of South African greening: Seventh Conference of the International Organization of Citrus Virologists. (ed. Univ. California., pp. 18-20.
- Mathur RN (1975) Psyllidae of the Indian Subcontinent. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.
- Matile-Ferrero D (1978) Homoptères Coccoidea de l'Archipel des Comores In Faune Entomologique de l'Archipel des Comores. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle (N.S.) Série A, Zoologie 109: 39-70.
- Matile-Ferrero D & Étienne J (2006) Scale insects from the French Antilles and some other Caribbean islands [Hemiptera, Coccoidea]. Revue Française d'Entomologie 28: 161-



190.

- McClellan APD & Oberholzer PCJ (1965) Citrus psylla, a vector of the greening disease of sweet orange. South African Journal of Agricultural Science 8: 297-298.
- Mead FW & Fasulo TR (2010) Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Hemiptera: Psyllidae). : FDACS/DPI Entomology Circular 180 (ed. University of Florida, Gainesville, FL.
- Meurgey F (2012) Les Arthropodes continentaux de Guadeloupe : Synthèse bibliographique pour un état des lieux des connaissances: Rapport Société d'histoire naturelle L'Herminier (SHNLH) pour le Parc national de Guadeloupe, p. 184 pp.
- Mifsud D, Cocquempot C, Mühlethaler R, Wilson M & Streito J-C (2010) Other Hemiptera Sternorrhyncha (Aleyrodidae, Phylloxeroidea, and Psylloidea) and Hemiptera Auchenorrhyncha. Chapter 9.4, Vol. 4(1): Alien terrestrial arthropods of Europe (ed. by A Roques) BioRisk, pp. 511-552.
- Miyakawa T & Tsuno K (1989) Occurrence of citrus greening disease in the southern islands of Japan. Annals of the Phytopathological Society of Japan 55: 667-670.
- Miyatake Y (1965) Notes on Psyllidae from the Ryukyu Islands (Hemiptera: Homoptera). 33: 171-189 [176]. Kontyû 33: 171-189 [176].
- Moran VC & Blowers JR (1967) On the biology of the South African Citrus Psylla, *Trioza erytrae* (Del Guercio) [Homoptera: Psyllidae]. J. ent. Soc. sth. Afr. 30: 96-106.
- Moran VC (1968) Preliminary observations on the choice of host plants by adults of the citrus psylla *Trioza erytrae* (Del Guercio) (Homoptera: Psyllidae). J. ent. Sh. Afr., 31: 403-410.
- Moreira S (1967) Enquête sur les maladies des agrumes, îles Maurice et de la Réunion [Mauritius and Reunion. Survey of citrus diseases]. FAO Plant Protection Bulletin 15: 54-60.
- Munshi GL & Suchwant S (1970) Plant Protection Bulletin. 21 3: 28.
- Murphy DH (1973) A preliminary list of insects attacking economic plants in Singapore: Technical document FAO Protection Committee for the Southeast Asia Pacific Region. FAO Regional Office Bangkok, 2.
- Myartseva SN & Triapitzyn A (1978) *Aphidencyrus diaphorinae* (Hymenoptera, Encyrtidae), a parasite of *Diaphorina citri* from Vietnam. Zoologičeskij žurnal [Bulletin de Zoologie, Moscou] 57: 793-795.
- NAPPO PAS (2007) Official Pest Reports - USA (2017-05-16) *Diaphorina citri* (Asian Citrus Psyllid) – APHIS Expands the Quarantined Area in Arizona.
- NAPPO PAS (2008a) Official Pest Reports (2008-08-28). Confirmation of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, in Alabama, Georgia, Mississippi and North Carolina.
- NAPPO PAS (2008b) Official Pest Reports. - USA (2008-09-04) Confirmation of Asian citrus psyllid in San Diego County, California. United States.
- Nelson W (2012) First record of *Trioza vitreoradiata* (Maskell) (Hemiptera: Triozidae) in citrus. Citrus Research and Technology 33: 35-38.
- NHM (1990) *Diaphorina citri* : Minicoy Island.
- O'Connor J-P (2004) *Trioza vitreoradiata* (Maskell) (Homoptera : Psylloidea) , a New

- Zealand species new to Ireland. *Irish Naturalists' Journal* 27: 349-350.
- Om N (2017) The Roles of Psyllids, Host Plants and Environment in the Aetiology of Huanglongbing in Bhutan, Vol. PhD: School of Science and Health (ed. Western Sydney University).
- Orian A (1972) The Psylloidea of Mauritius with a description of *Trioza eastopi* sp. nov. *Fauna of Mauritius* 1: 1-8.
- Ouvrard D, Chalise P & Percy DM (2015) Host-plant leaps versus host-plant shuffle: a global survey reveals contrasting patterns in an oligophagous insect group (Hemiptera, Psylloidea). *Systematics and Biodiversity* 13: 434-454.
- Padrón PF & Hernández CA (2002) Presencia de *Trioza erytrae* (Del Guercio, 1918)(Hemiptera, Psyllidae), psílido africano de los cítricos, en la isla de Tenerife. Granja. *Revista agropecuaria* 9: 54-57.
- Patel JJ, Patel JR, Valand VM, Patel BH & Patel MJ (1998) BIO-EFFICACY OF SOME OF THE NEW INSECTICIDES AGAINST LEAFMINER, PHYLLOCNISTIS CITRELLA AND PSYLLA, DIAPHORINA CITRI INFESTING CITRUS. *Indian journal of entomology* 60: 101-103.
- Percy DM (2018) Psyllids of economic importance. Retrieved from <http://www.psyllids.org/psyllidsPests.htm>.
- Percy DM, Crampton-Platt A, Sveinsson S, Lemmon AR, Lemmon EM, Ouvrard D, & Burckhardt D (2018). Resolving the psyllid tree of life: phylogenomic analyses of the superfamily Psylloidea (Hemiptera). *Systematic Entomology*. doi 10.1111/syen.12302
- Pérez-Otero R, Lorenzo SP & Vázquez JPM (2016) La psila africana de los cítricos (*Trioza erytrae* Del Guercio) y su situación actual en Galicia. *Revista de fruticultura* 48: 48-59.
- Pérez-Otero R, Mansilla JP & del Estal P (2015) Detección de la psila africana de los cítricos, *Trioza erytrae* (Del Guercio, 1918) (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae), en la Península Ibérica. *Arquivos Entomológicos* 13: 119-122.
- Petty FW (1923) A New Species of Psyllid. *South African Journal of Natural History* 4: 30-33.
- Petty FW (1933) New Species of South African Psyllids, III. *Memoirs of the Entomological Society of Southern Africa* 8: 3-23.
- Piestun D, García M, Bonica J, Bentancur A, Irigoyen RM & Costa M (2009) HLB: Aspectos generales de la enfermedad. *Diaphorina citri: Avances de la investigación en Uruguay: by SAdD 569*) Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), p. 36 p.
- Pitino M, Hoffman MT, Zhou L, Hall DG, Stocks IC & Duan Y (2014) The phloem-sap feeding mealybug (*Ferrisia virgata*) carries 'Candidatus Liberibacter asiaticus' populations that do not cause disease in host plants. *PLoS ONE* 9: e85503.
- PROTA (2018a) *Clausena anisata* (Willd.) Hook.f. ex Benth. from Plant Resources of Tropical Homepage : <https://www.prota4u.org/database/>.
- PROTA (2018b) *Vepris lanceolata* (Lam.) G.Don from Plant Resources of Tropical Homepage : <https://www.prota4u.org/database/>.
- Puton A (1882) Description d'une espèce nouvelle de psyllides. *Revue d'entomologie* 1: 183-184.

- Puton A (1898) Hémiptères nouveaux. Revue d'entomologie 17: 166-176.
- Quilici S (1991) Rapport de mission à Maurice du 31 janvier au 8 février 1991. II-" Greening" des agrumes et psylles vecteurs: rapport interne CIRAD.
- Ram S & Pathak KA (1987) Occurrence and distribution of pest complex of some tropical and temperate fruits in Manipur. Bulletin of Entomology (New Delhi) 28: 12-18.
- Ramage T (2017) Checklist of the terrestrial and freshwater arthropods of French Polynesia (Chelicerata; Myriapoda; Crustacea; Hexapoda). Zoosystema 39: 213-225.
- Ramakrishna A (1924) *Diaphorina citri* [cité par Kuwayama, 1931: 126]. Ree. Ind. Mus. 26: 623.
- Rana PN & Sharma KC (1965) Preliminary list of crop pests in Nepal, Vol. 49: Tech. Doc. FAO Plant Prot. Comm. S. E. Asia, p. 6 pp.
- Raychaudhuri SP, Nariani TK & Ahlawat YS (1979) Dieback of citrus in India, Vol. 3: International Society of Citriculture, 1977 (ed., Orlando, USA, pp. 914-918.
- Roberts R, Steenkamp ET & Pietersen G (2015) Three novel lineages of 'Candidatus Liberibacter africanus' associated with native rutaceous hosts of *Trioza erytreae* in South Africa. International journal of systematic and evolutionary microbiology 65: 723-731.
- Rübsaamen EH (1899) Mitteilungen über neue und bekannte Gallen aus Europa, Asien, Afrika und Amerika. Entomologische Nachrichten, Berlin 25: 225-282.
- Russell DN, Qureshi JA, Halbert SE & Stansly PA (2014) Host suitability of *Citrus* and *Zanthoxylum* spp. for *Leuronota fagarae* Burckhardt and *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psylloidea). Florida Entomologist 97: 1481-1492.
- Rwomushana I, Khamis FM, Grout TG, Mohamed SA, Sétamou M, Borgemeister C, Heya HM, Tanga CM, Nderitu PW & Seguni ZS (2017) Detection of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in Kenya and potential implication for the spread of Huanglongbing disease in East Africa. Biological Invasions 19: 2777-2787.
- Salehi M, Faghihi MM, Khanchezar A, Bagheree A & Izadpanah K (2012) Distribution of citrus Huanglongbing disease and its vector in southern Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 48: 195-208.
- Salibe AA & Tirtawidjaja S (1984) Incidence of greening disease on citrus varieties in Indonesia. Summa Phytopathologica 10: 135.
- Sasaki K (1954) A list of the known species and their host plants of the Psyllidae of Japan (Homoptera). Scientific Report of Matsuyama Agricultural College 14: 29-39.
- Sefer E (1963) Catálogos de insetos que atacam as plantas cultivadas da Amazonia. Boletim técnico do Instituto Agrônomo do Norte 43 (1961): 23-53.
- Seljak G (2006) An overview of the current knowledge of jumping plant-lice of Slovenia (Hemiptera: Psylloidea). Acta Entomologica Slovenica 14: 11-34.
- SENAVE (2013) Resolución No. 80. Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE).
- Shimwela MM, Narouei-Khandan HA, Halbert SE, Keremane ML, Minsavage GV, Timilsina S, Massawe DP, Jones JB & van Bruggen AHC (2016) First occurrence of *Diaphorina citri* in East Africa, characterization of the Ca. Liberibacter species causing Huanglongbing (HLB) in Tanzania, and potential further spread of *D. citri* and HLB in

- Africa and Europe. European journal of plant pathology 146: 349-368.
- Siverio F, Marco-Noales E, Bertolini E, Teresani GR, Peñalver J, Mansilla P, Aguín O, Pérez-Otero R, Abelleira A & Guerra-García JA (2017) Survey of huanglongbing associated with '*Candidatus Liberibacter*' species in Spain: analyses of citrus plants and *Trioza erytrae*. *Phytopathologia Mediterranea* 56: 98.
- Skelley LH & Hoy MA (2004) A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoids in quarantine. *Biological Control* 29: 14-23.
- So P-Y (1967) A preliminary list of the insects of agricultural importance in Hong-Kong: Agriculture Bulletin n°1, Agriculture and Fisheries Department of Hong-Kong.
- Tamesse JL, Burckhardt D, Dzokou VJ, Yana W, Mveyo Ndankeu YP, Foko Dadjji GA & Messi J (2007a) Jumping plant-lice of the family Triozidae (Hemiptera: Psylloidea) from Cameroon: Biodiversity and host plants. *Journal of Entomology* 4: 181-193.
- Tamesse JL & Messi J (2004) Facteurs influençant la dynamique des populations du psylle africain des agrumes *Trioza erytrae* Del Guercio (Hemiptera: Triozidae) au Cameroun. *International Journal of Tropical Insect Science* 24: 213-227.
- Tamesse JLP, Burckhardt D, Dzokou VJ, Yana W, Mveyo NYP, Foko DGA & Messi J (2007b) Jumping Plant-lice of the Family Triozidae (Hemiptera: Psylloidea) from Cameroon: Biodiversity and Host Plants. *Journal of Entomology* 4: 181-193.
- Teixeira DC, Saillard C, Eveillard S, Danet J-L & Ayres AJ (2005) '*Candidatus Liberibacter americanus*', associated with citrus huanglongbing (greening disease) in Sao Paulo State, Brazil. *Int J Syst Evol Microbiol* 55: 1857-1862.
- Tuthill LD (1952) On the Psyllidae of New Zealand (Homoptera). *Pacific Science* 6: 83-125.
- Van den Berg MA (1990) The citrus psylla, *Trioza erytrae* (Del Guercio)(Hemiptera: Triozidae): A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 30: 171-194.
- Van den Berg MA & Fletcher CD (1988) A bibliography of the citrus psylla, *Trioza Erytrae* (Del Guercio)(Hemiptera: Triozidae), up to 1987. *Phytoparasitica* 16: 47-61.
- Van der Merwe CP (1923) The citrus psylla (*Trioza merwei*, Petten): Reprint 41. Dep. Agric. Univ. S. Afr., pp. 494-495.
- van der Merwe CP (1941) The Citrus Psylla (*Spanioza erytrae*, del G.). Union of South Africa Science Bulletin Department of Agriculture and forestry (Entomological Series 8) 233: 5-12.
- Villalobos W, Hollis D, Godoy C & Rivera C (2005) First report of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Costa Rica. *Insecta Mundi* 19: 191-192.
- Viraktamath CA & Bhumannavar BS (2001) Biology, ecology and management of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). *Pest Management in Horticultural Ecosystems* 7: 1-27.
- Vyas HN (1994) Pest complex of *Citrus* sp. *Crop Research (Hisar)* 7: 168-169.
- Wallace CR (1960) Report on an investigation of agricultural pest in St. Helena, 1957-1959: Publ. Colon. Office, London, p. 54 pp.
- Wang S-Q, Xiao Y-L & Zhang H-Y (2015) Studies of the past, current and future potential distributions of *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in China [in Chinese]. *应用昆虫学报 Chinese Journal of Applied Entomology* 52: 1140-1148.

- Waterhouse DF (1993) The major arthropod pest and weeds of agriculture in Southeast Asia: distribution, importance and origin. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra, Australia.
- Waterhouse DF (1998) Biological control of insect pests: Southeast Asian prospects. Australian Centre for International Agricultural Research Canberra, Australia.
- Waterston J (1922) On the chalcidoid parasites of psyllids (Hemiptera, Homoptera). Bulletin of Entomological Research 13: 41-58.
- Whittle AM, Narhadi F & Muharam A (1987) Report on greening workshop, Fuzhou, P.R. China, 6-12, Dec. 1987.
- Wilson K & Goldsmith JM (1962) Rhodesian *Citrus* pests control. Rhodesian Agriculture Journal 59: 41-61.
- Wooler A, Padgham D & Arafat A (1974) Outbreaks and new records-Saudi Arabia-*Diaphorina citri* on citrus. FAO Plant Protection Bulletin: 93-94.
- Wyniger R (1962) Pests of crops in warm climates and their control. Acta Tropica Supplementum 7.
- Xu CF, Xia YH & Ke C (1994) A study on the biology and control of the citrus psylla. Acta Phytopathologica Sinica 21: 53-56.
- Yang CK & Li F (1984) Nine new species and a new genus of psyllids from Yunnan (Homoptera: Psyllidae). Entomotaxonomia 6: 251-266.
- Yang CT (1984) Psyllidae of Taiwan. Taiwan Museum Special Publication Series 3: 1-305.
- Yang Y, Huang M, Beattie A, Xia YH, Ouyang G & Xiong J (2006) Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama, a major pest of citrus: a status report for China. International Journal of Pest Management 52: 343-352.
- Zhou L, Powell C, Li W & Duan Y (2013) Prophage-mediated dynamics of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ populations, the destructive bacterial pathogens in citrus huanglongbing. PLoS ONE 8: e82248. doi:82210.81371/journal.pone.0082248.

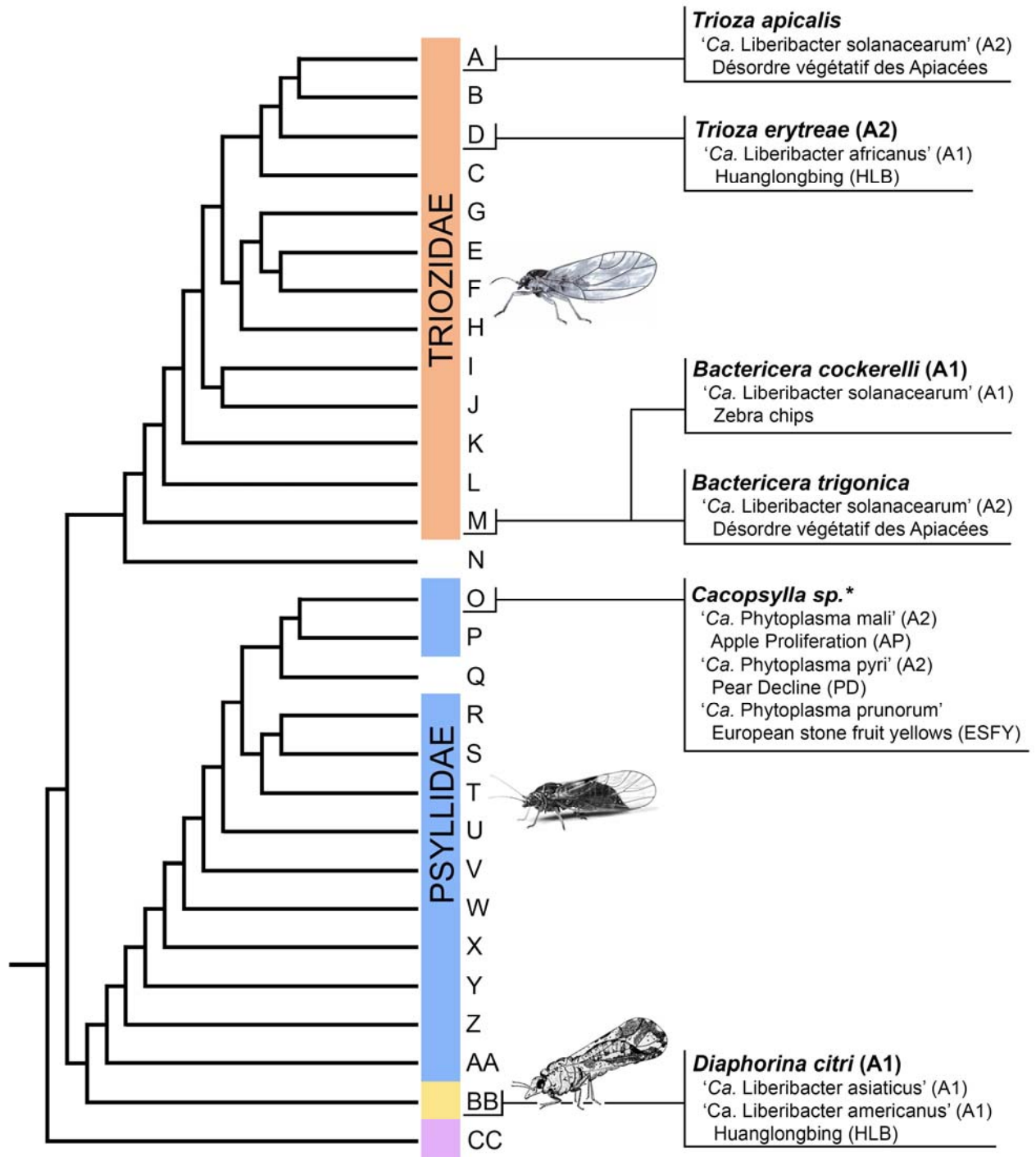


Figure 1 - Représentation schématique des liens de parenté entre les psylles vecteurs de bactéries phytopathogènes d'après la classification de Percy *et al.* (2018).

Pour chaque vecteur, ou groupe de vecteurs est mentionné la ou les bactérie(s) associée(s), ainsi que la maladie engendrée. A1 ou A2, entre parenthèses, indique la liste EPPO dans laquelle le vecteur ou la pathogène est classé ; Les lettres A, B, C, ..., CC correspondent à la classification de Percy *et al.* 2018 définissant des groupes génériques ; \* voir Jarusch *et al.* 2013 pour la liste détaillée des espèces vectrices de phytoplasmes du genre *Cacopsylla* ; Ca. = *Candidatus* (= bactérie non cultivable).

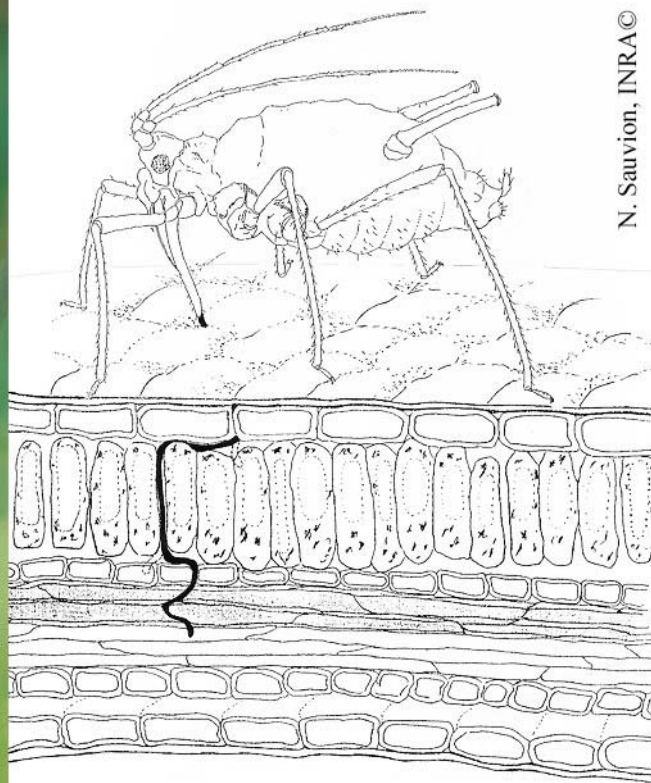
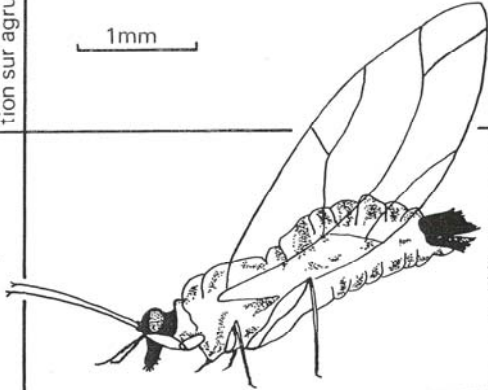
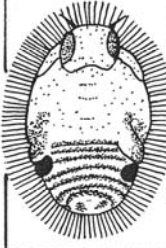





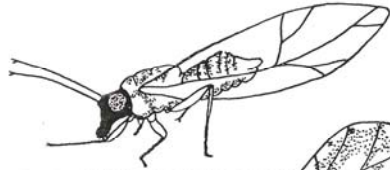
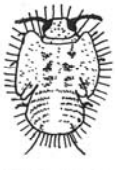





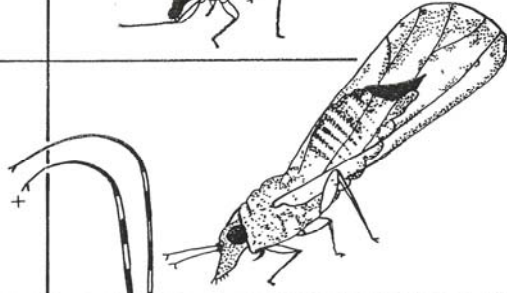
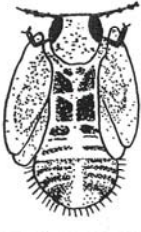





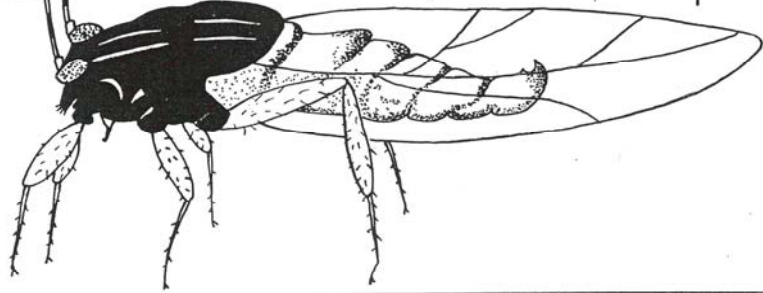


Figure 2 – Puceron du pois (*Acyrtosiphon pisum*) en position d'alimentation, stylets insérés dans une feuille



	Prise de nourriture sur agrumes	Cycle de reproduction sur agrumes	Adultes ou imagos	Stades larvaires					Oeufs
			1mm	5e	4e	3e	2e	1e	
<i>Trioza erytreae</i>	+	+							
<i>Trioza litsea</i>	+	(+)							
<i>Diaphorina citri</i>	+	+							
<i>Mesohomatoma lutheri</i>	(+)	-							

+ couramment      (+) occasionnellement      - non constaté

Figure 3 – Psylles s'alimentant et/ou se nourrissant sur Citrus à La réunion d'après la thèse de Bernard Aubert (1987, Fig54, p113).

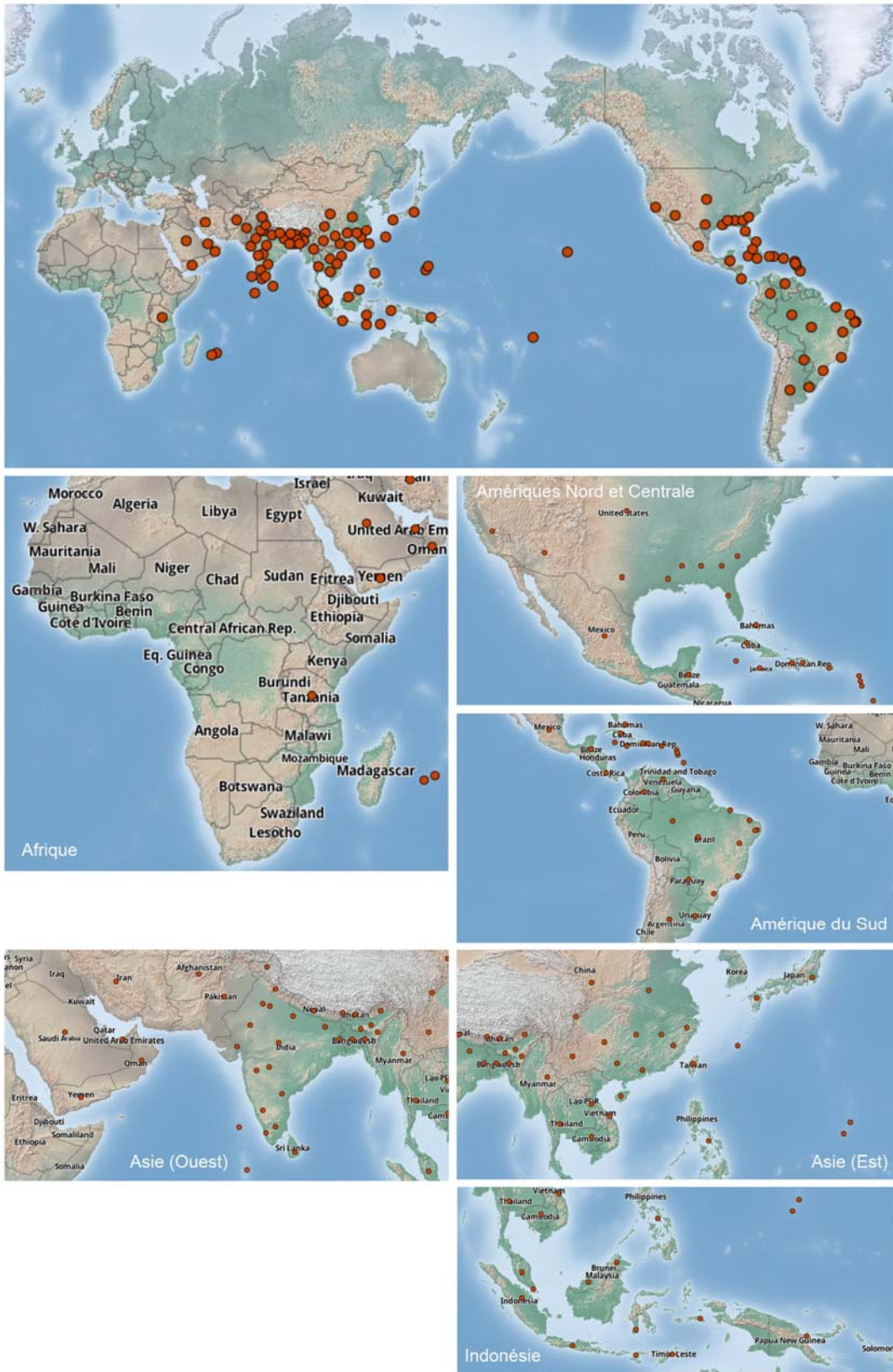


Figure 4 – Distribution géographique de *Diaphorina citri*  
 D'après <https://www.cabi.org/isc/datasheet/18615>, last modified 11 Oct 2017





Figure 5 – Distribution géographique de *Trioza erytrae*

D'après <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54914>, last modified 22 Nov 2017

Tableau 1 – Familles au sein de l’Ordre des Hémiptères comprenant des espèces vectrices de pathogènes (bactéries, virus) des plantes.

Classification d’après Bourgoïn & Campbell (2002) ; familles vectrices d’après Herrbach *et al.* (2013).

Ordre	Sous-Ordre	Super-Famille	Famille
<i>Hemiptera</i>	<b>Sternorrhyncha</b>	<b>Psylloidea (psylles)</b>	<b>Psyllidae</b> <b>Liviidae</b> <b>Triozidae</b>
		Aleyrodoidea (aleurodes)	Aleyrodidae
		Aphidoidea (pucerons)	Aphididae Pemphigidae Phylloxeridae Adelgidae
		Coccoidea (cochenilles)	Pseudococcidae
	Cicadomorpha	Cicadoidea (cicadas)	Cicadidae
		Cercopoidea (spittlebugs)	Cercopidae
		Membracoidea	Cicadellidae (leafhoppers)
	Fulgoromorpha (=planthoppers)	Fulgoridea	Cixiidae Delphacidae Derbidae Flatidae
	Coleorrhyncha		
	Heteroptera (true bugs)		Pentatomidae Tingidae

Table 2 - Liste des Hémiptères porteurs / vecteurs (avérés ou potentiels) de Liberibacters associés au Huanglongbing (la plupart des psylles [= Psylloidea] à l'exception d'une cochenille, des psylles apparentés aux espèces vectrices (risque de confusion lors des identifications), et des autres espèces de psylles identifiées sur *Citrus* (en particulier en France et en zone méditerranéenne).

Les espèces ont été regroupées par famille puis classées par ordre alphabétique

Une échelle d'appréciation du risque est donnée pour les espèces que j'ai jugées "vecteur potentiel" : *probable* = mériterait des tests de transmission ; *peu probable* : le risque ne doit pas être sous-estimé ; *improbable* : les données de la littérature (voir texte) suffisent à estimer le risque comme très faible ; *très improbable* : risque quasi-nul d'une compatibilité insecte-bactérie.

PSYLLE		LIBERIBACTER			PAYS, REGIONS	PLANTE HOTE			REFERENCES
Espèce	Groupe	asiaticus	africanus	americanus		Ordre	Famille	Genre	
<b>Psylloidea : Liviidae : Euphyllurinae</b>									
<i>Diaphorina aegyptiaca</i> Puton, 1892					zone méditerranéenne	Lamiales	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	Burckhardt (1984): 14 ; Burckhardt & Van Harten (2006): 215 ; Mathur (1975): 196 ; Hodkinson (1986): 307
<i>Diaphorina amoena</i> Capener, 1970					Afrique du Sud (Natal)	Gentianales	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>	Hollis (1987) ; Aubert (1987)
<i>Diaphorina auberti</i> Hollis, 1987		vecteur potentiel (probable)			Comores	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	Aubert (1987) ; Aubert et al (1985) ; Hollis (1987):58
<i>Diaphorina bispinulata</i> Hollis, 1987					Madagascar	unknown	unknown	unknown	Hollis (1987)
<i>Diaphorina chobauti</i> Puton, 1898					zone méditerranéenne	Solanales	Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i>	Burckhardt (1984) ; Burckhardt (1988) ; Seljak (2006): 18
<i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908 [syn. <i>Euphalerus citri</i> (Kuwayama, 1908)]		vecteur naturel	vecteur (condition expérimentale)	vecteur naturel	France : La Réunion, Guadeloupe Martinique	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i> , <i>Pithecellobium</i> , <i>Artocarpus</i> , <i>Casimiroa</i> , <i>Murraya</i> , <i>Bergera</i> (= <i>Murraya</i> ), <i>Poncirus</i> (= <i>Citrus</i> ), <i>Swinglea</i> , <i>Zanthoxylum</i> , <i>Ficus</i>	voir détails dans le texte
<i>Diaphorina communis</i> Mathur, 1975 [syn. <i>Diaphorina mathuri</i> Loginova 1978]		porteur, non vecteur			Inde, Népal, Bhutan, West Himalya	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	Hodinkson (1986): 307 ; Aubert (1987) [India] ; Donovan (2012) et Om (2017) [Bhutan]
<i>Diaphorina continua</i> Loginova, 1972					zone méditerranéenne (Algérie, Maroc, Iles Canaries)	unknown	unknown	unknown	Loginova (1972) ; Burckhardt (1984)
<i>Diaphorina fabulosa</i> (Capener, 1968) [syn. <i>Pennavena fabulosa</i> Capener, 1968]					Afrique du Sud (E. Transvaal)	Gentianales	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>	Hollis (1984)
<i>Diaphorina flavipennis</i> Hollis, 1987					Tanzania	Gentianales	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>	Hollis (1987)
<i>Diaphorina huila</i> Hollis, 1987					Angola	uncertain	uncertain	uncertain	Hollis (1987)
<i>Diaphorina lamproptera</i> Burckhardt, 1981					zone méditerranéenne	Sapindales	Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum</i>	Burckhardt (1984) ; Burckhardt (1986) ; Burckhardt & Mifsud (1998) ; Burckhardt (2008): 167
<i>Diaphorina loranthi</i> Capener, 1973		vecteur potentiel (très improbable)			Afrique du Sud	Santalales	Loranthaceae	<i>Agelanthus</i> (= <i>Loranthus</i> )	Capener (1973)

<i>Diaphorina lycii</i> Loginova, 1978					France ; zone méditerranéenne	Solanales	Solanaceae	<i>Lycium</i>	Loginova (1978): 37 ; Halperin (1982): 32 ; Burckhardt (1984): 15 ; Burckhardt (1988): 108 ; Burckhardt (1989): 398 ; Hodkinson (2009): 80 ; Li (2011): 526
<i>Diaphorina murrayi</i> Kandasamy, 1986		vecteur potentiel (probable)			India (Madras)	Sapindales	Rutaceae	<i>Murraya</i>	Kandasamy (1986) ; Halbert & Manjunath (2004): 332
<i>Diaphorina nigripennis</i> Hollis, 1987					Kenya	Gentianales	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>	Hollis (1987)
<i>Diaphorina orantimina</i> Hollis, 1987					Madagascar	unknown	unknown	unknown	Hollis (1987)
<i>Diaphorina punctulata</i> Pettey, 1924		non vecteur (Swaziland)			Swaziland	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	Catling & Atkinson (1974)
<i>Diaphorina pusilla</i> Burckhardt, 1984					zone méditerranéenne (Egypte, Grèce)	unknown	unknown	unknown	Burckhardt (1984): 22 ; Burckhardt (1988)
<i>Diaphorina putoni</i> Löw, 1879 [syn. <i>Psylla aphalaroides</i> Puton, 1878 ; <i>Diaphora putonii</i> Löw, 1879]					France ; zone méditerranéenne	Malvales	Thymelaeaceae	<i>Thymelaea</i>	Burckhardt (1984) ; Burckhardt (1988) ; Burckhardt (1989)
<i>Diaphorina turneri</i> Hollis, 1987					Afrique du Sud (province du Cap)	unknown	unknown	unknown	Hollis (1984)
<i>Diaphorina venata</i> Mathur, 1975					Inde (Tamil Nadu)	Santalales	Santalaceae	<i>Santalum</i>	Mathur (1975): 224 ; Hollis (1984) ; Hodkinson (1986): 308
<i>Diaphorina zebra</i> Capener, 1970		non vecteur (Swaziland)			Swaziland	Sapindales	Rutaceae, Anacardiaceae	<i>Citrus, Ozoroa</i>	Capener (1970):216 ; Catling & Atkinson (1974) ; Halbert & Manjunath (2004)
<b>Psylloidea : Psyllidae : Psyllinae</b>									
<i>Cacopsylla citricola</i> (Yang & Li, 1984) [syn. <i>Psylla citricola</i> Yang & Li, 1984]		non vecteur (incertain)			Chine	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	Hodkinson (1986): 325 ; Whittle (1987) ; Viraktamat (2001) ; Li (2011): 1073
<i>Cacopsylla citrisuga</i> (Yang & Li, 1984) [syn. <i>Psylla citrisuga</i> Yang & Li, 1984]		non vecteur (incertain)			Chine (Yunnan)	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	Yang & Li (1984): 265 ; Whittle (1987) ; Viraktamat (2001) ; Cen (2012): 305
<i>Cacopsylla heterogena</i> Li, 2011		porteur, vecteur potentiel (probable)			Chine (Yunnan); Bhoutan	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	Li (2011): 1200 ; Om (2017)
<i>Cacopsylla murrayi</i> (Mathur, 1975) [ <i>Psylla murrayi</i> Mathur, 1975]		vecteur potentiel (probable)			Inde ; West Himalaya (Uttaranchal = Uttarakhand)	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus, Murraya</i>	Mathur (1975): 270, Hodkinson (1986): 327 ; Halbert & Manjunath (2004) ;
<b>Psylloidea : Triozidae</b>									
<i>Leuronota fagarae</i> Burckhardt, 1988					Paraguay, Floride	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus, Murraya, Zanthoxylum</i>	Burckhardt (1988): 334 ; Halbert & Manjunath (2004): 133 ; Russell (2014): 1486
<i>Powellia vitreoradiata</i> Maskell, 1879		vecteur potentiel (probable)			France, Angleterre, Ireland, Nouvelle-Zélande	Sapindales, Apiales	Rutaceae, Pittosporaceae	<i>Citrus, Pittosporum</i>	Maskell, 1879 ; Cocquempot (2008), Mifsud (2010) ; Nelson (2012): 37 ; Martin & Malumphy (1995): 256
<i>Trioza ata</i> Hollis, 1984	erytreae				Angola, Tanzania	Salicales	Salicaceae	<i>Salix</i>	Hollis (1984)
<i>Trioza capeneri</i> Hollis, 1984	erytreae				Afrique du Sud	Apiales	Araliaceae	<i>Seemannaralia</i>	Hollis (1984)
<i>Trioza carvalhoi</i> Hollis, 1984	erytreae				Kenya, Angola, South Africa	Apiales	Araliaceae	<i>Cussonia</i>	Hollis (1984)

<i>Trioza calligi</i> Hollis, 1984	erytreae				Kenya, Tanzanie, Afrique du Sud	Ranunculales	Menispermaceae	<i>Stephania, Cissampelos</i>	Hollis (1984)
<i>Trioza citroimpura</i> Yang & Li, 1984		non vecteur (incertain)			China	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	Yang & Li (1984) ; Whittle (1987) ; Viraktamath (2001) ; Hodkinson (1986): 335 ; Halbert & Manjunath (2004)
<i>Trioza eafra</i> Hollis, 1984	erytreae				Kenya, Tanzanie	Apiales	Araliaceae	<i>Cussonia</i>	Hollis (1984)
<b><i>Trioza erytrae</i> (Del Guercio, 1918)</b> [syn. <i>Aleurodes erytrae</i> Del Guercio, 1918 ; <i>Spanioza erythrae</i> (Del Guercio, 1918 ; <i>Trioza merwei</i> Pettey, 1923 ; <i>Spanioza merwei</i> (Pettey, 1923)]	erytreae	vecteur (condition expérimentale)	vecteur naturel		France: La Réunion ; Espagne, Portugal,...	Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus, Choisya, Clausena, Fagara, Vepris, Zanthoxylum</i>	voir détails dans le texte
<i>Trioza gregoryi</i> Hollis, 1984	erytreae				Nigeria, Burundi, Tanzanie	unknown	unknown	unknown	Hollis (1984)
<i>Trioza kilimanjarica</i> Hollis, 1984	erytreae				Tanzania	unknown	unknown	unknown	Hollis (1984)
<i>Trioza litseae</i> Bordage, 1898 [syn. <i>Trioza eastopi</i> Orian 1972]	litseae	vecteur potentiel (peu probable)			La Réunion, Maurice, Rodrigue	Laurales, Sapindales	Lauraceae, Rutaceae	<i>Litsea, Citrus</i>	Bordage (1898) ; Bordage (1900) ; Orian (1972) ; Aubert & Quilicci (1984) ; Hollis (1984): 44 ; Hollis & Martin (1997): 478 ; Halbert & Manjunath (2004): 133
<i>Trioza menispermicola</i> Hollis, 1984	erytreae				Ghana, Nigéria	Ranunculales	Menispermaceae	<i>Trichlisia, Cissampelos</i>	Hollis (1984)
<i>Trioza tiliacora</i> Hollis, 1984	erytreae				Tanzanie	Ranunculales	Menispermaceae	<i>Tiliacora</i>	Hollis (1984)
<i>Trioza xylopi</i> Hollis, 1984	litseae				Tanzanie, Kenya, Cameroun	Magnoliales	Annonaceae	<i>Xylopi</i>	Hollis (1984) ; Tamesse (2007)
<b>Psylloidea : Carsidaridae</b>									
<i>Mesohomotoma lutheri</i> (Enderlein, 1918)		vecteur potentiel (très improbable)			La Réunion ; India ; Indonesia ; Madagascar ; Mauritius ; Philippines ; Sri Lanka ; Taiwan	Malvales	Malvaceae	<i>Hibiscus, Urena, Citrus</i> (uncertain)	Mathur (1975): 149 ; Hodkinson (1983), Aubert & Quilicci (1984), Hollis (1987) ; Halbert & Manjunath (2004) ; Hodkinson (1986): 317
<b>Psylloidea : Aphalaridae : Rhinocolinae</b>									
<i>Agonoscena cisti</i> (Puton, 1882) [syn. <i>Rhinocola cisti</i> Puton, 1882 ; <i>Aphalara menozzii</i> Laing, 1929 ; <i>Rhinocola menozzii</i> (Laing, 1929)]		vecteur potentiel (très improbable)			France métropolitaine ; Corse ; Espagne, Italie,...	Malvales ; Sapindales ; (Sapindales)	Cistaceae ; Anacardiaceae ; (Rutaceae)	<i>Cistus ; Pistacia ; (Citrus : plante occasionnelle)</i>	Puton (1882): 183 ; Hodkinson (2009): 73 ; Hodkinson & Hollis (1981): 74 ; Conci (1993): 69 ; Burekhardt & Lauterer (1989): 697
<b>Coccoidea : Pseudococcidae</b>									
<i>Ferrisia virgata</i> (Cockerell, 1893)		porteur, vecteur d'un variant génétique du <i>Las</i> n'induisant pas de maladie aux <i>Citrus</i>			France métropolitaine ; La Réunion ; Martinique ; Guadeloupe ; St Martin ; Mayotte ; Polynésie française [Présente (indigène ou indéterminé)] ; Nouvelle-Calédonie [introduite] ; Many subtropical and tropical regions. In the Middle East in Egypt and Israel			Polyphage, trouvée sur <i>Citrus</i>	INPN n°221789 ; Fauna Europaea n°98579, Cochereau (1966), Matile-Ferrero (1978), Matile-Ferrero & Etienne (2006), Jourdan & Mille (2006), Meurgey (2012), Germain (2014), Pitino (2014), Ramage (2017)



Table 3 - Liste des pays où le psylle *Diaphorina citri* a été décrit, avec la date de première observation et la référence associée.

Les pays sont classés par zones géographiques (Europe, Asie, Afrique,...), et au sein de chaque zone ils sont classés selon les dates de première observation (de la plus ancienne à la plus récente), excepté pour l'Asie. Pour cette zone, les pays sont classés par ordre alphabétique, puis pour la Chine et l'Inde (lignes en grisé), les Etats sont classés selon des dates de première observation.

Pays	Année observation	Référence originale	Observations
<b>EUROPE</b>			
France	1989	Burckhardt & Martinez (1989)*	Intercepté à l'aéroport CDG sur des fruits en provenance du Honduras.
<b>AFRIQUE</b>			
Mauritius	1967	Moreira (1967)*	Catling (1970), Table 1* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
France: La Réunion	1968	Bové & Cassin (1968)	Catling (1970), Table 1* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Tanzania	2014-15	Shimwela <i>et al.</i> (2016)*	
Kenya	2015-16	Rwomushana <i>et al.</i> (2017)*	
Zanzibar	2015-16	Rwomushana <i>et al.</i> (2017)*	
<b>ASIE</b>			
Afghanistan	1953, March 30	Malenovsky <i>et al.</i> (2012):10*	décrit aussi dans Faizyar (1971) ; CIE (1974) ; CABI (2011); Mead & Fasulo (2010)*
Bangladesh	1978	Catling (1978)	reporté sur la carte CABI n° 334
Bangladesh (Dacca)	1947-1964	Alam <i>et al.</i> (1965)*	Aubert (1987):156* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Bengal	1919	Crawford (1919) *	Beattie <i>et al.</i> (2009): 42*
Bhutan	2003	Ahlawat (2003)*	Las: Present, found in Punakha Valley and Wangdue districts.
Cambodia	1970	Catling (1970):9*	CABI (2011)
Cambodia	2000	Garnier & Bové (2000): 378*	CABI (2011)
China: Macao (=Macao)	1906, nov	Muir en 1906, d'après Crawford (1919):171	Crawford (1919):171* ; Beattie <i>et al.</i> (2009): 42* ; CABI (2011) ; Yang <i>et al.</i> (2006):344* cite Huang (1953)
China (south)	1931	Kuwayama (1931):126*	
China (mainland)	1935	Chen & Wong (1935)	cité dans Aubert (1987): 156*
China: Henan	1935	Chen & Wong (1935)	cité dans CABI (2011) ; EPPO (2014)
China: Guangdong	1936	Hoffman (1936)	Yang <i>et al.</i> (2006):344* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
China: Hong-Kong	1967	So (1967)	Catling (1970), Table 1* ; Aubert (1987):156* ; CABI (2011) ; cité par Yang <i>et al.</i> (2006): 344*
China: Guizhou	1988	Ke <i>et al.</i> (1988)*	Yang <i>et al.</i> (2006): 344* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
China: Hainan	1988	Ke <i>et al.</i> (1988)*	Yang <i>et al.</i> (2006): 344* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
China: Hunan	1988	Ke <i>et al.</i> (1988)*	Yang <i>et al.</i> (2006): 344* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
China: Jiangxi	1988	Ke <i>et al.</i> (1988)*	Yang <i>et al.</i> (2006): 344* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
China: Sichuan	1988	Ke <i>et al.</i> (1988)*	Yang <i>et al.</i> (2006): 344* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
China: Yunnan	1988	Ke <i>et al.</i> (1988)*	Yang <i>et al.</i> (2006): 344* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
China: Fujian	1994	Xu <i>et al.</i> (1994)	Map n°334 ; Yang <i>et al.</i> (2006): 344* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
China: Guangxi	2006	Yang <i>et al.</i> (2006): 344*	Yang <i>et al.</i> (2006): 344* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
China: Zhejiang	2006	Yang <i>et al.</i> (2006): 344*	Yang <i>et al.</i> (2006): 344* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
East Timor	1919	Crawford (1919)*	Crawford (1919)* : Malay Archipelago (Brunei, Singapore, East Malaysia, Indonesia, the Philippines and East Timor) ; Kuwayama (1931): 126* ; Beattie <i>et al.</i> (2009): 42* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Adra, Manbbhum District	1909, Nov 12	Crawford (1912):425*	Described from one female from Adra, Manbbhum district (J.T. Jenkins), November 12th, 1909, Crawford (1912):425* ; Fletcher (1919):276* : Cherat (North-West Frontier Province), Lyallpur, Pusa, Poona and Coimbatore, Punjab.

India: Maharashtra (Poona, Bombay)	1911	Crawford (1917):168* ; Fletcher (1919): 276*	collected by TB Fletcher in 1911 ; Fletcher (1919):276* : Cherat (North-West Frontier Province), Lyallpur [Pakistan], Pusa, Poona and Coimbatore, Punjab. Capoor (1967)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014) ;
India: Punjab	1912	Crawford (1912):425*	Collected by Mr. George Compere, Crawford (1912):425* ; Fletcher (1919):276* : Cherat (North-West Frontier Province), Lyallpur[Pakistan], Pusa, Poona and Coimbatore, Punjab. Kuwayama (1931): 126*
India: Tamil Nadu (Coimbatore)	1913, August 22	Crawford (1917):168* ; Fletcher (1919): 276*	collected by CN on <i>Cardia cardata</i> ; Fletcher (1919):276* : Cherat (North-West Frontier Province), Lyallpur [Pakistan], Pusa, Poona and Coimbatore, Punjab.
India: Tamil Nadu (Coimbatore)	1913, August 4	Crawford (1917):168* ; Fletcher (1919): 276*	collected by TVR on <i>Cardia</i> ; Fletcher (1919):276* : Cherat (North-West Frontier Province), Lyallpur [Pakistan], Pusa, Poona and Coimbatore, Punjab.
India: Punjab	1917-18	Lal (1917, 1918)*	Om (2017): 2* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India	1919	Crawford (1919)	Beattie <i>et al.</i> (2009): 42*
India: Bihar (Pusa)	1919	Fletcher (1919): 276*	Fletcher (1919):276* : Cherat (North-West Frontier Province), Lyallpur[Pakistan], Pusa, Poona and Coimbatore, Punjab. ; locality CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Punjab	1919	Fletcher (1919): 276*	Fletcher (1919):276* : Cherat (North-West Frontier Province), Lyallpur[Pakistan], Pusa, Poona and Coimbatore, Punjab. Kuwayama (1931): 126*
India	1924	Crawford (1924): 616	Kuwayama (1931): 126* ;
India	1924	Ramakrishna Ayyar (1924): 623	cité par Kuwayama (1931): 126*
India	1927	Husain & Nath (1927)*	Ebeling (1959), Catling (1970), Table 1*
India: Punjab	1927	Husain & Nath (1927)	Kuwayama (1931): 126*
India: Delhi	1959	Anonymous (1959)	Anon. (1959) ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Kerala	1959	Anonymous (1959)	Anon. (1959) ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Tamil Nadu	1959	Anonymous (1959)	Anon. (1959) ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Tripura	1959	Anonymous (1959)	Anon. (1959) ; CABI (2011) ; EPPO (2014) ; Das <i>et al.</i> (2007)*
India: Himachal Pradesh	1963	Bhatia & Srivastava (1967)	CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Jammu and Kashmir	1970	Munshi & Suchwant (1970)	CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Manipur	1975	Ram & Pathak (1987)*	Bhagabati <i>et al.</i> (1989)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: West Bengal	1976	Ahlawat & Sardar (1976)	Das (2007)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Sikkim	1977	Raychaudhuri <i>et al.</i> (1979)	localité citée dans Das (2007)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Rajasthan	1978	Maheshwari & Sharma (1978)	Chandrakant (2007)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Uttar Pradesh	1978	Khanna & Mathur (1978)	CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Haryana,	1983	Lakra <i>et al.</i> (1983)	Dahiya (1994)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Arunachal Pradesh	1989	Bhagabati <i>et al.</i> (1989)*	CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Assam	1989	Bhagabati <i>et al.</i> (1989)*	Das (2007)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Karnataka	1989	Bhagabati <i>et al.</i> (1989)*	CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Lakshadweep	1990	NHM (1990) [Minicoy Is].	CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Meghalaya	1992	Gangwar & Singh (1992)	Chandrakant (2007)* ; Das (2007)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Madhya Pradesh	1994	Vyas (1994)*	CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Gujarat	1998	Patel <i>et al.</i> (1998)	EPPO Reporting Service (99/001) ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
India: Andhra Pradesh	2004	Bhavani <i>et al.</i> (2004)*	Bhavani (2004)* = first record ; CABI (2011) ; EPPO (2014)

Indonesia	1927	Husain & Nath (1927)*	Ebeling (1959), Catling (1970), Table 1* ; Mead & Fasulo (2010)*
Indonesia: Java	1919	Crawford (1919):5*	Beattie <i>et al.</i> (2009): 42* ; Kuwayama (1931): 126* ; locality CABI (2011) ; EPPO (2014)
Indonesia: Moluccas = Maluku Islands (Amboina)	1906	Muir en 1906 selon Crawford (1919):171*	Crawford (1919):171* ; Beattie <i>et al.</i> (2009): 42* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Indonesia: Moluccas = Maluku Islands (Amboina)	1931	Kuwayama (1931):126*	Kuwayama (1931): 126*
Indonesia: Nusa Tenggara	1975	NHM (1975) [Bali]	Aubert (1989) ; CABI (2011) ; EPPO (2014) ;
Indonesia: Sumatra	1984	Salibe & Tirtawidjaja (1984)	CABI (2011) ; EPPO (2014)
Iran	2000	Bové <i>et al.</i> (2000)*	Lashkari <i>et al.</i> (2013): 59*
Iran	2006	Ameri <i>et al.</i> (2006)	CABI (2011) ; EPPO (2014)
Iran (Fars province)	2012	Salehi <i>et al.</i> (2012)*	
Japan	1920	Matsumura (1920): 254	cité par Kuwayama (1931): 126*
Japan	1921	Kuwayama (1921):31	cité par Kuwayama (1931): 126*
Japan	1922	Kuwayama (1922):368	cité par Kuwayama (1931): 126*
Japan: Ryukyu Islands	1965	Iwanami & Miyata (2008): 372*	Miyakawa & Tsuno (1989) ; Waterhouse (1998):114* ; CABI (2011) ; EPPO (2014) ; Mead & Fasulo (2010)*
Japan: Kyushu and Ryukyu Archipelago	1989	Miyakawa & Tsuno (1989)	Waterhouse (1998):114* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Laos	1973	NHM (1973)	CABI (2011)
Laos	2000	Garnier & Bové (2000): 378*	CABI (2011)
Malay Archipelago (Brunei, Singapore, East Malaysia, Indonesia, Philippines, East Timor)	1919	Crawford (1919)*	Kuwayama (1931): 126* ; Beattie <i>et al.</i> (2009): 42*
Malaysia	1959	Ebeling (1959)	Catling (1970), Table 1* ; Mead & Fasulo (2010)*
Malaysia: Peninsular Malaysia	1990	Lim <i>et al.</i> (1990)*	CABI (2011) ; EPPO (2014)
Malaysia: Sabah	2006	Ahmad <i>et al.</i> (2008)*	CABI (2011) ; EPPO (2014)
Maldives	1990	NHM (1990) [Minicoy Is] ; NHM (1998) [Male I.].	CABI (2011) ; EPPO (2014)
Myanmar (=Burma)	1959	Ebeling (1959)	Catling (1970), Table 1* ; 2000 Garnier & Bové (2000): 378* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
Nepal	1965	Rana & Sharma (1965)	Catling (1968) ; Aubert (1987):156* ; Lama (1988)*
Nepal	1969	Catling (1970): Eastop (1969 com. pers.)	Catling (1970), Table 1* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
New Guinea	2005	Davis <i>et al.</i> (2005)	Beattie <i>et al.</i> (2010)
Oman	2005, sept	Al-Zadjali (2008)	cité dans Malenovsky <i>et al.</i> (2012)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Pakistan (East and West)	1919	Fletcher (1919):276*	Cherat (North-West Frontier Province), Lyallpur (=Faisalabad )
Pakistan	1927	Husain & Nath (1927)*	Catling (1970), Table 1* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Pakistan (Pashawar)	1961		
Philippines: Luzon	1912	Crawford (1912):425*	Collected by Mr. Georg Compere in Luzon, Crawford (1912):425* ; Crawford (1913):299* ; Kuwayama (1931): 126*
Philippines	1917	Crawford (1917):168	Kuwayama (1931): 126*
Philippines	1919	Crawford (1919): 171*	Crawford (1919) ; Beattie <i>et al.</i> (2009): 42* ; Kuwayama (1931): 126*
Philippines	1927	Ebeling (1959), Husain & Nath (1927)*	Catling (1970), Table 1* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)

Philippines: Luzon	1912	Crawford (1912):425*	Collected by Mr. Georg Compere in Luzon, Crawford (1912):425* ; Crawford (1913):299* ; Kuwayama (1931): 126*
Saudi Arabia	1972, August	Wooler <i>et al.</i> (1974)*	Mead & Fasulo (2010)* ; Aubert (2009):20* [not present]
Singapore	1973	Murphy (1973):5*	Waterhouse (1993), CABI (2011) ; EPPO (2014)
Sri Lanka (Ceylon)	1962	Wyniger (1962)	Catling (1970), Table 1* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Taiwan (=Formosa) : Shinchiku province	1908	Kuwayama (1908):161*	san Diego County ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
Taiwan (=Formosa)	1913	Maki (1915):37	cité par Kuwayama (1931): 126*
Taiwan (=Formosa)	1913	Shiraki (1913):132	cité par Kuwayama (1931): 126*
Taiwan (=Formosa)	1916	Nitobe (1916):71	cité par Kuwayama (1931): 126*
Taiwan	1927	Husain & Nath (1927)*	Catling (1970), Table 1* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Thailand	1970	Catling (1970):9*	Mead & Fasulo (2010)*; CABI (2011)
United Arab Emirates	2008	EPPO Reporting Service (2008/120)	CABI (2011)
Vietnam	1960 (probably)	Ha (1991)*	Bov� <i>et al.</i> (1996)* , EPPO, Map, Oct 2012 ; CABI (2011)
Vietnam	1978	Myartzeva & Trjapitzin (1978)	Aubert (1987):156* ; CABI (2011) ; EPPO Reporting Service (94/156)
Yemen	1938	Burckhardt & Mifsud (1998)* ; NHM (1938) [Jebel Jalal]	"Yemen: 5 males, Jabal Jelal, above Nakil Isla, 9600-10,000 feet, 8.III.1938, B.M. Exp. to SW Arabia, H. Scott & E.B. Britten, BMNH, NHMB" ; CABI (2011)
<b>AMERIQUE CENTRALE ET CARAIBES</b>			
Honduras	1989	Burckhardt & Martinez (1989)*	Intercepté à l'aéroport Paris - CDG sur des fruits en provenance du Honduras => Ho : insecte présent dans ce pays
France: Guadeloupe	1998, Jan	Etienne <i>et al.</i> (1998)	Aubert (2009):20* ; Halbert & Nunez (2004)* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Honduras	1998 (1974 ?)	Burckhardt & Mifsud (1998):26*	1974 : Commonwealth Institute of Entomology, sans plus d'information ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Bahamas	1999	Halbert & Nunez (2004)*	Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Dominican Republic	2000	Halbert & Nunez (2004)*	Aubert (2009):20* ; Garrido Jansen (2008) cité Halbert <i>et al.</i> (2010):36* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Haiti	2000	Halbert & Nunez (2004)*	Aubert (2009):20* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Cayman Islands	2000, June	Halbert & Nunez (2004)*	Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Cuba	2001	Halbert & Nunez (2004)*	Aubert (2009):20* ; Albrigo (2008) in Halbert <i>et al.</i> (2010):36* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
USA: Puerto Rico	2001, June	Halbert & Nunez (2004)*	Aubert (2009):20* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
Belize	2002, oct [intercept]	Halbert & Nunez (2004)*	Manjunath <i>et al.</i> (2010) ; Halbert <i>et al.</i> (2010):36*
Jamaica	2003, 18 Jan	Halbert & Nunez (2004)*	Aubert (2009):20* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Costa Rica	2005	Villalobos <i>et al.</i> , 2005	CABI (2011) ; EPPO (2014)
Antigua and Barbuda	2006, March	Halbert (2007)	EPPO Reporting Service no. 03 - 2008 Num. article: 2008/062 ; CABI (2011); EPPO (2014)
Dominica	2007, Jan	Halbert (2007)	EPPO Reporting Service no. 03 - 2008 Num. article: 2008/062 ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Colombia	2007	Campuzano (2012): 49*	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (2010)
St Thomas (intercept)	2010, Apr 21	Mead & Fasulo (2010)*	
Barbados	2011, March	IPPC website, 2011-03	EPPO Reporting Service (2012/014) ; CABI (2011) ; EPPO (2012) ; EPPO (2014)
France: Martinique	2012	Cellier <i>et al.</i> (2014)*	Mead & Fasulo (2010)* ; Aubert (2009):20* [not present]
<b>AMERIQUE DU NORD</b>			
USA: Hawaii	1954	Sasaki (1954)	Hodkinson (1983):346* ; Burckhardt & Mifsud (1998):26* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011); EPPO (2014)
USA: Florida	1998, June	Knapp <i>et al.</i> (1998); Marais <i>et al.</i> (1998)	EPPO RS 98/159 ; Skelley& Hoy (2004) ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)

USA: Texas	2001, Sept	French <i>et al.</i> (2001)*	EPPO RS 2003/033 ; Halbert & Nunez (2004)* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
Mexico	2002, April	Halbert & Nunez (2004)*	Halbert <i>et al.</i> (2010):36* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
USA: Louisiana	2008, May	NAPPO ( 2008b)*	EPPO RS 2008/118 ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
USA: Alabama	2008, August	NAPPO ( 2008b)*	NAPPO Pest Alert System. Official Pest Reports (2008-08-28) ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
USA: Georgia	2008, August	NAPPO ( 2008b)*	Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
USA: Mississippi	2008, August	NAPPO ( 2008b)*	Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
USA: South Carolina	2008, August	NAPPO ( 2008b)*	Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
USA: California	2008, Sept 2	NAPPO ( 2008a)*	San Diego County ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
USA: Arizona	2009, Oct 27	NAPPO ( 2007)*	Yuma county ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
USA: U.S. Virgin Islands	2010, Apr 21	USDA (2010b)	cité par Halbert & Nunez (2004)* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
<b>AMERIQUE DU SUD</b>			
Brazil: Rio de Janeiro	1940	Gomez (1940)	Burckhardt & Queiroz (2012)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Brazil: São Paulo	1940	Gomez (1940)	Burckhardt & Queiroz (2012)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Brazil	1942	Lima (1942)	Aubert (1987):156* ; Hodkinson & White (1981) ; Halbert & Nunez (2004): 401*
Brazil: Bahia	1959	Lavigne (1959)	Burckhardt & Queiroz (2012)* ; CABI (2011)
Brazil: Amazonas	1963	Sefer (1963)	Burckhardt & Queiroz (2012)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Brazil: Ceara	1968	Silva <i>et al.</i> (1968)	Burckhardt & Queiroz (2012)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Brazil: Para	1968	Silva <i>et al.</i> (1968)	Burckhardt & Queiroz (2012)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Brazil: Pernambuco	1968	Silva <i>et al.</i> (1968)	Burckhardt & Queiroz (2012)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
Brazil	1969	Eastop (1969 com. pers.)	Catling (1970), Table 1* ; Mead & Fasulo (2010)*
Uruguay	1991	Bernal (1991)	cité par Piestun <i>et al.</i> ( 2009)*
Paraguay	1993	NPPO of Paraguay (1993)	EPPO (2001) ; reporting on Map n�334 CABI (2001) ; CABI (2011) ; SENAIVE (2013)
Uruguay	1998 (1974 ?)	Burckhardt & Mifsud (1998):26*	1974 : Commonwealth Institute of Entomology, pas plus d'information ; cité par CABI (2011)
Venezuela	1999	Cermeli <i>et al.</i> (2000)*	Halbert & Nunez (2004)* ; Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011)
Brazil: Santa Catarina	2006	Chiaradia <i>et al.</i> (2006)*	CABI (2011) ; EPPO (2014)
Ecuador	2012-13	Cornejo & Chica (2014)*	
Chile	-	-	non décrit à ce jour (24/01/18)
Peru	-	-	non décrit à ce jour (24/01/18)
<b>OCEANIE</b>			
Papua New Guinea	2002-2004	EPPO (2008/062)	EPPO Reporting Service no. 03 - 2008 Num. article: 2008/062 ; Davis <i>et al.</i> (2005)* : Campbell (2008) ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
USA: Guam	2007, March 31	Campbell (2008)*	Mead & Fasulo (2010)* ; CABI (2011) ; EPPO (2014)
American Samoa	2011	carte CABI n�234	pas plus de détails ; CABI (2011), EPPO (2014)
Northern Mariana Islands	2011	carte CABI n�234	pas plus de détails ; CABI (2011), EPPO (2014)

Table 4 - Liste des pays où le psylle *Trioza eytreae* a été décrit, avec la date de première observation et la référence associée.

Les pays sont classés par zones géographiques (Europe, Afrique, Asie) et au sein de chaque zone ils sont classés selon les dates de première observation (de la plus ancienne à la plus récente).

Pays	Année observation	Référence originale	Observations
<b>EUROPE</b>			
Portugal	2014	Pérez-Otero <i>et al.</i> (2015): 121*	Pérez-Otero <i>et al.</i> (2016) ; Siveiro <i>et al.</i> (2017)*
Espagne	2014	Pérez-Otero <i>et al.</i> (2015): 121*	Pérez-Otero <i>et al.</i> (2016) ; Siveiro <i>et al.</i> (2017)*
<b>AFRIQUE</b>			
South Africa : Earstern Cape & Stellenbosch	1897	Lounsbury (1897): 116	Hollis (1984)* , Burckhardt (1986)* ; Van den Berg (1990)*
Ethiopie [région de l'Erytrée]	1918	Del Guercio (1918): 167	"Syntypes, larvae, ETHIOPIA 'Eritrea' [not traced]; Boselli (1930)* ; Harris (1936)* ; Hollis (1984)* ; Burckhardt (1986)* Aubert <i>et al.</i> (1988)* ; Van den Berg (1990)* ; Burckhardt (1994)*
Kenya	1918	Del Guercio (1918)*	Waterston (1922) ; Harris (1936)* ; Hollis (1984)* ; Aubert (1987)* ; Burckhardt (1986)* ; Van den Berg (1990):173* ; reporting in Van den Berg (1990):173* ; Burckhardt (1994), Rwomushana <i>et al.</i> (2017): 2781 ; Magoreme <i>et al.</i> (2009)*
Uganda	1923	Van der Merwe (1923)	Le Pelley (1959) ; Hollis (1984)*, Burckhardt (1986)* ; Aubert (1987)* ; Van den Berg (1990):173*
Zimbabwe (ex Rhodesia)	1923	Van der Merwe (1923)	Wilson & Goldsmith (1962); Van den Berg (1990):173* ; Hollis (1984)*, Aubert (1984)* ; Burckhardt (1986)*
République de Centre-Afrique	1936	Harris (1936)*	Hollis (1984)*, Burckhardt (1986)* ; Aubert (1987)* ; Van den Berg (1990):173*
Mozambique	1936	Harris (1936)*	Van den Berg (1990):173*
Somalia	1936	Harris (1936)*	Van den Berg (1990):173*
South Africa	1941	Van der Merwe (1941)	Hollis (1984)*
Mascarene (îles) : Maurice	1955	Mamet (1955)	Mamet (1955) ; Moreira (1967) ; CIE (1967) ; Bové & Cassin (1968) ; Burckhardt (1981)* ; Burckhardt (1986)* ; Aubert (1987)* ; Van den Berg (1990):173* ; Quilici (1991)
République Démocratique du Congo (ex: Zaïre)	1956	Guesquière (1958)	Guesquière (1958) ; Hollis (1984)* ; Burckhardt (1986)* ; Aubert (1987)* ; Burckhardt (1994)
Rwanda (Ruanda)	1956	Guesquière (1958)	Guesquière (1958) ; Hollis (1984)* ; Burckhardt (1986)* ; Aubert (1987)* ; Van den Berg (1990):173* ; Aubert <i>et al.</i> (1988)*
Saint Hélène (île)	1957-59	Wallace (1960)	Wallace (1960) ; CIE (1967) ; Burckhardt (1981) ; Hollis (1984)* ; Burckhardt (1986)* ; Aubert (1987)* ; Van den Berg (1990):173*
Swaziland	fin 1950s-début 1960s	Catling & Atkinson (1974)*	CIE (1967) ; Aubert (1987)*
Zambia (Rep. Zambia)	1962	Angus (1962)	Aubert (1984)*
Madagascar	1965	Brénière & Dubois (1965)	CIE (1967) ; Burckhardt (1981) ; Hollis (1984)* ; Burckhardt (1986)* ; Aubert (1987)* ; Van den Berg (1990):173*
Sudan	1965	Gentry (1965)	Burckhardt (1986)* ; Aubert (1987)*
Angola	1967	CIE (1967)	CIE (1967) ; Hollis (1984)* ; Burckhardt (1986)* ; Aubert (1987)* ; Burckhardt (1994)*
Cameroon	1967	CIE (1967)	CIE (1967) ; Hollis (1984)*, Burckhardt (1986)* ; Hollis (1984)*, ; Aubert <i>et al.</i> (1986) ; Aubert (1987)* ; Aubert <i>et al.</i> (1988)* ; Burckhardt (1994), Tamesse et Messi (2004)*, Tamesse <i>et al.</i> (2007)* Van den Berg (1990):173*
France: La Réunion	1967	Moreira (1967)	Moreira (1967) ; Bové & Cassin (1968) ; Aubert (1984)* ; Hollis (1984)* ; Burckhardt (1986)* ; Aubert (1987)* ; Burckhardt (1994) ; Van den Berg (1990):173*
Malawi	1967	CIE (1967)	CIE (1967) ; Hollis (1984)*, Aubert (1986)* ; Mifsud <i>et al.</i> (2010) ; Aubert <i>et al.</i> (1988)*
South Africa : Northern provinces, ex Transvaal	1967	Moran & Blowers (1967)	
São Tomé	1967	CIE (1967)	Hollis (1984)*, Burckhardt (1986)*; Aubert (1987)*
Mascarene (îles) : Rodrigues	1984	Aubert (1984)	Aubert (1987)*
Burundi	1986	Aubert <i>et al.</i> (1988)*	Van den Berg (1990):173*
Gabon	1986	Aubert (1986)	Aubert (1987)* ; Aubert <i>et al.</i> (1988)* ; Van den Berg (1990):173*
Namibia	1988	Aubert <i>et al.</i> (1988)*	Aubert <i>et al.</i> (1988)* [pas trouvé, trop aride]
Portugal: Madeira archipelago : Madeira	1994	Carvalho & Aguiar (1997)	Aguiar (2001): 338, Fernandes & Aguiar (2001) ; Mifsud <i>et al.</i> (2010):531* ; Siverio <i>et al.</i> (2017) : 99*

Portugal: Madeira archipelago : Porto Santo Island	1994	Fernandes & Aguiar (2001)	
Espagne : Iles Canaries Canary : Tenerife	2002	Padrón & Hernández (2002)*	Padrón & Hernández (2002)* ; Mifsud <i>et al.</i> (2010):531*
Espagne : Iles Canaries Canary : El Hierro	2002-03	Gonzalez (2003)*	Padrón & Hernández (2002)* ; Hernandez (2003)* ; Siveiro <i>et al.</i> (2017) : 102*
Espagne : Iles Canaries Canary : La Gomera	2002-03	Gonzalez (2003)*	Padrón & Hernández (2002)* ; Hernandez (2003)* ; Siveiro <i>et al.</i> (2017) : 102*
Espagne : Iles Canaries Canary : La Palma	2002-03	Gonzalez (2003)*	Padrón & Hernández (2002)* ; Hernandez (2003)* ; Siveiro <i>et al.</i> (2017) : 102*
Nigeria	2012	Janse (2012): S4.8*	
<b>ASIE</b>			
Saudi Arabia	1981	Bové (1986)*	
North Yemen	1982	Bové & Garnier (1984)* ; Bové (1985) ; Bové (1986)	Bové (1985) ; Bové (1986) ; Van den Berg (1990):173* ; Burckhardt (1994)
Yemen Arab	1982-83	Bové (1986)*	Van den Berg (1990):173* ; Burckhardt (1994)
Iran	2013	Cheraghian (2013)*	



Table 5 - Plantes hôtes de *Diaphorina citri* et *Trioza erytreae*.

	Plantes hôtes associées uniquement à <i>Diaphorina citri</i> .
	Plantes hôtes associées uniquement à <i>Trioza erytreae</i> .
	Plantes hôtes associées à <i>Diaphorina citri</i> et <i>Trioza erytreae</i> .

Ordre	Famille	Genre	Espèce	Nom vernaculaire	Psylle associé	Références
Sapindales	Rutaceae	<i>Atalantia</i>	<i>Atalantia</i> sp.	near-citrus fruit trees	<i>Diaphorina citri</i>	comportement décrit par Zhao d'après Barkley et al (1979), article cité par Broadbent et al. (1984)* et Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Calodendrum</i>	<i>Calodendrum capense</i> (L.f.) Thunberg, 1782	châtaignier du Cap, Cape chestnut	<i>Trioza erytreae</i>	Moran (1968)*, article cité dans la Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Casimiroa</i>	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave, 1825	Sapote blanche	<i>Diaphorina citri</i>	Jenkins et al. (2015): 47 ; article cité dans Psyllist
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus amblycarpa</i> (Hassk.) Ochse	Nasnaran	<i>Diaphorina citri</i>	Keremane et al. (2015): 47 ; article cité dans Psyllist
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus × aurantiifolia</i> (Christm. & Panz.) Swingle (1913) [syn. <i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle, 1913]	Citron galet, Citron vert, Lime, Limettier, Limettier acide, Key lime	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus aurantium</i> L., 1753	Bigaradier, orange amère, Bitter orange	<i>Diaphorina citri</i>	Mathur (1975): 200, Hodkinson (1986): 307, Malik et al. (2012): 425, Mann et al. (2013): 268, Zaka et al. (2015): 307, Tiwari et al. (2015): 871, Liu et al. (2015): 997, Patt et al. (2015): 38, Keremane et al. (2015): 47, Yan et al. (2015): 894 , cités dans Psyllist
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus clementina</i> hort. ex Tanaka, 1961 [Formula hybridae: <i>C. reticulata</i> x <i>C. sinensis</i> ]	Clémentinier	aucun ?	pas de références
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus hystrix</i> DC., 1813	Combava, lime kaffir	<i>Diaphorina citri</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus x jambhiri</i> Lush	Citronnelle, Rough lemon, jambhiri-orange	<i>Diaphorina citri</i>	Ammar et al. (2013): 26, Ammar et al. (2015): 400, Katoh et al. (2015): 2, Keremane et al. (2015): 47, Yan et al. (2015): 894 ; cités dans Psyllist
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus × latifolia</i> (Yu.Tanaka) Tanaka 1951 Formula hybridae: <i>Citrus × aurantiifolia</i> (Christm. & Panz.) Swingle × <i>Citrus × limon</i> (L.) OsbeckTanaka	Persian lime	<i>Diaphorina citri</i>	Casique-Valdés et al. (2015): 79, Ruiz-Galván et al. (2015): 42 ; Pérez-Valencia & Moya-Raygoza (2015): 801 ; cités dans Psyllist
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.f., 1768 [syn. <i>Citrus limonium</i> Risso, 1813 ; <i>Citrus medica</i> f. <i>limon</i> (L.) Hiroë, 1974 ; <i>Citrus medica</i> var. <i>limon</i> L., 1753]	Citron, Citronnier, Limonier, Lemon	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus x limonia</i> Osbeck, 1765 [syn. <i>Citrus limonia</i> var. <i>otaiensis</i> Tanaka ; <i>Citrus limonia</i> Osbeck ; syn. <i>Citrus volkameriana</i> Ten. & Pasq.]	Lime rouge, Lemandarin, lime rangpur orange, Mandarin Lime	<i>Diaphorina citri</i>	Keremane et al. (2015): 47 , cité dans Psyllist
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr. (1917) [syn. <i>Citrus aurantium</i> var. <i>grandis</i> L. ; syn. <i>Citrus grandis</i> (L.) Osbeck ; <i>Citrus decumana</i> L.]	Pamplemousse vrai fruit du pamplemoussier	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus medica</i> L.	Cédratier ; English: citron	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus microcarpa</i> Bunge (1833) Formula hybridae: <i>Citrus reticulata</i> Blanco × <i>Citrus japonica</i> Thunb.	Citrage	<i>Diaphorina citri</i>	Hodkinson (1983): 346, Hodkinson (1986): 307, Burckhardt (1986) ; cités dans Psyllist
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus nobilis</i> Lour.	Orange-Nam, Orange d'Indochine à peau lâche	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus x paradisi</i> Macfad., 1830 [syn. <i>Citrus grandis</i> var. <i>racemosa</i> (Roem.) Stone ; <i>Citrus maxima</i> var. <i>urocarpa</i> Merr. & Y.T.Lee, 1924]	Pomelo (hybride pamplemoussier x oranger) ; Grapefruit	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus reticulata</i> Blanco, 1837 [syn. <i>Citrus deliciosa</i> Ten., 1840 ; <i>Citrus depressa</i> var. <i>vangasay</i> H.Perrier ; <i>Citrus madurensis</i> var. <i>vangasaye</i> Sagot & Raoul ; <i>Citrus nobilis</i> var. <i>vangasaye</i> Cordem. ; <i>Citrus nobilis</i> Andr. ; <i>Citrus vangasaye</i> Bojer]	Mandarinier	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, 1765 [syn. <i>Aurantium sinense</i> Mill., 1768 ; <i>Citrus aurantium</i> subsp. <i>sinensis</i> (L.) P.Fourn., 1937 ; <i>Citrus aurantium</i> var. <i>sinensis</i> L., 1753 ; <i>Citrus aurantium</i> sensu Stahl non L., 1753 ; <i>Citrus x sinensis</i> (L.) Osbeck, 1765 ; <i>Citrus sinensis</i> (Mill.) Pers., 1806]	Orange douce fruit de l'oranger ; Sweet orange	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Microcitrus australasica</i> (F.Muell.) Swingle, 1915	Citron caviar, Lime d'Australie	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Clausena</i>	<i>Clausena anisata</i> (Willd.) Hook.f. ex Benth.	Horsewood, maggot killer	<i>Trioza erytreae</i>	Moran (1968)*, article cité dans la Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Clausena</i>	<i>Clausena lansium</i> (Lour.) Skeels, 1909 [syn. <i>Clausena punctata</i> Rehder & E.H.Wilson, 1914 ; <i>Clausena wampi</i> (Blanco) Oliv., 1861 ; <i>Cookia punctata</i> sensu Duss, 1791 ; <i>Cookia wampi</i> Blanco, 1837 ; <i>Quinaria lansium</i> Lour., 1790]	Sapote chinois, Longani chinois, Mangue à grappe	<i>Diaphorina citri</i>	comportement décrit par Zhao d'après Barkley et al (1979), article cité par Broadbent et al. (1984)* et Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Correa</i> ( <i>Coriea</i> ?)	<i>Correa</i> sp.	Christmas bush, buisson de Noël	<i>Diaphorina citri</i>	comportement décrit par Zhao d'après Barkley et al (1979), article cité par Broadbent et al. (1984)* et Thèse Aubert (1987):118, Tab24

Sapindales	Rutaceae	<i>Fortunella</i>	<i>Fortunella</i> Swingle, 1915	Kumquat	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Murraya</i>	<i>Murraya koenigii</i> (L.) Spreng., 1817	Kaloupié ; Curry Tree	<i>Diaphorina citri</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Murraya</i>	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack, 1820	Buis de chine, boisjasmin, oranger-jasmin, bois de satin, Chinese box, Orange Jessamine, Mock orange	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Poncirus</i>	<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf., 1838 [syn. <i>Citrus trifoliata</i> L. (1763) ; syn. <i>Citrus trifoliatius</i> L. (1763)]	Poncirier, Citronnier épineux ; Japanese Bitter-orange; Trifoliata orange	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Swinglea</i>	<i>Swinglea glutinosa</i> (Blanco) Merr.	Swingle glutineux	<i>Diaphorina citri</i>	Kondo et al. (2015): 18, cité dans Psyllist
Sapindales	Rutaceae	<i>Toddalia</i>	<i>Toddalia asiatica</i> (L.) Lam., 1797 [ <i>Paullinia asiatica</i> L., 1753; <i>Scopalia nitida</i> (Lam.) Spreng. ; <i>Scopalia aculeata</i> Sm., 1790; <i>Toddalia aculeata</i> Pers., 1805 ; <i>Toddalia angustifolia</i> Lam., 1793 ; <i>Toddalia nitida</i> Lam., 1793]	Liane patte poule, etc (La Réunion)	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Triphasia</i>	<i>Triphasia trifolia</i> (Burm.f.) P.Wilson, 1909 [syn. <i>Triphasia trifoliata</i> (Burm.f.) P.Wils. ; syn. <i>T. aurantifolia</i> Burm.f. ou <i>Limonia trifolia</i> Lour.]	Orangine	<i>Diaphorina citri</i>	Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Vepris</i>	<i>Vepris lanceolata</i> (Lam.) G.Don, 1831 [syn. <i>Boscia undulata</i> Thunb., 1794 ; <i>Scopalia inermis</i> Willd., 1798 ; <i>Scopalia lanceolata</i> (Lam.) Spreng., 1817 ; <i>Scopalia paniculata</i> (Lam.) Spreng., 1817 ; <i>Toddalia lanceolata</i> var. <i>florida</i> Cordem., 1895 ; <i>Toddalia lanceolata</i> Lam., 1797 ; <i>Toddalia paniculata</i> Lam., 1797 ; <i>Vepris inermis</i> Comm. ex Juss., 1825 ; <i>Vepris obovata</i> G.Don, 1831 ; <i>Vepris paniculata</i> (Lam.) Engl., 1896 ; <i>Vepris undulata</i> (Thunb.) Verd. & C.A.Sm., 1951]	Vépride lancéolé, Patte poule, etc (La Réunion)	<i>Diaphorina citri</i> ; <i>Trioza erytreae</i>	T. erytreae : Moran (1968)*[ <i>Vepris undulata</i> ] ; D. citri : Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i> Siebold & Zucc.	Faux ailante	<i>Diaphorina citri</i>	Jenkins et al. (2015): 47, cité dans Psyllist
Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	<i>Zanthoxylum capense</i> (Thunb.) Harv. [syn. <i>Fagara capensis</i> Thunb. (1807)]	Small knobwood	<i>Trioza erytreae</i>	Moran (1968)* [ <i>Fagara capensis</i> ], article cité dans la Thèse Aubert (1987):118, Tab24
Fabales	Fabaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>Pithecellobium lucidum</i> Benth. [syn. <i>Archidendron lucidum</i> (Benth.) I.C.Nielsen.]		<i>Diaphorina citri</i>	Thomas & De Leon (2011)*: 1083 , cité dans Psyllist
Urticales	Moraceae	<i>Artocarpus</i>	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jacquier ; Jackfruit	<i>Diaphorina citri</i>	Thomas & De Leon (2011)*: 1083 , cité dans Psyllist
Urticales	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus carica</i> L.	Figuier, Figuier comestible, Figuier commun	<i>Diaphorina citri</i>	Thomas & De Leon (2011)*: 1083 , cité dans Psyllist







Agence nationale de sécurité sanitaire  
de l'alimentation, de l'environnement et du travail  
14 rue Pierre et Marie Curie  
F94701 Maisons-Alfort cedex  
[www.anses.fr](http://www.anses.fr)  
[@Anses\\_fr](https://twitter.com/Anses_fr)