

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

Etude des facteurs biotiques et abiotiques impliqués dans l'apparition des taches sur clémentines et pomélos

Table des matières

1. Thème de l'essai.....	1
2. Objectif de l'essai.....	2
3. Dispositif expérimental	2
4. Synthèse bibliographique	3
a. Maladies des agrumes et taches physiologiques	3
b. Confusions possibles et interprétations	11
5. Résultats et discussions	12
a. Observations sur clémentines.....	12
b. Observations sur pomelos	15
6. Conclusion et perspectives	17
7. Références bibliographiques	18

1. Thème de l'essai

En Corse, la surface de pomelo s'élève à 188 ha pour une production de 7 430 tonnes et 1 495 ha de clémentiniers pour une production de 37 357 tonnes. Depuis 2014, il existe une Indication Géographique Protégée Pomelo de Corse qui garantit sa traçabilité et sa qualité gustative. De même pour la clémentine qui possède une IGP depuis 2007.

Ces cultures sont soumises à plusieurs biopathogènes et notamment des agents conduisant à des taches sur la peau des fruits. Ces défauts conduisent à des écarts de tri parfois importants. Les causes de ces taches sont étudiées pour faire évoluer les méthodes de protection, ou innover.

En 2018, sur pomelo, un suivi et une identification des agents responsables des taches sur pomelo ont été effectués à l'AREFLEC. Cet essai a permis de déterminer l'origine d'une des taches, liée au champignon du genre *Colletotrichum*. L'origine d'autres taches présentes sur pomelo ainsi que leurs facteurs d'apparition restent encore inconnue. De même, sur clémentine, le nombre de taches présentes augmente d'années en années.

En 2024, sur sollicitation des agrumiculteurs, l'AREFLEC étudie cette problématique. Une vingtaine de parcelles sont suivies pour recueillir des données. Un référencement photographique et descriptif des taches au cours du temps est réalisé.

AREFLEC – Association de Recherche et d'Expérimentation sur Fruits et Légumes en Corse

Lieu-dit Pianiccie, 20230 San-Giuliano

☎ 04 95 38 99 00

Site web : www.areflec.fr

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

2. Objectif de l'essai

L'objectif principal de l'essai est de réaliser un inventaire des typologies de tâches observées en culture de clémentines et pomelos, puis d'associer l'apparition d'un type de tâches à un ou plusieurs facteurs : l'humidité, au travers des données météo collectées sur chaque parcelle suivie, les conduites culturales des producteurs, et d'éventuels pathogènes qui sont impliqués dans les dégâts.

3. Dispositif expérimental

Pour répondre aux objectifs de l'essai, un réseau de parcelle a été mis en place chez certains producteurs d'agrumes : 11 producteurs de clémentines et 6 producteurs de pomelos. Les parcelles ont été sélectionnées en fonction de leurs caractéristiques : type de conduite, système d'irrigation, historique avec tâches etc... ; l'idée étant d'avoir un groupe de parcelles hétérogènes.

Pour chaque parcelle, 30 fruits ont été marqués d'une étiquette pour pouvoir réaliser un suivi régulier à partir de la formation du fruit. Lorsqu'une nouvelle tache apparaît sur un fruit, où la marque d'un ravageur (cochenille, fourmi etc...), une photo est prise à chaque passage sur la parcelle pour suivre l'évolution.

Les parcelles ont toutes été équipées d'une station météo enregistrant toutes les heures les conditions de température et d'humidité relative à l'intérieur du couvert végétal. Elles ont été placées courant juillet (réception des stations) et sont récupérées après la récolte.

En parallèle, il est prévu de réaliser des enquêtes chez les producteurs participants à l'essai. L'objectif est d'avoir une vision d'ensemble de leurs parcelles, leurs pratiques etc... : précédant cultural, type de sol, conduite de culture (conventionnel, bio, etc..), irrigation, fertilisation, variété, traitements etc...

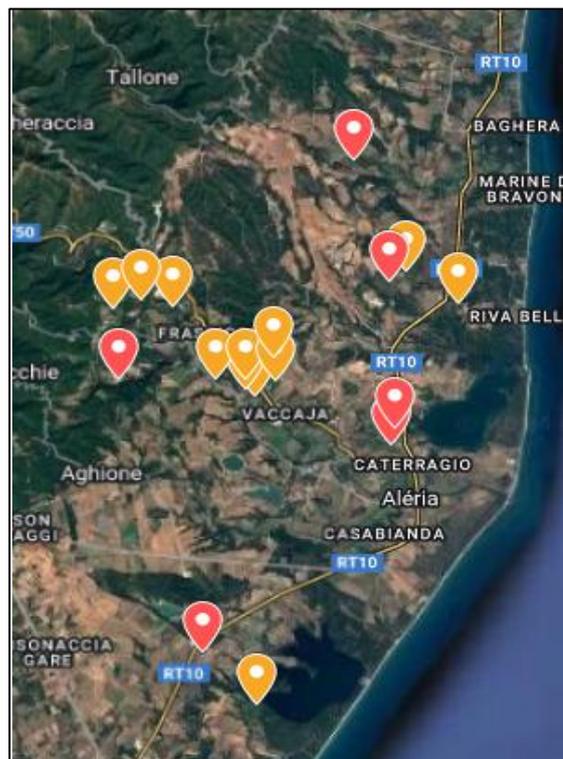


Figure 1 : Cartographie des parcelles suivies.

En mobilisant toutes ces informations, nous souhaitons premièrement pouvoir mettre en exergue le rôle d'un ou plusieurs facteurs dans l'apparition de tâches afin de pouvoir intervenir, dans un second temps, sur les causes.

Une synthèse bibliographique est nécessaire, pour s'appuyer sur les avancées potentielles de ces dernières années dans la littérature scientifique, sur la problématique des tâches sur agrumes et les leviers d'actions associés à ces avancées.

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

4. Synthèse bibliographique

a. Maladies des agrumes et taches physiologiques

Les maladies et taches décrites ci-dessous ne sont qu'une partie des organismes (champignons, bactéries, insectes etc...) et facteurs affectant les agrumes. N'ont été présentés que ceux en rapport avec la thématique des taches observées sur clémentines et pomélos avec un focus particulier sur la description des conséquences sur fruits.

Septoriose

La tache septorienne des agrumes (*Septoria citri* Pass. 1877) est une maladie fongique présente dans de nombreux pays producteurs d'agrumes du bassin méditerranéen, en Afrique du Sud, en Australie, en Inde et en Californie (EPPO, 2024). Le citronnier (*C. limon*) et le pomélo (*C. paradisi*) sont les espèces d'agrumes les plus fréquemment touchées dans le monde, mais tous les cultivars commerciaux d'agrumes y sont sensibles (Khanchouch *et al.*, 2017).

Les spores, présentes sur les feuilles et le bois mort au sol, sont dispersées par les éclaboussures d'eau sur les feuilles et les fruits sains. Les symptômes sur les fruits apparaissent généralement lorsque les fruits commencent à se colorer. Les premières lésions de couleur brun clair apparaissent sous forme de petits trous de 1 à 2mm sur les fruits et se limitent au flavedo (région externe de l'écorce). A mesure que le fruit mûrit, les lésions foncent vers le brun rougeâtre à noir, s'étendent (20 à 30 mm) et creusent légèrement l'albedo. Les symptômes peuvent ne pas apparaître avant que les fruits ne soient stockés.



Figure 2 : Symptômes provoqués par *S. citri* sur citron à gauche (premières lésions ; © Khanchouch *et al.*, 2017) et sur pomélos à droite (lésions avancées ; © NSW Government, 2021).

Phytophthora sp.

Les *Phytophthora sp.* sont des « pseudo champignons » telluriques pouvant infecter tous les organes des plants d'agrumes à tous les stades et sont responsables de plusieurs maladies : la pourriture des racines, la gommose du collet et la pourriture brune des fruits. Ces symptômes peuvent être imputés à une dizaine d'espèces du genre *Phytophthora* (on parle de complexe d'espèces), bien que dans le bassin méditerranéen deux espèces prédominent : *P. citrophthora* et *P. nicotianae* (Khanchouch *et al.*, 2017).

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

La dispersion des spores et l'infection du végétal se fait par éclaboussures, et en fonction de l'espèce, l'infection peut monter jusque dans la canopée. La pourriture brune des fruits, favorisée par de fortes précipitations, peut survenir avant la récolte et entraîner la chute des fruits ou après la récolte. Les symptômes se manifestent par une coloration brun clair de l'écorce aux bords indistincts. Lorsque le taux d'humidité est élevé, des moisissures blanches peuvent se former à la surface du fruit.



Figure 3 : Symptômes de la pourriture brune des agrumes provoqués par *Phytophthora* sp. : coloration de l'écorce à gauche (© Khanchouch et al., 2017) ; moisissures blanches à droite (© Dewdney, 2024).

Anthracnose

Les champignons du genre *Colletotrichum* sont considérés comme l'un des champignons qui engendre le plus de pertes économiques et qui touche le plus de plantes cultivées au monde (Dean *et al.*, 2012). La maladie qu'ils induisent est appelée l'anthracnose. Parmi les productions les plus touchées on trouve les fraises, les agrumes, les avocats, le café, la banane, le maïs etc... Les symptômes peuvent apparaître sur la totalité des organes végétaux (feuilles, fruits, tiges, fleurs et racines). Concernant les agrumes, les symptômes sont le dépérissement des rameaux, des taches brunes sur les pétales induisant la chute prématurée des fruits, des taches nécrotiques sur les fruits et la pourriture des fruits après la récolte. De nombreuses études ont pu isoler des espèces du genre *Colletotrichum* à partir de symptômes sur fruits ou feuilles d'oranges, pomélos, clémentines, mandarines, citrons et limes (Huang *et al.*, 2013 ; Aiello *et al.*, 2015 ; Rhaïem and Taylor, 2016 ; Guarnaccia *et al.*, 2017 ; Daoud *et al.*, 2019 ; Wang and Taylor, 2021 ; Nodet *et al.*, 2023). Toutefois, la morphologie des symptômes observés sur fruits peut-être fortement variable en fonction du complexe d'espèce et de l'hôte (Cannon *et al.*, 2012).

Les symptômes sur les fruits se manifestent par des nécroses assez variables. Souvent sous forme d'un renforcement au niveau de l'écorce avec une délimitation nette, ils peuvent aussi survenir sous forme de taches nécrotiques plus éparpillées et diffuses. Il arrive aussi que les symptômes soient des taches de coulures sur le fruit (tear stain).

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01



Figure 4 : Diversité des symptômes provoqués par *Colletotrichum* sp. sur agrumes. a et b : symptômes sur orange (© Aiello et al., 2015 ; Guarnaccia et al., 2017) ; c : symptômes sur mandarine (© Guarnaccia et al., 2017) ; d : symptômes sur clémentine (© Daoud et al., 2019) ; e et f : symptômes sur pomélo (© Guarnaccia et al., 2017 ; Nodet et al., 2023).

Alternariose

L'alternariose est causée par plusieurs champignons du genre *Alternaria* et touche principalement la mandarine (*Citrus reticulata*) et ses descendants. Des études ont également montré que les oranges pouvaient être touchées (Vitale et al., 2021) ainsi que les pomélos (Peever et al., 2000). L'agent pathogène *Alternaria* provoque principalement deux maladies sur les agrumes : la maladie des taches brunes provoquant des symptômes sur feuilles et fruits, et la pourriture noire des fruits. Pour la maladie des taches brunes, les symptômes se manifestent par des taches nécrotiques d'une coloration brun foncé à noire entourées d'un halo jaune. A mesure que l'infection avance, ces nécroses se creusent et peuvent laisser place à des tissus morts décolorés. La plupart des spores (disséminées par le vent) sont produites par des lésions sur les feuilles matures dans la canopée ou sur des feuilles infectées récemment tombées dans la litière de feuilles au sol du verger (Achetbi et al., 2021). La pourriture noire des fruits affecte la columelle centrale des fruits. Les symptômes externes ne sont souvent pas apparents et, s'ils sont présents, apparaissent sous la forme de taches brune à grise aux extrémités apicales du fruit. Les fruits affectés sont plus colorés que les fruits normaux en raison de l'éthylène généré en réponse à l'infection.

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01



Figure 5 : Taches nécrotiques provoquées par *Alternaria* sp. a, b et c : symptômes sur tangelo (© Pacheco et al., 2012 ; Khanchouch et al., 2017 ; Futch, 2024) ; c : symptômes sur feuille (© Vitale et al., 2021).

Citrus black spot (CBS)

Cette maladie est causée par le champignon *Phyllosticta citricarpa*. Hormis une publication récente sur sa présence en Tunisie, le bassin méditerranéen est exempt de ce champignon, il est considéré comme organisme de quarantaine prioritaire (OQP) en France (Boughalleb-M'Hamdi et al., 2020). Il semblerait que la plupart des variétés d'agrumes commercialisées soient sensibles au CBS avec des dégâts plus intenses observés sur les citronniers et les orangers (Batuman et al., 2020).

Les symptômes sur feuilles se manifestent par des taches nécrotiques brun foncé à noire entourée d'un halo jaune. Elles se différencient des symptômes de l'alternariose par leur centre qui devient gris / marron clair. Les symptômes sur fruits apparaissent lorsque le fruit change de couleur, le plus souvent sur la face la plus exposée au soleil (Batuman et al., 2020). 4 types de symptômes sont connus pour ce champignon : (i) « Hard spot » est considéré comme le symptôme le plus commun. Il se manifeste par une tache nécrotique creusée avec un centre gris / brun clair de 3 à 10mm. Le bord de la nécrose est brun foncé à noir et peut être entouré d'un halo vert à jaune en fonction de la maturité du fruit. Des structures de sporulations peuvent être

AREFLEC – Association de Recherche et d'Expérimentation sur Fruits et Légumes en Corse

Lieu-dit Pianiccie, 20230 San-Giuliano

☎ 04 95 38 99 00

Site web : www.areflec.fr

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

observées au centre des lésions et forment des points noirs. (ii) « Freckle spot » se manifeste par de petites lésions (1 à 3 mm) légèrement creusées avec une bordure souvent rougeâtre. Des structures de sporulations peuvent également se former. (iii) “False melanose” apparait sous forme de petites lésions noires en relief sur l’écorce et ne produit pas de spores. Ces symptômes surviennent plus tôt dans la saison lorsque le fruit est encore vert. (iv) « Virulent spot » se manifeste en cas de fortes infections sur une large partie de l’écorce du fruit formant des lésions creusées et produisant des spores.

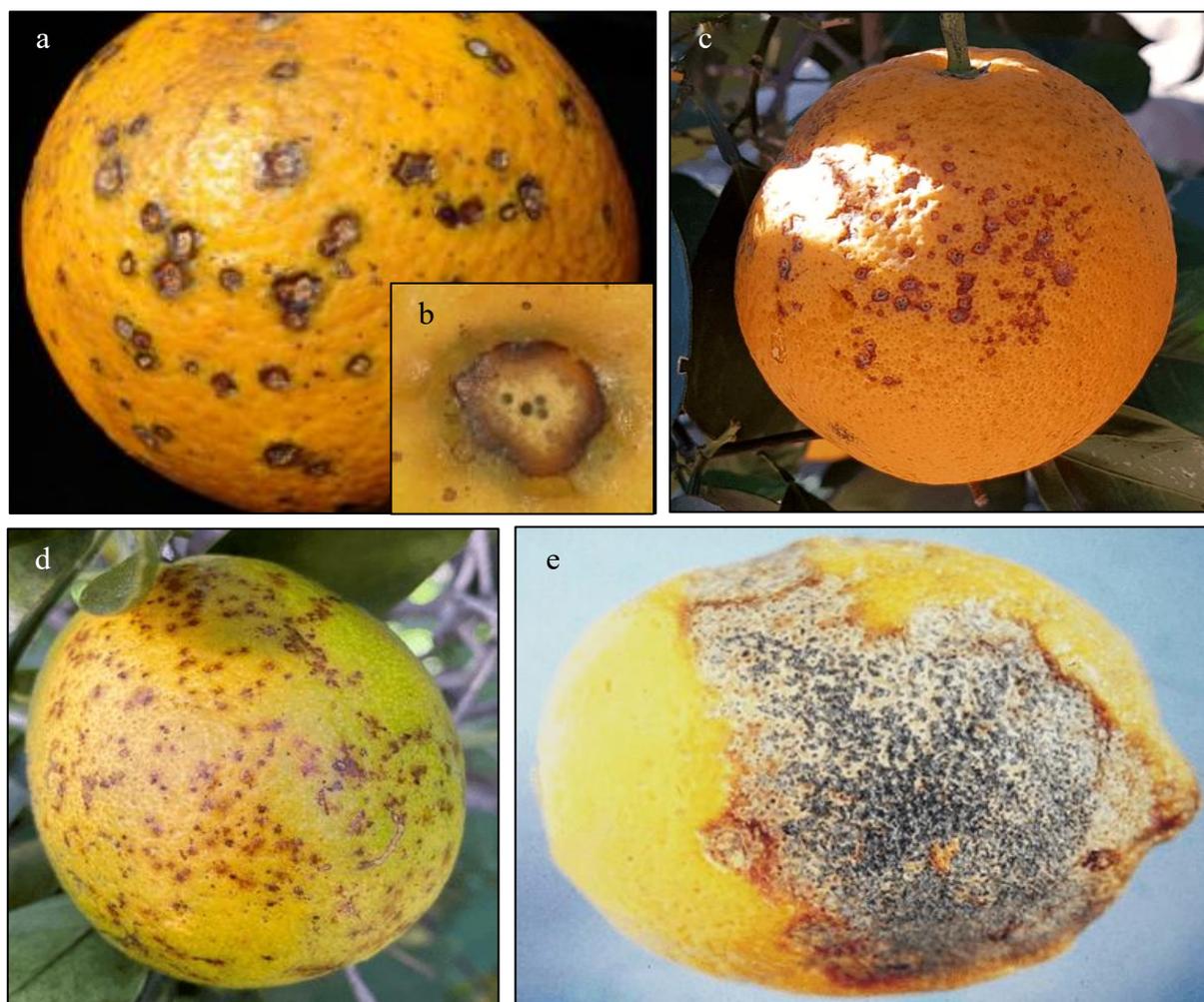


Figure 6 : Symptômes sur fruits provoqués par *Phyllosticta citricarpa*. a et b : « hard spot » et sporulation (b) sur orange (© Schubert et al., 2010) ; c : « freckle spot » sur orange ; d et e : « false melanose » et « virulent spot » sur citron (© Jaouni, 2022).

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

Greasy spot

La maladie du greasy spot est causée par le champignon *Mycosphaerella citri*. Cette maladie s'exprime préférentiellement dans les milieux humides et est présente en Amérique du Nord (Floride et Mexique), Amérique Centrale, nord de l'Amérique du Sud et dans les îles des Caraïbes (Batuman *et al.*, 2020). La plupart des agrumes peuvent être touchés par cette maladie (oranges, mandarines, citrons) mais ce sont les pomélos qui sont les plus sensibles. La dispersion des spores se fait par le vent à partir de feuilles anciennement infectées au niveau du sol. La période d'incubation est longue et les premiers symptômes seulement observés après 4 à 6 mois (Mondal and Timmer, 2006). Sur les feuilles, les symptômes se manifestent d'abord sous forme de taches de décoloration (vert clair à jaune), diffuse / huileuse, puis brun et noir. Ces taches peuvent entraîner la chute prématurée des feuilles et en cas de forte infection une défoliation complète de l'arbre. Les symptômes observés sur les fruits correspondent à l'infection des stomates par le champignon et la destruction des cellules sous l'ouverture stomatique provoquant de petites lésions. Lorsqu'il y a plusieurs infections, les lésions finissent par se regrouper pour former une tache plus importante.

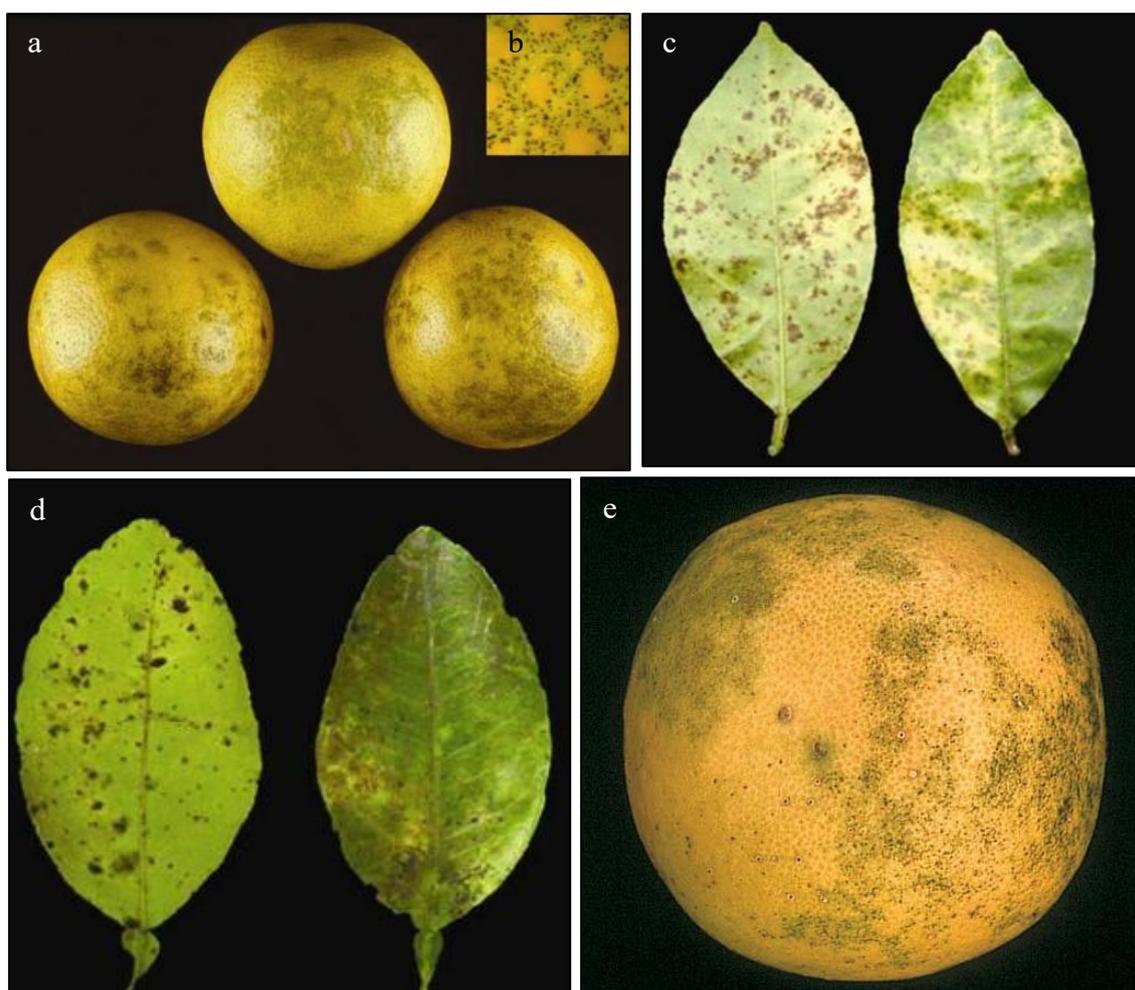


Figure 7 : Symptômes greasy spot sur feuilles et fruits provoqués par *Mycosphaerella citri*. a et e : motifs de taches observés sur pomélos (© Futch and Timmer, 2005 ; Mondal and Timmer, 2006) ; b : Zoom sur les lésions individuelles ; c et d : symptômes observés sur feuilles de citrons et de pomélos (© Mondal and Timmer, 2006).

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

Mélanose

La mélanose est causée par le champignon *Diaporthe citri*. Présent dans la plupart des pays producteurs d'agrumes (Asie, Australie, Amérique du Sud, Amérique Centrale, Floride, Moyen Orient, Afrique du Nord, etc...), il n'a pas été identifié dans le bassin nord de la Méditerranée hormis au Portugal (EPPO, 2023). Les dégâts les plus sévères sont observés dans les régions humides et subtropicales tandis que les régions plus arides ne subissent que peu de dégâts. *D. citri* affecte la plupart des citrus mais les variétés les plus sensibles sont les pomélos et les citrons (Mondal *et al.* 2007).



Figure 8 : Symptômes induits par *Diaporthe citri*. a : pomélos avec symptômes de mélanose (à droite) et de « mudcake » (à gauche) ; b symptômes sur feuille de pomélo avec halo jaune ; c : symptôme de tear stain sur pamplemousse (© Nelson, 2008).

Le pathogène induit principalement des symptômes sur feuilles et fruits mais peut aussi coloniser les tiges mortes dans les arbres ou au sol d'où il se disperse et infecte de nouveaux tissus sains. Les symptômes sur feuilles se manifestent par de petites lésions marrons à noires en reliefs pouvant être entourées d'un halo jaune et déformer les feuilles. Sur les fruits, une légère infection s'exprime par de petites taches ou lésions puis évolue en lésions plus larges qui finissent par s'unir et former des craquelures sur le fruit ou « mudcake ». Des symptômes de « tear stain » similaires à ceux observés pour *Colletotrichum* peuvent être liés à une infection de *Diaporthe citri* dont les spores ont été transportées par l'eau.

AREFLEC – Association de Recherche et d'Expérimentation sur Fruits et Légumes en Corse

Lieu-dit Pianiccie, 20230 San-Giuliano

☎ 04 95 38 99 00

Site web : www.areflec.fr

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

Citrus rust mite (CRM)

Phyllocoptruta oleivora est un acarien responsable de la maladie appelée Citrus rust mite (acarien de la rouille des agrumes). Cet acarien est présent dans quasiment toutes les productions d'agrumes dont l'Europe, l'Afrique, l'Asie du Sud, l'Australie, l'Amérique du Nord, Centrale et du Sud, et en Inde (Sarada *et al.*, 2018). Il s'attaque aux branches matures, aux tiges vertes, aux feuilles et aux fruits où sont fait la majeure partie des dégâts. Les acariens colonisent les fruits au début de leur formation et vont s'alimenter des cellules épidermiques sur la partie ombragée du fruit et autour du pédoncule. Les symptômes ne se révèlent que plus tard au travers d'une peau sèche, d'aspect liégeuse et craquelée de couleur variable en fonction des variétés (plutôt argentée pour les citrons, brune foncée pour les oranges, les pomélos et les clémentines). De fortes attaques peuvent induire une réduction de la taille et une chute des fruits.



Figure 9 : Symptômes de CRM sur oranges (© Urbaneja *et al.*, 2020 ; Puspitarini & Endarto, 2021)

Thrips

Les thrips sont de petits insectes de l'ordre du millimètre se nourrissant des cellules épidermiques des différentes plantes sur lesquelles ils se développent. Parmi ces thrips, on retrouve quelques espèces causant d'importants dégâts sur agrumes : *Pezothrips kellyanus*, *Chaetoanaphothrips orchidii*, *Scirtothrips dorsalis*, *Frankliniella sp.* et *Scirtothrips aurantii* plus inféodé aux régions tropicales. Les dégâts sont causés par les piqûres d'alimentation au niveau des cellules épidermiques du végétal. Sur les fruits, cela va entraîner la formation d'une cicatrice grise / argentée sur l'écorce principalement sur deux zones : autour du pédoncule où les thrips peuvent s'alimenter en étant protégés par les sépales ou autour des zones de contact des fruits avec un autre organe végétal (fruit, feuille etc..). Les dégâts se font dès la nouaison des fruits et peuvent entraîner leur chute.

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01



Figure 10 : Symptômes provoqués par les piqûres de thrips sur agrumes. a : symptômes autour du pédoncule sur citrons (© Vono et al., 2022) ; b : symptômes au niveau des zones de contact sur pomélos (© Childers & Stansly, 2005).

Phytotoxicité

Certains dégâts, de prime abord, imputés à des maladies fongiques ou à des carences peuvent être le résultat de l'application de produits phytosanitaires dans de mauvaises conditions. L'efficacité ou la toxicité sont directement conditionnées par la dose appliquée, les conditions climatiques (température, ensoleillement, vent etc...) et le stade phénologique de la plante (Jacquemond *et al.*, 2013).

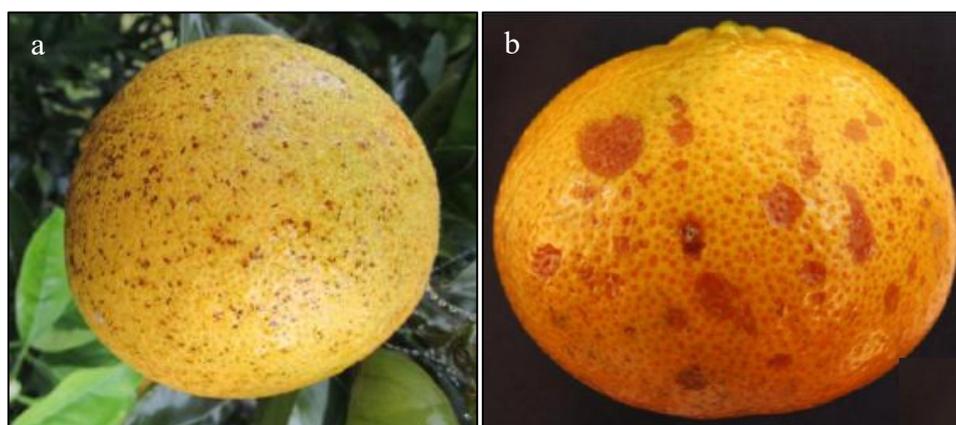


Figure 11 : Symptômes de phytotoxicité. a : cuivre sur pomélo (© Lamichhane et al., 2018) ; b : potassium ou phosphate d'ammonium sur mandarine (© van Niekerk et al., 2018).

b. Confusions possibles et interprétations

Le nombre de pathogènes sur agrumes est illustré par la grande variabilité des symptômes observés sur feuilles et sur fruits. Pourtant, ce n'est pas toujours facile de déterminer l'origine d'un symptôme et des confusions sont possibles. Ça peut être le cas avec le symptôme de la mélanose et celui dû à des acariens (CRM). Pour le premier la surface du fruit aura une texture en relief, rugueuse, tandis celui attaqué par les acariens sera lisse. Il arrive aussi que certains symptômes soient attribués à tort au développement d'un champignon car ce dernier a été isolé à partir d'un fragment de tissu nécrosé ou décoloré. C'est le cas avec les taches de soleil

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES CR FINAL	Date création : 06/12/2024
		Version : 01

observées sur la face inférieure des feuilles, où l'on a pu isoler un champignon du genre *Colletotrichum* (Nodet *et al.*, 2023). De même avec les taches de rouille sur pomelos à priori causées par *Colletotrichum*, symptôme relativement proche de celui induit par la phytotoxicité de produits cuivrés ou aux premiers symptômes liés au développement de *Diaporthe citri*. *Colletotrichum* est responsable de l'antracnose et il a été montré que les symptômes peuvent varier fonction du complexe d'espèce et de l'hôte. C'est un champignon parasite de très nombreuses plantes, et donc présent dans tous les environnements et potentiellement à la surface des fruits sans causer d'infection. Il peut aussi arriver que l'infection du champignon et l'expression de symptômes puissent être la résultante d'un autre facteur biotique et / ou abiotique tels que le soleil, la phytotoxicité ou les piqûres d'insectes.

5. Résultats et discussions

a. Observations sur clémentines

Onzeparcelles de clémentines ont été suivies tous les 15 jours (observations de 30 fruits marqués par parcelle) à partir du mois d'août jusqu'à mi-décembre pour la dernière parcelle. Les observations faites jusqu'à la récolte ont permis d'observer l'apparition de certaines taches et leur évolution. Sur l'ensemble des observations (Figure 12), soit 330 fruits, 5.8% des fruits portaient des marques liées à l'alimentation de thrips, 3.9% présentaient des cicatrices mineures ou petites marques dont il est difficile de déterminer l'origine, 0.6% ont vu apparaître des taches sombres marrons / noires à leur surface, enfin 3.9 % des fruits présentaient d'autres marques tels que des traces de phytotoxicité, des taches de soleil, des marques de frottements ou d'origine non identifiée. Les fruits portant des cicatrices mineures n'étant pas écartés au tri, environ 90% des fruits étaient commercialisables.

Les dégâts liés aux thrips sur clémentines se manifestent par l'apparition d'une couche superficielle grise / blanche à la surface du fruit. Le plus souvent, ces symptômes forment un cercle autour du pédoncule ou autour du point pistillaire (photo b), signe que les dégâts ont été réalisés à un stade précoce du fruit où les thrips étaient protégés par les sépales, Ils peuvent aussi apparaître autour des zones de contact avec un autre fruit ou une branche (photo c et d ; 15 octobre au 4 décembre), à l'abri d'une feuille, où là encore, la prédation est plus rare. Les dégâts liés au thrips peuvent être confondus avec ceux provoqués par les frottements dus au vent contre une branche (photo i et j), mais ces derniers portent la marque de la branche ou sont moins uniformes sur la surface du fruit et plus chaotiques, moins « structurés ».

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01



Figure 12 : Principaux dégâts observés sur clémentines. a - d : dégâts liés à l'alimentation de thrips ; e - h : symptômes de taches sombres (apparition début octobre – photo e, évolution photo f) ; i et j : dégâts liés à une action mécanique (frottements) ; k : dégâts liés à la phytotoxicité d'un produit ; l : taches de soleil ; m et n : symptômes en relief, entouré d'un halo légèrement plus clair (origine non identifiée) ; o : cicatrice craquelée (fait penser au thrips mais différent) (© AREFLEC).

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

D'autres taches ont été observées, en plus grand nombre, sur une parcelle. Elles correspondent à des « taches vertes » ou une coloration retardée, non uniforme du fruit (Figure 13). Ces taches vertes, bien présentes en début de récolte, ont été responsables d'écarts de tri importants sur une parcelle. Cependant, plus tard dans la saison, la coloration s'est uniformisée lors du 2^{ème} passage. L'origine de cette coloration hétérogène reste encore inconnue.



Figure 13 : Coloration non uniforme du fruit (6 novembre) (© AREFLEC).

Focus sur les taches sombres

Les taches noires ont peu été observées sur les fruits marqués. Cependant, des observations faites par ailleurs sur certaines parcelles ont permis de suivre l'évolution des symptômes. Les premières traces observées se situent début octobre (Figure 12, photo e). Les symptômes se manifestent par des taches sombres marrons, noires, légèrement diffuses, aux bords peu nets. Leur origine fait penser au développement d'un organisme fongique mais il est pour le moment impossible d'en être sûr. Solen et Oren décrivent des symptômes similaires en 1978 sur clémentine et pomélos liés au développement de *Colletotrichum*. Les symptômes dont ils parlent apparaissent fin septembre lors du changement de couleur, ne couvrent qu'une partie du fruit et se manifestent par des taches brun sombre.

Des fruits issus de la récolte 2024 ont pu être envoyés en analyses pour identification d'un éventuel agent pathogène isolé au niveau des taches sombres. Sur l'ensemble des échantillons analysés (laboratoire privé Végépolys et Université de Brest), tous sont porteurs du champignon *Colletotrichum*. Cependant, la détection de *Colletotrichum* ne suffit pas à affirmer qu'il s'agit du champignon responsable des taches observées. Pour cela, il faudrait réinoculer des fruits avec le champignon et observer les mêmes symptômes.

En 2023 des fruits ont été envoyés à l'INRAE afin d'étudier l'évolution des communautés microbienne et fongiques entre un tissu sain et un tissu touché par ce symptôme, et non se focaliser sur une identification spécifique à partir d'un tissu présentant des symptômes. Les données ne montrent pas d'évolution de la communauté bactérienne mais une augmentation des communautés fongiques sur le tissu « malade » notamment du genre *Fusarium* et non *Colletotrichum* (com. pers.).

Les analyses statistiques faites sur les données météo recueillies sur chaque parcelle ne montrent pas une influence de l'humidité dans l'apparition des tâches sombres. Cependant, et suite aux enquêtes réalisées, ces symptômes se manifestent préférentiellement sur les parcelles ou zones intra-parcellaires réputées humides, aux abords de rivières ou fonds de vallées. Cela n'a rien de surprenant compte tenu du développement favorable des champignons en milieu humide. L'incidence de l'humidité est une caractéristique importante des *Colletotrichum*, pour ces espèces la diffusion des spores dépend beaucoup de l'humidité.

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

b. Observations sur pomelos

Six parcelles de pomelos ont été suivies tous les 15 jours (observations de 30 fruits marqués par parcelle) à partir du mois d'août jusqu'à fin mars, période de récolte. Les observations faites jusqu'à la récolte ont permis d'observer l'apparition de certaines taches et leur évolution. Sur l'ensemble des observations (Figure 14), soit 180 fruits, 12,2% des fruits portaient des cicatrices plus ou moins grandes dont il est assez difficile de déterminer l'origine (cicatrice liée à un frottement, alimentation d'un insecte, autre), 7.8% des fruits présentaient des traces de nécroses plus ou moins étendues (apparition en janvier), 6.7% des fruits portaient des marques liées à la présence et à l'alimentation de thrips, enfin 10.1% des fruits présentaient d'autres marques mineures tels que la présence de cochenilles farineuses et cochenilles virgules, la présence de fumagine, la formation de stries autour du pédoncule. Les fruits portant des cicatrices mineures n'étant pas écartés au tri, environ 85% des fruits étaient commercialisables.



Figure 14 : Principaux dégâts observés sur pomelos. a - c : nécroses probablement dues au développement d'un champignon ; d et e : symptômes liés à l'alimentation du thrips ; f : taches de fumagine (champignon) liées au développement de cochenilles farineuses ; g : cicatrices en forme de stries autour du pédoncule (origine inconnue) ; h et i : cicatrices possiblement liées à une action mécanique sur le fruit ou à l'alimentation du thrips (© AREFLEC).

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

Les cicatrices observées (photo h et i) représentent la plupart des dégâts retrouvés sur les fruits. Ces symptômes ne sont pas facilement imputables à une origine donnée mais il est probable qu'ils résultent de frottements ou de chocs liés au vent ou au passage d'engins agricoles. On remarque également une ressemblance avec les dégâts occasionnés par les thrips. On sait que les thrips causent la majeure partie des dégâts au stade petits fruits lorsque qu'ils peuvent s'alimenter autour du pédoncule ou de la zone de contact avec un autre fruit. De plus, les symptômes observés sont généralement de forme concentrique et non éparpillés sur l'ensemble du fruit.

Les nécroses observées sur les fruits sont apparues tardivement, post coloration du fruit en hiver à partir de janvier. Ces symptômes font penser au développement d'un champignon phytopathogène, possiblement du genre *Colletotrichum*, comme on l'a vu, capable d'induire des nécroses sur la plupart des agrumes, et avec des morphologies de symptômes relativement variées.

Des observations réalisées sur d'autres parcelles ont permis de mettre en évidence la recrudescence de symptômes jusqu'alors peu présents et dont l'origine reste pour le moment inconnue. Les symptômes se manifestent initialement par de petites taches nécrotiques en provoquant un léger renfoncement dans l'écorce du fruit puis sont font place à une croûte rugueuse (Figure 15) et peuvent coloniser jusqu'à 75% de la surface du fruit. Des premières analyses font état de la présence à 60% du champignon *Alternaria* sur le fruit, mais d'après la littérature les pomélos ne sont pas sensibles à l'alternariose. Là encore, c'est possible qu'il soit présent à la surface du fruit et ressortent lors des analyses mais qu'il ne soit pas responsable des symptômes.



Figure 15 : Symptômes observés sur pomélos (© AREFLEC).

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES CR FINAL	Date création : 06/12/2024
		Version : 01

6. Conclusion et perspectives

Les observations faites sur les clémentines et pomélos ont permis d'identifier l'occurrence de certaines problématiques comme les taches sombres observées sur clémentines et de suivre leur évolution, et d'identifier les principales causes d'écarts de tri. Bien sûr, les conditions environnementales de chaque parcelle peuvent générer une certaine hétérogénéité et engendrer l'apparition de problématiques différentes. Suite aux observations et aux enquêtes réalisées, les regards sont tournés vers les taches sombres sur clémentines et les dégâts liés au thrips sur les deux agrumes.

Pour le cas des taches sombres, les observations et analyses réalisées suggèrent l'implication d'un champignon du genre *Colletotrichum* qui se développerait préférentiellement en microclimat humide. Les perspectives pour lutter contre l'apparition de ces taches peuvent être de travailler sur les applications de cuivre sous différentes formes et de tester plusieurs itinéraires pour valider ou invalider leur efficacité. Un essai cuivre est mis en place en 2025 sur clémentine évaluer l'efficacité d'un itinéraire de traitement.

Concernant la problématique du thrips, d'autres essais sont en cours depuis 2024 pour travailler sur la biologie de ces insectes, les périodes d'émergences dans les vergers et l'efficacité de traitements (produits phytosanitaires et produits biologiques) pour lutter contre les thrips. Des résultats devraient émerger de ces essais en fin d'année 2025.

Des essais de phyto-protection avec une crème solaire et une crème d'argile vont également être mis en place pour regarder l'impact sur l'apparition des nécroses sur pomélos.

Enfin, un suivi de l'apparition des taches sur pomélo va être réalisé post floraison et une tentative d'isolement sur milieu nutritif faite pour valider ou invalider la responsabilité d'un champignon (*alternaria*, *colletotrichum*, etc...) dans l'apparition et la formation de croutes à la surface des fruits.

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES	Date création : 06/12/2024
	CR FINAL	Version : 01

7. Références bibliographiques

- ACHETBI, H., AMIRI, S., & LAHLALI, R. (2021). Les Alternarioses (*Alternaria* spp.) des agrumes: Diagnostic et méthodes de lutte. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9(2).
- Aiello, D., Carrieri, R., Guarnaccia, V., Vitale, A., Lahoz, E., & Polizzi, G. (2015). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. karstii* causing preharvest disease on *Citrus sinensis* in Italy. *Journal of Phytopathology*, 163(3), 168-177.
- Batuman, O, Ritenour, M, Vicent, A., Li, H., Hyun, J., Catara, V. et al.(2020). Diseases caused by fungi and oomycetes. In: Talón, M., Caruso, M. & Gmitter Jr, F. G. (Eds.), *The Genus citrus*, (pp. 349-369). Elsevier.
- Boughalleb-M'Hamdi, N., Fathallah, A., Benfradj, N., Mahmoud, S. B., Ali, A., Medhioub, L., ... & Ioos, R. (2020). First report of citrus black spot disease caused by *Phyllosticta citricarpa* on *Citrus limon* and *C. sinensis* in Tunisia. *New Disease Reports*, 41(1).
- Cannon, P. F., Damm, U., Johnston, P. R., & Weir, B. S. (2012). *Colletotrichum*: current status and future directions. *Studies in mycology*, 73(1), 181-213.
- Childers, C. C., & Stansly, P. A. (2005, December). Thrips (Thysanoptera: Thripidae) pests of Florida grapefruit: biology, seasonal and relative abundance, fruit damage and monitoring. In *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* (Vol. 118, pp. 54-61).
- Daoud, H. B. H., Baraldi, E., Iotti, M., Leonardi, P., & Boughalleb-M'Hamdi, N. (2019). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* spp. causing citrus anthracnose in Tunisia. *Phytopathologia Mediterranea*, 58(1), 175-186.
- Dean, R., Van Kan, J. A., Pretorius, Z. A., Hammond-Kosack, K. E., Di Pietro, A., Spanu, P. D., ... & Foster, G. D. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular plant pathology*, 13(4), 414-430.
- Delucchi, V. L., & Merle, L. (1963). Un acarien nuisible aux agrumes au Maroc *Hemitarsonemus latus* Banks (Acarina: Tarsonemidae). *Al Awamia*, 6, 17-29.
- Dewdney M, 2024. <https://citrusindustry.net/2024/09/24/what-brown-rot-surprises-you/>
- EPPO, 2023. <https://gd.eppo.int/taxon/DIAPCI/distribution>
- EPPO, 2024. <https://gd.eppo.int/taxon/SEPTCI/distribution>
- Futch, S. H., & Timmer, L. W. (2005). Field Identification and Management of Greasy Spot Disease: HS-1016/HS263, 5/2005. *EDIS*, 2005(10).
- Futch, S. H. (2024). A guide to citrus disease identification.
- Guarnaccia, V., Groenewald, J. Z., Polizzi, G., & Crous, P. W. (2017). High species diversity in *Colletotrichum* associated with citrus diseases in Europe. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 39(1), 32-50.

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES CR FINAL	Date création : 06/12/2024
		Version : 01

Huang, F., Chen, G. Q., Hou, X., Fu, Y. S., Cai, L., Hyde, K. D., & Li, H. Y. (2013). Colletotrichum species associated with cultivated citrus in China. *Fungal Diversity*, 61, 61-74.

Jacquemond, C., Curk, F., & Heuzet, M. (2013). *Les clémentiniers et autres petits agrumes*. Quae.

Jaouni Y, 2022. <https://www.millerchemical.com/blog/citrus-black-spot/>

Khanchouch, K., Pane, A., Chriki, A., & Cacciola, S. O. (2017). Major and emerging fungal diseases of citrus in the Mediterranean Region. *Citrus Pathology*, 1(10.5772), 66943.

Lamichhane, J. R., Osdaghi, E., Behlau, F., Köhl, J., Jones, J. B., & Aubertot, J. N. (2018). Thirteen decades of antimicrobial copper compounds applied in agriculture. A review. *Agronomy for sustainable development*, 38(3), 28.

Mondal, S. N., & Timmer, L. W. (2006). Greasy spot, a serious endemic problem for citrus production in the Caribbean Basin. *Plant disease*, 90(5), 532-538.

Mondal, S. N., Vicent, A., Reis, R. F., & Timmer, L. W. (2007). Saprophytic colonization of citrus twigs by *Diaporthe citri* and factors affecting pycnidial production and conidial survival. *Plant disease*, 91(4), 387-392.

Nelson, S. (2008). Citrus melanose.

Nodet, P., Da Lio, D., Dubreuil, N., Leboulanger, A., & Le Floch, G. (2023). First report of grapefruit rot caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. karsti* in France. *Plant Disease*, 107(9), 2869.

NSW Government, 2021. <https://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/horticulture/citrus/citrus-connect/2020-citrusconnect-articles/septoria-spot-in-citrus>

Pacheco, C. D. A., Martelli, I. B., Polydoro, D. A., Schinor, E. H., Pio, R. M., Kupper, K. C., & Azevedo, F. A. D. (2012). Resistance and susceptibility of mandarins and their hybrids to *Alternaria alternata*. *Scientia Agricola*, 69, 386-392.

Peever, T. L., Olsen, L., Ibanez, A., & Timmer, L. W. (2000). Genetic differentiation and host specificity among populations of *Alternaria* spp. causing brown spot of grapefruit and tangerine × grapefruit hybrids in Florida. *Phytopathology*, 90(4), 407-414.

Puspitarini, R. D., & Endarto, O. (2021). Notes on the Citrus Rust Mite, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead), as a Major Pest of Citrus in Indonesia. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 43(3), 550-557.

Rhaim, A., & Taylor, P. W. (2016). *Colletotrichum gloeosporioides* associated with anthracnose symptoms on citrus, a new report for Tunisia. *European Journal of Plant Pathology*, 146, 219-224.

Sarada, G., Nagalakshmi, T., Gopal, K., & Yuvaraj, K. M. (2018). Citrus rust mite (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead): A review. *J Entomol Zool Stud*, 6(6), 151-158.

	ENREGISTREMENT	Tac.Agr.01
	SUIVI TACHES SUR AGRUMES CR FINAL	Date création : 06/12/2024
		Version : 01

Schubert, T., Sutton, B., & Jeyaprakash, A. (2010). Citrus black spot (*Guignardia citricarpa*) discovered in Florida. *Pest Alert DACS-P-01723. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville, FL, USA.*

Solel, Z., & Oren, Y. (1978). Laboratory and field evaluation of fungicides to control anthracnose stain of citrus fruit. *Phytoparasitica*, 6, 59-64.

Urbaneja, A., Grout, T. G., Gravena, S., Wu, F., Cen, Y., & Stansly, P. A. (2020). Citrus pests in a global world. In *The genus citrus* (pp. 333-348). Woodhead Publishing.

van Niekerk, J., Kotze, C., North, J., & Cronje, P. (2018). Effect of Phosphonate Applications, for *Phytophthora* Brown Rot Control, on 'Nadorcott' Mandarin External Fruit Quality. *HortTechnology*, 28(4), 470-475.

Vitale, A., Aiello, D., Azzaro, A., Guarnaccia, V., & Polizzi, G. (2021). An eleven-year survey on field disease susceptibility of citrus accessions to *Colletotrichum* and *Alternaria* species. *Agriculture*, 11(6), 536.

Vono, G., Bonsignore, C. P., & Marullo, R. (2022). A comprehensive thrips species assessment for eco-consistent management of infestations in Mediterranean citrus crops. *Horticulturae*, 8(2), 137.

Wang W. and Taylor P., 2021. <https://pursuit.unimelb.edu.au/articles/protecting-australia-s-citrus-industry>