

**Détermination du statut du Citron Galet, du Combava, du Fruit de la  
Passion et du litchi comme plantes hôtes pour *Bactrocera dorsalis* à  
La Réunion.**

**Moquet Laura, Hélène Delatte  
PVBMT, Saint-Pierre, La Réunion  
28/05/2021**

## **Objectifs :**

En application des dispositions réglementaires (*Annexe VI du 2019/2072 du 28 novembre 2019*) et en raison de la présence d'organismes nuisibles de quarantaine à La Réunion, telle que la mouche orientale des fruits (*Bactrocera dorsalis*), il n'est désormais plus possible, depuis fin 2019, d'exporter les mangues, agrumes (dont les combavas), poivrons et piments.

Déterminer le statut d'hôte pour les mouches des fruits des différentes espèces cultivées et exportées est donc essentiel pour estimer le risque pour le commerce international (Follett et al., 2021). Cowley et al., (1992) ont proposé de déterminer le statut de l'hôte sur la base de trois expériences : 1) des tests en laboratoire en cage avec des fruits perforés, 2) des tests en laboratoire en cage avec des fruits non perforés et 3) des tests en cage sur le terrain avec des fruits non perforés. Plus récemment, la FAO, (2016) a décrit trois catégories de statut de plante hôte : hôte naturel, hôte conditionnel et non hôte. Les hôtes naturels sont des espèces végétales infestées dans des conditions naturelles et capables de soutenir le développement des mouches jusqu'à des adultes viables. Un hôte conditionnel est une espèce végétale non infestée dans des conditions naturelles mais qui peut être infestée en conditions expérimentales. Une espèce non-hôte est une espèce végétale qui n'est infestée ni dans des conditions naturelles ni dans des conditions expérimentales.

Lors du GT n°1 *Bactrocera dorsalis* DAAF Réunion du 3 septembre 2020 il a été convenu que le CIRAD organiserait des expérimentations pour tester le statut d'hôte pour *B. dorsalis* de fruits habituellement exportés à La Réunion : le Combava (*Citrus hystrix*), le Citron Galet (*Citrus aurantifolia*), le Litchi (*Litchi chinensis*) et le Fruit de la Passion (*Passiflora edulis*). En cas d'infestation, un suivi visuel permettra de déterminer si les fruits infestés peuvent être discriminé visuellement. Pour cela, nous avons récolté des fruits sur le terrain pour déterminer les taux d'infestation naturels et des expérimentations en laboratoire ont été menées pour étudier la capacité des insectes à pondre et à se développer dans ces fruits

## **Méthodologie :**

### Infestations naturelles

Des fruits de combava, de citron Galet, litchi et fruit de la Passion ont été récoltés chez des agriculteurs et particuliers entre 2018 et 2021. Les fruits collectés ont été ramenés au laboratoire pour y être pesés individuellement pesés et placés en chambre climatique ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $80 \pm 10\%$  HR, 4000 lux) dans un récipient fermé et sur un lit de sable fin. Un tamisage régulier du sable a été effectué pendant 3 semaines pour vérifier la présence de pupes. Les pupes sont mises à part pour être identifiées à l'émergence des adultes.

Au total, nous avons collectés 188 fruits de combavas (8 sites différents), 60 citrons Galet (5 sites), 105 fruits de la Passion (5 sites), 211 Litchis (13 sites).

### Infestations expérimentales

Pour tester la capacité de *B. dorsalis* à pondre et se développer dans les fruits de combava, de citron Galet, litchi et fruit de la Passion, nous avons réalisé des infestations expérimentales. Les fruits ont été mis dans des cages en présence de femelles de *B. dorsalis* fécondées. Après la période d'infestation, les fruits sont pesés individuellement et insérés dans un récipient fermé et sur un lit de sable fin. Tous les 3-4 jours pendant 2 à 3 semaines, les échantillons ont été inspectés et tamisés pour récupérer les pupes qui ont pu se former. Un suivi visuel des fruits a été réalisé en photographiant régulièrement les fruits (avant infestation, juste après infestation potentielle).

#### *Citrus et Passiflora edulis*

Les fruits utilisés pour ces expérimentations ont été récoltés au stade habituel de vente pour l'exportation, i.e. verts pour les fruits de combava et citron Galet et pourpre pour les fruits de la passion (Fig. 1). Trois conditions ont été réalisées :

- A. Des fruits témoins, non mis en contact avec *B. dorsalis*. Ils permettent de constater l'évolution visuelle des fruits pendant la maturation en l'absence de piqures (N = 10).
- B. Des fruits déposés dans la cage d'élevage pendant 2h30 en présence de plusieurs centaines de femelles en âge de se reproduire (5 fruits par cage, 4 répétitions, N = 20).
- C. Des fruits avec 10 perforations traversant la peau (réalisées avec une aiguille montée) puis mis pendant 1h dans une cage avec plusieurs centaines de femelles en âge de se reproduire (5 fruits par cage, 4 répétitions, N = 20).



Figure 1: Fruits de combava, citron Galet et Fruit de la Passion au premier jour des expérimentations

## *Litchi chinensis*



Figure 2: Fruits de litchi encagés sur l'arbre pour les expérimentations d'infestations

Comme les fruits de litchi se dégradent rapidement après la récolte, nous avons choisi de réaliser les expérimentations sur l'arbre. Quatre grappes d'environ 30 litchis ont été encagées (cages de 30 x 30 cm) une semaine avant l'expérimentation pour éviter les piqûres par des mouches des fruits « sauvages » (Fig. 2). Chaque fruit dans la grappe est individuellement marqué avec une étiquette sur le pédoncule. Lorsque les fruits sont mûrs, c'est-à-dire bien colorés, une centaine de mouches femelles ont été déposées dans les cages pendant 24h. Trois cages ont servi pour les infestations, la dernière nous a servi de témoin. Après le retrait des mouches, les fruits sont laissés dans les cages pendant une semaine avant d'être collectés et rapportés au laboratoire.

### *Bactrocera dorsalis*

Les mouches utilisées proviennent des élevages du Pôle de Protection des Plantes, Saint-Pierre, La Réunion. Les élevages ont été commencés à partir de larves de *Bactrocera dorsalis* présentes dans divers fruits récoltés à La Réunion. Les élevages sont conduits en routine dans des conditions contrôlées d'humidité et de température ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $80 \pm 10\%$  HR, 4000 lux) avec un éclairage naturelle complété par un éclairage artificiel de photopériode de 12 : 12 (4000 lux). Les larves sont élevées sur une diète artificielle et les adultes nourris avec du sucre et de l'hydrolysate de protéine *ad libitum*. Pour nos expérimentations, nous avons utilisés des individus de la génération F45 à F53 âgés de 10 à 30 jours élevées dans des cages de 30 cm x 30 cm.

## Résultats & discussion

**Tableau 1: Pourcentage de fruits de combava, citron Galet, fruit de la Passion et litchi infestés par *B. dorsalis* selon les conditions testées**

Conditions	Combava	Citron Galet	Fruit de la Passion	Litchi
Infestations naturelles	0	0	0	1.9 %
Infestations expérimentales de fruits non perforés	0	0	10%	12%
Infestations expérimentales de fruits perforés	40%	80 %	100%	–

### *Citrus*



Figure 3: Femelles de *B. dorsalis* en position d'oviposition sur un citron Galet.

Aucune mouche n'a émergé des 188 fruits de combava et 60 fruits de citrons Galet collectés entre 2018 et 2021 en champs (Tableau 1).

En conditions expérimentales, les mouches ont été observées en position d'oviposition (sondages et pontes non différenciés, Fig. 3) pour toutes les conditions testées (avec ou sans perforations). Cependant,

quel que soit l'espèce de *Citrus*, nous n'avons observé aucun développement de mouche des fruits dans les fruits intacts.

Au contraire, lorsque la peau des fruits est perforée, 80% des fruits de citron Galet sont infestés par *B. dorsalis* avec en moyenne  $857 \pm 660$  pupes formées par kg et 40% des fruits de combava avec en moyenne  $238 \pm 281$  pupes formées par kg. En moyenne  $62.6 \pm 34.4\%$  des pupes survivent jusqu'au stade adultes après leur développement sur combava et  $64.0 \pm 29.9\%$  sur citron Galet.

*Bactrocera dorsalis* est donc théoriquement capable de se développer dans les fruits des deux agrumes testés mais est incapable d'infester les fruits lorsqu'ils sont sains et non perforés. Des études ont montré que les agrumes peuvent présenter des mécanismes de résistance chimique de la peau via la sécrétion de gomme et d'huile essentielles limitant les infestations par les mouches des fruits (Greany

et al., 1983; Ruiz et al., 2014). Ainsi, le risque lors de l'exportation est faible si les fruits exportés sont intacts.

### *Passiflora edulis*

Aucune mouche n'a émergé des 105 fruits de la Passion collectés entre 2018 et 2021 en champs.

En conditions expérimentales, lorsque les fruits étaient intacts, 10% des fruits (2 sur 20 fruits) étaient infestés par *B. dorsalis*. Pour ces 2 fruits, il y avait l'équivalent de 2072 pupes par kg de fruits.

Lorsque les fruits étaient perforés, 100% des fruits étaient infestés par *B. dorsalis* avec en moyenne  $4569.0 \pm 1302.4$  pupes par kg de fruits soit  $388.9 \pm 128.3$  pupes par fruits.

L'absence d'infestation naturelle dans notre étude pourrait résulter du stade de maturité des fruits récoltés. Nous avons principalement récolté des fruits mûrs, au stade de récolte pour l'export, alors que selon Akamine et al. (1974), le stade le plus infesté est le stade immature. Nous avons observé des infestations et des émergences d'adultes à partir de fruits intacts dans des conditions expérimentales (10% des fruits étaient infestés). Nos résultats ont montré que *P. edulis* est une plante hôte dite « conditionnelle » de *B. dorsalis* à La Réunion. De plus, le nombre plus élevé de pupes formées par kg de fruits ( $4569,0 \pm 1302,4$  pupes par kg de fruits ponctués) suggère que *P. edulis* est un hôte de haute qualité nutritionnelle. Visuellement, il ne semble pas possible de distinguer les fruits piqués (Annexe 1). Ainsi, les infestations expérimentales ont montré que le risque de transporter des larves de *B. dorsalis* lors de l'exportation bien que faible, existe.

### *Litchi*



Figure 4: *Bactrocera dorsalis* en train de pondre dans un fruit de litchi

Sur les 211 fruits de Litchi récoltés en champs entre 2018 et 2021, 1,9% étaient infestés par les mouches des fruits

En conditions expérimentales, des pupes de *B. dorsalis* ont émergé dans 12% des litchis testés. Dans ces fruits, le nombre de mouches équivaut à  $135.6 \pm 86.9$  pupes / kg.

Juste après les infestations, la trace de pique est discrète, seul un léger suintement du fruit est visible. Après 7 jours, les fruits piqués sont clairement plus dégradés que les fruits sains avec le développement de taches brunes et de moisissures au niveau de la pique (Annexe 2).

Certains fruits, montrent des signes de pique (taches et moisissures) mais sans émergence (Annexe 2).

Le litchi peut donc être considéré comme une espèce de plante hôte « naturelle » de *B. dorsalis* à La Réunion. Le litchi a déjà été considéré comme hôte naturel dans d'autres études, comme par exemple à Hawaï (McQuate & Follett, 2006). Dans nos conditions expérimentales, des pupes de *B. dorsalis* se sont développées dans 12% des litchis testés. Ces résultats montrent la capacité de *B. dorsalis* à pondre et à se développer dans des fruits sains. Contrairement aux hypothèses d'infestation secondaire (par exemple, en empruntant la pique réalisée par un lépidoptère comme *Cryptophlebia peltastica*), *B. dorsalis* a su percer la peau du fruit entre les écailles (Fig. 4). Cependant, le litchi semble être une espèce de plante hôte de qualité médiocre pour *B. dorsalis*. En condition d'infestation, certains fruits présentaient des caractéristiques d'infestation (fissures, taches brunes ou moisissures), mais sans développement complet de mouches des fruits. En conclusion, bien que le Litchi ne soit pas un hôte de haute qualité pour *B. dorsalis*, cette espèce est un hôte naturel et le risque lors de l'exportation n'est pas nul.

## Conclusion

Lors des expérimentations en laboratoire, les conditions d'infestation testées représentent une situation « forcée » dans laquelle les fruits sont placés face à une densité de femelles fécondes importante et n'ayant pas d'autres sites de ponte à disposition. Malgré cela, nous n'avons observé aucune infestation sur les fruits sains pour les deux espèces de *Citrus* testées. Celles-ci ne représentent donc ni un hôte naturel, ni un hôte conditionnel pour *B. dorsalis*. Au contraire, le fruit de la Passion était un hôte conditionnel pour *B. dorsalis*. En raison du grand nombre de mouches pouvant se développer par fruit, il est indispensable de prendre des précautions pour éviter l'export de fruits infestés. Enfin, le litchi représente un hôte naturel de *B. dorsalis* à La Réunion.

## Bibliographie

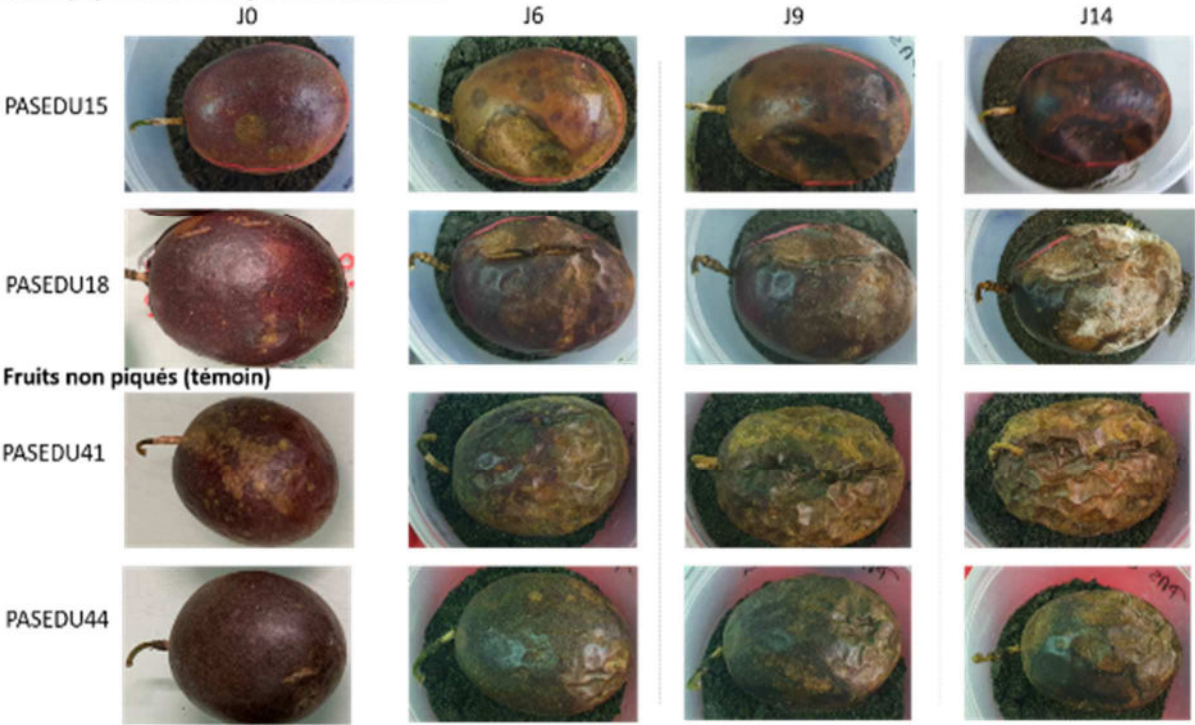
- Akamine, E. K., Aragaki, M., Beaumont, J. H., Bowers, F. A. I., Hamilton, R. A., Nishida, T., Sherman, G. D., Shoji, K., Storey, W. B., & Martinez, A. P. (1974). *Passion fruit culture in Hawaii*.
- Armstrong, J. W., & Follett, P. A. (2007). Hot-water immersion quarantine treatment against Mediterranean fruit fly and oriental fruit fly (Diptera : Tephritidae) eggs and larvae in litchi and longan fruit exported from Hawaii. *Journal of economic entomology*, 100(4), 1091-1097.

- Cowley, J. M., Baker, R. T., & Harte, D. S. (1992). Definition and determination of host status for multivoltine fruit fly (Diptera : Tephritidae) species. *Journal of Economic Entomology*, 85(2), 312-317. <https://doi.org/10.1093/jee/85.2.312>
- FAO. (2016). *ISPM 37. Determination of host status of fruit to fruit flies (Tephritidae)* (International Plant Protection Convention.). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Follett, P. A., Haynes, F. E. M., & Dominiak, B. C. (2021). Host suitability index for polyphagous tephritid fruit flies. *Journal of Economic Entomology*, toab035. <https://doi.org/10.1093/jee/toab035>
- Greany, P. D., Styer, S. C., Davis, P. L., Shaw, P. E., & Chambers, D. L. (1983). Biochemical resistance of citrus to fruit flies. Demonstration and elucidation of resistance to the caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 34(1), 40-50. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1983.tb03288.x>
- Manrakhan, A., Daneel, J.-H., Beck, R., Theron, C. D., Weldon, C. W., Moore, S. D., & Hattingh, V. (2018). Non-host status of commercial export grade lemon fruit (*Citrus limon* (L.) Burman f. Cv. Eureka) for *Ceratitis capitata*, *Ceratitis rosa*, *Ceratitis quilicii* and *Bactrocera dorsalis* (Diptera : Tephritidae) in South Africa. *African Entomology*, 26(1), 202-214. <https://doi.org/10.4001/003.026.0202>
- McQuate, G. T., & Follett, P. A. (2006). Use of attractants to suppress oriental fruit fly and *Cryptophlebia* spp. In litchi. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 3827-40, 14.
- Moquet, L., Payet, J., Glenac, S., & Delatte, H. (2021). Niche shift of tephritid species after the Oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis*) invasion in La Réunion. *Diversity and Distributions*, 27(1), 109-129. <https://doi.org/10.1111/ddi.13172>
- Ruiz, M. J., Juarez, M. L., Alzogaray, R. A., Arrighi, F., Arroyo, L., Gastaminza, G., Willink, E., Bardón, A. del V., & Vera, T. (2014). Toxic effect of citrus peel constituents on *Anastrepha fraterculus* Wiedemann and *Ceratitis capitata* Wiedemann immature stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(41), 10084-10091.



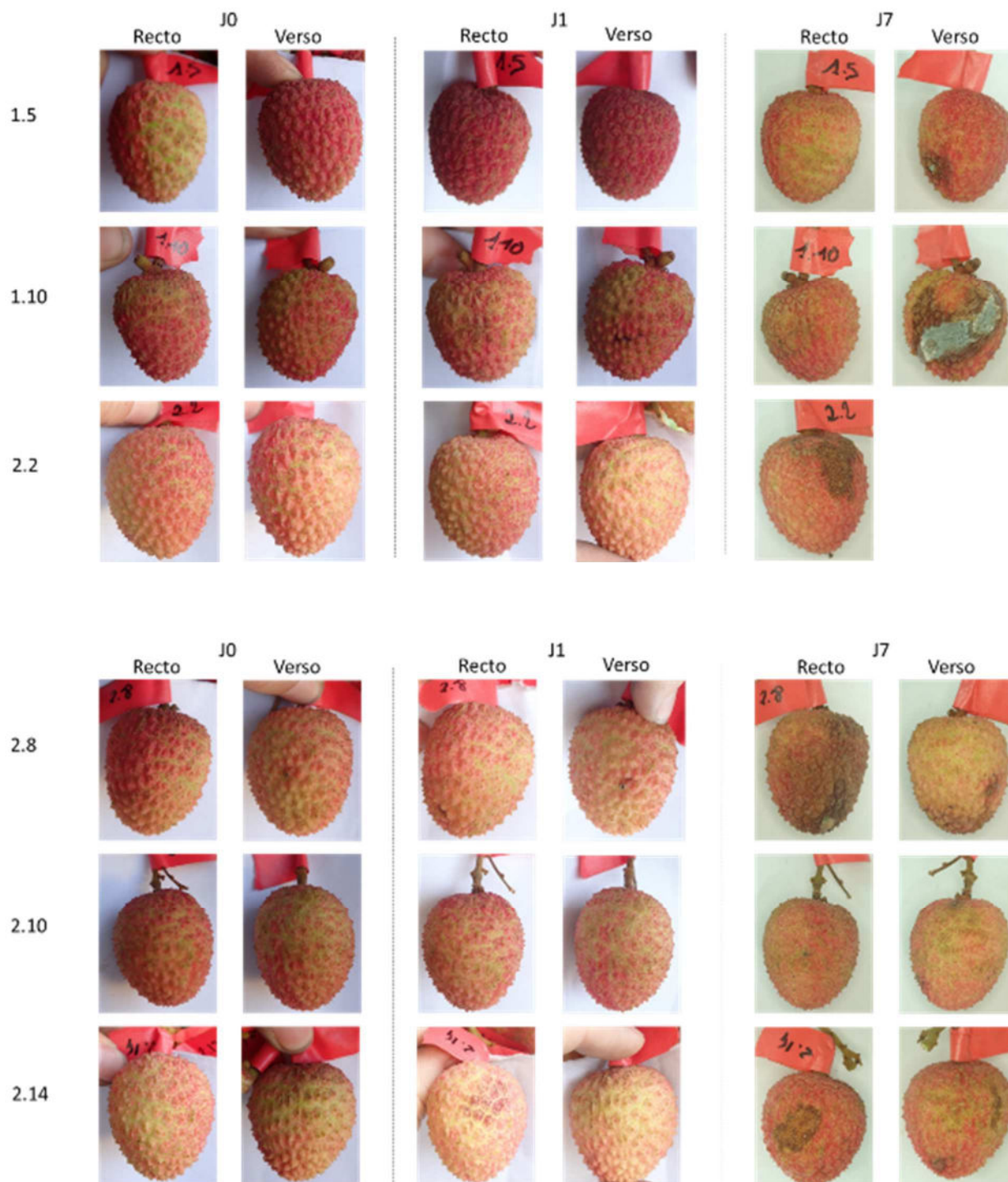
**Annexe 1 : Photographie des fruits de le Passion infestés et non infestés par *B. dorsalis***

**Fruits piqués avec émergence de *B. dorsalis***

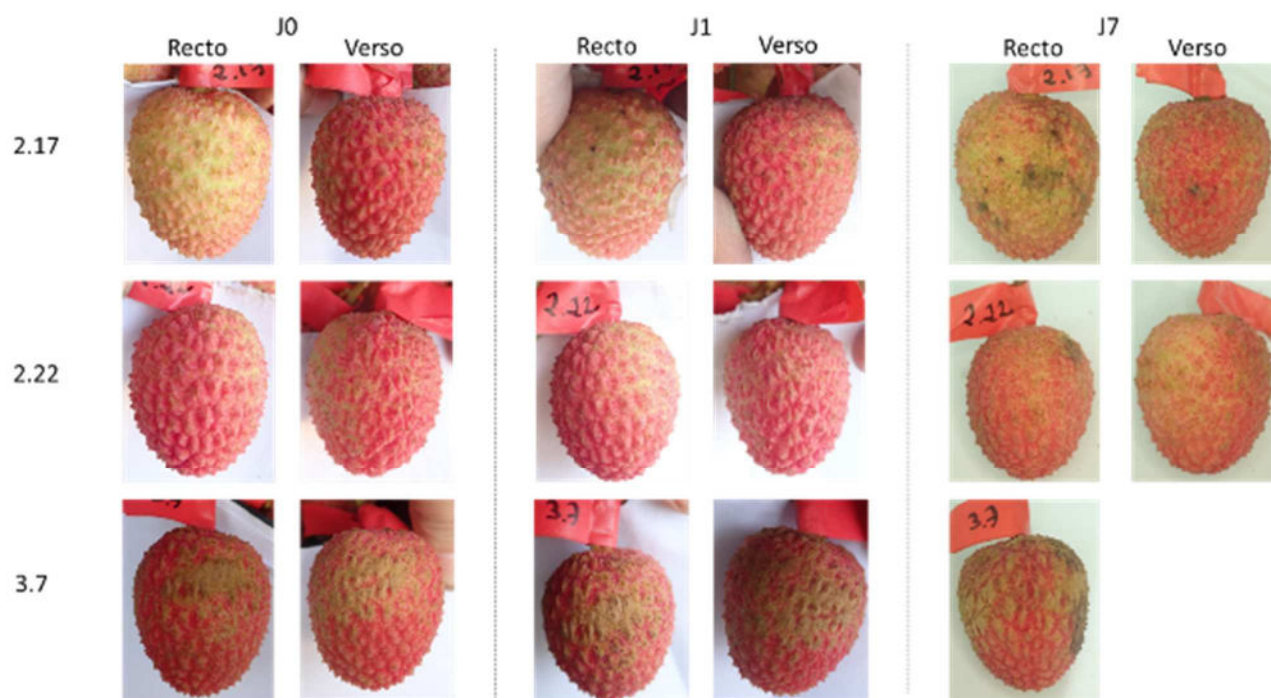


## Annexe 2 : Photographie des fruits de litchi infestés et non infestés par *B. dorsalis*

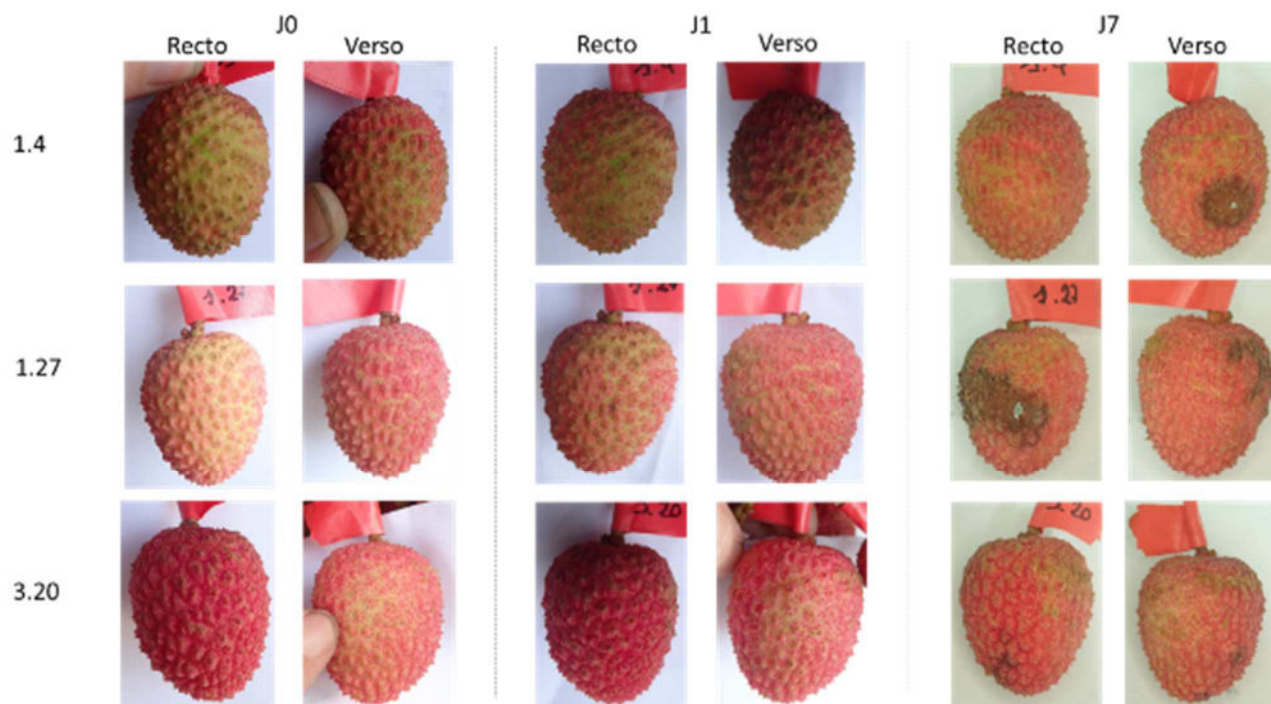
Litchis infestés avec émergence de *B. dorsalis*



Litchis infestés avec émergence de *B. dorsalis*



Litchis avec des signes d'infestation sans émergence de *B.*





Litchis non infestés (Témoin)

