

II. Suivi des populations d'aleurodes (*Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum*) parasitées ou prédatées par la micro-guêpe (*Encarsia formosa*) ou la punaise Miridae (*Nesidiocoris tenuis*) en culture de tomate hors sol sous serre

1. Introduction

La présente expérimentation a pour objectif de tester une stratégie de protection intégrée en culture de tomate hors sol sous serres photovoltaïques contre les aleurodes *Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum*. La stratégie est basée sur des lâchers combinés de la punaise prédatrice *Nesidiocoris tenuis* et de la micro-guêpe *Encarsia formosa*, parasitoïde des aleurodes. Cette expérimentation fait suite à une expérimentation réalisée précédemment et prend donc en compte une adaptation du précédent protocole. Ce rapport est d'ailleurs rattaché à la même convention (C.181-20/DDDT) entre l'ADECAL-TECHNOPOLE, la province Sud, REPAIR et M. Jean-Christophe NIAUTOU chez qui se déroule l'essai.

2. Matériel et méthode

2.1. Dispositif

L'étude se déroule, entre octobre et janvier 2020, dans une serre photovoltaïque (50% du toit est couvert de panneaux) de 1 180 m² sur une exploitation maraîchère d'environ 2,5 ha à Focola (FARINO). Elle est réalisée sur plusieurs variétés de tomates indéterminées de chez RIJK ZWAAN, tuteurées et plantées dans des pains de coco à une densité de 3,75 plants/m² (0,33 m x 1,6 m). Ces pains de coco sont disposés dans des gouttières de sorte à former 12 lignes (6 lignes de variétés rondes, 3 lignes de marmandes et 3 lignes de cerises) (**Photo 1 et 2**).

Compte tenu des contraintes humaines et du précédent suivi qui s'est avéré très chronophage, au total 70 plants des 3 028 plants (soit 2,3%) ont été sélectionnés dans la grille d'échantillonnage à raison de 17 ou 18 plants par ligne selon sa longueur (1 ligne sur 3 à partir de la 2^{ème} ligne et tous les 7 plants à partir du 7^{ème} plant) (**Annexe 1**). Les suivis et les comptages ont débuté 17 jours après la plantation (JAP), 2 fois par semaine, les lundis pour fixer notamment la commande d'auxiliaires et les jeudis pour réaliser les lâchers.

Les données de température et de pluviométrie sont relevées à partir d'une station météo située à 2 km de l'exploitation (Fonwary). Les stades de développement des plants, la conductivité et le pH sont relevés par les agents de la province Sud tandis que le diagnostic des infrastructures agroécologiques (IAE) et le suivi de la faune présente sur l'exploitation sont réalisés par REPAIR.



Photo 1. Dispositif à 17 JAP



Photo 2. Dispositif à 87 JAP

2.2. Conduite culturale

Les entretiens de la culture, la fertirrigation, les durées et les fréquences d'irrigation sont pilotés par le producteur. Les traitements phytosanitaires avec les produits autorisés et compatibles PBI (liste 2020 de la province Sud) contre les ravageurs (autres que les aleurodes) et les maladies sont conseillés par REPAIR.

Les récoltes sont réalisées 2 fois par semaine (les lundis et les jeudis). Le suivi PBI de la culture a été stoppé à 104 JAP en raison de l'étêtage des plants (suite à une mauvaise nouaison des derniers bouquets floraux).

Les temps de travaux et les coûts des différents suivis (suivi PBI et entretiens) ont été calculés.

2.3. Suivi des populations d'aleurodes

Sur l'échantillonnage de 70 plants, dans le but de retester l'utilité de l'**Annexe 2**, le plant est considéré infesté si au moins 9 aleurodes adultes sont comptées sur les 3 premières feuilles étalées en partant de l'apex (prise en compte de l'essai précédent et adaptation de la méthode de [Vandervoet et al. n.d.](#)). Le nombre de larves L3-L4 non parasitées sur les 2 dernières feuilles en partant de l'apex est également compté (prise en compte de l'essai précédent et adaptation de la méthode de [Martin & Dale, 1989](#)).

2.4. Lâchers et suivi d'*E. formosa*

Les micro-guêpes sont fournies à titre gracieux par la BIOFABRIQUE de la province Sud. Ces dernières sont conditionnées sur des cartonnettes contenant au moins 100 pupes parasitées en attente d'éclosion. Les lâchers s'effectuent de la manière suivante : 5 cartonnettes par ligne (1 ligne sur 2 à partir de la 1^{ère} ligne et tous les 29 plants à partir du 2^e plant). Lorsque la dose de lâchers est doublée, les cartonnettes sont disposées sur toutes les lignes toujours à raison de 5 cartonnettes par ligne. Lorsque les doses sont plus que doublées, les cartonnettes supplémentaires sont réparties sur les points de lâchers précédemment utilisés. Ainsi, après consultation des outils d'aide à la décision de [Martin & Dale, 1989](#) et de [Vandervoet et al. n.d.](#) (**Annexe 2** et **Annexe 3**), les micro-guêpes ont été lâchées à des doses croissantes au cours de l'essai (**Figure 1**).

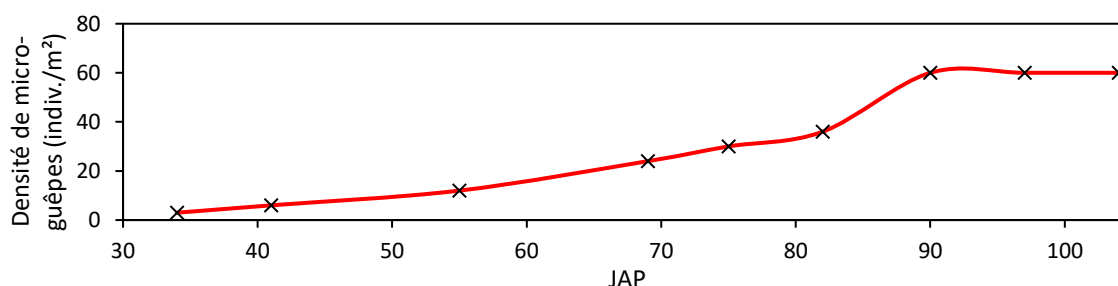


Figure 1. Évolution des doses de micro-guêpes lâchées au cours du temps.

La population des pupes d'*E. formosa* est estimée à partir des comptages des larves L3-L4 parasitées, complètement noires (si l'hôte est *T. vaporariorum*) ou brunes et transparentes (si l'hôte est *B. tabaci*), sur les 2 dernières feuilles en partant de l'apex (prise en compte de l'essai précédent et adaptation de la méthode [Martin & Dale, 1989](#)). Le taux de parasitisme (nombre de larves parasitées/nombre total de larves d'aleurodes parasitées et non parasitées) est alors calculé et son seuil minimum fixé à 70%. Les lâchers d'auxiliaires sont par la suite pilotés à partir du nombre de feuilles présentant un parasitisme inférieur à 70% et des 2 outils d'aide à la décision en **Annexe 2** et **Annexe 3**).

2.5. Lâchers et suivi de *N. tenuis*

Les punaises sont aussi fournies à titre gracieux par la BIOFABRIQUE de la province Sud. Ces dernières sont lâchées de la manière suivante : 6 pots de 65 punaises sur les 2 lignes en périphérie de la serre et 7 pots de

65 punaises en quinconce sur les 2 lignes du milieu de la serre. Compte tenu du potentiel de production de la BIOFABRIQUE, 0,45 punaises/plant ont été lâchées à 41, 69, 75, 82 et 104 JAP.

Sur les 70 plants échantillonnés, les punaises (tous stades confondus) sont comptées sur les 7 premières feuilles en partant de la 1^{ère} feuille étalée de l'apex du plant (selon De Boisvilliers (2019), 70-80% des punaises se répartissent au niveau de l'apex des plants). L'utilisation d'un outil d'aide à la décision (**Annexe 4**) informe sur la phytophagie de la punaise en fonction du nombre de pupes.

3. Résultats

L'essai s'est déroulé pendant la saison chaude avec un renforcement des températures et des cumuls de pluies allant de 250,4 mm (décembre) à 526,3 mm (janvier). Globalement, les croissances des 3 variétés ont été semblables ; à noter, sur l'ensemble de la culture, un stress hydrique (apex flétri) en début de cycle, vite maîtrisé par la suite et quelques retards dans les travaux d'entretiens (égourmandage et tuteurage), toutefois sans commune mesure avec l'essai précédent.

Des attaques de chenilles foreuses (**Photo 3**) ont nécessité 1 traitement à l'AFFIRM à 50 JAP, puis un autre au SUCCESS à 57 JAP. La présence d'acariens (**Photo 4**) toujours plus pressante (apparition d'acariose bronzée) a entraîné des applications de soufre à 50 et 57 JAP, et de VERTIMEC à 96 JAP. Des mineuses et surtout des cochenilles (**Photo 5**) ont été observées mais n'ont fait l'objet d'aucune intervention. Un traitement à l'ORTIVA a été effectué pour le contrôle de l'*alternaria* apparue notamment sur la variété de tomate cerise à 96 JAP.

Les aleurodes, contrairement à l'essai précédent, n'ont semble-t-il pas eu de préférence variétale. A noter que faute d'approvisionnement chez les fournisseurs, en raison de la situation sanitaire mondiale liée au Covid-19, le monitoring avec des pièges jaunes englués n'a pas été mis en place. Il n'y a pas eu de fumagine observée sur l'ensemble du suivi.

Le changement d'échantillonnage des feuilles (les 2 dernières au lieu de la 7^{ème} et de la 10^{ème} feuille en partant de l'apex) permet de détecter rapidement les larves L3-L4 alors que très peu d'adultes sont présents sur l'apex. Encore une fois, les comptages de l'essai et les mesures qui en découlent sont en décalé avec celles de l'**Annexe 2** qui ne suggère aucune intervention du fait de la faible présence d'aleurodes adultes sur l'apex (ne suggérant pas d'infestation), alors que des larves sont bien présentes sur les strates inférieures.

Le parasitisme est resté très bas tout au long de la culture (en moyenne 1,2% avec un maximum de 4,5% à 38 JAP) malgré l'augmentation rapide des doses et des lâchers d'*E. formosa* (de 3 individus/m² à 34 JAP à 60 individus/m² à 104 JAP). Le seuil fixé à 70% n'a jamais été atteint (le taux de parasitisme le plus élevé sur l'ensemble de la culture aura été de 4,5% à 38 JAP). Le parasitisme des micro-guêpes semble quasi nulle (**Figure 2**).



Photo 3. Attaque de chenille foreuse



Photo 4. Attaque d'acariens



Photo 5. Attaque de cochenille

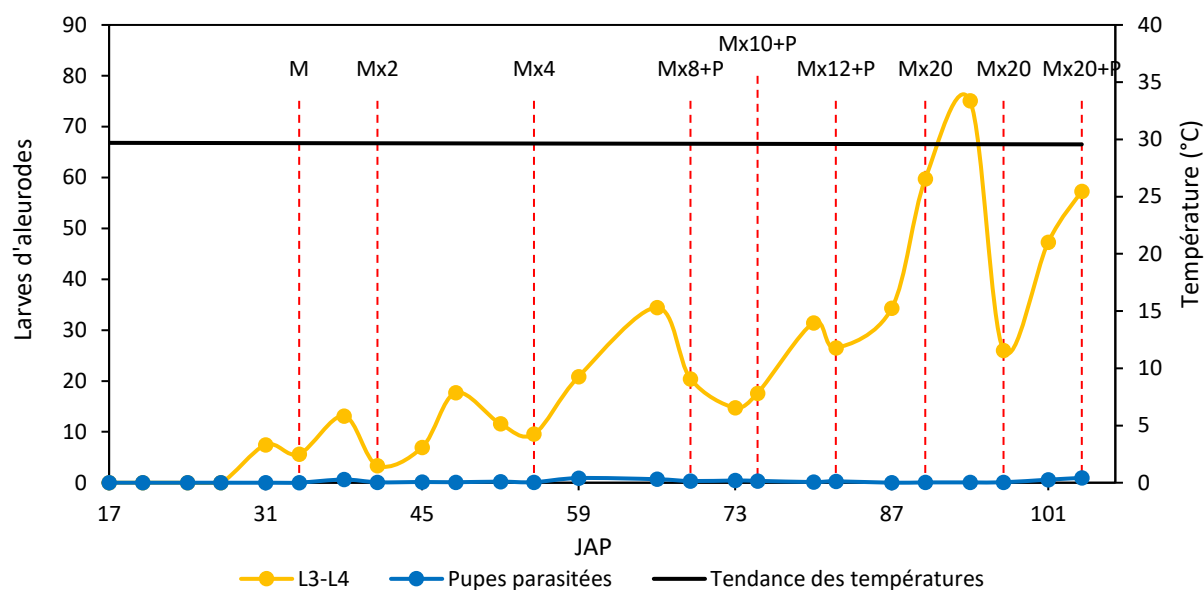


Figure 2. Moyenne du nombre de larves d'aleurodes L3-L4 et de pupes parasitées par *E. formosa* par plant au cours du temps (les pointillés indiquent les doses de lâchers d'auxiliaires ; M = micro-guêpes ; P = punaises Mirides)

À 10 JAP, un traitement avec de la cythrine est réalisé pour contrôler le nombre déjà important de punaises au regard d'une population de proies d'aleurodes encore faible (à noter une légère phytophagie à 87 JAP, vers la fin de l'essai).

La dynamique de population de *N. tenuis* suit, dans l'ensemble, une même tendance que celle des larves d'aleurodes. La population de *N. tenuis* a diminué une 1^{ère} fois après un traitement au soufre + AFFIRM pour lutter contre les acariens et les chenilles (passant de 0,23 punaises/plant à 48 JAP à 0,02 punaises/plant à 52 JAP). Elle ensuite été divisée par 5 après un traitement au VERTIMEC contre les acariens (passant de 3,2 punaises/plant à 94 JAP à 0,6 punaises/plant à 97 JAP) (**Figure 3**). Finalement, tous les traitements insecticides (cythrine, soufre, AFFIRM, SUCCESS, VERTIMEC), réalisés dans la serre, se révèlent plus ou moins toxiques contre les adultes d'*E. formosa*.

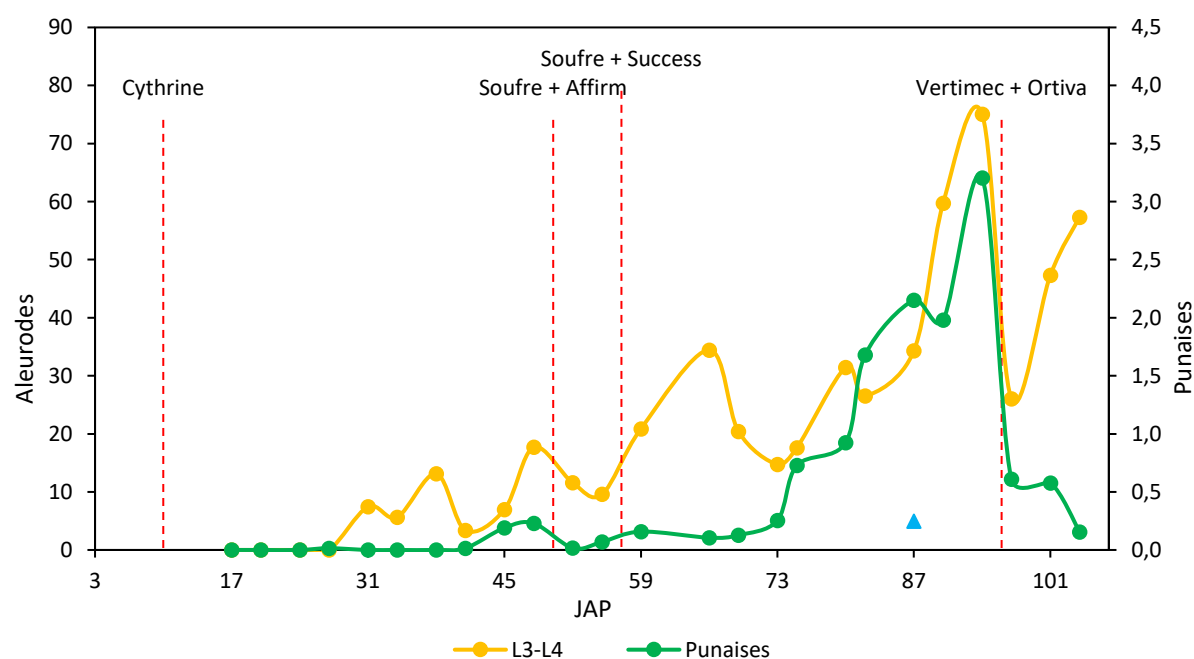


Figure 3. Moyenne du nombre de punaises et de larves d'aleurodes L3-L4 sur les 2 dernières feuilles par plant au cours du temps (le triangle bleu indique la détection d'un léger début de dégâts par les punaises)

La durée de l'essai plus courte, l'absence de monitoring des aleurodes adultes et de nourrissage des punaises ainsi que le nouvel échantillonnage des plants réduisent de près de 70% les coûts du suivi PBI par rapport à l'essai précédent (**Tableau 1**).

Tableau 1. Evaluation technico-économique de la main d'œuvre

Suivi ADECAL			Entretien de la culture (ouvriers de l'exploitation)		
Action	Durée (h)	Coût (F)	Action	Durée (h)	Coût (F)
Lâchers d'auxiliaires	9	6 904	Tuteurage, déroulage, ébourrage, effeuillage, balayage	146	114 750
Comptage sur les plants	52	41 041	Traitements phytosanitaires (application)	4	3 150
Total	61	47 945	Total	150	117 900
Coût global : 164 845 XPF (pour 211 h)					

4. Discussion

La présence des punaises Mirides semble participer, dans une certaine mesure, au contrôle des aleurodes puisque dès que la population de punaises chute trop longtemps, le nombre de larves L3-L4 commence à augmenter rapidement. Les dégâts provoqués par *N. tenuis* sur les plants de tomates dépendent non seulement du nombre d'individus, mais aussi de la disponibilité en proies (Calvo *et al.* 2009 ; Sanchez 2009). Par ailleurs, Sanchez (2009) précise qu'au-delà de 0,65 individus/feuille, l'intensité des dégâts causés par la punaise est fortement corrélée à l'abondance d'aleurodes et qu'elle augmente lorsque le ratio *N. tenuis*/pupes d'aleurodes est supérieur à 0,168 sur une feuille. Malgré tout, aucune de ces références n'a pu se vérifier lors de l'essai alors que des piqûres ont été observées au niveau de l'apex. Ces piqûres n'entraînant pas forcément une baisse de rendement, laissent à penser que les seuils peuvent être réadaptés pour être applicable dans le contexte calédonien et diminuer les risques liés au comportement phytophage de *N. tenuis*.

Le retard dans l'ébourrage a possiblement biaisé l'estimation de la population de punaises. En effet, les punaises, préférant les jeunes feuilles, ont pu se déplacer sur les gourmands au lieu de l'apex.

Comme dans l'essai précédent, le soufre, qui est pourtant recommandé pour le contrôle de *N. tenuis*, ne semble pas avoir d'effet sur les punaises contrairement à l'AFFIRM qui freine encore la réinstallation des punaises même après un délai de 7 jours après le traitement (Province Sud 2020) et au VERTIMEC qui divise par 5 les populations de punaises.

Malgré les nombreux lâchers de micro-guêpes et l'augmentation rapide des doses, le parasitisme est resté relativement bas (<5%), montrant peut-être que les punaises Mirides ont été les auxiliaires les plus efficaces contre les aleurodes.

L'application des produits phytosanitaires utilisés pourrait en partie expliquer le faible parasitisme d'*E. formosa* observé tout au long du suivi. En effet, les adultes, émergeant des cartonnettes, sont peut-être plus sensibles aux produits et n'ont pas pu parasiter leurs hôtes et permettre le lancement d'une nouvelle génération.

L'augmentation des températures a sans doute aussi perturbé le cycle de développement d'*E. formosa*. En effet, Qiu *et al.* (2004) ont montré que des températures inférieures à 20°C augmentent la durée de vie d'*E. formosa* en présence d'un hôte et améliore sa fécondité.

5. Perspectives

La nouvelle méthode de suivi couplée à la prise de décision pour gérer la population d'aleurodes semble avoir bien fonctionné car jamais les aleurodes n'ont atteint un niveau critique pour la culture (absence de

fumagine). Le comptage des pupes sur les 2 dernières feuilles au lieu de la 7^e et 10^e feuille en partant de l'apex semble bien adapté car elle permet une détection plus rapide de l'arrivée des aleurodes (et donc des lâchers d'auxiliaires) sans lien apparent avec les aleurodes adultes (faiblement présents). Ajoutons qu'un sous échantillonnage aléatoire de 20 plants parmi les 70 plants suivis dans la serre montre des tendances similaires aussi bien dans les dynamiques de populations que dans les décisions prises avec les annexes (résultats non représentées).

D'un point de vue économique, on notera que la modification d'échantillonnage permet de diminuer le coût du suivi PBI (passant de 168 680 F lors du précédent essai à 47 945 F pour l'essai actuel) sans fausser le suivi des populations des auxiliaires et des aleurodes. En plus, les comptages du lundi et jeudi aboutissant finalement aux mêmes décisions d'intervention, il s'avère qu'un seul comptage par semaine peut être suffisant (avec encore une réduction des temps de suivi).

L'**Annexe 2**, mal adaptée à notre réalité, ne sera plus utilisée en tant qu'outil d'aide à la décision pour de futurs essais. Les seuils de vigilance, établis dans l'**Annexe 4**, pourront être revus à la baisse étant donné que les piqûres sont apparues un peu plus tôt que prévu.

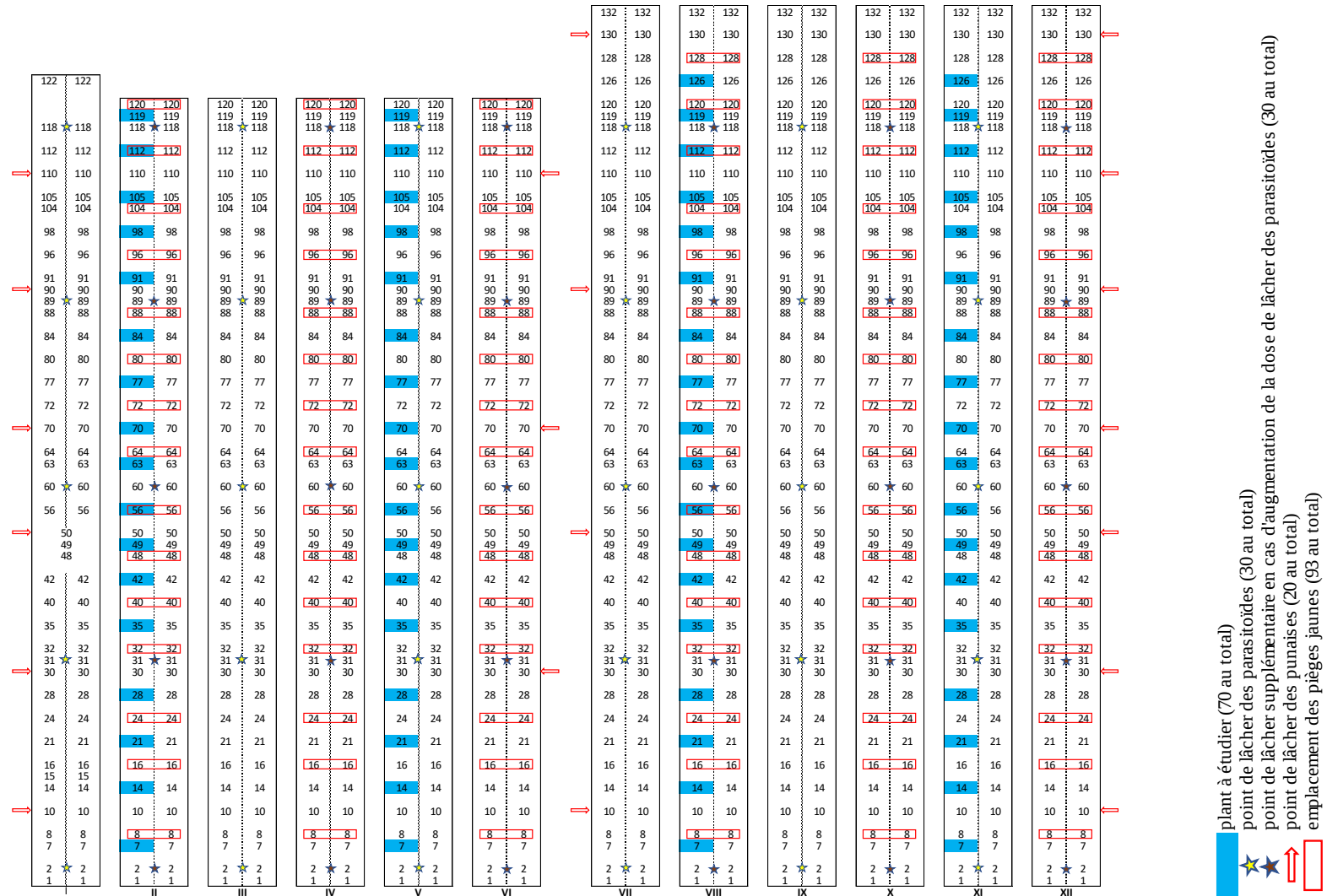
Pour une PBI efficace en saison chaude sous abri hors-sol, le choix variétal et les pratiques culturales, notamment les fréquences d'irrigation, doivent être impérativement adaptés (Simon 2014). Dans cette optique, les doses seront augmentées plus tôt (lâchers inondatifs) et leurs quantités (nombre d'individus/m²) précisées sans passer sous le seuil de rentabilité.

Références bibliographiques

- Bhatt, N., & Patel, M. (2018). Tomato bug, *Nesidiocoris tenuis* (Reuter): A zoophytophagous insect. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **6**(4), 1550–1556.
- Calvo, J., Bolckmans, K., Stansly, P. A., & Urbaneja, A. (2009). Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato. *BioControl*, **54**(2), 237–246.
- Daly, P., & Desvals, L. (2002). *Les cultures légumières en Nouvelle-Calédonie*. Retrieved from http://www.vertinnov.fr/fic_bdd/mag_pdf_fr_fichier/12957994950_Cultures_Legumieres_NC.pdf
- De Boisvilliers, F. (2019). *Gestion de Nesidiocoris tenuis en protection biologique intégrée dans des cultures de tomates hors sol*, Angers: Agrocampus Ouest. Retrieved from <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02409755>
- IEOM. (2020). *Rapport d'activité 2019 de la Nouvelle-Calédonie*. Retrieved from https://www.ieom.fr/IMG/pdf/ra2019_nouvelle-caledonie_publication.pdf
- Martin, N. A., & Dale, J. R. (1989). Monitoring greenhouse whitefly puparia and parasitism: A decision approach. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **17**(2), 115–123.
- Owashi, Y., Hayashi, M., Abe, J., & Miura, K. (2019). Effects of an alternative diet of *Artemia* cysts on the development and reproduction of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). *Applied Entomology and Zoology*, 1–7.
- Province Sud. (2020). Compatibilité des produits phytosanitaires avec la Protection Biologique Intégrée.
- Qiu, Y. T., Van Lenteren, J. C., Drost, Y. C., & Posthuma-Doodeman, C. J. A. M. (2004). Life-history parameters of *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus* and *E. mundus*, aphelinid parasitoids of *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae). *European Journal of Entomology*, **101**, 83–94.
- Sanchez, J. A. (2009). Density thresholds for *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) in tomato crops. *Biological Control*, **51**(3), 493–498.
- Sánchez, J. A., & Lacasa, A. (2008). Impact of the Zoophytophagous Plant Bug *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) on Tomato Yield. *Journal of Economic Entomology*, **101**(6), 1864–1870.
- Simon, S. (2014). *Maraichage hors sol sous abri en saison chaude Porvince Sud de Nouvelle-Calédonie*, Nouvelle-Calédonie. Retrieved from http://gaiac.iac.nc/opac_css/doc_num.php?explnum_id=1453
- Van der Ent, S., Knapp, M., Klapwijk, J., Moerman, E., Van Schelt, J., & De Weert, S. (2018). *Connaître et reconnaître : La biologie des ravageurs, des maladies et leurs solutions naturelles*. (Koppert France SARL, Ed.).
- Vandervoet, T., Ellsworth, P. C., Brown, L. M., Fournier, A. J., & Naranjo, S. E. (n.d.). Making whitefly and predator counts, University of Arizona Cooperative Extension. Retrieved from <https://cals.arizona.edu/crops/cotton/files/PredatorToPreyRatios.pdf>

ANNEXES

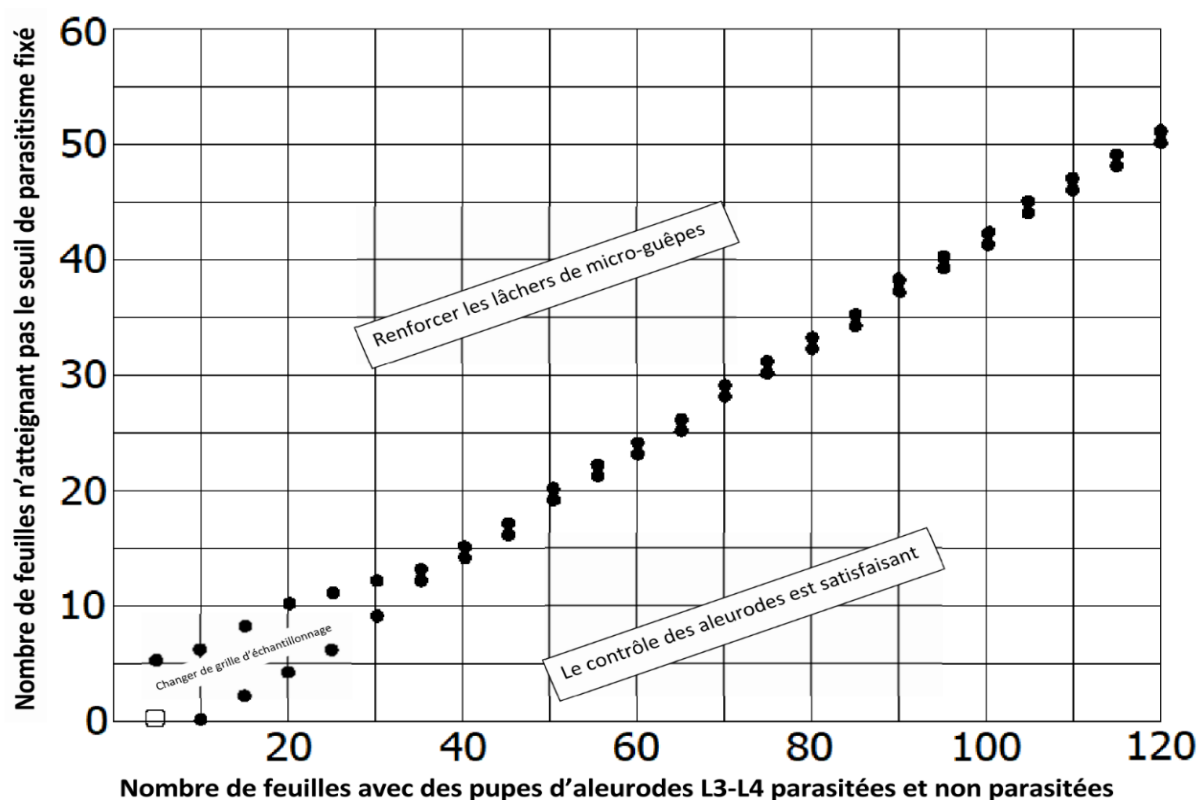
Annexe 1. Plan de lâchers des auxiliaires et d'échantillonnage



Annexe 2. Modalités de lâchers des auxiliaires en fonction du nombre de feuilles infestées (Vandervoet *et al.* n.d.) (modifié et adapté pour 70 feuilles)

Nombre de feuilles infestées pour 70 feuilles inspectées (avec 3 adultes ou plus)	Taux d'infestation	ACTIONS
7	10%	<u>NIVEAU 1 :</u> RAS
9,1	13%	<u>NIVEAU 2 :</u> La population d'aleurodes adultes est proche du seuil de nuisibilité, deux options : 1) renforcer les lâchers d' <i>E. formosa</i> si besoin si taux de parasitisme en dessous du seuil (nombre et/ou fréquence) 2) renforcer les lâchers de punaises (nombre et/ou fréquence)
11,9	17%	
14	20%	
16,1	23%	
18,9	27%	
21	30%	
23,1	33%	
25,9	37%	
28	40%	<u>NIVEAU 3 :</u> La population d'aleurodes adultes risque fortement de dépasser le seuil de nuisibilité : - renforcer les lâchers d' <i>E. formosa</i> si besoin si taux de parasitisme en dessous du seuil (nombre et/ou fréquence) + - renforcer les lâchers de punaises (nombre et/ou fréquence)
30,1	43%	
32,9	47%	
35	50%	
37,1	53%	
39,9	57%	
42	60%	<u>NIVEAU 4 :</u> Population du ravageur trop élevée : ➡ recours à un traitement, si possible compatible avec les auxiliaires

Annexe 3. Evaluation graphique de l'efficacité du parasitoïde *E. formosa* (Martin & Dale 1989)



Annexe 4. Evaluation de l'impact de la punaise *N. tenuis* sur le rendement de culture en fonction du nombre de pupes d'aleurodes L3-L4 ([Sanchez 2009](#))

