

## **INCIDENCE DU COMPLEXE (CULTIVAR-PORTE GREFFE) SUR LES TRAITES DE VIE DU XYLOPHAGE *CAPNODIS TENEBRIONIS* (L., 1758) (COLEOPTERA : BUPRESTIDAE)**

BRAHIMI Latifa <sup>1\*</sup> et DJAZOULI Zahr-Eddine<sup>1</sup>

1. Laboratoire de Biotechnologie des Productions Végétales, Département de Biotechnologie et Agro-Ecologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Blida V1, BP 270, Route de Soumaâ, Blida 09000 - Algérie

Reçu le 09/11/2020, Révisé le 17/10/2021, Accepté le 27/11/2021

### Résumé

**Description du sujet :** L'impact économique occasionné par le xylophage *Capnodis tenebrionis* L. largement répandu en Afrique du Nord demeure austère suite à l'inefficacité des traitements chimiques sur les stades embryonnaire logés principalement à la couche sous corticale du tronc, et semble aggravé par les pratiques culturales inappropriées. Un choix judicieux de l'association « variété/porte-greffe » peut optimiser la résistance face à ce fléau.

**Objectifs :** Scruter la stratégie de minimisation de *C. tenebrionis* à travers différents porte greffes.

**Méthodes.** Des mesures trimensuelles d'abondance et de fitness des différents stades de vie du xylophage sur chaque porte-greffe ont été prises pendant la phase d'activité biologique élevée du ravageur.

**Résultats :** La distribution de *C. tenebrionis* s'est révélée principalement tributaire du cépage-porte greffe, où la discrimination basée sur la taille de la capsule céphalique révèle que la deuxième et la troisième classe de taille présente une meilleure adaptation, et que le facteur régional peut affecter la fitness du Bioagresseur.

**Conclusion :** L'action de *C. tenebrionis* semble en effet facilitée par les conditions défavorables de végétation consécutives à un mauvais choix du porte-greffe.

**Mots clés :** Abondance, fitness, porte-greffe, pratique culturales, xylophage.

## **EFFECT OF THE ROOTSTOCK ON THE LIFE TRAITS OF THE XYLOPHAGUS *CAPNODIS TENEBRIONIS* (L., 1758) (COLEOPTERA: BUPRESTIDAE)**

### Abstract

**Description of the subject:** The economic impact caused by the xylophagous *Capnodis tenebrionis* L. occurs widely in North Africa austere tamper following the ineffectiveness of chemical treatments on the embryonic stages housed mainly at the subcortical layer of the trunk, and seems aggravated by inappropriate cultural practices. A judicious choice of the “variety / rootstock” association can optimize resistance to this scourge.

**Objective:** Examine the minimization strategy for *C. tenebrionis* through different rootstocks.

**Methods.** Monthly readings spread were carried, abundance (washing and adult) and lipid energy reserves of *C. tenebrionis*. Nitrogen, cellulose, hemicellulose, lignin, phenols, protein levels were quantified in the two species of attacked *Prunus*.

**Results:** The distribution of *C. tenebrionis* has been shown to be mainly grape-rootstock dependent, where discrimination based on the size of the head capsule reveals that the second and third size class exhibit better adaptation, and that the regional factor may affect the fitness of the Pest.

**Conclusion:** The action of *C. tenebrionis* seems in fact to be facilitated by the unfavorable growing conditions resulting from a poor choice of rootstock.

**Keywords:** Abundance, fitness, rootstock, cultivation practice, xylophagous.

\* Auteur correspondant: BRAHIMI Latifa, E-mail: bellabed.brahimi\_lati@yahoo.fr

## INTRODUCTION

Depuis sa première apparition en Algérie en janvier 1934, *Capnodis tenebrionis* L. ne cesse d'être le facteur majeur de baisse de production des arbres fruitier à noyau. De plus, Selon Mendel et al. [1], les arbres attaqués par ce bioagresseur deviennent très sensibles aux attaques des coléoptères du genre *Scolytus*. Cependant il faut distinguer entre les dégâts causés par les adultes et ceux des larves.

Les coléoptères adultes se nourrissent du cortex des rameaux et des jeunes branches provoquant la défoliation des arbres, ces dommages ne sont pas graves dans les vergers fruitiers mais peuvent devenir plus graves dans les pépinières et les serres. Les larves de nouveau-nés se dirigent vers les troncs d'arbres, pénétrant rapidement en creusant dans les racines et se nourrissant du cortex racinaire, ce sont les véritables dégâts causés par les larves qui peuvent entraîner la mort d'un arbre adulte en 1 ou 2 ans [2].

La lutte chimique reste la principale méthode de lutte utilisée. Et qui n'est efficace que contre le stade adulte, car les larves nouveau-nées du ravageur sont sous le sol et les stades larvaires suivants se nourrissent sous l'écorce de l'arbre. Par conséquent, le contrôle chimique des adultes n'est pas une méthode de contrôle efficace, donc des méthodes alternatives sont nécessaires [3]. Les porte-greffes d'amandes amères sont considérés depuis des décennies comme une source précieuse de résistance à *C. tenebrionis*, et certains agriculteurs ont considéré l'exploitation de porte-greffes dans la résistance contre *Capnodis* comme un outil de gestion essentiel [4-7]. Car le développement réussi de la descendance est lié à la vigueur de la

plante hôte, à la qualité nutritionnelle et aux produits secondaires du porte-greffe [8].

Dans l'esprit de favoriser les techniques de prévention de la propagation de cet insecte d'un verger à l'autre par l'optimisation des bonnes pratiques culturales, cette article tente à ouvrir une ébauche sur l'importance du choix du porte-greffe qui semble avoir un effet sur l'action de ce xylophage. Ainsi notre étude préliminaire sur l'écologie comportementale de *C. tenebrionis* via ses paramètres de fitness (dispersion, abondance, poids, tailles), évoluant sur des portes greffes différents permettent de mieux comprendre sa stratégie de minimisation face aux différentes sources nutritives plus ou moins attrayantes.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Localisation du site d'étude et procédures expérimentale

Les prélèvements des formes vivantes du *C. tenebrionis* ont été réalisés dans la région de Médéa sur deux sites d'étude distincts (Tableau 1), situées respectivement à 36°13'2" N, 2°51'1" E et 36°15'0" N, 3°10" E. la période expérimentale s'est étalé du mois de juillet jusqu'au mois de septembre, avec des sortie à intervalles régulier de 10 jour soit 14 sortie sur le terrain dont au total 140 arbres prospectés comportant les symptômes externe signalant la présence de ce bioagresseur.

A partir des individus prélevés, un dénombrement et des prises de mesures de poids par une balance d'exactitude, et da longueur du corps ainsi que celle de la capsule céphalique par le logiciel IMAGE TOOL. Les différents stades de l'espèce à savoir : larve, nymphe et adulte sont regroupés en classe de taille d'amplitude variable sur chaque site d'études.

Tableau 1 : Présentation des sites prospectés

Site	Benchicao		El Omaria	
	F.P. Hamamou	E.A.C. Tahtouh	E.A.I. si mahjoub	Privé (Hamidi)
Variété de <i>Prunus</i>	Stanley	Napoléon x Burla	Napoléon x Burla	Bigarreau x Burla
Superficie (ha)	5	2	2	2
Porte greffe	Myrobolan	Sainte Lucy	Sainte Lucy	Sainte Lucy
Age de l'arbre	13 ans	14 ans	11 ans	10 ans
D. P. (m)	6/6	7/7	7/7	7/7
Conduite	En sec	En sec	En sec	En sec

## 2. Répartition spatio-temporelle

L'étude de la répartition spatio-temporelle repose la méthode de Vasseur et Schivester [9] qui consiste à prendre des prélèvements sur 10 arbres au hasard. Pour évaluer la nature de la distribution nous avons adopté la formule suivante :  $S^2 = 1/n - 1 \sum (x-m)^2$ , Avec:  $x$ : Est le nombre d'individus dans chaque prélèvement,  $m$ : la moyenne de l'ensemble des comptages effectués sur la parcelle pour un échantillon,  $n$ : nombre d'individus totaux dans chaque prélèvement.

Selon la valeur de la variance ( $S^2/m$ ), est qualifiée d'une : Distribution régulière si:  $S^2/m < 1$ , Distribution aléatoire si:  $S^2/m = 1$ , Distribution agrégative ou contagieuse si  $S^2/m > 1$  et Distribution uniforme si:  $S^2/m = 0$

## 3. Distribution des fréquences de tailles

Les différents stades de l'espèce à savoir : larve, nymphe et adulte sont regroupés en classe de taille d'amplitude variable en fonction des mesures prise sur les individus de chaque site d'études. Les fréquences sont exprimées en pourcentage via l'effectif total de l'échantillon analysé.

## 4. Croissance relative

Plusieurs modèles mathématiques existent à rechercher la croissance des espèces animales. Le principe de base consiste à rechercher la fonction la plus simple qui s'ajuste le mieux aux points expérimentaux.

L'estimation de la croissance relative, nous a ramenée à la loi d'allométrie simple de Huxley et Teissier [10], existante entre deux variables biométrique du type:  $W_T = aL^b$ .

Par une transformation logarithmique, l'équation linéaire se représente sous la

forme :  $\text{Log } W_T = b \text{ Log } L_T + \text{Log } a$ , Avec:  $W_T$ : le poids total ;  $L_T$ : longueur totale,  $a$  et  $b$ : coefficients de la croissance relative entre le poids et la longueur.

Les constantes  $a$  et  $b$  peuvent être évalués par un ajustement de type moindre carrés, Suivant les valeurs de  $b$ , trois sont possible : Si  $b=3$ , la croissance est dite isométrique ; le poids augmente comme le cube de la longueur. Si  $b < 3$ , l'allométrie est minorante ; le poids augmente moins vite que la longueur. Si  $b > 3$ , l'allométrie est majorante ; le poids augmente plus vite que la longueur. Les équations mathématiques établies à partir des différentes variables biométriques permettent de mesurer l'intensité de la liaison linéaire entre deux variables à partir du coefficient de corrélation, et aussi de comparer la population de *C. tenebrionis* des deux sites d'études.

## RÉSULTATS

### 1. Répartition spatio-temporelle de *Capnodis tenebrionis*

Les résultats des suivies de la dynamique des populations de *C. tenebrionis* au niveau des deux sites d'études (Ben Chicaco et El Omaria) sont récapitulés dans le tableau ci-dessous (Tableau 2). Le site de Benchicao affiche des distribution régulière le long des trois mois d'étude (juillet, août et septembre) sur Myrobolan, contrairement à Sainte Lucy, où la distribution de ce xylophage est plutôt contagieuse, cependant il faut noter que cette tendance à l'agrégation est beaucoup plus marquée durant le mois de juillet et septembre, quand à la répartition régulière est signalée exclusivement durant le mois d'août.

Tableau 2 : Répartition spatio-temporelle de *C. tenebrionis* sur les différents porte-greffes

Région	Porte-greffe	Mois	Nbr.	m	S <sup>2</sup>	S <sup>2</sup> /m	Type de distribution
Benchicao	Myrobolan (P1)	Juillet	26	6,5	2,28	0,35	régulière
		Août	46	11,5	4,73	0,41	régulière
		Septembre	22	5,5	4,13	0,75	régulière
	Sainte Lucy (P2)	Juillet	2	0,5	1	2	contagieuse
		Août	19	4,75	3,93	0,82	régulière
		Septembre	2	0,5	3	6	contagieuse
Omaria	Sainte Lucy (P3)	Juillet	21	5,5	10,95	1,99	contagieuse
		Août	13	3,25	1,55	0,47	régulière
		Septembre	0	0	0	0	pas d'individus
	Amandier (P4)	Juillet	16	4	3,6	0,9	régulière
		Août	8	7	4,51	0,64	régulière
		Septembre	4	1	0,66	0,66	régulière

Pour la station d'El Omaria, la distribution de *Capnodis tenebrionis*, la distribution sur Sainte Lucy est contagieuse durant le mois de juillet, régulière aux cours du mois d'août, avec une absence totale d'individus en septembre. Durant toute la période d'échantillonnage qui s'est étalé depuis le mois de juillet jusqu'au mois de septembre, une répartition régulière est constatée sur Amandier. D'après les résultats suscités, qui intéressent la répartition de *C. tenebrionis*, les valeurs enregistrées permettent de dire que l'espèce a une tendance à la régularité surtout au cours de mois de juillet sur les porte-greffes étudiés dans les deux stations. En revanche, les stades biologique *C. tenebrionis* ne présente aucune répartition uniforme.

**2. Distribution et croissance relative**

La croissance peut être conçue comme un premier problème d'interaction avec l'environnement. Cette étude comporte l'évaluation de la croissance relative par la détermination de la relation taille-poids des différents stades (larve, nymphe, adulte).

**2.1. Discrimination des paramètres de fitness des stades larvaires de *C. tenebrionis***

La confrontation des mesures de poids et de taille des larves a l'analyse discriminatoire, nous a permis à travers le teste d'HOTELLING'S, de discriminer significativement ( $p=0,0083$ ,  $p<5\%$ ) l'évolution des groupements larvaires évoluant sur les différents porte-greffes (Fig. 1).

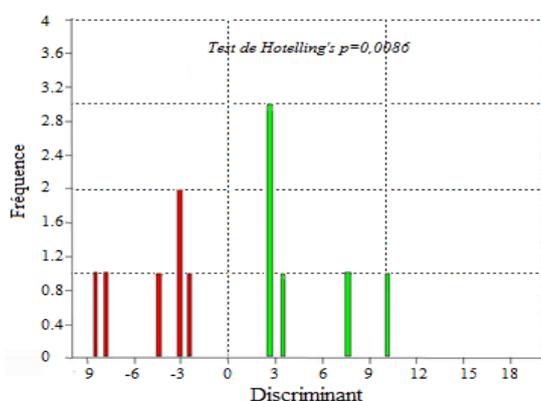


Figure 1: Disposition des fréquences de fitness en fonction des paramètres de discrimination

La fonction discriminante permet de déterminer le paramètre le plus discriminant, permettant dans le développement du ravageur en question. D'après le tableau de discrimination (Tableau 3), on constate que la longueur de

la capsule céphalique est le paramètre le plus déterminant avec une valeur absolue de 13,141 suivie par la longueur du corps avec une valeur de 6,34, le poids larvaire est le critère le moins convoité dans cette discrimination.

Tableau 3 : Détermination des facteurs discriminant.

Facteurs	Poids larvaire	Longueur capsule céphalique	Longueur du corps larvaire
valeurs	4,1646	-13,141	6,3428

Cette analyse nous a permis d'établir des classes de tailles (Tableau 4), représentatives des stades de développement larvaire.

Tableau 4 : Détermination de différentes classes de taille larvaire.

	Longueur de la capsule céphalique	Longueur larvaire
L1	[0,16 ; 0,24[	[0,56 ; 1,5]
L2	[0,24 ; 0,5]	[1,5 ; 2,5]
L3	[0,5 ; 0,85]	[2,5 ; 5,5]
L4	[0,85 ; 1,28]	[5,5 ; 8,22]

**2.2. Distribution des fréquences de tailles**

L'étude des paramètres de fitness pour les trois mois d'étude (juillet, août, septembre) en fonction des portes greffes étudiés a permis d'examiner la distribution des classe

de tailles pour les larves prélevés (Fig. 2a), ainsi que pour les nymphes et les adultes (Fig. 2b).

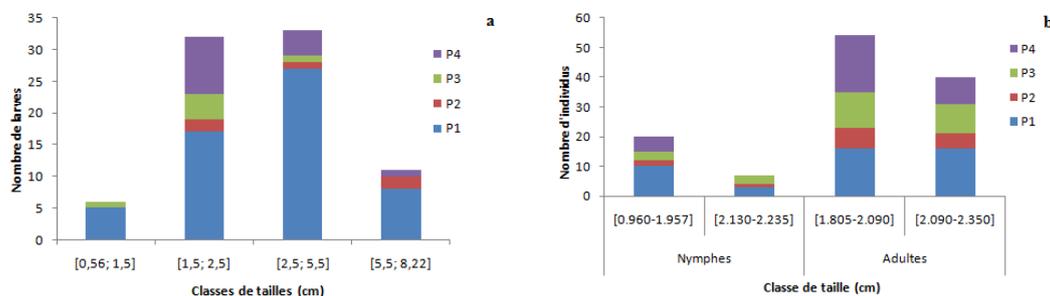


Figure 2 : Distribution des classes de taille de *C. tenebrionis* sur les porte-greffes étudiés (a) larves (b) nymphes et adultes

Le P1 comprend le nombre le plus important d'individus notamment les larves et les adultes avec ses différentes classes de tailles, cependant le P2 se montre moins attractif pour le xylophage. Les classes de taille les plus dominantes chez les larves sont [1,5 ; 2,5] et [2,5 ; 5,5], chez les nymphes on note la dominance de la classe

[0,050 ; 0,258], les Adultes sont dominés par la classe [0,237–0,597]. L'analyse de variance par le modèle général linéaire appliquée sur les effectifs de *C. tenebrionis*, montre une disparité d'effet entre les différents facteurs étudiés, et sont représenté dans la figure ci-dessous (Fig. 3).

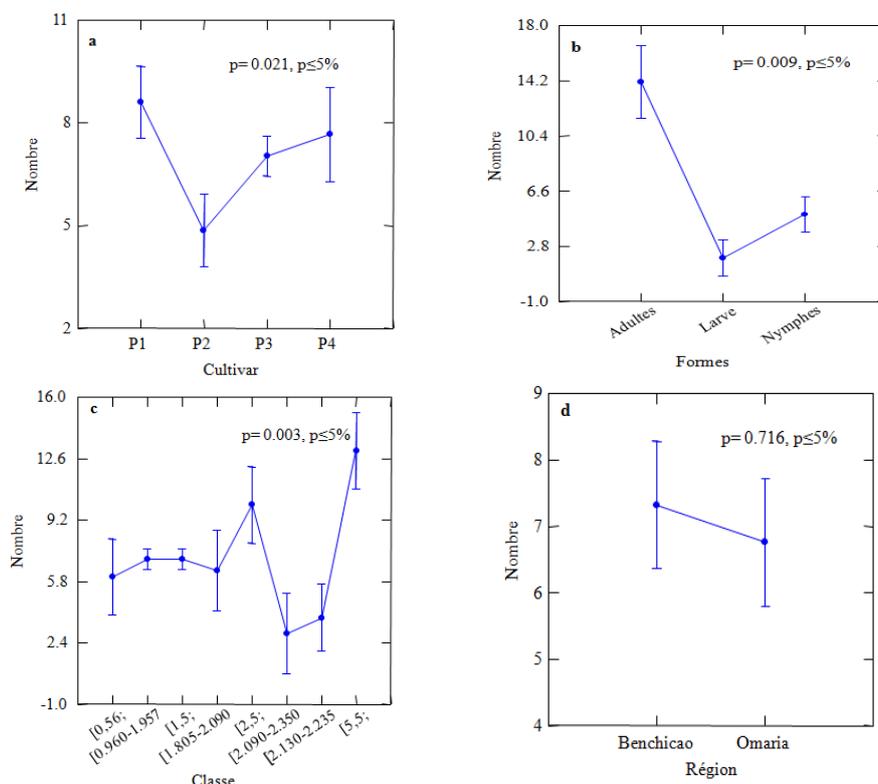


Figure 3 : Effet des cultivars (a), des formes (b), des classes (c) et de la région sur la distribution de *C. tenebrionis* au sein de sa plante hôte

L'analyse fait ressortir un effet significatif respectif des classes de tailles, des formes et des cultivars-pote greffe sur la

distribution du bioagresseur, cependant l'effet régional n'a aucune influence sur les préférences de ce dernier.

La confrontation des différentes classes de tailles a une segmentation en groupe des quatre porte-greffes par l'analyse de clusters (logiciel Past version 3.23), définis la présence de trois groupes homogènes.

Le partitionnement par l'analyse de cluster indique que le développement du xylophage s'apparente entre P2 e P3, est le plus important sur P1 comparés aux autres porte-greffes (Fig. 4).

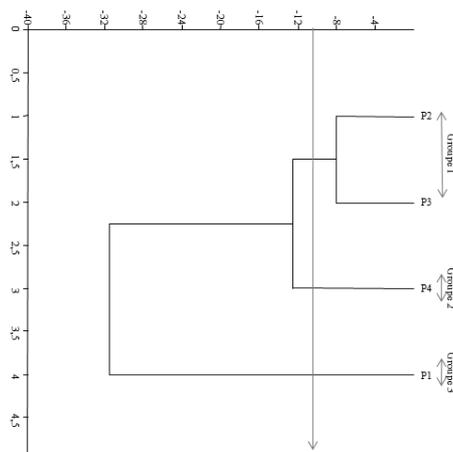


Figure 4 : Analyse de partitionnement hiérarchique décroissant des porte-greffes selon la distribution des classes de tailles de *C. tenebrionis*.

**2.2. Croissance relative**

L'analyse saisonnière de la relation taille-poids au niveau des sites d'étude a permis d'établir les équations correspondantes (Tableau 5). D'après le tableau, on remarque que quel que soit le site et le stade

de développement, le poids augmente moins vite que la longueur est que la croissance peut être considérée minorante puisque la valeur de l'exposant est toujours inférieur à 3.

Tableau 5 : Relation taille-poids chez les différents stades *C. tenebrionis* au niveau des sites d'étude.

site	Stade	Relation	Effectif global	Coefficient de corrélation
Benchicao	Larve	$W_T = 4,827 L_T^{2.015}$	56	0,967
	Nymphe	$W_T = 0,479 L_T^{1.970}$	14	0,960
	Adulte	$W_T = 1,87 L_T^{0.807}$	47	0,937
El Omaria	Larve	$W_T = 4,357 L_T^{1.46}$	21	0,622
	Nymphe	$W_T = 0,669 L_T^{1.71}$	11	0,737
	Adulte	$W_T = 0,839 L_T^{1.602}$	50	0,998

**DISCUSSION**

Le ravageur méditerranéen commun de la famille des rosacées à noyau. *C. tenebrionis* c'est multipliée dans le complexe arboricole, et son expansion se poursuit actuellement presque dans toutes les zones productives prééminente du nord du pays en vue des conditions climatique favorable à son développement (Température estivale comprise entre 25°C et 40°C). Notre étude sur les populations du Bupreste noir dans la région de Médéa nous permet d'avancer que le développement de ce xylophage est fortement lié aux facteurs du milieu. Une disparité dans la distribution et le développement de *C. tenebrionis* noté dans

les sites d'études serait relié principalement aux supports nutritifs différents (cultivar-porte greffe) au sein desquelles les larves étaient logées (Fig. 2 et 3). Mendel [8], confirme que le développement réussi de la descendance est lié à la vigueur de la plante hôte, à la qualité nutritionnelle et aux produits secondaires du porte-greffe.

La sélection de plantes hôte par les insectes phytophages est en grande partie déterminée par les insectes adultes qui choisissent le lieu de développement des descendants, par conséquent, la quantité et la qualité de la plante pour leur développement mais aussi les conditions écologiques environnantes résultent du choix des parents (la mère en général) [11].

Ces propos expliquent le succès pondéral des spécimens relevés sur la région de Benchicao en comparaison avec la région d'el Omaria (Tableau 4)

Peacock et Herrik [12], ont trouvé que les densités de population, la ponte et les dégâts des Coléoptères étaient plus faibles lorsque plusieurs variétés étaient cultivées ensemble (jusqu'à cinq variétés) que lorsqu'une seule variété était menée en culture pure. Ainsi il nous semble intéressant de relier la distribution spatiale contagieuse ayant une tendance prééminente régulière à la présence de cultivars différents dans la même région (Tableau 2).

Il est communément admis que les variétés cultivées ancestrales ainsi que leurs parents sauvages constituent une source importante de gènes de résistance aux stress biotique et abiotique [13]. Ces plantes sont donc utiles dans le cadre de programmes d'amélioration variétale par croisements (sélection conventionnelle) ou par génie génétique (création de plantes génétiquement modifiées) [11]. D'où un nombre de spécimens plus prononcé sur le complexe Stanley-Myrobolan et Bigarreau x Burla-Sainte Lucy compare à Napoléon x Burla-Sainte Lucy (Fig. 3a, Tableau 1).

Les informations sur la sélection des hôtes par ce bioagresseur sont extrêmement limitées. La plupart des buprestidés foreurs recherchent des plantes dont la résistance a été affaiblie d'une manière ou d'une autre [14]. Dans les habitats agricoles, tels que les plantations d'arbres à noyaux, la relation entre l'acceptabilité de l'hôte et l'aptitude de l'hôte au développement larvaire n'est pas simple, car les adultes localisent et colonisent les arbres hôtes à l'aide d'indices provenant du rejeton, c'est-à-dire la couronne de l'arbre [8].

La sélection de plantes hôte par les insectes phytophages est en grande partie déterminée par les insectes adultes qui choisissent le lieu de développement des descendants. Chez de nombreuses espèces, les stades immatures ne changent pas de plante au sein de la plante hôte durant leur développement. Par conséquent, la quantité et la qualité de la plante pour leur développement mais aussi les conditions écologiques environnantes résultent du choix des parents (la mère en général).

On s'attend à ce que cette décision parental soit soumise à de fortes pressions de sélection, de tel façon que la sélection de la plante maximise le retour en fitness à partir des descendant produits. Il est entendu que cette maximisation devrait se produire parmi l'ensemble défini par les contraintes phylogénétique, ontogénique, génétique et écologiques [11]. Dans notre étude, cette différence de fitness se traduit directement sur les la perturbation des effectifs signalée entre les différents cultivars, et la distribution irrégulière entre les différents classe de taille.

A travers une rétrospective des résultats obtenus, nous supposons que l'agressivité du *C. tenebrionis* à l'égard du Bigarreau x Burla-Sainte Lucy (P4) (Fig. 3), semble affectée par le degré d'affinité du porte greffe au sol comme il est le cas à El Omaria où nous avons signalé l'installation de la plantation sur un sol lourd, semi argileux avec calcaire. Or, Gautier [15], d'après les recherches menées sur les conduites culturales avance que les sols qui conviennent le mieux aux cerisiers sont les sols silico-argileux ou silico-limoneux, légers, profonds, et perméables. Il redoute les sols lourds compacts, battant à tendance hydromorphe, car il se montre extrêmement sensible à l'asphyxie radulaire.

Nous avons dû remarquer que le poids augmente moins vite que la longueur quel que soit le site et le stade de développement, ceci suppose que le poids est fonction de la croissance. En effet, Palevody [16], a montré que les poids croissent avec le cube des longueurs. Une stimulation de la croissance peut donc se traduire par une augmentation du poids. Les arthropodes soumis à des facteurs exogènes aurait donc une croissance plus rapide : soit pour mieux résister à ces dernier, soit pour atteindre la maturité sexuelle (Fig. 4).

Nous espérons, à travers cette étude sur l'évolution de ce redoutable ravageur d'arbres fruitier a noyau, avoir réussi à faire une ébauche sur la stratégie de développement en relation avec la des plantes hôtes notamment le porte greffe, en espérant ouvrir d'autres horizons pour les moyens préventifs dans les domaines de la protection des végétaux.

## CONCLUSION

Très peu d'étude se sont penché sur l'effet du régime alimentaire artificiel ou semi-naturel sur le développement et la croissance de *C. tenebrionis* notamment ceux de Gindin et al, [17] et Kokici et al. [18]. Cependant, notre étude établie dans ce même contexte, recherchant l'effet du régime alimentaire sur le comportement et le développement de *C. tenebrionis* au sein de son environnement révèle un effet non significatif de la région sur la distribution de *C. tenebrionis*, mais ce même paramètre semble affecter la croissance pondérale respective des larves et des nymphes. L'effet du cépage-pote greffe, montre clairement une distribution irrégulière des spécimens évoluant sur Sainte Lucy et que la variété Stanley et Napoléon x Burla, offre de meilleurs conditions de développements, notamment à la région de Benchicao. De même pour les la distribution des classe de taille ou la deuxième et la troisième classe de taille montrent une meilleure adaptation au stress du milieu. Les résultats actuels tentent à rechercher une méthode plus standardisé pour monitorer la sensibilité du porte-greffe face à *C. tenebrionis*. Ces éventuels résultats doivent être validés par des essais supplémentaires afin de vérifier la discrimination phytochimique existante

## RÉFÉRENCES

### BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Mendel, Z., Ben-Yehuda, S. & Marcus, R. (1997). Distribution and extent of damage by *Scolytus spp.* to stone and pome fruit orchards in Israel. *Int J Trop Insect Sci* 17:175-181.
- [2] ŞAHİN Ç. & GÖZEL U. (2019). Efficacy of entomopathogenic nematodes against neonate larvae of *Capnodis tenebrionis* (L., 1758) (Coleoptera: Buprestidae). *Türk. entomol. derg.*, 2019, 43 (3): 279-285, DOI: <http://dx.doi.org/10.16970/entoted.543469>
- [3] Bari, G., Scala, A., Garzone, V., Salvia, R., Yalcin, C., Vernile, P., Aresta, A. M., Facini, O., Baraldi, R., Bufo, S. A., Vogel, H., de Lillo, E., Rapparini, F., & Falabella, P. (2019). Chemical Ecology of *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera: Buprestidae): Behavioral and Biochemical Strategies for Intraspecific and Host Interactions. *Frontiers in physiology*, 10, 604. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00604>
- [4] Malagon, J., & Garrido, A. (1990). Relacion entre el contenido de glicosidos cianogenicos y la resistencia a *Capnodis tenebrionis* L. en frutales de hueso. *Bol. San. Veg. Plagas.* 16: 499-503.
- [5] Salazar, D., Miro M., & Garcia S. (1991). Rootstocks for dry region apricot tree faced with *Capnodis tenebrionis* L. *Acta Hort.* 293: 401-404.
- [6] Mulas, M. (1994). Almond genetic resources and resistance to *Capnodis tenebrionis*. *Acta Hort.* 373: 41-48.
- [7] Mendel, Z., Assael, F. & Ben-Yahuda, S. (2003). Host selection and root colonization of cyanogenic stonefruit species by *Capnodis* spp. (Coleoptera: Buprestidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 96 (2): 127-134.
- [8] Mendel, Z., ASSAEL, F., & Ben-yehuda, S. (2003). Host Selection and Root Colonization of Cyanogenic Stonefruit Species by *Capnodis* spp. (Coleoptera: Buprestidae) *Ann. Entomol. Soc. Am.* 96(2): 127-134.
- [9] Vasseur, R., & Schivester, D. (1957). Biologie et écologie du Pou de Sain José *Quadraspidiotus perniciosus* Const. en France. *Ann. INRA, série Epiph.* pp. 5-161.
- [10] Huxley, J., & Teissier, G. (1936). Terminology of Relative Growth. *Nature*, 137: 780-781. <http://dx.doi.org/10.1038/137780b0>
- [11] Sauvion, N., calatayud, P.A., Thièry, D., & Marion-poll, F. (2013). *Interactions insectes-plantes*. Ed. IRD, Marseille, 743p.
- [12] Peocok, L., & Herrick, S. (2000). Responses of yellow beetle phratora to genetically and spatially diverse salix spp. Plantation. *Journal of applied ecology*, 37:821-831.
- [13] Hajjar, R. & Hodgkin, T. (2007). The use of wild relatives in crop improvement: A survey of developments over the last 20 years. *Euphytica*, 156: 1-13.
- [14] Haak, R. A., & Slansky, F., (1987). *Nutritional ecology of wood-feeding Coleoptera, Lepidoptera and Hymenoptera*, New York, pp. 44-486.
- [15] Gautier, M. (1988). *La culture fruitière, (arboriculture fruitière)*.Ed. Lavoisier, vol. 1, Paris, 492 P.
- [16] Palevody, C. (1974). *Relations chronologiques entre cycles de mue et cycles de ponte chez Folsomia candida (Collembola, Isotomidae)*". In: *Pedobiologia* 14, pages.
- [17] Gindin, G., Kuznetsova, T., Protasov, A., Ben-Yehuda, S., & Mendel, Z. (2009). Artificial diet for two flat-headed borers, *Capnodis spp.* (Coleoptera: Buprestidae)- *European Journal of Entomology*, 106: 573-581.
- [18] Kokici, H., Laterza, I., Bari, G., Meneghini, M., Addante, R., et De Lillo E. (2020). A preliminary report on the effects of the rootstocks on the postembryonic development of *Capnodis tenebrionis* on semi-artificial substrates. *Bulletin of Insectology*, 73 (1):95-101.