

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

VALIDATION DES MESURES DE SÉLECTION DE NOURRITURE ET DES PRÉFÉRENCES ALIMENTAIRES
CHEZ LA PUNAISE TERNE *LYGUS LINEOLARIS*

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN BIOLOGIE

PAR

LYTANA LÉCUYER

NOVEMBRE 2024

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.12-2023). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je souhaite exprimer ma gratitude à tous les membres, passés et présents, du laboratoire Montiglio pour leurs retours précieux à différentes étapes de mon parcours en maîtrise. Je suis également reconnaissante envers Pierre-Olivier pour sa confiance indéfectible tout au long du processus, même lorsque je doutais de moi-même et du projet. Je remercie aussi François et Mireia pour leur précieuse aide sur la partie concernant la biologie de la punaise terne, une lacune que j'avais souvent du mal à combler.

Merci à toi Louis-Philippe, qui a pris le temps de répondre à mes questions, parfois tard le soir ou la fin de semaine, même lorsque tu étais épuisé après le travail. Sans ton soutien, je n'aurais jamais pu y arriver. Merci à toi aussi Julien pour tes cours d'écologie, d'évolution et de comportement animal, dispensés lors de nombreux après-midis. Sans vous deux, ma progression aurait été bien plus lente. Un immense merci aussi à Karen, qui a été présente pour moi lors des moments difficiles, où j'avais besoin de partager mes colères et mes frustrations.

Enfin, un sincère remerciement à tous les membres de mon jury pour avoir pris le temps d'évaluer mon mémoire.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIÈRES	iii
LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
RÉSUMÉ.....	viii
CHAPITRE 1 INTRODUCTION GÉNÉRALE	9
1.1 Écologie de la prise de décision	9
1.2 Validation écologique.....	12
1.3 Les préférences	15
1.4 Objectifs	18
1.5 Modèle : <i>Lygus lineolaris</i>	18
CHAPITRE 2 VALIDATION OF FOOD SELECTION MEASURES AND FOOD PREFERENCES IN THE TARNISHED PLANT BUG <i>LYGUS LINEOLARIS</i>	21
2.1 Summary	21
2.2 Introduction	22
2.3 Methods	24
2.3.1 Study system and population	24
2.3.2 Experimental approach.....	25
2.3.3 Open field tests.....	26
2.3.4 Statistical analysis	27
2.4 Results	29
2.4.1 Variable for search effort and food use.....	29
2.4.2 Preferences and influence of prior knowledge of a food	33
2.4.3 Consistent individual differences.....	37
2.5 Discussion.....	40
2.6 References.....	44
CHAPITRE 3 CONCLUSION GÉNÉRALE	52
3.1 Validation	52
3.2 Préférences	54

3.3 Différences individuelles constantes56

3.4 Directions futures.....60

ANNEXE A INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES AU CHAPITRE II.....62

BIBLIOGRAPHIE.....66

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 Predicted amount of time spent moving by individuals in the three open field tests. Estimates were produced by a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution. Vertical bars represent the 95% confidence intervals. The predicted mean values are also shown. Asterisks represent statistically significant differences. 30

Figure 2.2 Predicted amount of time spent on foods by individuals in the two open field tests containing food. Estimates were produced by a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution. Vertical bars represent the 95% confidence intervals. The predicted mean values are also shown. Asterisks represent statistically significant difference. 32

Figure 2.3 Predicted amount of time spent on food plant species by individuals in the open field test with food and fed individuals for the whole test duration. Estimates were produced by a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution. Vertical bars represent the 95% confidence intervals. None of the predicted mean values are statistically different from another. 34

Figure 2.4 Predicted amount of time spent on known and unknown foods by individuals in the open field test with food and fed individuals for the whole test duration. Estimates were produced by a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution. Vertical bars represent the 95% confidence intervals. 36

Figure 2.5 Reaction norm for the time spent moving (left) and the time spent on the foods (right) in the three repetitions in the open field with food and fed individuals. Each gray point represents the predicted time spent (sec/min) of every individual, and the black points represent the population mean. The dotted lines are there to help visualize each individual’s mean value..... 38

Figure 2.6 Reaction norm for the time spent on known food (left) and unknown food (right) in the three repetitions in the open field with food and fed individuals. Each gray point represents the predicted time spent (sec) of every individual, and the black points represent the population mean. The dotted lines are there to help visualize each individual’s mean value. 40

Figure 3.1 Canola flower 62

Figure 3.2 General overview of an open field with food. In this case, the random order was Buckwheat#1, Lettuce#1, Canola#1, Buckwheat#2, Lettuce#2 and Canola#2. 63

Figure 3.3 Principal component analysis of the variables linked to movement for the empty open field (left up), the open field with food and fasted individuals (right), and the open field with food and fed individuals (left down). Only variables with a \cos^2 greater than 0.6 are shown for easier visualization. The number of started movements and the time spent moving are highlighted in yellow and green respectively..... 64

Figure 3.4 Principal component analysis of the variables linked to the food use for the open field with food and the fasted individuals (left), and the open field with food and the fed individuals (right). Only variables with a \cos^2 greater than 0.6 are shown for easier visualization. The time spent on food is written in red..... 65

Figure 3.5 Predicted amount of time spent moving by each individual in relation to the time they spent on food during the three repetitions in the open field test with food and fed individuals. Estimates were produced by a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution..... 65

LISTE DES TABLEAUX

Table 2.1 Fixed effects of the model used for validation for search effort (time spent moving). The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and experimental block as random effects.	30
Table 2.2 Fixed effects of the model used for validation for food use (time spent on foods). The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and experimental block as random effects.	32
Table 2.3 Fixed effects and repeatability estimates for the preferences for food plant species in the open field test with food and fed individuals. The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and date nested in experimental block as random effects.	34
Table 2.4 Fixed effects and repeatability estimates for preferences for known and unknown foods in the three observations in the open field test with food and fed individuals. The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and date nested in experimental block as random effects.	36
Table 2.5 Fixed effects and repeatability estimates for the search effort in the three observations in the open field test with food and fed individuals. The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and date nested in experimental block as random effects.	38
Table 2.6 Fixed effects and repeatability estimates for the food use in the three observations in the open field test with food and fed individuals. The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and date nested in experimental block as random effects.	39
Table 3.1 Ethogram	63

RÉSUMÉ

Comprendre le mouvement des animaux est un défi clé en écologie, notamment pour comprendre les moteurs de la mobilité animale. L'un des facteurs de cette mobilité est la sélection des ressources. Elle implique deux traits comportementaux principaux : l'effort de recherche, l'investissement dans l'acquisition de ressources motivé par les besoins d'un individu; et l'utilisation des ressources, indiquant les préférences lorsqu'elles sont utilisées de manière non aléatoire. == À cet égard, plusieurs espèces sont connues pour présenter une néophilie ou une néophobie, chacune pouvant avoir un impact sur l'aptitude phénotypique d'un individu. Pour mesurer correctement l'effort de recherche, l'utilisation des ressources et en déduire les préférences, il est essentiel de procéder à une validation par une approche expérimentale pour confirmer que les mesures comportementales reflètent avec précision la fonction biologique du comportement, comme la réponse à la faim. Nous avons validé les mesures d'effort de recherche et d'utilisation de nourriture chez la punaise terne *Lygus lineolaris* en prenant un premier groupe de 84 individus pour les observer dans trois conditions différentes : une arène vide, une arène avec de la nourriture et une arène avec de la nourriture, mais où les individus étaient mis à jeun 8h avant leur observation. Nous avons également cherché à évaluer les mesures de préférence en faisant varier l'expérience des individus avec différents aliments afin de déterminer si nous pouvions identifier des préférences au-delà des tendances à la néophobie ou à la néophilie. Nous avons donc utilisé un second groupe de 56 individus, que nous avons observé à trois reprises dans l'arène avec nourriture et sans mise à jeun. Enfin, nous voulions aussi savoir s'il existe des différences individuelles constantes dans le comportement de sélection de nourriture de *L. lineolaris* puisque si ces différences sont liées à des traits héréditaires, elles pourraient influencer l'évolution du comportement de l'espèce. Nos résultats démontrent que le temps total passé en mouvement et le temps total passé sur les aliments augmentent après une période de jeûne. Cette observation suggère que ces variables sont des mesures adaptées pour quantifier l'effort de recherche et l'utilisation des ressources, respectivement. De plus, *L. lineolaris* ne montre pas de préférence pour un aliment spécifique, même après avoir pris en compte la néophobie. Enfin, *L. lineolaris* présente des différences individuelles constantes dans l'effort de recherche pour de la nourriture et les préférences. Cette recherche contribue à la littérature limitée sur la validation des mesures du comportement des arthropodes. Nos résultats soulignent l'importance d'une validation rigoureuse avant d'évaluer les comportements. Notre étude montre que l'effort de recherche, l'utilisation alimentaire et les préférences sont des comportements répétables chez la punaise terne, renforçant la pertinence de nos résultats pour la compréhension et les stratégies de gestion des ravageurs.

Mots clés : sélection de nourriture, préférences, différences individuelles constantes, écologie comportementale, *Lygus lineolaris*

CHAPITRE 1

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1.1 Écologie de la prise de décision

L'écologie comportementale vise à expliquer comment les traits comportementaux des animaux affectent leur habileté à survivre et se reproduire (Lorenz, 1981; Tinbergen, 1963). Comme les traits physiologiques, les traits comportementaux seraient soumis à au moins une des quatre forces évolutives, telles que la mutation, la dérive génétique, le flux génique et plus particulièrement, la sélection naturelle (Birkhead & Monaghan, 2010). Les chercheurs faisant partie du domaine de l'écologie comportementale partent généralement du principe que la sélection naturelle tend à optimiser les structures biologiques et les traits d'un organisme. Ce faisant, les organismes ajusteraient leur comportement de manière à maximiser leur aptitude phénotypique (Westneat & Fox, 2010). Par ailleurs, la sélection naturelle ne peut s'effectuer au travers d'une population que s'il y a à la fois des différences individuelles constantes et que ces différences sont héréditaires (Alonzo, 2015; Westneat et al., 2015).

Les différences individuelles constantes sont définies comme la portion de variabilité comportementale attribuable aux différences entre individus (Bell et al., 2009; Lessells & Boag, 1987; Shrout & Fleiss, 1979). Un trait comportemental répétable se caractérise par une variance intra-individuelle inférieure à sa variance inter-individuelle (Potier et al., 2015). Les différences individuelles sont « constantes » dans le sens où un individu diffère constamment d'un autre individu lorsque ceux-ci sont comparés dans des situations identiques et ce, peu importe la situation. Par exemple, chez *Anthocharis cardamines* (Lepidoptera : Pieridae), les mâles font de plus grands pas que les femelles, sans pour autant qu'une différence physiologique en soit responsable (Kallioniemi et al., 2014). Par conséquent, les différences individuelles constantes n'impliquent pas que la valeur du trait comportemental reste identique au sein d'un même individu (plasticité comportementale, Snell-Rood, 2013).

Une des questions qui intéresse le plus les écologistes depuis des décennies, c'est de comprendre pourquoi les individus et les populations se déplacent, puisque ces déplacements ont des effets sur plusieurs processus écosystémiques. Par exemple, les animaux qui se déplacent ont plus de chances d'entrer en contact les uns avec les autres, ce qui permet aux agents infectieux responsables d'épidémies et de maladies de se propager (Fèvre et al., 2006; Hemida et al., 2017). Cela a des répercussions sur la santé publique lorsque ces maladies se transmettent à l'humain, comme dans le cas de la rage (Rupprecht et al.,

1995), la leishmaniose (Ferroglio et al., 2005), la tuberculose bovine (Gilbert et al., 2005) ou la trypanosomiase humaine africaine (Fèvre et al., 2005). Par exemple, l'apparition de la leishmaniose est liée à la propagation des phlébotomes (« *sandflies* », Oryan & Akbari, 2016); le mouvement du bétail est la principale cause de transmission de la tuberculose bovine en Grande-Bretagne (Gilbert et al., 2005); et le mouvement du bétail vers d'autres régions a entraîné la propagation de la trypanosomiase humaine africaine (Fèvre et al., 2001). De plus, le mouvement des animaux affecte également les efforts de conservation menés pour protéger des espèces menacées ou réintroduites puisque ces populations sont beaucoup plus sensibles à la menace des maladies infectieuses (Heard et al., 2013). Les déplacements des animaux influencent aussi la dynamique des relations entre les prédateurs et leurs proies, puisque lorsque les prédateurs se déplacent entre les parcelles d'habitat, ils peuvent produire des pressions de prédation variables à travers un espace, permettant la coexistence de plusieurs populations de proies, chacune étant préservée d'une prédation excessive (Holt, 1984). Ensuite, un arrangement spatial agrégé d'espèces compétitrices facilite leur coexistence, avec les espèces ayant une capacité compétitrice plus élevée qui ont des performances moindres, tandis que les espèces ayant une capacité compétitrice plus faible ont de meilleures performances (Hart & Marshall, 2009). Les déplacements des animaux ont aussi un effet sur la biodiversité par le déplacement des espèces, et par extension, des individus et de leurs gènes dans l'espace et dans le temps (Bonte et al., 2004; Cushman & Lewis, 2010; Jeltsch et al., 2013). Plus particulièrement, le déplacement d'individus d'espèces d'intérêt, comme les ravageurs ou les espèces menacées, suscite un intérêt croissant depuis quelques décennies (Allen & Singh, 2016; Codling, 2014). Comprendre les mécanismes de propagation peut aider à réguler les espèces envahissantes (Cock et al., 2016; Hajek & Eilenberg, 2018) et à préserver les habitats essentiels pour les espèces sentinelles ou menacées (Dodd & Cade, 1998; Shaw, 2020).

Une façon d'aborder la question du mouvement des animaux est de comprendre pourquoi l'individu ou la population se déplace. Les animaux peuvent se mouvoir en réponse à plusieurs stimuli internes et externes, comme la satiété ou l'état de soif, ou encore en réponse à la prédation ou à une condition météorologique (Holyoak et al., 2008). Plus particulièrement, ils peuvent se déplacer en prenant des décisions quant à la façon de sélectionner les ressources (Ydenberg, 2010). La sélection de ressources est un processus par lequel les individus acquièrent des objets disponibles dans l'environnement qui leur permettent de survivre ou de se reproduire (Leclerc et al., 2012; Rettie & Messier, 2000). Dans l'absolu, les organismes devraient choisir les ressources qui maximiseront leur aptitude phénotypique (McLoughlin et al., 2010). Cependant, dans la réalité, les mécanismes de prise de décision chez une espèce ou une population ont

été et sont encore influencés par les processus de sélection naturelle et sexuelle, au même titre que des traits physiques (Ydenberg, 2010).

La sélection de ressources étant un comportement complexe, il est possible de la diviser en plusieurs processus remplissant chacun une fonction biologique, comme la sélection d'habitat (Morris, 2011), de nourriture (Emlen, 1966; MacArthur & Pianka, 1966), de partenaire (Emlen & Oring, 1977), d'abri (Jeanson & Deneubourg, 2007; Valdimarsson & Metcalfe, 1998), de site de reproduction ou de ponte (Danchin et al., 1998). Ces processus sont chacun sous-tendus par au moins deux traits comportementaux. Le premier trait est l'effort de recherche, qui est motivé par un besoin à remplir (comme remplir la fonction « se nourrir »), et se définit comme l'investissement fait par l'animal pour acquérir la ressource (Archer & Birke, 1983; Nathan et al., 2008; Newman et al., 1994). Cet investissement est à la fois énergétique et temporel puisque l'animal doit physiquement se déplacer dans l'espace, ses sens ayant un spectre de perception limité (Stevens, 2013), et il doit consacrer du temps à cette tâche plutôt qu'à une autre (Buskirk & Millspaugh, 2006; Klappstein et al., 2022). La littérature présente plusieurs mesures pour quantifier l'effort de recherche : la distance parcourue par unité de temps (Buskirk & Millspaugh, 2006; Votier et al., 2017), la vitesse moyenne de déplacement (Pinaud, 2008; Tucker, 1970), la durée passée en mouvement (Debeffe et al., 2013; Webber et al., 2020), la latence à se déplacer, et le nombre de visites et de revisites d'un emplacement (Graham et al., 2018; Peralas et al., 2017). Toutes ces mesures ont en commun la considération que l'animal n'a pas une connaissance parfaite de son environnement. Cela implique que l'effort de recherche est aussi relatif à ce que l'animal a déjà exploré. Bien que l'effort de recherche et l'exploration soient des concepts étroitement liés (Archer & Birke, 1983), ils se différencient par le fait que l'exploration est une réponse générale à la nouveauté (nouvel environnement, objet ou situation, Breck et al., 2019; Réale et al., 2007) tandis que l'effort de recherche est une activité dirigée vers un objectif, comme se nourrir, trouver un abri ou un partenaire (Archer & Birke, 1983).

Le second trait comportemental de la sélection de ressources est l'utilisation de ressources, qui se définit par la quantité de ressource qui est exploitée, et se mesure par un dénombrement ou une biomasse (Manly et al., 2002a; Waldbauer, 1968). Une mesure alternative est de mesurer le temps passé avec chaque ressource (Browne, 1975), bien qu'il puisse s'agir d'une interprétation de ce que l'animal fait : on suppose que lorsque l'animal est à proximité de la ressource, il l'utilise. Par exemple, chez plusieurs espèces d'insectes, l'évaluation d'une ressource peut passer par un contact avec différents organes sensoriels (Miles, 1958; Schoonhoven, 1968), sans pour autant que la ressource ne soit utilisée. Par ailleurs,

un animal ne peut utiliser que les ressources disponibles, c'est-à-dire lorsqu'elles sont présentes en quantité suffisante pour permettre leur détection par l'organisme d'intérêt, et qu'elles sont accessibles pour ce dernier (Johnson, 1980; Lele et al., 2013; Manly et al., 2002b). Une ressource peut devenir indisponible une fois qu'elle a été utilisée, par exemple dans le cas des aliments, mais elle peut aussi redevenir disponible après son utilisation, comme pour une parcelle d'habitat (Manly et al., 2002b).

1.2 Validation écologique

Les études comportementales varient selon la ressource étudiée et l'animal concerné. Elles peuvent se dérouler soit sur le terrain, soit en laboratoire ou être une combinaison des deux. Par exemple, la sélection d'habitat chez les grands mammifères et les oiseaux est généralement étudiée en milieu naturel (Brook, 2010; Dahle & Swenson, 2003; Danchin et al., 1998; Gillingham & Parker, 2008; Pinaud & Weimerskirch, 2005; Rettie & Messier, 2000; Suryan et al., 2006). La sélection de nourriture a également fait l'objet d'études approfondies tant sur le terrain qu'en laboratoire depuis la publication de MacArthur & Pianka (1966). Les recherches sur le terrain sont souvent privilégiées pour leur validité écologique, puisque la variabilité environnementale peut influencer le comportement et les interactions entre l'environnement et les facteurs génétiques, en plus d'affecter l'aptitude phénotypique et donc la sélection (Archard & Braithwaite, 2010; Dingemanse et al., 2004; Wilson, 1998). Étudier les animaux en milieu naturel permet aussi de mieux comprendre les mécanismes derrière la plasticité comportementale, puisque les animaux varient dans leur capacité à s'adapter aux changements dans leur environnement (Dingemanse et al., 2004; Wilson, 1998; Wilson et al., 1994). Ces changements peuvent être générés volontairement dans un contexte de laboratoire dans le but justement d'étudier la plasticité comportementale (Hora et al., 2005; Polverino et al., 2019; Sattman & Cocroft, 2003). Cependant, le côté aléatoire dans l'apparition de ces changements environnementaux est aussi un effet d'importance potentielle (Ghalambor et al., 2007).

L'utilisation des études de terrain découle aussi d'une des principales critiques adressées aux expériences en laboratoire, où certains comportements observés pourraient ne jamais se produire en conditions naturelles, comme appuyer sur un bouton pour déclencher l'ouverture d'une trappe contenant une récompense alimentaire (Seligman, 1970). Cependant, le contrôle des conditions d'observation en laboratoire permet de standardiser les variables environnementales, ce qui est pratiquement impossible à réaliser dans les études sur le terrain (Archard & Braithwaite, 2010). Par ailleurs, le temps requis pour les études sur le terrain est généralement considérablement plus long que celui requis pour les études en laboratoire avec des échantillons de taille équivalente (Archard & Braithwaite, 2010). Il est aussi possible

que l'augmentation de la taille de l'échantillon soit nécessaire afin de détecter les effets résultant de variations environnementales, développementales et sociales (Dupont & Plummer, 1998).

L'un des tests les plus utilisés depuis de nombreuses années pour les études du comportement en laboratoire est le test d'arène, car il est simple et permet d'obtenir rapidement des mesures comportementales (Walsh & Cummins, 1976). Bien que considéré comme une méthode standardisée, le test d'arène peut varier considérablement d'une étude à l'autre en termes de couleur, de taille, de forme et de matériau, même pour les études sur une même espèce, ce qui peut donner lieu à des conséquences sur le comportement (Blizard, 1971; Broadhurst, 1957; Oldham & Morlock, 1970). Traditionnellement, le test d'arène consistait en un environnement vide ou l'on quantifiait principalement des comportements moteurs chez un individu qui vient d'être placé dans un nouvel environnement ouvert, mais dont il ne peut s'échapper (Hall, 1934). Ce faisant, les comportements observés dépendent également de l'habituation à l'environnement de l'arène (Matsunaga & Watanabe, 2010; Poveda et al., 2020). Les comportements moteurs peuvent également être mesurés par leur absence, comme la latence avant de réaliser un mouvement ou la durée d'immobilité, comme observé dans l'expérience de Nemiroff & Despland (2007). De plus, certaines études ont utilisé un score comportemental basé sur le temps passé dans différentes zones de l'arène, telles que la périphérie, le centre, la zone de relâchement au début du test ou l'extérieur de cette zone (Ehrlich & Burns, 1958; Valle, 1970).

Les interprétations des comportements tirés du test d'arène peuvent s'appuyer sur l'intuition personnelle de l'observateur quant aux intentions derrière le comportement manifesté (Walsh & Cummins, 1976). Les impressions intuitives sont depuis longtemps critiquées pour leur propension à l'anthropomorphisme et à l'ignorance de la signification réelle des comportements étudiés (Henderson, 1968). Par exemple, l'étude de l'émotivité chez les rongeurs a donné lieu à de nombreuses recherches qui n'ont que rarement défini clairement ce concept et ses implications comportementales (Evans & Hunt, 1942). Lorsque ces études ont tenté de définir l'émotivité, elles l'ont souvent fait de manière circulaire (Evans & Hunt, 1942). Il est récemment devenu plus courant de définir rigoureusement les comportements avant de les évaluer, bien que cela ne soit pas toujours le cas. Par exemple, deux études de moins de dix ans ont défini le temps passé à parcourir les surfaces comme une « recherche active de nourriture » (Reiskind & Janairo, 2015), ou le temps mis par un prédateur pour rencontrer une proie qualifié de « temps de recherche » (Azevedo et al., 2023), ces deux concepts correspondant à ce que nous entendons par « effort de recherche ».

La nécessité de définir correctement les comportements et d'interpréter les mesures prises pour les quantifier souligne l'importance de procéder à une validation (Candland & Nagy, 1969; Johnson-Ulrich et al., 2023; Nunnally, 1975; Rizzo & Silverman, 2016). Il existe deux types de validation, chacune avec une approche complémentaire à l'autre. Le premier type implique la comparaison entre la mesure d'un comportement pertinent sur le plan écologique dans un environnement naturel et la mesure d'un comportement similaire dans un environnement contrôlé (Hollander et al., 2008; Quinn et al., 2009; Verbeek et al., 1994). L'objectif est de démontrer que la mesure prise en conditions contrôlées (qui réduisent au maximum l'influence des variables environnementales) est corrélée à un comportement écologiquement pertinent, garantissant ainsi que les deux mesures reflètent le même trait comportemental latent (Araya-Ajoy & Dingemanse, 2014; Carter et al., 2013; Houle et al., 2011). Par exemple, Mouchet & Dingemanse (2021) ont constaté qu'il n'y avait aucune corrélation entre les tests d'activité en laboratoire et sur le terrain dans un nouvel environnement chez les mésanges charbonnières (*Parus major*), suggérant que ces deux mesures reflètent l'expression de caractères latents distincts sous différentes pressions de sélection.

Le deuxième type de validation repose sur l'approche expérimentale. Cette approche sert à vérifier si la mesure comportementale utilisée reflète le comportement attendu, c'est-à-dire que le comportement remplit bien une fonction biologique, comme répondre à la faim ou au risque. De ce fait, ce type de validation est toujours réalisé en conditions entièrement contrôlées. L'on compare une mesure de comportement dans un premier environnement standardisé avec la même mesure dans un second environnement où une seule variable est changée, comme le niveau de stress infligé aux individus ou l'administration d'un produit pharmacologique (Peters et al., 2007; Rizzo & Silverman, 2016). Cette validation a donc pour but d'établir un lien de cause à effet entre la variable appliquée et la variation observée, que ce soit un changement physiologique ou comportemental (Boettcher & Simons, 2022). Bien que cette approche soit parfois critiquée car elle peut ne pas être corrélée avec la mesure du trait comportemental en milieu naturel (Mouchet & Dingemanse, 2021), elle est utile si l'on souhaite obtenir une mesure spécifique d'un trait comportemental. En effet, elle garantit que l'animal manifeste le trait comportemental d'intérêt en contrôlant un maximum de facteurs environnementaux (température, humidité, luminosité, etc.) tout en offrant un contexte motivant l'expression du trait comportemental. Par exemple, si l'on cherche à obtenir une mesure de l'effort de recherche de nourriture, il est essentiel de garantir, en premier lieu, la présence de seulement la nourriture dans l'environnement, afin d'éliminer la possibilité d'expression d'autres traits comportementaux. En second lieu, il est impératif de maximiser les

chances que l'individu focal manifeste un comportement de recherche de nourriture. C'est possible en soumettant l'individu à un jeûne avant son observation, de manière que la recherche de nourriture devienne prioritaire chez cet individu. Il est donc nécessaire de contrôler les conditions du test de manière que tous les autres besoins de l'individu soient satisfaits. En continuant avec l'exemple de la recherche de nourriture, cela implique de sélectionner les individus sexuellement immatures afin d'éviter la recherche de partenaires, de garantir que l'individu ait un accès libre à l'eau avant l'observation pour prévenir la recherche d'eau, de créer une situation aussi peu stressante que possible pour éviter la quête de refuge ou la fuite (par exemple, en offrant une période d'acclimatation avant l'observation), et ainsi de suite. Cela constitue donc forcément un environnement avec des conditions peu représentatives de la variabilité environnementale, mais qui permet de confirmer l'expression du trait comportemental désiré, et seulement ce trait. Par opposition, mesurer plusieurs traits comportementaux simultanément pose le problème d'une vision moins nette des forces et des contraintes évolutives qui pourraient être à l'œuvre au sein d'une population, puisque certains traits peuvent s'opposer tout en ayant un impact sur une même fonction biologique (Bell, 2005; Falconer & MacKay, 2003; Réale et al., 2007; Roff et al., 2003; Sih et al., 2004).

1.3 Les préférences

Bien que le test d'arène évalue principalement les comportements moteurs dans un espace vide, les chercheurs se sont rapidement intéressés à quantifier le comportement en présence d'objets ou d'autres stimuli comme des congénères (Fox & Spencer, 1969; Latane et al., 1970; McCall et al., 1969). Dans ces cas, on mesure généralement le nombre d'approches du stimulus et le temps passé avec chaque stimulus, à partir desquels on infère une préférence (Fox & Spencer, 1969; Latane et al., 1970; McCall et al., 1969). Une préférence est exprimée lorsqu'un type de ressource est utilisé ou choisie plus souvent que d'autres types de ressources disponibles. Par exemple, un individu préfère un aliment s'il l'utilise ou le choisit plus souvent que les autres aliments disponibles (Manly et al., 2002b). Par ailleurs, une préférence peut seulement être inférée à partir de l'utilisation de ressources, ce qui constitue la réponse de l'individu focal. Certaines études utilisent un sens différent du terme « préférence », par exemple la préférence pour un chant de cour chez *Drosophila virilis* Sturtevant (Diptera : Drosophilidae), où la réponse était le déploiement des ailes par la femelle (Isoherranen et al., 1999). Cependant, il s'agissait là de la préférence pour le chant de cour, qui ne correspond pas à notre définition d'une ressource, qui est un objet qui permet à l'individu de survivre ou se reproduire. Le chant de cour dans ce cas-ci ne permet pas en lui-même la survie ou la reproduction de l'individu, il est plutôt une extension, une façon d'identifier, de reconnaître

ou de juger de la qualité du partenaire sexuel (Alexander et al., 1997; Derlink et al., 2014), ce dernier étant la ressource. Par conséquent, l'utilisation de ressources ne s'applique pas à cette étude sur la préférence d'un chant de cour, malgré l'utilisation du terme « préférence » dans les deux situations.

Les préférences peuvent aussi être inférées au niveau populationnel. Par exemple, on considère qu'une population préfère une ressource donnée si une densité plus élevée d'individus est trouvée sur cette ressource par rapport aux autres ressources disponibles (Eitam & Vargas, 2007; Paje & Mossakowski, 1984; Solà et al., 2020). Ce genre d'étude a toutefois ses limites. En prenant en exemple l'étude de Solà et al. (2020), les préférences pour une plante hôte et leurs structures végétales ont été inférées à partir d'observations prises dans des cages contenant des plants de fraisier, de canola et de sarrasin. Les individus étaient motivés à chercher de la nourriture puisqu'ils ont été préalablement mis à jeun. Ils ont ensuite été libérés en deux groupes de 30 individus, l'un soumis à la prédation par trois adultes *Nabis americana* Carayon (Hemiptera : Nabidae), l'autre non soumis à la prédation. Ici, la définition de préférence telle que nous l'entendons était assouplie, car selon cette approche, une préférence ne peut être inférée que lorsque toutes les ressources (dans ce cas-ci, la nourriture) sont disponibles de manière égale. Cependant, dans l'étude de Solà et al. (2020), aucune plante n'était disponible de manière égale, étant donné que les individus étaient soumis à la prédation et à la compétition intraspécifique. En effet, lorsque des prédateurs ou des individus à plus forte capacité compétitrice utilisent les ressources, ils les rendent indisponibles pour les autres individus (Manly et al., 2002b). Les études sur les préférences populationnelles sans considération pour la variation intraspécifique peuvent aussi masquer la diversité alimentaire totale de la population (avec une population généraliste alors que les individus sont spécialistes Bolnick et al., 2007), limitant ainsi la compréhension des dynamiques populationnelles (Bolnick et al., 2011). Dans le cas des préférences alimentaires, les différences individuelles peuvent mener à des différences dans le revenu énergétique et l'exposition aux agents pathogènes (Johnson et al., 2009). Lorsque l'on évoque une préférence au niveau de la population, il s'agit en réalité d'une moyenne basée sur les préférences individuelles, ce qui peut conduire à une généralisation excessive. Par exemple, l'absence apparente d'une préférence moyenne peut résulter de la diversité des préférences au sein de sous-groupes de la population, tels que des différences entre les sexes (Shine, 1989, 1991), les groupes d'âges (Uetz & Norton, 2007) ou les écotypes (Braem et al., 2021). Dans ce cas, une préférence peut être présente, mais elle est répartie de manière égale entre ces sous-groupes, masquant ainsi toute préférence individuelle ou sous-populationnelle.

De plus en plus d'études s'attardent à l'importance des préférences au niveau individuel puisque des variations dans l'utilisation des ressources sont observées même parmi les individus du même âge et du même sexe (Araújo et al., 2011). Il s'agit là de la base de toute la littérature sur la spécialisation de niche individuelle : si une population est composée d'individus qui présentent des différences individuelles constantes dans leurs préférences, alors ces individus pourraient éventuellement être considérés comme des spécialistes (Bolnick et al., 2003). Ce genre de spécialisation pourrait se produire si les décisions des individus sont modulées par des différences liées à leur morphologie, leur physiologie, ou leur comportement, comme la capacité de détecter, capturer, manipuler ou digérer des aliments alternatifs (Araújo et al., 2011; Sih et al., 2015). La spécialisation individuelle pourrait aussi se produire si les individus utilisent des critères d'optimisation différents dans le choix des ressources, par exemple s'ils ont des besoins énergétiques différents (Schoener, 1971). Ces deux mécanismes peuvent non seulement amener les individus à préférer certaines ressources à d'autres, mais ils peuvent également provoquer la transmission de préférences à la progéniture si les traits qui ont motivé ces préférences sont eux-mêmes héréditaires.

Les préférences envers certains types de ressources, comme les ressources connues ou inconnues, peuvent avoir des implications sur la capacité compétitive (Cole & Quinn, 2011), l'agressivité (Verbeek et al., 1996) et l'aptitude phénotypique (Ferrari et al., 2015). Il existe de plus en plus de preuves indiquant que l'apprentissage est crucial pour le développement des préférences chez les animaux (Slagsvold & Wiebe, 2006; Tinker et al., 2009). Par exemple, certains insectes ont tendance à préférer les plantes hôtes qu'ils connaissent, car il existe un avantage à retourner sur un site où un individu est né et a réussi à grandir avec succès (Dukas, 2013). De même, certains individus peuvent préférer les aliments qu'ils ont déjà rencontrés, un comportement souvent observé chez les herbivores (Pedernera et al., 2022; Provenza, 1996). Cependant, il n'est pas évident de savoir comment ces préférences acquises pourraient être maintenues au sein d'une population. On pourrait s'attendre à ce qu'à mesure que les individus soient exposés à des expériences alimentaires positives (succès dans l'utilisation de la ressource), la gamme d'aliments préférés continue de s'élargir plutôt que de rester étroite. Pourtant, l'apprentissage peut entraîner des préférences stables pour des ressources si l'adoption de nouveaux aliments est coûteuse, par exemple lorsqu'elle nécessite l'apprentissage d'une nouvelle technique de recherche de nourriture (Partridge & Green, 1987; Tinker et al., 2009). Les préférences acquises peuvent également être maintenues si l'apprentissage se produit principalement à un âge précoce, après quoi les individus

acquièrent une aversion pour l'incorporation de nouveaux aliments (Greenberg & Mettke-Hofmann, 2001; Slagsvold & Wiebe, 2006).

Les insectes présentent souvent des préférences innées pour certains attributs de ressources (Balamurali et al., 2019; Satoh et al., 2016). Cependant, certaines espèces d'hyménoptères et de lépidoptères ont montré une capacité à modifier leurs préférences après un court laps de temps d'apprentissage (Balamurali et al., 2019; Dell'Aglio et al., 2016; Satoh et al., 2016). Pour cela, les individus doivent être capables de discriminer les indices perçus. En général, ce changement de préférence est plus marqué lorsque plusieurs indices sont perçus simultanément. Dans l'expérience de Balamurali et al. (2019), les papillons *Mycalesis mineus* Linnaeus (Lepidoptera : Nymphalidae) montraient une légère préférence pour certaines couleurs, mais cette préférence a été modifiée en faveur d'une nouvelle couleur lorsque celle-ci était associée à une odeur. Il semble y avoir un avantage net pour les individus à tenir compte de plusieurs indices à la fois, en particulier si l'un des indices peut être absent ou difficile à percevoir. Dell'Aglio et al. (2016) ont proposé que la capacité des papillons *Heliconius* à discriminer à la fois les couleurs et les formes offre un avantage, car la couleur n'est pas affectée par l'angle d'approche (Cepero et al., 2015), contrairement à la forme qui peut être utilisée pour discriminer entre des objets de couleurs similaires.

1.4 Objectifs

Le premier objectif de ce mémoire est de valider les mesures pour quantifier l'effort de recherche et l'utilisation de nourriture par la punaise terne en manipulant l'état de faim des individus avant de les soumettre à des tests d'arène. Le second objectif est de déterminer s'il existe des préférences alimentaires individuelles différentes d'un attrait pour les aliments nouveaux ou inconnus. Enfin, nous voulons aussi quantifier les différences individuelles constantes dans l'effort de recherche, l'utilisation de nourriture et les préférences.

1.5 Modèle : *Lygus lineolaris*

La punaise terne *Lygus lineolaris* Palisot de Beauvois (Hemiptera : Miridae) est un insecte commun en Amérique du Nord, avec une distribution allant du Mexique jusqu'à l'Alaska (Kelton, 1975). La punaise terne utilise des plantes hôtes pour répondre à plusieurs de ses besoins, comme se nourrir (Handley & Pollard, 1993), s'abriter (Snodgrass et al., 1984, 2006) et se reproduire (Capinera, 2020). La punaise terne

s'oriente partiellement à la vue, avec certaines couleurs qui l'attirent plus, comme le jaune Zoecon¹, le blanc brillant et le blanc de zinc, par rapport à d'autres, comme d'autres teintes de jaune, vert, orange, bleu, rouge, gris, aluminium, noir et blanc (Prokopy et al., 1979). Ces couleurs sont généralement exploitées par les plantes hôtes pour attirer des pollinisateurs, mais d'autres insectes non-pollinisateurs comme *L. lineolaris* utilisent également ces signaux (Krishna & Keasar, 2018; Strauss & Whittall, 2006). La punaise terne s'oriente aussi par olfaction, en détectant soit les composés volatils des plantes, soit les phéromones sexuelles émises par des partenaires potentiels (Chinta et al., 1994; Zhang et al., 2007). Les punaises ternes adultes se déplacent à la fois en marchant et en volant, parfois en traversant jusqu'à 12 kilomètres en 12 heures (Blackmer & Cañas, 2005; Stewart & Gaylor, 1994; Storberget, 2014). Les cinq stades larvaires, quant à eux, n'ont d'autre choix que de se déplacer en marchant, puisque les ailes ne sont totalement développées et opérationnelles qu'au stade adulte (Dixon & Fasulo, 2004). Pour ces raisons, nous pensons que l'effort de recherche pour la nourriture devrait s'exprimer par une combinaison de mouvements tels que la réorientation, la marche et le vol chez la punaise terne adulte.

L. lineolaris est également connu comme un insecte généraliste, pouvant exploiter plusieurs centaines de plantes hôtes, comme le coton, la luzerne, le soja, le pommier, le fraisier, la tomate et la carotte, en plus de parfois s'attaquer à des proies animales (Cohen, 2000b; Freeman & Mueller, 1989; Hagler et al., 2010; Solà Cassi et al., 2023; Young, 1986). Cela en fait l'un des arthropodes avec le plus vaste régime alimentaire connu (Snodgrass & Scott, 2000). Par conséquent, la punaise terne est aussi reconnue comme ravageur agricole, en causant des dégâts dans diverses cultures (Fleury et al., 2013; Jackson, Debolt, & Ellington, 1995). Zhu et al. (2016) ont également rapporté 15 protéases provenant des glandes salivaires de *L. lineolaris* qui sont impliquées dans la prédigestion des tissus végétaux et l'inactivation des défenses végétales, soulignant l'efficacité de cet insecte contre les défenses de ses plantes hôtes. *L. lineolaris* se nourrit d'abord en perçant la paroi cellulaire végétale, ce qui génère des ruptures cellulaires chez la plante hôte, causant ainsi des dommages physiques comme des lésions et le brunissement des tissus (Mac Pack & Tugwell, 1976; Smith, 1926). Ensuite, l'insecte injecte sa salive dans la lésion créée, salive qui peut contenir des pathogènes et transmettre des maladies végétales comme la maladie de pourrissement des capsules de coton (« *boll rot disease* », causée par plusieurs champignons et bactéries, Medrano et al., 2015). L'insecte peut par la suite aspirer le contenu liquéfié des cellules végétales (Backus et al., 2005). Bien que généraliste, la punaise terne serait en réalité une spécialiste dans l'exploitation de certains types

¹ C'est le terme par Prokopy et al. (1979). Ils font référence à un jaune utilisé par la marque Zoecon.

de tissus végétaux, soit les bourgeons apicaux, les tissus méristématiques, les fleurs et les jeunes graines, auxquels elle s'attaque le plus (Andow, 2023). Du fait de cette méthode d'alimentation, nous pensons que mesurer l'utilisation des ressources alimentaires par le temps total passé sur celles-ci serait approprié pour *L. lineolaris*.

En tant qu'espèce nuisible, la punaise terne est partiellement régulée par la méthode de cultures pièges, où des bandes de cultures préférées sont disposées en bordure des autres cultures d'importance économique (Shelton & Badenes-Pérez, 2006). Le sarrasin et le canola font partie des plantes les plus utilisées à cette fin pour réguler non seulement la punaise terne, mais aussi l'espèce cousine de l'ouest de l'Amérique du Nord, *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera : Miridae) (Solà et al., 2020; Swezey et al., 2007). Cependant, considérant la capacité généraliste de *L. lineolaris*, il est possible que les préférences exprimées soient plutôt dues à la disponibilité et à la saisonnalité de chaque espèce végétale, étant donné que la punaise terne migre généralement en suivant la floraison de ses plantes hôtes (Esquivel & Mowery, 2007a; Outward et al., 2008; Snodgrass et al., 1984). Nous pensons donc que la punaise terne ne devrait pas montrer de préférence pour une nourriture lorsqu'elles sont toutes à disponibilité égale dans l'environnement et qu'aucune contrainte physique ou sociale n'est présente.

CHAPITRE 2

VALIDATION OF FOOD SELECTION MEASURES AND FOOD PREFERENCES IN THE TARNISHED PLANT BUG *LYGUS LINEOLARIS*

2.1 Summary

Understanding animal movement is a key challenge in ecology, particularly for understanding the drivers of animal mobility. One driver of this mobility would be resource selection. It involves two main behavioral traits: search effort, investment in the acquisition of resources motivated by an individual's needs; and resource use, indicating preferences when used non-randomly. In this regard, several species are known to exhibit neophilia or neophobia, each of which may impact an individual's fitness. To properly measure search effort, resource use and infer preferences, it is essential to carry out a validation by experimental approach to confirm that the behavioral measures accurately reflect the behavior's biological function, such as responding to hunger. We validated the measures of search effort and food use in the tarnished plant bug *Lygus lineolaris* by taking a first group of 84 individuals to observe them in three different conditions: an empty open field, an open field with food and an open field with food, but where individuals were fasted 8 hours before their observation. We also aimed to evaluate preference measure by varying individuals' experience with different foods to determine whether we could identify preferences beyond the tendencies of neophobia or neophilia. Therefore, we used a second group of 56 individuals, which we observed three times in the open field with food and without fasting. Finally, we also wanted to know if there are consistent individual differences in the food selection behavior of *L. lineolaris* since if these differences are linked to heritable traits, they could influence the evolution of the behavior of the species. Our results indicate that both the total time spent in movement and the total time spent on food items increase following a period of fasting. This observation suggests that these variables are effective measures for quantifying search effort and resource utilization, respectively. Furthermore, *L. lineolaris* does not show a preference for a specific food, even after accounting for neophobia. Finally, *L. lineolaris* exhibits consistent individual differences in search effort and preferences. This research contributes to the limited literature on validating measures of arthropod behavior. Our results highlight the importance of rigorous validation before evaluating behaviors. Our study shows that search effort, food use, and preferences are repeatable behaviors in the tarnished plant bug, reinforcing the relevance of our results for pest understanding and management strategies.

Keywords: food selection, preferences, consistent individual differences, behavioral ecology, *Lygus lineolaris*

2.2 Introduction

A key challenge in ecology is understanding animal movement and its impact on ecosystem processes, such as disease spread (Fèvre et al., 2006; Hemida et al., 2017), predator-prey dynamics (Holt, 1984), competition (Hart & Marshall, 2009) and biodiversity (Bonte et al., 2004; Cushman & Lewis, 2010; Jeltsch et al., 2013). Factors influencing this movement include internal and external motivations like hunger, thirst, threats and weather conditions (Holyoak et al., 2008). This movement often entails decision-making regarding resource selection, where animals aim to acquire items essential for survival and reproduction (Leclerc et al., 2012; Rettie & Messier, 2000; Ydenberg, 2010).

Resource selection involves two behavioral traits, with the first being search effort, driven by physiological needs like hunger, and is defined as the investment made by the animal to acquire the resource (Archer & Birke, 1983; Nathan et al., 2008; Newman et al., 1994). Search effort can be quantified through various measures, such as distance traveled per unit of time (Buskirk & Millspaugh, 2006; Votier et al., 2017), average speed (Pinaud, 2008; Tucker, 1970), duration spent moving (Debeffe et al., 2013; Webber et al., 2020), latency to move, and number of visits and revisits to a location (Graham et al., 2018; Perals et al., 2017). All these measures have in common the consideration that the animal does not have perfect knowledge of its environment. The second behavioral trait of resource selection is resource use, defined as the quantity of a resource exploited, measured by count, biomass or by the time spent with each resource (Manly et al., 2002a). When an animal uses a given resource more often than expected by chance, we then infer that this resource is preferred (Greenberg, 1984b; Johnson, 1980; Manly et al., 2002b).

It is crucial to note that the term used to label search effort, as per our definition in this study, lacks uniformity across different studies. This lack of consistency hampers the comparability of results across papers. For instance, Reiskind & Janairo (2015) defined the time spent browsing surfaces as “actively foraging”, while Azevedo et al. (2023) measured the duration taken by a predator to encounter a prey and labeled it as “searching time”—both concepts aligning with what we define as “search effort”. Moreover, some authors combine the concepts of search effort and food use into a single concept, as in the case of Stuligross et al. (2023), where the time spent outside the nest is used as a measure of foraging time,

thereby mixing search and use. This conceptual blending may obscure meaningful distinctions between search efficiency and the ability to utilize encountered food resources.

Measuring resource selection can be quite complex depending on the organism studied and the resources exploited. It is therefore important to rigorously define behaviors before interpreting the measurements taken to quantify them (Candland & Nagy, 1969; Johnson-Ulrich et al., 2023; Nunnally, 1975; Rizzo & Silverman, 2016). This can be done by ensuring that a chosen measure accurately reflects a specific behavioral trait across various contexts, which would guarantee that collected data faithfully represent the targeted behaviors (Réale et al., 2007). Such a validation approach involves comparing the measure of a behavior in a standardized environment with that in a modified environment, where only one variable is altered, such as stress levels or administration of a drug (Peters et al., 2007; Rizzo & Silverman, 2016). For example, to observe search effort accurately, animals need to be manipulated into conditions that motivate searching, like fasting to search for food (Kirkden & Pajor, 2006). Moreover, to enhance the likelihood of observing foraging behavior for food, it is prudent to focus exclusively on individuals in a specific physiological state. For instance, individuals who have not yet attained sexual maturity are unlikely to seek mating partners, making them particularly interesting subjects for examining food search behavior.

Regarding preferences, individuals who grow up in a safe environment are more likely to go for new objects than those who grew up in a risky environment (Cowan & Barnett, 1975; Ferrari et al., 2015; Mitchell, 1976). Neophobia has a potentially very high cost to predators since it limits their prey range (Allen, 1988), but it is also potentially advantageous to prey since new resources may hide a predator and be dangerous, as shown by Ferrari et al. (2015), where fish were more likely to survive if they experienced a risky environment by favoring known resources. Furthermore, in certain bird species, there are individuals who consistently exhibit higher levels of neophobia than others (Greenberg, 1983, 1984a, 1989). This observation suggests that neophobia may be a trait subject to selective pressures (Réale et al., 2010).

In our study, we focus on the tarnished plant bug *Lygus lineolaris* Palisot de Beauvois (Hemiptera: Miridae), a common insect in North American agricultural landscape where it's known to cause damage in various crops (Fleury et al., 2013; Jackson, DeBolt, Ellington, et al., 1995). Indeed, this generalist insect can feed on hundreds of host plants, such as cotton, alfalfa, soybeans, apples, strawberries, tomatoes and carrots (Freeman & Mueller, 1989; Young, 1986). The tarnished plant bug feeds primarily on the floral

meristematic tissues of its hosts by piercing and sucking (Villet, 2005), and uses the other tissues to oviposit (Cohen, 2000a; Layton, 2000; Scales & Furr, 1968; Strong et al., 1970; Wilson & Olson, 1990). Adults can be found feeding and laying eggs on host plants as soon as they are available in spring. The first generation of adults is mainly produced in July, the second in August and September and sometimes a third emerges in late September and early October (Stewart & Khoury, 1976). Adult females lay their eggs in plant tissues 7–10 days after molting to the adult stage (sexual maturity, Capinera, 2020). After ± 7 days of incubation at 25°C, the nymphs hatch and begin to feed on the surrounding plant tissues (Handley & Pollard, 1993; Ridgway & Gyrisco, 1960). It takes approximately 19.7 days at 25°C for the bugs to pass through the five nymphal stages and reach the adult stage (Ridgway & Gyrisco, 1960). Once adult, the tarnished plant bug develops the ability to fly, which allows it to easily disperse from one plant to another (Nieto et al., 2023; Sivakoff et al., 2012). Furthermore, the mobility of *Lygus* spp populations is intricately linked to the landscape: Stern et al. (1959) developed management strategies for *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera: Miridae) in cotton, which strategically leverage the surrounding cropping mosaic to mitigate the movement of these insects into susceptible cotton fields.

We validated measures to quantify search effort and food use by the tarnished plant bug by manipulating the condition of individuals before placing them in open field tests. We used an initial group comprising 84 individuals to determine (1) the appropriate variables for respectively quantifying search effort and resource use. This was done by comparing their behavior in three distinct open field tests. Our focus was exclusively on food resources; henceforth, we refer to food use. Subsequently, we utilized another set of 56 individuals, subjecting them to three repetitions in the same open field test. The objective was (2) to evaluate whether the tarnished plant bug exhibits food preferences and whether prior knowledge of a food influences those preferences. We also (3) quantified the consistent individual differences in search effort, food use and preferences.

2.3 Methods

2.3.1 Study system and population

The tarnished plant bugs we used in this experiment are laboratory reared descendants of populations sampled from strawberry fields in the Mirabel region (Québec, Canada) between July and September 2021. We maintained the population in the laboratory at a photoperiod of 16 hours of day and 8 hours of night. We used individuals (sex ratio 50/50, divided into two and three experimental blocks) taken at the L4 nymphal stage (two stages before molting into the adult form) then placed individually in cubic plastic and

muslin containers measuring 10cm x 10cm x 7cm, five days before their first observation. In each container, there was a piece of square paper towel folded in half at the bottom, a piece of romaine lettuce, and a cotton ball soaked in water to ensure that insects did not dehydrate. We soaked the cotton every day and changed the lettuce three times a week. We checked every day to see which individuals had matured during the night (except on weekends), noted their sex and gave them a unique identifier. In the environmental chamber where the containers were located, we set the relative humidity at 50% and kept the temperature at 25°C.

The plants utilized in our study were obtained by germination of a single seed per container unit (3.81 cm x 3.81 cm x 5.08 cm for each unit). We watered the seedlings three times a week. Once the seedlings had sufficiently developed roots, we transferred them in larger container units (10.8 cm x 10.8 cm x 12.4 cm). Subsequently, we watered the plants three times a week with a nutrient solution (Schmidt 20-18-18) to optimize flower production. We placed the seedlings and the mature plants in another environmental chamber separated from the insects and set to a photoperiod of 16 hours of daylight followed by 8 hours of darkness, maintained at a temperature of 24°C during daylight and 20°C during darkness, with a relative humidity of 60%.

2.3.2 Experimental approach

To find out if knowing a plant beforehand influences preferences, we also divided the individuals into three treatments, starting from their isolation: one third received a canola flower, another third received a buckwheat flower, and the last third received nothing more (control group). These plants and parts were chosen because *L. lineolaris* is known to primarily feed on plants' reproductive tissue (Capinera, 2020; George et al., 2021), and these plants effectively attract the bugs in field studies (Dumont & Provost, 2019; Nagalingam & Holliday, 2015). The flowers were wrapped in a piece of cotton soaked in water and held in a plastic centrifuge tube to ensure that only the flower parts were available for consumption (Figure 3.1). We also changed the flower of individuals once they had matured to give them a fresh one for the remaining time of observation.

Our first objective was to investigate whether there was a difference in the chosen variable for search effort depending on the open field test. This inquiry stemmed from the expectation that a disposition that generates motivation to search for food (fasted individuals) should yield a higher search effort compared to a disposition lacking such motivation (fed individuals). Similarly, we anticipated that a reliable food use

variable should exhibit a higher value in an open field test that induces motivation to use food. For instance, an individual experiencing hunger should demonstrate increased food consumption, providing a measure that aligns with the motivational aspects of food use. We also wanted to know if the value of the variable chosen for search effort would change depending on the minute of observation since the beginning of the test to quantify the temporal dynamics of these behaviours during the tests. Therefore, we sought to determine whether the variability in the selected variable for search effort remained consistent across each open field test. This investigation aimed to assess if habituation occurred at the same rate for all individuals in all the open field tests.

2.3.3 Open field tests

2.3.3.1 Validation

We used a first set of 84 individuals divided in three experimental blocks that underwent three different open field tests, three days in a row to minimize stress. The open field was constructed using a transparent plastic container measuring 26cm x 33cm x 10cm, externally covered with white fabric. The container was enclosed with a Plexiglas plate measuring 30cm x 40cm. We positioned the entire setup within a hydroponic tent to ensure stability in temperature and humidity. We also took measurements of temperature and humidity at the beginning of each observation. This controlled environment aimed to provide consistent conditions for behavioral assessments. On the first day, individuals were provided unrestricted access to food 24 hours prior entering an empty open field test for basal activity assessment. On the second day, the individuals went in an open field test where six food pieces from three different plant species were positioned in a random clockwise order, starting from the top left corner of the open field, and each equidistant from the center: two canola flowers, two buckwheat flowers and two pieces of romaine lettuce (see Figure 3.2 for a general overview). We used two food pieces of every plant species to dissociate the fact that the bugs may only prefer canola because canola flower number 1 is particularly palatable, and not because canola represents a palatable food. The individuals were also fed *ad libitum* before this second observation. On the third day, we fasted the individuals 8h before they entered the same open field test as the second day to generate motivation to search for food. We disinfected and cleaned all equipment between each insect's passage to avoid olfactory traces that may have been left, and we changed food pieces for new ones. We also did every manipulation with latex gloves to avoid leaving human odors on the setup.

We introduced the bugs in the open field by placing them as quickly as possible in an opaque plastic cup, then we closed the cup with a squared piece of coroplast. We then flipped the entire assembly so that the coroplast piece served as a basal surface. Afterwards, we placed the cup containing the bug and closed with the coroplast piece in the center of the open field, and we began the five minutes of acclimatization. After the acclimatization period, we removed the cup and began video recording lasting ten minutes for each observation. Most observations were conducted prior to noon; however, we recorded the starting time of observations for each individual and randomized their order. We analyzed the video recordings using Behavioral Observation Research Interactive Software (Friard & Gamba, 2016). We noted when the bugs initiated and ended each behavior: walking right side up, walking upside down (on the Plexiglass lid), reorienting (changing body direction without moving forward), flying and passing over each food piece (the six food pieces had their own identifier, see ethogram in Table 3.1). This allowed us to get measures such as total time spent, latency and number of times any recorded behavior occurred. We also noted the number of central (available during acclimatization) and peripheral (not available during acclimatization) lines crossed using an overlay in BORIS.

2.3.3.2 Preferences and repeatability

We used a second set of 56 individuals that underwent three repetitions of the same open field test. We used the open field test with food and no prior fasting as described above. We decided against implementing fasting for individuals in order to mitigate the risk of death from hunger during the observation period. We also did the three repetitions over three days to minimize stress inflicted to the insects. Again, we disinfected and cleaned all the equipment between the passage of each insect, we changed food pieces for new ones, and we did every manipulation with latex gloves. We used the same method described previously and recorded the same behaviors in BORIS.

2.3.4 Statistical analysis

2.3.4.1 Validation

To reduce the number of possible variables explaining search effort and food use, we started by exploring the data with five principal component analyzes (PCA). Three PCA served to extract the variable summarizing most of the variation in movement among observations in each open field test (search effort) and two others for food use in the two open field tests containing food. These PCA allowed us to choose a variable to quantify the search effort and enable subsequent analyses. It also allowed us to verify that the time spent on foods represents most of the variation observed for the food use variables.

To confirm that the time spent moving (variable explaining the most variation observed in the movement, see Results) correctly quantifies the search effort, we carried out a subsequent generalized linear mixed model with a Gamma error distribution. This model included the time spent moving as a response variable, and we included the effect of the open field test, the minute since the observation's start and the interaction between the open field test and the minute as fixed effects. We also accounted for age of the plant bug since last molt (in days), sex, temperature, relative humidity, the hour of the day at which the observation began and the interaction between age and sex to ensure that these effects were negligible on the time spent moving. To account for pseudoreplication, we included the experimental block and the bug identifier as random effects. To confirm that the time spent on foods correctly quantifies the food use, we carried out a model identical to the previous one, with the only difference being the change in the dependent variable to time spent on foods.

2.3.4.2 Preferences and repeatability

To assess whether the bugs displayed a food preference, we did another generalized linear mixed model with the time spent on each food plant species as a response variable. In fixed effect, we put the food plant species (canola, buckwheat, and lettuce), the observation order (repeated measures), the individual's age since last molt (in days), sex, temperature, relative humidity, and the hour of the day at which the observation began. To account for pseudoreplication, we included the experimental block, the date (nested in experimental block) and the bug identifier as random effects.

We did another generalized linear mixed model to assess the influence of prior knowledge of a food plant species by subsetting only the individuals from the canola and buckwheat treatments (N=34). We used the same structure as the previous model, incorporating a binary variable indicating whether a food is known or not to the focal individual. This additional factor was introduced in interaction with the food plant species (either canola or buckwheat, given the removal of lettuce to reduce noise). We also did not add the effect of the minute of observation since the beginning of the test since this would cause problems with a too great number of zeros in the dataset.

To know whether there are consistent individual differences in preferences, we calculated individual repeatability based on the variance explained by the bug identifier. We did two last generalized linear mixed models: one with time spent moving as the response variable (search effort) and one with time spent on foods (food use). Both models included observation order, individual's age since the last molt (in

days), sex, temperature, relative humidity, and the hour of the day when the observation began as fixed effects. They also included the experimental block, the date (nested in experimental block) and the bug identifier as random effects. This way, we could calculate individual repeatability for search effort and food use based on the variance explained by the bug identifier.

2.4 Results

2.4.1 Variable for search effort and food use

The PCAs including all movement variables showed that the variables that explained most variance across all open field tests were total time spent moving and number of movements performed (Figure 3.3). Since total time spent moving is easier to measure and less time consuming than counting the number of movements performed, we did the following analyzes using time spent moving. We also looked at the variance explained by the variable “time spent on foods”, which explained 69.09% (food and fasted) and 39.57% (food and fed) of the variance observed in the two open field tests with food (Figure 3.4). We retained this variable as it facilitates the quantification of food use while also providing insights into the choices made by individuals. For instance, an individual may initially engage with one food unit but spend only a brief period before transitioning to another food unit for a more extended duration.

Fasted individuals spent more time moving than when fed in the open field test with food (estimated difference = 3.928 ± 0.048 sec/min, $t = -6.528$, $p < 0.001$; Figure 2.1, Table 2.1). Fed individuals spent also more time moving in the open field test with food compared to their behavior in the empty open field test (estimated difference = $1.186 \pm \pm 0.05$ sec/min, $t = -4.669$, $p < 0.001$; Figure 2.1).

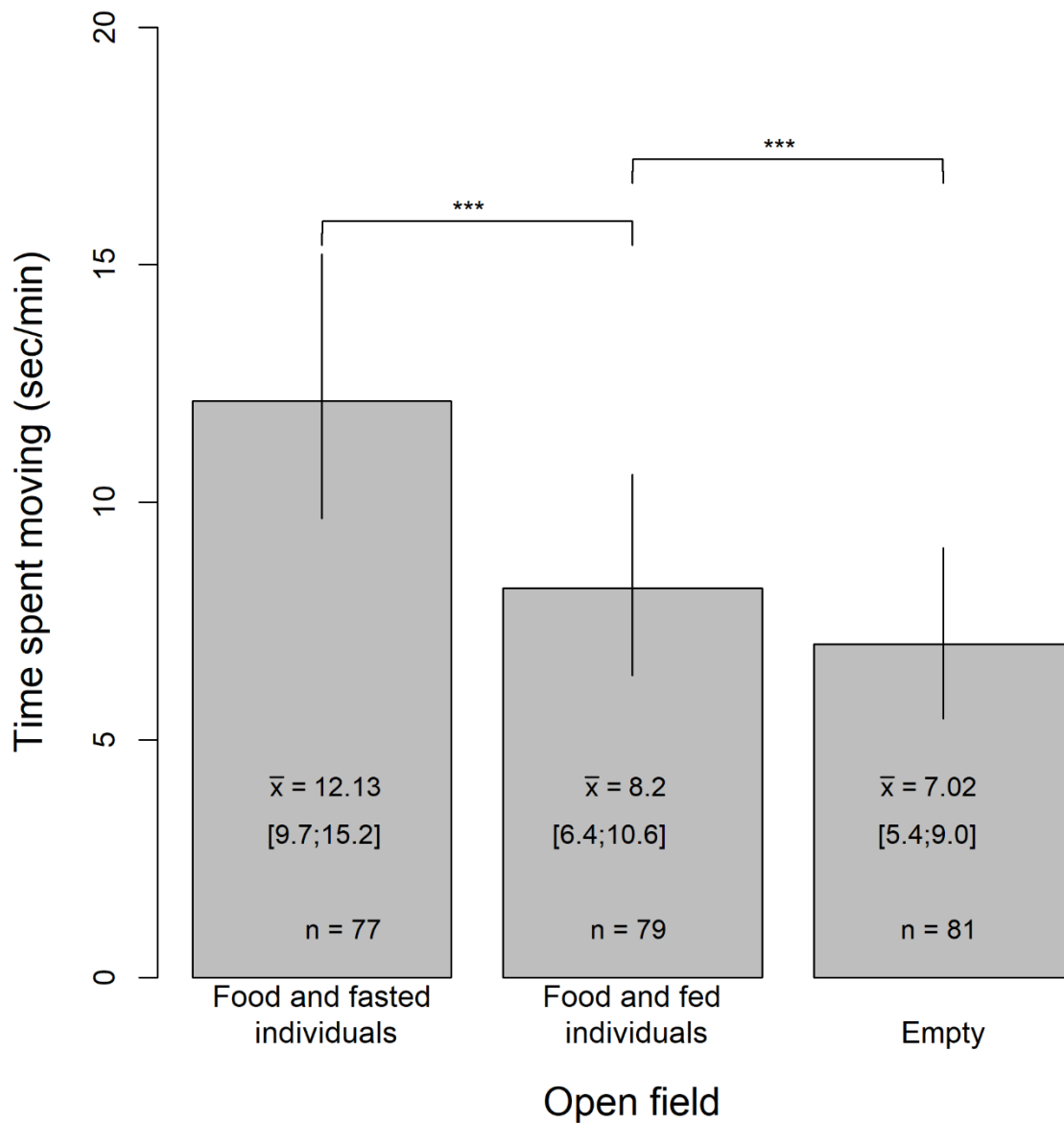


Figure 2.1 Predicted amount of time spent moving by individuals in the three open field tests. Estimates were produced by a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution. Vertical bars represent the 95% confidence intervals. The predicted mean values are also shown. Asterisks represent statistically significant differences.

Table 2.1 Fixed effects of the model used for validation for search effort (time spent moving). The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and experimental block as random effects.

Fixed effects	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> z)
Intercept	2.183	0.116	2.183	< .001***
Mean OF empty - Mean OF food and fed	-0.235	0.050	-0.235	< .001***
Mean OF food and fed - Mean OF food and fasted	-0.313	0.048	-0.313	< .001***

Fixed effects	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> z)
Minute of observation (centered)	-0.255	0.020	-0.255	< .001***
Age (centered)	0.084	0.085	0.084	.323
Sex (male)	0.036	0.117	0.036	.757
Temperature (centered)	-0.139	0.048	-0.139	.004**
Humidity (centered)	-0.163	0.049	-0.163	.001**
Hour (centered)	0.073	0.029	0.073	.012*
Mean OF food and fasted - Mean OF food and fed x Minute (centered)	-0.021	0.028	-0.021	.460
Intercept	2.183	0.116	2.183	< .001***
Random effects	Variance	Std.Dev.		
Subject	0.266	0.516		
Experimental bloc	0.025	0.158		
Residual	1.282	1.132		

Note. OF = Open field test

N = 84

Fasted individuals spent more time on foods than when they were fed in the open field with food (estimated difference = 0.179 ± 0.066 sec/min, $t = -2.704$, $p = 0.007$; Figure 2.2, Table 2.2).

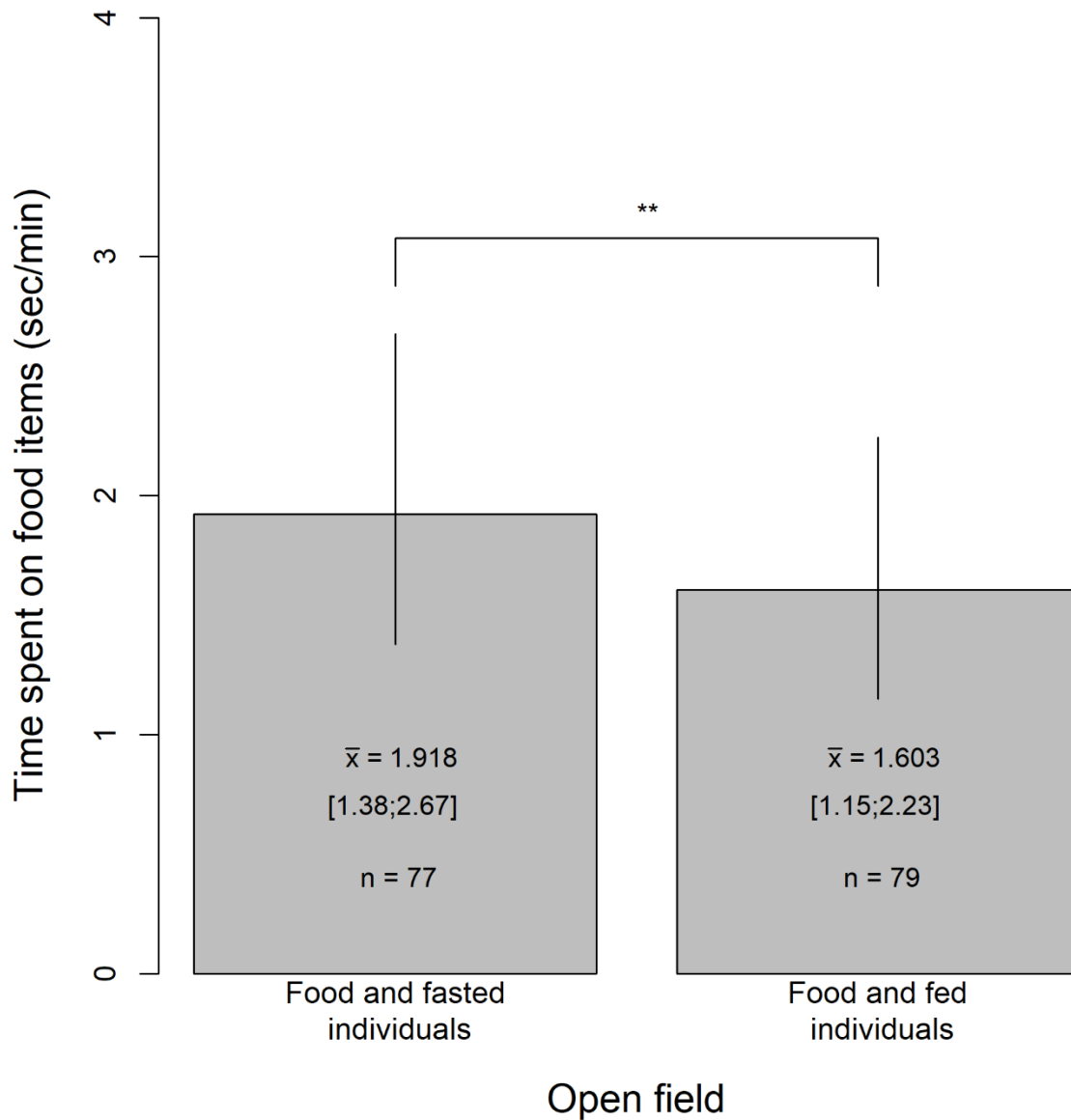


Figure 2.2 Predicted amount of time spent on foods by individuals in the two open field tests containing food. Estimates were produced by a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution. Vertical bars represent the 95% confidence intervals. The predicted mean values are also shown. Asterisks represent statistically significant difference.

Table 2.2 Fixed effects of the model used for validation for food use (time spent on foods). The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and experimental block as random effects.

Fixed effects	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> z)
Intercept	0.662	0.175	0.662	< .001***
Mean OF food and fasted - Mean OF food and fed	-0.179	0.067	-0.179	.007**
Minute of observation (centered)	0.141	0.025	0.141	< .001***

Fixed effects	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> z)
Age (centered)	-0.060	0.122	-0.060	.625
Sex (male)	-0.121	0.232	-0.121	.602
Temperature (centered)	-0.089	0.054	-0.089	.101
Humidity (centered)	-0.067	0.042	-0.067	.113
Hour (centered)	-0.025	0.029	-0.025	.400
Mean OF food and fasted - Mean OF food and fed x Minute (centered)	-0.008	0.036	-0.008	.825
Random effects	Variance	Std.Dev.		
Subject	0.823	0.907		
Experimental bloc	0.000	0.000		
Residual	0.785	0.886		

Note. OF = Open field test

N = 84

The time spent moving in the open fields also varied consistently among individuals ($\sigma^2 = 0.266$, $\text{Chi}^2 = 212.74$, d.f. = 1, $p < 0.001$, $R^2 = 0.169$), but did not vary with the experimental block ($\sigma^2 = 0.025$, $\text{Chi}^2 = 0.8$, d.f. = 1, $p = 0.37$, $R^2 = 0.016$). The time spent on foods also varied with the individual ($\sigma^2 = 0.823$, $\text{Chi}^2 = 1858.3$, d.f. = 1, $p < 0.001$, $R^2 = 0.509$), but not with the experimental block ($\sigma^2 = 0$, $\text{Chi}^2 = 0$, d.f. = 1, $p = 1$, $R^2 = 0$).

2.4.2 Preferences and influence of prior knowledge of a food

Individuals did not spend more time on one plant species than another over the three observations in the open field test with food and fed individuals (mean_{lettuce} = 2.046, mean_{canola} = 1.749, mean_{buckwheat} = 1.741, Figure 2.3, estimated_{lettuce – canola} = 0.297 ± 0.092 sec, $t = 0.553$, $p = 0.5803$; estimated_{lettuce – buckwheat} = 0.305 ± 0.092 sec, $t = 0.606$, $p = 0.5447$; Table 2.3).

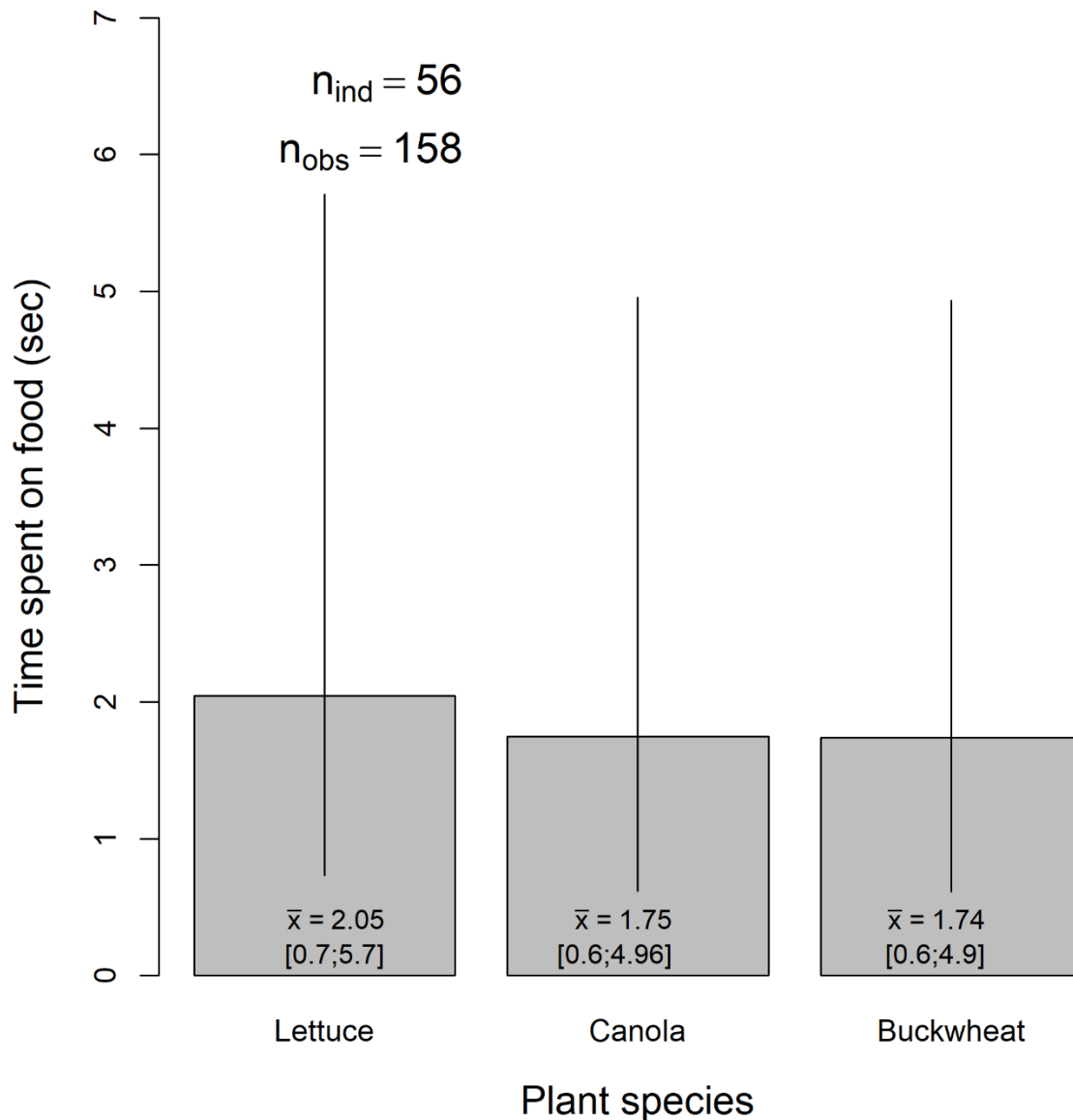


Figure 2.3 Predicted amount of time spent on food plant species by individuals in the open field test with food and fed individuals for the whole test duration. Estimates were produced by a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution. Vertical bars represent the 95% confidence intervals. None of the predicted mean values are statistically different from another.

Table 2.3 Fixed effects and repeatability estimates for the preferences for food plant species in the open field test with food and fed individuals. The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and date nested in experimental block as random effects.

Fixed effects	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> z)
Intercept	0.726	0.632	0.726	.251
Mean lettuce - Mean canola	0.051	0.092	0.051	.580
Mean lettuce - Mean buckwheat	0.055	0.092	0.055	.545

Test order	-0.060	0.185	-0.060	.746
Sex (male)	0.389	0.548	0.389	.478
Age (centered)	0.060	0.293	0.060	.839
Temperature (centered)	0.112	0.086	0.112	.193
Humidity (centered)	0.236	0.125	0.236	.060
Hour (centered)	-0.012	0.084	-0.012	.889
Intercept	0.726	0.632	0.726	.251
Mean lettuce - Mean canola	0.051	0.092	0.051	.580
Mean lettuce - Mean buckwheat	0.055	0.092	0.055	.545
Test order	-0.060	0.185	-0.060	.746
Sex (male)	0.389	0.548	0.389	.478

Random effects	Variance	Std.Dev.	Repeatability
Subject	3.922	1.980	0.634
Date:Experimental bloc	0.011	0.103	0.002
Experimental bloc	0.263	0.513	0.043
Residual	1.985	1.409	0.321

Note. N = 56

Log-likelihood ratio test between a model with the individual's identifier and date nested in experimental block and a model without any random effect = -964.4

Pr(>Chisq) < 0.001

Individuals spent more time on known foods (estimated_{known - unknown} = 0.423 ± 0.146 sec, t = -1.982, p = 0.047; Figure 2.4, Table 2.4).

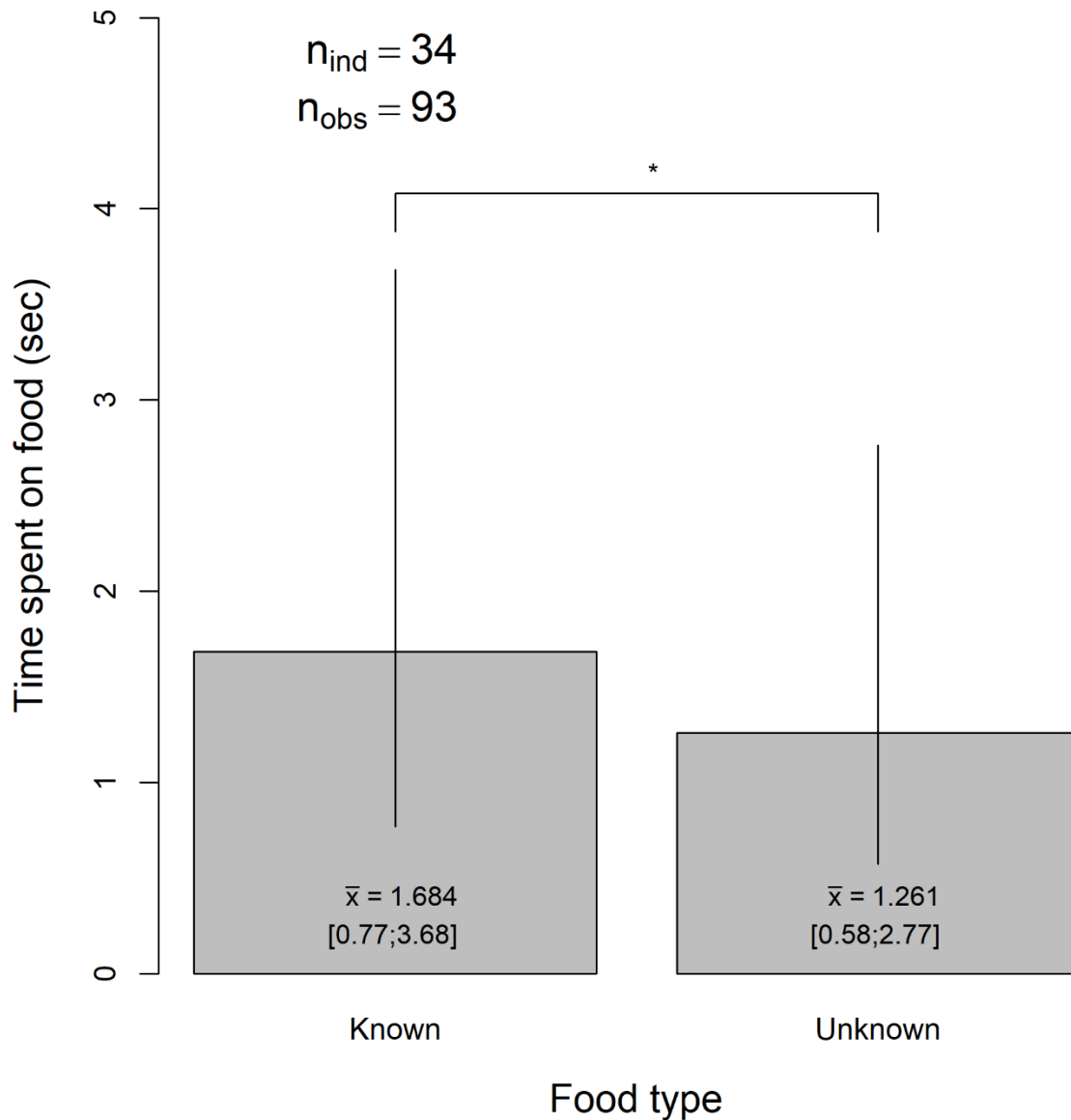


Figure 2.4 Predicted amount of time spent on known and unknown foods by individuals in the open field test with food and fed individuals for the whole test duration. Estimates were produced by a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution. Vertical bars represent the 95% confidence intervals.

Table 2.4 Fixed effects and repeatability estimates for preferences for known and unknown foods in the three observations in the open field test with food and fed individuals. The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and date nested in experimental block as random effects.

Fixed effects	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> z)
Intercept	0.686	0.396	0.686	.083
Unknown food type	-0.289	0.146	-0.289	.047*
Second observation	0.069	0.235	0.069	.770

Fixed effects	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> z)
Third observation	-0.284	0.155	-0.284	.067
Sex (male)	0.227	0.418	0.227	.586
Age (centered)	-0.378	0.245	-0.378	.123
Temperature (centered)	0.081	0.093	0.081	.386
Humidity (centered)	0.629	0.165	0.629	< .001***
Hour (centered)	-0.139	0.099	-0.139	.161

Random effects	Variance	Std.Dev.	Repeatability
Subject	1.800	1.342	0.535
Date:Experimental bloc	0.000	0.001	0.000
Experimental bloc	0.192	0.438	0.057
Residual	1.374	1.172	0.408

Note. N = 34

Log-likelihood ratio test between a model with the individual's identifier and date nested in experimental block and a model without any random effect = -356.5

Pr(>Chisq) < 0.001

The time spent on food plant species in the three repetitions of the open field test with food and fed individuals also varied consistently among individuals ($\sigma^2 = 3.922$, $\text{Chi}^2 = 377.31$, d.f. = 1, $p < 0.001$, $R^2 = 0.634$), but did not vary with the experimental block ($\sigma^2 = 0.263$, $\text{Chi}^2 = 1.306$, d.f. = 1, $p = 0.52$, $R^2 = 0.043$).

The time spent on known and unknown foods in the three repetitions of the open field test with food and fed individuals also varied consistently among individuals ($\sigma^2 = 1.8$, $\text{Chi}^2 = 88.662$, d.f. = 1, $p < 0.001$, $R^2 = 0.535$), but did not vary with the experimental block ($\sigma^2 = 0.192$, $\text{Chi}^2 = 0.635$, d.f. = 1, $p = 0.624$, $R^2 = 0.729$).

2.4.3 Consistent individual differences

When considering the three repetitions in the open field test with food and fed individuals, the repeatability of individual differences in mean time spent moving (sec/min) was 19.8% ($\sigma^2 = 0.304$, $\text{Chi}^2 = 2556.1$, d.f. = 1, $p < 0.001$, Table 2.5), and the repeatability of individual differences in the time spent on foods was 41.1% ($\sigma^2 = 0.793$, $\text{Chi}^2 = 12935$, d.f. = 1, $p < 0.001$, Figure 2.5, Table 2.6).

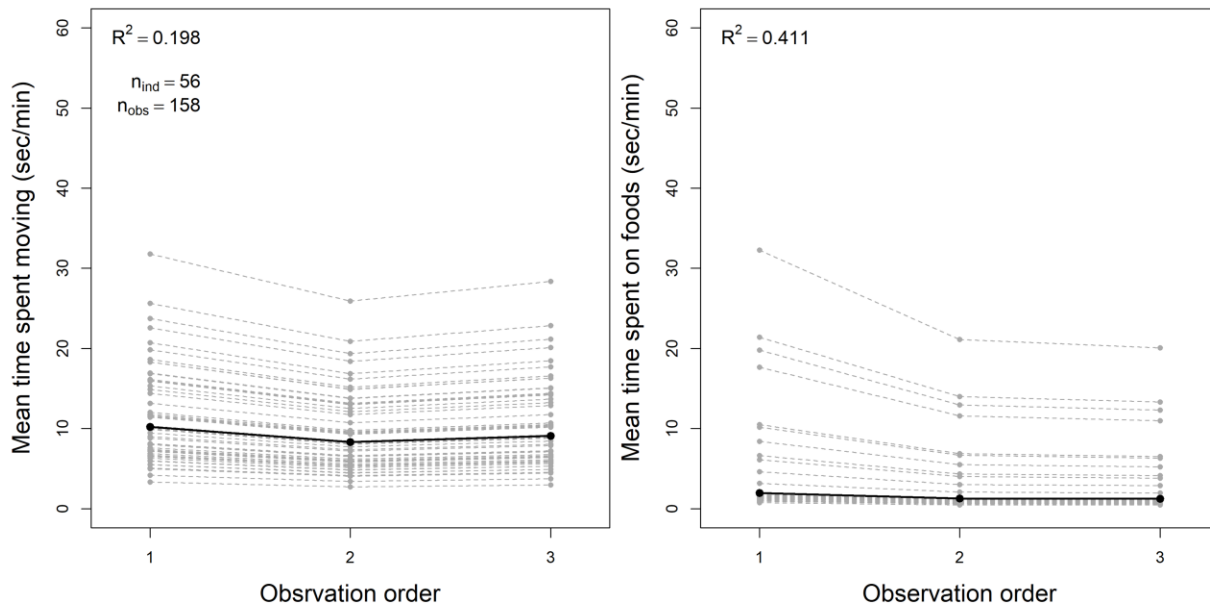


Figure 2.5 Reaction norm for the time spent moving (left) and the time spent on the foods (right) in the three repetitions in the open field with food and fed individuals. Each gray point represents the predicted time spent (sec/min) of every individual, and the black points represent the population mean. The dotted lines are there to help visualize each individual's mean value.

Table 2.5 Fixed effects and repeatability estimates for the search effort in the three observations in the open field test with food and fed individuals. The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and date nested in experimental block as random effects.

Fixed effects	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> z)
Intercept	2.216	0.189	11.744	< 0.001
Second observation	-0.081	0.091	-0.896	0.370
Third observation	0.120	0.046	2.636	0.008
Minute (centered)	-0.325	0.008	-38.548	< 0.001
Sex (male)	0.253	0.140	1.812	0.070
Age (centered)	0.006	0.073	0.078	0.938
Temperature (centered)	-0.060	0.014	-4.163	< 0.001
Humidity (centered)	0.352	0.048	7.364	< 0.001
Hour (centered)	0.111	0.014	8.146	< 0.001
Second observation x Minute (centered)	0.090	0.015	6.167	< 0.001
Third observation x Minute (centered)	0.069	0.014	4.778	< 0.001
Random effects	Variance	Std.Dev.	Repeatability	
Subject	0.304	0.551	0.198	
Date:Experimental bloc	0.038	0.196	0.025	
Experimental bloc	0.049	0.220	0.032	
Residual	1.140	1.068	0.745	

Note. N = 56

Log-likelihood ratio test between a model with the individual's identifier and date nested in experimental block and a model without any random effect = -47574.7

Pr(>Chisq) < 0.001

Table 2.6 Fixed effects and repeatability estimates for the food use in the three observations in the open field test with food and fed individuals. The model was a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution (log link) and included the individual's identifier and date nested in experimental block as random effects.

Fixed effects	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> z)
Intercept	0.384	0.233	1.649	0.099
Second observation	-0.336	0.069	-4.878	< 0.001
Third observation	0.151	0.037	4.132	< 0.001
Minute (centered)	0.102	0.008	12.046	< 0.001
Sex (male)	0.188	0.240	0.785	0.433
Age (centered)	0.111	0.125	0.885	0.376
Temperature (centered)	0.065	0.013	5.130	< 0.001
Humidity (centered)	-0.120	0.041	-2.933	0.003
Hour (centered)	-0.101	0.012	-8.279	< 0.001
Second observation x Minute (centered)	0.125	0.015	8.411	< 0.001
Third observation x Minute (centered)	-0.058	0.014	-4.024	< 0.001
Random effects	Variance	Std.Dev.	Repeatability	
Subject	0.793	0.890	0.411	
Date:Experimental bloc	0.165	0.407	0.086	
Experimental bloc	0.000	0.000	0.000	
Residual	0.971	0.985	0.503	

Note. N = 56

Log-likelihood ratio test between a model with the individual's identifier and date nested in experimental block and a model without any random effect = -18068.6

Pr(>Chisq) < 0.001

Repeatability of individual differences in the time spent on known and unknown foods was 46.7% ($\sigma^2 = 1.347$, $\text{Chi}^2 = 53.106$, d.f. = 1, $p < 0.001$, Figure 2.6) for the three repetitions in the open field with food and fed individuals.

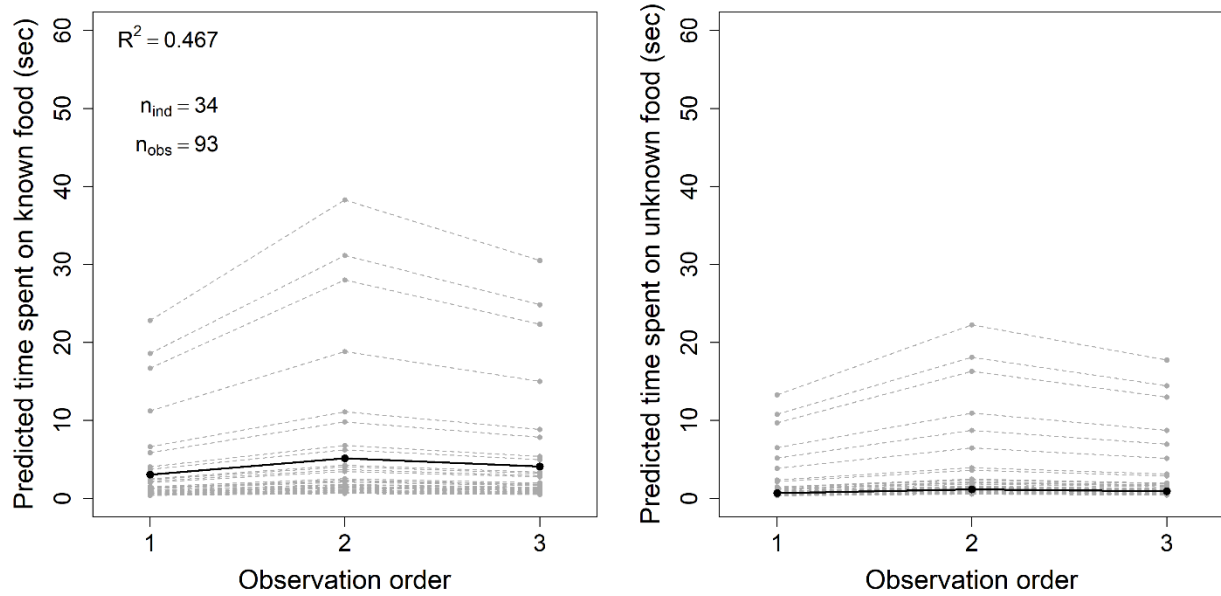


Figure 2.6 Reaction norm for the time spent on known food (left) and unknown food (right) in the three repetitions in the open field with food and fed individuals. Each gray point represents the predicted time spent (sec) of every individual, and the black points represent the population mean. The dotted lines are there to help visualize each individual's mean value.

2.5 Discussion

In this study, we have undertaken a validation process to establish that the search effort for food in the tarnished plant bug can be accurately represented by the total time spent in movement during an open field test. This is particularly significant as individuals exhibit an increased duration of movement when motivated to search for food. Additionally, we sought to validate that the time spent on food effectively reflects the use of food. Individuals demonstrating motivation to consume food spent a greater amount of time on food compared to instances where motivation was absent.

We have also documented the preferences among the three presented foods offered to the insects, revealing that no plant species was preferred to another. The absence of a distinct preference for specific food plant species aligns with certain findings in the literature, as the tarnished plant bug is recognized as a generalist insect capable of transitioning between crops (Outward et al., 2008). This adaptability is underscored by the species' potential to utilize hundreds of host plants (Capinera, 2020; Esquivel & Mowery, 2007a; Young, 1986). Preferences in Hemiptera may also stem from the varying nutritional qualities of different host plants or their various parts, such as leaves, developing fruits, flowers, and seeds (Burla et al., 2014; Curtis & McCoy, 1964; Janssen et al., 2003). Typically, insects exhibit a preference for

foods with a protein: carbohydrate ratio that maximizes their fitness, a phenomenon observed in *Locusta migratoria manilensis* Meyen (Orthoptera: Acrididae), the larvae of *Spodoptera littoralis* Boisduval (Lepidoptera: Noctuidae), and *L. hesperus* (Deans et al., 2019; Simpson et al., 1988). In instances where higher-quality food units are lacking or unavailable, insects may compensate for lower nutrient intake by consuming larger quantities of lower-quality foods (Berner et al., 2005). In *L. lineolaris*, dietary composition significantly influences nymphal survival, developmental duration, as well as adult mass and size (Solà et al., 2020). The study made by Solà et al. (2020) concluded that among the dietary options tested, canola emerged as the optimal choice when compared to alternatives such as strawberry, buckwheat, aphids, spider mites, and a combination of strawberry and aphids.

The individuals in our study spent slightly more time on familiar foods compared to those they were unfamiliar with. The phenomenon of preference for familiar host plants was also shown in *S. littoralis* larvae, which exhibit reduced attraction to volatile substances emitted by host plants when they lack prior exposure compared to when they are familiar with these substances (Carlsson et al., 1999). In these larvae, the recognition of host plants relies on the association between the plant and its scent. Conversely, in other Lepidoptera species, host plant recognition is primarily based on visual cues, such as the shape or color of flowers (Balamurali et al., 2019; Dell'Aglio et al., 2016; Satoh et al., 2016). In the case of the tarnished plant bug, both visual and olfactory stimuli are utilized for initial host plant orientation (Blackmer & Cañas, 2005; Chinta et al., 1994; George et al., 2023; Prokopy & Owens, 1983; Wynde & Port, 2012). Subsequently, the tarnished plant bug engages in labial tapping to evaluate the suitability of the plant as a food source (Avé et al., 1978; Hatfield et al., 1983). During this process, the individual acquires certain plant compounds, such as sugars and amino acids, which may act as mechanical or chemical deterrents (Hatfield et al., 1982; Mittler, 1967; Slater & Baranowski, 1978).

Lastly, we documented consistent individual differences in search effort, food use and food preference. The magnitude of the variation in the search effort was lower than the average magnitudes reported in the literature for activity (19.8% compared to ~31.3% variance explained by individual differences in activity, Bell et al., 2009). This difference could be explained by the fact that the term “activity” in the literature may encompass a broad range of behaviors in different physiological states (fasted or not, sexually mature or not, mated or not, stressed or not). For instance, Nemiroff & Despland (2007) used the term “activity levels” to describe the amount of time each individual spent walking, searching, being quiescent, eating, and the latency to reach the food source. Since they motivated the food search in their

experimental design, any ecologically relevant movement could be better qualified as search effort for food instead of activity. In another study, Quinn & Cresswell (2005) employed the term “activity level” to characterize the movements of individuals in an open field test, conducted after subjecting them to voluntary stressing manipulations and food deprivation. In this context, their focus leaned towards what we might label as search effort for food, given the induced food deprivation, or stress response, stemming from the stressful manipulation. While both behaviors fall under the umbrella of “activity”, the distinction might be crucial as they can have distinct implications. Search effort, for instance, may influence resource acquisition, potentially affecting an organism’s ability to find and secure necessary resources. On the other hand, stress response might lead to varied reactions when faced with predation, influencing an organism’s survival strategies and defensive behaviors (Fakan et al., 2023; Langerhans, 2007).

Consistent individual differences in search effort may have significant implications for the ecology and evolution of a species. Individuals exhibiting lower search effort are likely to be less vulnerable to competition and pathogens due to reduced contact with other individuals (Fèvre et al., 2006; Hart & Marshall, 2009; Hemida et al., 2017; Wellington, 1960). Furthermore, there may be a fitness difference when a colony is composed of a single search effort phenotype. For instance, in the larvae of *Malacosoma disstria* Hübner (Lepidoptera: Lasiocampidae), colonies predominantly consisting of individuals characterized by lower search effort (“sluggish” individuals) exhibited diminished survival rates, even under favorable conditions (Nemiroff & Despland, 2007). It would be interesting to explore whether there are fitness differences between search effort strategies in the tarnished plant bug and if so, how this is reflected. For example, in the case of *M. disstria*, individuals exerting less search effort tended to feed less frequently compared to their counterparts with greater search effort. One might speculate that the search effort strategies could be equivalent if individuals who feed less often manage to consume a larger quantity of food to compensate. We conducted a preliminary investigation with our *L. lineolaris* individuals with a mixed model associating the time spent in movement as a function of the time spent on food with the individual as a random effect. This analysis indicated that individuals demonstrating greater search effort also spent less time feeding (Figure 3.5), leading us to believe that individuals of *L. lineolaris* with higher search effort may need to consume food in greater quantities to achieve an equivalent fitness level to those employing a “less search effort” strategy. But of course, all this remains to be verified by additional experiments and other analyses.

Similar to the observation regarding search effort, we noted consistent individual differences in food use. Our findings closely aligned with the mean repeatability estimates observed in various studies related to feeding duration across different species, including fish (Martins et al., 2005), butterfly larvae (Nemiroff & Despland, 2007), domestic cows (Kelly et al., 2010, 2020; Løvendahl & Munksgaard, 2016), and domestic pigs (Haer & Merks, 1992; Vargovic et al., 2021), amounting to 41.1%, as compared to the approximate average of 42.4%. Insects that allocate more time to feeding activities often exhibit an enhanced probability of survival, which is correlated with improved growth and increased body mass (Kogan & Cope, 1974; Padmanabha et al., 2011; Riffell et al., 2008). This propensity significantly influences their ability to transition between developmental stages, particularly concerning the allocation of energy reserves necessary for molting and the production of gametes upon reaching adulthood, especially in females (Arrese & Soulages, 2010; Jiang et al., 2019; Lorenz & Gäde, 2009; Rivero et al., 2001; Truman & Riddiford, 1999). Given that the duration spent on feeding appears to be a trait with relatively high repeatability in the tarnished plant bug, especially when contrasted with a mean repeatability of 0.37 across all behaviors (Bell et al., 2009), an intriguing avenue for further investigation arises. It would be of interest to explore whether *L. lineolaris* individuals characterized by prolonged feeding periods are also associated with a higher degree of crop damage. This inquiry is motivated by the fact that the feeding method employed by the tarnished plant bug, involving the piercing and sucking of plant tissues, serves as the primary causative factor in crop damage (Handley & Pollard, 1993; Tuelher et al., 2020). Moreover, the fact that individuals that exhibit increased movement without corresponding access to food may suggest the presence of a trade-off between an individual's mobility and its ability to detect and locate food resources (Chittka et al., 2003).

Our findings concerning individual variation in preferences for known or unknown foods closely align with the mean repeatability observed in preferences for specific attributes. Specifically, our results indicate a repeatability of 46.7%, a figure in close proximity to the mean repeatability of 43.4% observed in preferences related to specific characteristics, such as nest distance from land features (Janzen & Morjan, 2001; Kamel & Mrosovsky, 2005; Spencer & Thompson, 2003) and mating song characteristics (Isoherranen et al., 1999; Wagner et al., 1995). However, the observed individual differences in preferences for food plant species in our study (63.1%) appear elevated when contrasted with the aforementioned studies. It is still noteworthy that these studies employed attributes of a preferred resource, such as preferred nest distance from land features instead of the preferred nesting site, and preferred mating song characteristics instead of the preferred mating song. This distinction in

methodology may elucidate the variance in our findings compared to the cited studies. Additionally, organisms are more inclined to rely on the attributes of a resource, or a combination thereof, rather than solely on the resource itself, as it is these attributes that drive impacts on fitness. For instance, in the experiment conducted by Janzen & Morjan (2001) on the nest choice of *Chrysemys picta* turtles, females consistently selected nesting sites with similar amounts of vegetation cover. When a preference that influences fitness evolves into a behavioral maladaptation—typically as a result of human activity—this phenomenon is referred to as an evolutionary trap (Robertson & Chalfoun, 2016). This situation is exemplified by females *Pieris oleracea* (Lepidoptera: Pieridae), which were observed to oviposit more frequently on garlic mustard (*Alliaria petiolata*) if they had developed in an environment containing this plant, compared to females that did not have such exposure. In both scenarios, the larvae exhibited a lower pupation rate on garlic mustard than on any native plant species (Keeler & Chew, 2008).

2.6 References

- Allen. (1988). Frequency-dependent selection by predators. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 319(1196), 485-503.
<https://doi.org/10.1098/rstb.1988.0061>
- Archer, J., & Birke, L. I. A. (1983). *Exploration in Animals and Humans*. Van Nostrand Reinhold (UK).
- Arrese, E. L., & Soulages, J. L. (2010). Insect Fat Body : Energy, Metabolism, and Regulation. *Annual Review of Entomology*, 55(1), 207-225. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085356>
- Avé, D., Frazier, J. L., & Hatfield, L. D. (1978). Contact Chemoreception in the Tarnished Plant Bug *Lygus lineolaris*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 24(3), 217-227.
<https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1978.tb02776.x>
- Azevedo, K. E. X., Magalhães, D. M., de Andrade Moral, R., & Bento, J. M. S. (2023). Weathering the hunt : The role of barometric pressure in predator insects' foraging behaviour. *Ecology and Evolution*, 13(8). Scopus. <https://doi.org/10.1002/ece3.10416>
- Balamurali, G. S., Edison, A., Somanathan, H., & Kodandaramaiah, U. (2019). Spontaneous colour preferences and colour learning in the fruit-feeding butterfly, *Mycalesis mineus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 73(3), 39. <https://doi.org/10.1007/s00265-019-2648-1>
- Bell, A. M., Hankison, S. J., & Laskowski, K. L. (2009). The repeatability of behaviour : A meta-analysis. *Animal behaviour*, 77(4), 771-783.
- Berner, D., Blanckenhorn, W. U., & Körner, C. (2005). Grasshoppers cope with low host plant quality by compensatory feeding and food selection : N limitation challenged. *Oikos*, 111(3), 525-533.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2005.14144.x>
- Blackmer, J. L., & Cañas, L. A. (2005). Visual Cues Enhance the Response of *Lygus hesperus* (Heteroptera : Miridae) to Volatiles from Host Plants. *Environmental Entomology*, 34(6), 1524-1533.
<https://doi.org/10.1603/0046-225X-34.6.1524>
- Bonte, D., Baert, L., Lens, L., & Maelfait, J.-P. (2004). Effects of aerial dispersal, habitat specialisation, and landscape structure on spider distribution across fragmented grey dunes. *Ecography*, 27(3), 343-349. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2004.03844.x>
- Burla, J. P., Grille, G., Lorenzo, M. E., Franco, J., Bonato, O., & Basso, C. (2014). Effect of Different Diets on the Development, Mortality, Survival, Food Uptake and Fecundity of *Tupiocoris cucurbitaceus*

- (Hemiptera : Miridae). *Florida Entomologist*, 97(4), 1816-1824.
<https://doi.org/10.1653/024.097.0458>
- Buskirk, S. W., & Millsaugh, J. J. (2006). Metrics for Studies of Resource Selection. *The Journal of Wildlife Management*, 70(2), 358-366.
- Candland, D. K., & Nagy, Z. M. (1969). The open field : Some comparative data. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 159(3), 831-851. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1969.tb12982.x>
- Capinera, J. L. (2020). Chapter 8—Order Hemiptera—Bugs. Dans J. L. Capinera (Éd.), *Handbook of Vegetable Pests (Second Edition)* (p. 259-382). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814488-6.00008-X>
- Carlsson, M. A., Anderson, P., Hartlieb, E., & Hansson, B. S. (1999). Experience-Dependent Modification of Orientational Response to Olfactory Cues in Larvae of *Spodoptera littoralis*. *Journal of Chemical Ecology*, 25(11), 2445-2454. <https://doi.org/10.1023/A:1020865922827>
- Chinta, S., Dickens, J. C., & Aldrich, J. R. (1994). Olfactory reception of potential pheromones and plant odors by tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Hemiptera : Miridae). *Journal of Chemical Ecology*, 20(12), 3251-3267. <https://doi.org/10.1007/BF02033724>
- Chittka, L., Dyer, A. G., Bock, F., & Dornhaus, A. (2003). Bees trade off foraging speed for accuracy. *Nature*, 424(6947), Article 6947. <https://doi.org/10.1038/424388a>
- Cohen. (2000). A review of feeding studies of *Lygus* spp. With emphasis on artificial diets. *Southwestern Entomologist*, No. Suppl. 23, 111-119.
- Cowan, & Barnett. (1975). The new-object and new-place reactions of *Rattus rattus* L. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 56(3), 219-234. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1975.tb00265.x>
- Curtis, & McCoy. (1964). Some Host-Plant Preferences Shown by *Lygus lineolaris* (Hemiptera : Miridae) in the Laboratory. *Annals of the Entomological Society of America*, 57(4), 511-513.
<https://doi.org/10.1093/aesa/57.4.511>
- Cushman, S. A., & Lewis, J. S. (2010). Movement behavior explains genetic differentiation in American black bears. *Landscape Ecology*, 25(10), 1613-1625. <https://doi.org/10.1007/s10980-010-9534-6>
- Deans, C., Sword, G. A., & Behmer, S. T. (2019). First evidence of protein-carbohydrate regulation in a plant bug (*Lygus hesperus*). *Journal of Insect Physiology*, 116, 118-124.
<https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.05.004>
- Debeffe, L., Morellet, N., Cargnelutti, B., Lourtet, B., Coulon, A., Gaillard, J. M., Bon, R., & Hewison, A. J. M. (2013). Exploration as a key component of natal dispersal : Dispersers explore more than philopatric individuals in roe deer. *Animal Behaviour*, 86(1), 143-151.
<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.05.005>
- Dell'Aglio, D. D., Losada, M. E., & Jiggins, C. D. (2016). Butterfly Learning and the Diversification of Plant Leaf Shape. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 4.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2016.00081>
- Dumont, F., & Provost, C. (2019). Combining the use of trap crops and insecticide sprays to control the tarnished plant bug (Hemiptera : Miridae) in strawberry (Rosaceae) fields. *The Canadian Entomologist*, 151(2), 251-259. <https://doi.org/10.4039/tce.2019.7>
- Esquivel, J. F., & Mowery, S. V. (2007). Host Plants of the Tarnished Plant Bug (Heteroptera : Miridae) in Central Texas. *Environmental Entomology*, 36(4), 725-730. <https://doi.org/10.1093/ee/36.4.725>
- Fakan, E. P., Allan, B. J. M., Illing, B., Hoey, A. S., & McCormick, M. I. (2023). Habitat complexity and predator odours impact on the stress response and antipredation behaviour in coral reef fish. *PLOS ONE*, 18(6), e0286570. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286570>
- Ferrari, M. C. O., McCormick, M. I., Meekan, M. G., & Chivers, D. P. (2015). Background level of risk and the survival of predator-naive prey : Can neophobia compensate for predator naivety in juvenile coral reef fishes? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1799), 20142197.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2197>

- Fèvre, E. M., Bronsvort, B. M. D. C., Hamilton, K. A., & Cleaveland, S. (2006). Animal movements and the spread of infectious diseases. *Trends in Microbiology*, 14(3), 125-131. Scopus.
<https://doi.org/10.1016/j.tim.2006.01.004>
- Fleury, D., Mauffette, Y., Methot, S., & Vincent, C. (2013). Activity of *Lygus lineolaris* (Heteroptera : Miridae) adults monitored around the periphery and inside a commercial vineyard. *EJE*, 107(4), 527-534. <https://doi.org/10.14411/eje.2010.060>
- Freeman, R. J., & Mueller, A. J. (1989). SEASONAL OCCURRENCE OF THE TARNISHED PLANT BUG, *LYGUS LINEOLARIS* (HETEROPTERA: MIRIDAE) ON SOYBEAN. *Journal of Entomological Science*, 24(2), 218-223. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-24.2.218>
- Friard, O., & Gamba, M. (2016). BORIS : A free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(11), 1325-1330. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12584>
- George, J., Glover, J. P., Gore, J., Crow, W. D., & Reddy, G. V. P. (2021). Biology, Ecology, and Pest Management of the Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) in Southern Row Crops. *Insects*, 12(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/insects12090807>
- George, J., Reddy, G. V. P., Little, N., Arnold, S. E. J., & Hall, D. R. (2023). Combining visual cues and pheromone blends for monitoring and management of the tarnished plant bug *Lygus lineolaris* (Hemiptera : Miridae). *Pest Management Science*, 79(6), 2163-2171. <https://doi.org/10.1002/ps.7395>
- Graham, von Keyserlingk, M. A. G., & Franks, B. (2018). Free-choice exploration increases affiliative behaviour in zebrafish. *Applied Animal Behaviour Science*, 203, 103-110. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.02.005>
- Greenberg. (1983). The Role of Neophobia in Determining the Degree of Foraging Specialization in Some Migrant Warblers. *The American Naturalist*, 122(4), 444-453.
- Greenberg. (1984a). Differences in feeding neophobia in the tropical migrant wood warblers *Dendroica castanea* and *D. pensylvanica*. *Journal of Comparative Psychology*, 98(2), 131-136. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.98.2.131>
- Greenberg. (1989). Neophobia, aversion to open space, and ecological plasticity in Song and Swamp sparrows. *Canadian Journal of Zoology*, 67(5), 1194-1199. <https://doi.org/10.1139/z89-172>
- Greenberg, R. (1984b). Neophobia in the foraging-site selection of a neotropical migrant bird : An experimental study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 81(12), 3778-3780. <https://doi.org/10.1073/pnas.81.12.3778>
- Haer, L. C. M. de, & Merks, J. W. M. (1992). Patterns of daily food intake in growing pigs. *Animal Science*, 54(1), 95-104. <https://doi.org/10.1017/S0003356100020614>
- Handley, D. T., & Pollard, J. E. (1993). Microscopic Examination of Tarnished Plant Bug (Heteroptera : Miridae) Feeding Damage to Strawberry. *Journal of Economic Entomology*, 86(2), 505-510. <https://doi.org/10.1093/jee/86.2.505>
- Hart, S. P., & Marshall, D. J. (2009). Spatial arrangement affects population dynamics and competition independent of community composition. *Ecology*, 90(6), 1485-1491. <https://doi.org/10.1890/08-1813.1>
- Hatfield, L. D., Ferreira, J., & Frazier, J. L. (1983). Host Selection and Feeding Behavior by the Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Hemiptera : Miridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 76(4), 688-691. <https://doi.org/10.1093/aesa/76.4.688>
- Hatfield, L. D., Frazier, J. L., & Ferreira, J. (1982). Gustatory discrimination of sugars, amino acids, and selected allelochemicals by the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*. *Physiological Entomology*, 7(1), 15-23. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1982.tb00662.x>
- Hemida, M. G., Elmoslemany, A., Al-Hizab, F., Alnaeem, A., Almathen, F., Faye, B., Chu, D. K. W., Perera, R. a. P. M., & Peiris, M. (2017). Dromedary Camels and the Transmission of Middle East

- Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV). *Transboundary and Emerging Diseases*, 64(2), 344-353. <https://doi.org/10.1111/tbed.12401>
- Holt, R. D. (1984). Spatial Heterogeneity, Indirect Interactions, and the Coexistence of Prey Species. *The American Naturalist*, 124(3), 377-406. <https://doi.org/10.1086/284280>
- Holyoak, M., Casagrandi, R., Nathan, R., Revilla, E., & Spiegel, O. (2008). Trends and missing parts in the study of movement ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(49), 19060-19065. <https://doi.org/10.1073/pnas.0800483105>
- Isoherranen, E., Aspi, J., & Hoikkala, A. (1999). Variation and consistency of female preferences for simulated courtship songs in *Drosophila virilis*. *Animal Behaviour*, 57(3), 619-625. <https://doi.org/10.1006/anbe.1998.0981>
- Jackson, DeBolt, J. W., Ellington, J., Nechols, J. R., Andres, L. A., Beardsley, J. W., & Goeden, R. D. (1995). Lygus bugs. *Biological Control in the Western United States*, 87-90.
- Janssen, A., Willemsse, E., & Van Der Hammen, T. (2003). Poor host plant quality causes omnivore to consume predator eggs. *Journal of Animal Ecology*, 72(3), 478-483. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00717.x>
- Janzen, F. J., & Morjan, C. L. (2001). Repeatability of microenvironment-specific nesting behaviour in a turtle with environmental sex determination. *Animal Behaviour*, 62(1), 73-82. <https://doi.org/10.1006/anbe.2000.1732>
- Jeltsch, F., Bonte, D., Pe'er, G., Reineking, B., Leimgruber, P., Balkenhol, N., Schröder, B., Buchmann, C. M., Mueller, T., Blaum, N., Zurell, D., Böhning-Gaese, K., Wiegand, T., Eccard, J. A., Hofer, H., Reeg, J., Eggers, U., & Bauer, S. (2013). Integrating movement ecology with biodiversity research—Exploring new avenues to address spatiotemporal biodiversity dynamics. *Movement Ecology*, 1(1), 6. <https://doi.org/10.1186/2051-3933-1-6>
- Jiang, T., Ma, L., Liu, X.-Y., Xiao, H.-J., & Zhang, W.-N. (2019). Effects of starvation on respiratory metabolism and energy metabolism in the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae). *Journal of Insect Physiology*, 119, 103951. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103951>
- Johnson, D. H. (1980). The Comparison of Usage and Availability Measurements for Evaluating Resource Preference. *Ecology*, 61(1), 65-71. <https://doi.org/10.2307/1937156>
- Johnson-Ulrich, Z., Sevchik, A., Lukas, D., MacPherson, M., Seitz, B., Logan, C., McCune, K., & Blaisdell, A. (2023). Using repeatability of performance within and across contexts to validate measures of behavioral flexibility. <https://doi.org/10.7717/peerj.15773>
- Kamel, S. J., & Mrosovsky, N. (2005). Repeatability of nesting preferences in the hawksbill sea turtle, *Eretmochelys imbricata*, and their fitness consequences. *Animal Behaviour*, 70(4), 819-828. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.01.006>
- Keeler, & Chew. (2008). Escaping an evolutionary trap : Preference and performance of a native insect on an exotic invasive host. *Oecologia*, 156(3), 559-568. <https://doi.org/10.1007/s00442-008-1005-2>
- Kelly, McGee, M., Crews, D. H., Jr., Sweeney, T., Boland, T. M., & Kenny, D. A. (2010). Repeatability of feed efficiency, carcass ultrasound, feeding behavior, and blood metabolic variables in finishing heifers divergently selected for residual feed intake. *Journal of Animal Science*, 88(10), 3214-3225. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2700>
- Kelly, Sleator, R. D., Murphy, C. P., Conroy, S. B., Judge, M. M., & Berry, D. P. (2020). Large variability in feeding behavior among crossbred growing cattle. *Journal of Animal Science*, 98(7), skaa216. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa216>
- Kirkden, R. D., & Pajor, E. A. (2006). Using preference, motivation and aversion tests to ask scientific questions about animals' feelings. *Applied Animal Behaviour Science*, 100(1), 29-47. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.04.009>

- Kogan, M., & Cope, D. (1974). Feeding and Nutrition of Insects Associated with Soybeans. 3. Food Intake, Utilization, and Growth in the Soybean Looper, *Pseudoplusia includens*. *Annals of the Entomological Society of America*, 67(1), 66-72. <https://doi.org/10.1093/aesa/67.1.66>
- Langerhans, B. (2007). Evolutionary consequences of predation : Avoidance, escape, reproduction, and diversification. *Predation in Organisms: A Distinct Phenomenon*, 177-220. https://doi.org/10.1007/978-3-540-46046-6_10
- Layton, M. B. (2000). Biology and damage of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*, in cotton. *Southwestern Entomologist*, No. Suppl. 23, 7-20.
- Leclerc, M., Dussault, C., & St-Laurent, M.-H. (2012). Multiscale assessment of the impacts of roads and cutovers on calving site selection in woodland caribou. *Forest Ecology and Management*, 286, 59-65. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.010>
- Lorenz, & Gäde. (2009). Hormonal regulation of energy metabolism in insects as a driving force for performance. *Integrative and Comparative Biology*, 49(4), 380-392. <https://doi.org/10.1093/icb/icp019>
- Løvendahl, P., & Munksgaard, L. (2016). An investigation into genetic and phenotypic variation in time budgets and yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(1), 408-417. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9838>
- Manly, B. F. J., McDonald, L. L., Thomas, D. L., McDonald, T. L., & Erickson, W. P. (Éds.). (2002a). Analysis of the Amount of Use. Dans *Resource Selection by Animals : Statistical Design and Analysis for Field Studies* (p. 179-191). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/0-306-48151-0_11
- Manly, B. F. J., McDonald, L. L., Thomas, D. L., McDonald, T. L., & Erickson, W. P. (Éds.). (2002b). Introduction to Resource Selection Studies. Dans *Resource Selection by Animals : Statistical Design and Analysis for Field Studies* (p. 1-15). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/0-306-48151-0_1
- Martins, C. I. M., Schrama, J. W., & Verreth, J. A. J. (2005). The consistency of individual differences in growth, feed efficiency and feeding behaviour in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) housed individually. *Aquaculture Research*, 36(15), 1509-1516. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01372.x>
- Mitchell. (1976). Experiments on neophobia in wild and laboratory rats : A reevaluation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 90(2), 190-197. <https://doi.org/10.1037/h0077196>
- Mittler, T. E. (1967). Flow Relationships for Hemipterous Stylets. *Annals of the Entomological Society of America*, 60(5), 1112-1114. <https://doi.org/10.1093/aesa/60.5.1112>
- Nagalingam, T., & Holliday, N. J. (2015). Plant bugs (Hemiptera : Miridae) on field beans and soybeans in Manitoba, Canada: species composition and seasonal occurrence. *The Canadian Entomologist*, 147(6), 766-775. <https://doi.org/10.4039/tce.2015.1>
- Nathan, R., Getz, W. M., Revilla, E., Holyoak, M., Kadmon, R., Saltz, D., & Smouse, P. E. (2008). A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(49), 19052-19059. <https://doi.org/10.1073/pnas.0800375105>
- Nemiroff, & Despland, E. (2007). Consistent individual differences in the foraging behaviour of forest tent caterpillars (*Malacosoma disstria*). *Canadian Journal of Zoology*, 85(11), 1117-1124. <https://doi.org/10.1139/Z07-081>
- Newman, J. A., Penning, P. D., Parsons, A. J., Harvey, A., & Orr, R. J. (1994). Fasting affects intake behaviour and diet preference of grazing sheep. *Animal Behaviour*, 47(1), 185-193. <https://doi.org/10.1006/anbe.1994.1021>
- Nieto, D. J., Hagler, J. R., Swezey, S. L., Machtley, S. A., & Bryer, J. A. (2023). Immigration of *Lygus* spp. (Hemiptera : Miridae) and predaceous natural enemies to trap-cropped organic strawberry. *Environmental Entomology*, 52(5), 824-831. <https://doi.org/10.1093/ee/nvad085>

- Nunnally. (1975). Psychometric Theory—25 Years Ago and Now. *Educational Researcher*, 4(10), 7-21.
<https://doi.org/10.3102/0013189X004010007>
- Outward, R., Sorenson, C. E., & Bradley, J. R., Jr. (2008). Effects of vegetated field borders on arthropods in cotton fields in eastern North Carolina. *Journal of Insect Science*, 8(1), 9.
<https://doi.org/10.1673/031.008.0901>
- Padmanabha, H., Bolker, B., Lord, C. C., Rubio, C., & Lounibos, L. P. (2011). Food Availability Alters the Effects of Larval Temperature on *Aedes aegypti* Growth. *Journal of Medical Entomology*, 48(5), 974-984. <https://doi.org/10.1603/ME11020>
- Perals, D., Griffin, A. S., Bartomeus, I., & Sol, D. (2017). Revisiting the open-field test : What does it really tell us about animal personality? *Animal Behaviour*, 123, 69-79.
<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.10.006>
- Peters, F. T., Drummer, O. H., & Musshoff, F. (2007). Validation of new methods. *Forensic Science International*, 165(2), 216-224. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.05.021>
- Pinaud, D. (2008). Quantifying search effort of moving animals at several spatial scales using first-passage time analysis : Effect of the structure of environment and tracking systems. *Journal of Applied Ecology*, 45(1), 91-99. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01370.x>
- Prokopy, R. J., & Owens, E. D. (1983). Visual Detection of Plants by Herbivorous Insects. *Annual Review of Entomology*, 28(1), 337-364. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.002005>
- Quinn, J. L., & Cresswell, W. (2005). Personality, Anti-Predation Behaviour and Behavioural Plasticity in the Chaffinch *Fringilla coelebs*. *Behaviour*, 142(9/10), 1377-1402.
- Réale, D., Garant, D., Humphries, M. M., Bergeron, P., Careau, V., & Montiglio, P.-O. (2010). Personality and the emergence of the pace-of-life syndrome concept at the population level. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 365(1560), 4051-4063.
- Réale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T., & Dingemanse, N. J. (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82(2), 291-318.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00010.x>
- Reiskind, M. H., & Janairo, M. S. (2015). Late-instar Behavior of *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) Larvae in Different Thermal and Nutritive Environments. *Journal of Medical Entomology*, 52(5), 789-796. Scopus. <https://doi.org/10.1093/jme/tjv088>
- Rettie, W. J., & Messier, F. (2000). Hierarchical Habitat Selection by Woodland Caribou : Its Relationship to Limiting Factors. *Ecography*, 23(4), 466-478.
- Ridgway, R. L., & Gyrisco, G. G. (1960). Studies of the Biology of the Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris*. *Journal of Economic Entomology*, 53(6), 1063-1065. <https://doi.org/10.1093/jee/53.6.1063>
- Riffell, J. A., Alarcón, R., Abrell, L., Davidowitz, G., Bronstein, J. L., & Hildebrand, J. G. (2008). Behavioral consequences of innate preferences and olfactory learning in hawkmoth–flower interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(9), 3404-3409.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0709811105>
- Rivero, A., Giron, D., & Casas, J. (2001). Lifetime allocation of juvenile and adult nutritional resources to egg production in a holometabolous insect. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1473), 1231-1237. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1645>
- Rizzo, S. J. S., & Silverman, J. L. (2016). Methodological Considerations for Optimizing and Validating Behavioral Assays. *Current protocols in mouse biology*, 6(4), 364-379.
<https://doi.org/10.1002/cpmo.17>
- Robertson, & Chalfoun, A. D. (2016). Evolutionary traps as keys to understanding behavioral maladaptation. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 12, 12-17.
<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.08.007>

- Satoh, A., Kinoshita, M., & Arikawa, K. (2016). Innate preference and learning of colour in the male cotton bollworm moth, *Helicoverpa armigera*. *Journal of Experimental Biology*, 219(24), 3857-3860. <https://doi.org/10.1242/jeb.148064>
- Scales, A. L., & Furr, R. E. (1968). Relationship Between the Tarnished Plant Bug and Deformed Cotton Plants. *Journal of Economic Entomology*, 61(1), 114-118. <https://doi.org/10.1093/jee/61.1.114>
- Simpson, S. J., Simmonds, M. S. J., & Blaney, W. M. (1988). A comparison of dietary selection behaviour in larval *Locusta migratoria* and *Spodoptera littoralis*. *Physiological Entomology*, 13(2), 225-238. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1988.tb00927.x>
- Sivakoff, F. S., Rosenheim, J. A., & Hagler, J. R. (2012). Relative dispersal ability of a key agricultural pest and its predators in an annual agroecosystem. *Biological Control*, 63(3), 296-303. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.09.008>
- Slater, J. A., & Baranowski, R. M. (1978). *How to know the true bugs (Hemiptera-Heteroptera)*. W.C. Brown Co.
- Solà, M., Dumont, F., Provost, C., & Lucas, E. (2020). *Lygus lineolaris* Nutritional Needs and Host Choices for IPM Strategies with Predators and Trap Crops. *CIRAA*, 12, 280-290.
- Spencer, R.-J., & Thompson, M. B. (2003). The Significance of Predation in Nest Site Selection of Turtles : An Experimental Consideration of Macro- and Microhabitat Preferences. *Oikos*, 102(3), 592-600.
- Stern, V., Smith, R., van den Bosch, R., & Hagen, K. (1959). The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid : The integrated control concept. *Hilgardia*, 29(2), 81-101.
- Stewart, & Khoury. (1976). *The biology of Lygus lineolaris (Palisot de Beauvois)(Hemiptera : Miridae) in Quebec*.
- Strong, F., Sheldahl, J., Hughes, P., & Hussein, E. (1970). Reproductive biology of *Lygus hesperus* Knight : I. Laboratory studies on lygus reproduction. *Hilgardia*, 40(4), 105-123.
- Stuligross, C., Melone, G. G., Wang, L., & Williams, N. M. (2023). Sublethal behavioral impacts of resource limitation and insecticide exposure reinforce negative fitness outcomes for a solitary bee. *Science of the Total Environment*, 867. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161392>
- Truman, J. W., & Riddiford, L. M. (1999). The origins of insect metamorphosis. *Nature*, 401(6752), Article 6752. <https://doi.org/10.1038/46737>
- Tucker, V. A. (1970). Energetic cost of locomotion in animals. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 34(4), 841-846. [https://doi.org/10.1016/0010-406X\(70\)91006-6](https://doi.org/10.1016/0010-406X(70)91006-6)
- Tuelher, E. S., Backus, E. A., Cervantes, F., & Oliveira, E. E. (2020). Quantifying *Lygus lineolaris* stylet probing behavior and associated damage to cotton leaf terminals. *Journal of Pest Science*, 93(2), 663-677. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01184-8>
- Vargovic, L., Hermes, S., Athorn, R. Z., & Bunter, K. L. (2021). Feed intake and feeding behavior traits for gestating sows recorded using electronic sow feeders. *Journal of Animal Science*, 99(1), skaa395. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa395>
- Villet, M. H. (2005). Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects, 7th edition, C.A. Triplehorn & N.F. Johnson : Book review. *African Entomology*, 13(2), 393-394. <https://doi.org/10.10520/EJC32631>
- Votier, S. C., Fayet, A. L., Bearhop, S., Bodey, T. W., Clark, B. L., Grecian, J., Guilford, T., Hamer, K. C., Jeglinski, J. W. E., Morgan, G., Wakefield, E., & Patrick, S. C. (2017). Effects of age and reproductive status on individual foraging site fidelity in a long-lived marine predator. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1859), 20171068. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1068>
- Wagner, W., MURRAY, A., & CADE, W. (1995). Phenotypic variation in the mating preferences of female field crickets *Gryllus integer*. *Animal Behaviour*, 49, 1269-1281. <https://doi.org/10.1006/anbe.1995.0159>

- Webber, Q. M. R., Laforge, M. P., Bonar, M., Robitaille, A. L., Hart, C., Zabihi-Seissan, S., & Vander Wal, E. (2020). The Ecology of Individual Differences Empirically Applied to Space-Use and Movement Tactics. *The American Naturalist*, *196*(1), E1-E15. <https://doi.org/10.1086/708721>
- Wellington. (1960). Qualitative changes in natural populations during changes in abundance. *Canadian Journal of Zoology*, *38*(2), 289-314. <https://doi.org/10.1139/z60-036>
- Wilson, R. L., & Olson, D. L. (1990). Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera : Miridae) Oviposition Site Preference on Three Growth Stages of a Grain Amaranth, *Amaranthus cruentus* L. *Journal of the Kansas Entomological Society*, *63*(1), 88-91.
- Wynde, F. J. H., & Port, G. R. (2012). The Use of Olfactory and Visual Cues in Host Choice by the Capsid Bugs *Lygus rugulipennis* Poppius and *Liocoris tripustulatus* Fabricius. *PLOS ONE*, *7*(12), e46448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046448>
- Ydenberg, R. (2010). Decision Theory. Dans *Evolutionary Behavioral Ecology* (p. 150-166). Oxford University Press.
- Young, O. (1986). Host Plants of the Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Heteroptera : Miridae). *Annals of the Entomological Society of America*, *79*, 747-762. <https://doi.org/10.1093/aesa/79.4.747>

CHAPITRE 3

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le premier objectif de ce mémoire était de valider les mesures pour quantifier l'effort de recherche et l'utilisation de nourriture par la punaise terne en manipulant l'état de faim des individus avant de les soumettre à des tests d'arène. Plus précisément, nous avons observé un premier groupe d'individus dans trois tests d'arène pour valider nos variables d'effort de recherche et d'utilisation de nourriture. Nous avons comme deuxième objectif de savoir si la punaise terne présente des préférences alimentaires qui diffèrent de la néophilie et la néophobie. Pour cela, nous avons utilisé un second groupe d'individus, qui nous a permis d'inférer les préférences alimentaires de chaque individu. Enfin, nous voulions quantifier les différences individuelles constantes dans l'effort de recherche, l'utilisation de nourriture et les préférences, ce que nous avons également pu faire grâce au second groupe d'individus.

3.1 Validation

Nous avons déterminé que le temps total passé en mouvement (marche, vol et réorientation) est un bon indicateur de l'effort de recherche pour de la nourriture chez la punaise terne. En effet, les individus passaient plus de temps en mouvement après avoir jeûné que lorsqu'ils étaient nourris. Nous avons aussi déterminé que le temps total passé sur la nourriture est un bon indicateur de l'utilisation des aliments chez la punaise terne, encore une fois, parce que les individus passaient plus de temps sur les aliments après avoir jeûné que lorsqu'ils étaient nourris.

Il y a une grande variabilité dans la terminologie utilisée dans différentes études pour caractériser le comportement de recherche et d'acquisition de nourriture. Par exemple, Reiskind & Janairo (2015) ont décrit le temps passé à explorer les surfaces comme une « recherche active de nourriture » (*foraging activity*), tandis que Azevedo et al. (2023) ont mesuré la durée qu'un prédateur mettait pour rencontrer une proie et l'ont appelé « temps de recherche » (*searching time*). Stuligross et al. (2023) ont pris le temps passé à l'extérieur du nid comme un « temps de recherche de nourriture » (*foraging time*). Bennison et al. (2018) ont utilisé le comportement de recherche (*search behavior*) comme indicateur de l'effort de recherche de nourriture (*foraging effort*), tandis que Mitchell et al. (1990) ont utilisé l'effort de recherche de nourriture (*foraging effort*) comme synonyme à l'activité de recherche de nourriture (*foraging activity*). Par ailleurs, Mitchell et al. (1990) ont mesuré ces comportements par le biais de l'intensité des traces laissées par des gerbilles sur des carrés de sable. Cependant, ces traces ne démontraient pas

nécessairement que les gerbilles cherchaient activement de la nourriture : les traces pourraient avoir été faites par hasard ou alors que les gerbilles fuyaient le danger, sans nécessairement montrer un comportement de recherche et d'acquisition de nourriture. Enfin, certains auteurs utilisent aussi le terme « exploration » pour qualifier l'acquisition d'information, et « exploitation » pour l'acquisition des ressources (*exploration–exploitation trade off*, Mehlhorn et al., 2015). Tous ces termes s'alignent presque parfaitement les uns aux autres, et sur notre définition « d'effort de recherche ». Certains auteurs combinent aussi les concepts d'effort de recherche et d'utilisation de nourriture en un seul concept, comme dans le cas de Stuligross et al. (2023), où le temps passé à l'extérieur du nid est utilisé comme mesure du temps de recherche de nourriture, mêlant ainsi la recherche de nourriture et son utilisation. Ce mélange peut masquer des distinctions significatives entre l'efficacité de la recherche et la capacité à utiliser les ressources alimentaires rencontrées.

Nous avons également conclu que le temps passé sur les aliments constitue une variable appropriée pour mesurer l'utilisation de nourriture. Cependant, bien que les individus consacrent légèrement plus de temps à la nourriture lorsqu'ils sont à jeun plutôt que lorsqu'ils sont nourris, cette différence était minime (moins de 0,3 seconde par minute). Idéalement, la mesure la plus précise de l'utilisation de la nourriture impliquerait de suivre le temps passé à se nourrir activement, par exemple en mesurant le temps passé à piquer et aspirer dans le cas de *L. lineolaris*. Malheureusement, cette mesure n'était pas pratique avec notre configuration d'arène, car l'observation directe des événements d'alimentation aurait nécessité une vue latérale, alors que notre configuration ne permettait qu'une vue de dessus. Les autres méthodes les plus utilisées pour quantifier l'alimentation chez les hémiptères ne permettent pas les mesures répétées sur un même individu, puisque l'individu doit être sacrifié dans le processus, que ce soit par l'utilisation de traceurs radioactifs (Banks & Nixon, 1959; Guss & Branson, 1972; Hamilton, 1935), le test à la précipitine (Lorosa et al., 2003; Wisnivesky-Colli et al., 1982), les techniques basées sur la réaction en chaîne de l'ADN polymérase (Chaves et al., 2010; Hamer et al., 2009; Mota et al., 2007; Pizarro & Stevens, 2008) ou l'exsudation des stylets coupés (Mittler, 1957). Autrement, certaines études utilisent aussi la masse gagnée après un repas (Mittler & Sylvester, 1961; Pathak & Painter, 1958), mais cela ne permet pas de faire la distinction entre les plantes utilisées par l'insecte. Il aurait été nécessaire de réaliser une validation indépendante pour l'utilisation de nourriture dans un arène plus petit et muni d'une vue latérale. Cette vue latérale aurait permis d'observer à travers une caméra si les individus piquent dans l'aliment. Par conséquent, nous aurions pu déduire si le temps passé sur les aliments est corrélé au temps passé à piquer.

3.2 Préférences

Nous avons aussi découvert que la punaise terne ne présente pas de préférence pour une plante hôte en tant qu'aliment dans nos tests. L'absence de préférences générales n'est pas surprenante chez cette espèce, puisqu'elle est capable d'utiliser plusieurs centaines de plantes hôtes, comme l'artichaut, l'asperge, la betterave, le brocoli, le chou, la carotte, le céleri, le maïs, le pois chiche, le chou chinois, la coriandre, le niébé, le concombre, l'aubergine, l'endive, la scarole, la féverole, le fenouil, le raifort, la laitue, la lime, le haricot, la moutarde, l'oignon, le panais, le persil, la pomme de terre, le radis, le rutabaga, le salsifis, l'épinard, la courge, la patate douce, la bette à carde, la tomate, le navet, le melon d'eau, la luzerne, le trèfle, le coton, le carthame et le tournesol (Capinera, 2020; Esquivel & Mowery, 2007b; Young, 1986). Les populations sont aussi reconnues pour transitionner d'une culture à l'autre lorsque les plantes hôtes deviennent sénescentes (DuRant et al., 1994; Outward et al., 2008). Ce qui était plus étonnant dans nos résultats, c'était le manque de préférence plus claire pour le sarrasin, puisque plusieurs études indiquent que la punaise terne est attirée par le blanc et par le sarrasin, dont les fleurs sont blanches (Dumont & Provost, 2019; Prokopy et al., 1979; Wise et al., 2005). Il est possible que notre configuration ait contribué à cette différence, car l'environnement de l'arène était entièrement blanc. Cela aurait pu poser un défi aux individus pour détecter une fleur de sarrasin blanche sur un fond blanc. En effet, la capacité à détecter les objets chez les insectes peut dépendre du contraste avec les couleurs environnantes (Kennedy et al., 1961; Prokopy & Owens, 1983; Smith, 1976). Il est également possible que l'absence de préférence pour le sarrasin s'explique par le fait que cette plante semble être plus attrayante comme site de ponte que comme source de nourriture, puisque Mostafa (2007) a découvert que la population larvaire chez *L. lineolaris* était synchronisée avec le stade de floraison du sarrasin.

Les préférences chez les hémiptères peuvent aussi résulter de la qualité nutritive variable des différentes plantes hôtes ou des parties consommées de la plante (feuilles, fruits en développement, fleurs et graines, Burla et al., 2014; Curtis & McCoy, 1964; Janssen et al., 2003). Le plus souvent, les insectes vont préférer les aliments avec le ratio protéines : glucides qui améliore le plus leur aptitude phénotypique, ce qui a été observé chez *Locusta migratoria manilensis* Meyen (Orthoptera : Acrididae), la larve de *Spodoptera littoralis* Boisduval (Lepidoptera : Noctuidae) et *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera: Miridae) (Deans et al., 2019; Simpson et al., 1988). Si les aliments de meilleure qualité sont absents ou indisponibles, les insectes peuvent compenser l'apport moindre en nutriments en consommant des plus grandes quantités d'aliments de moins bonne qualité nutritive (Berner et al., 2005). La qualité est définie comme un aliment qui améliore l'aptitude phénotypique de l'individu. Par exemple, les larves de *L. hesperus* ont une meilleure

survie sur une diète avec un ratio 1,5 protéines : glucides par rapport aux diètes avec des ratios différents (Deans et al., 2019). Chez *L. lineolaris*, la diète affecte la survie des larves, le temps de développement jusqu'au stade adulte et la masse et la taille une fois au stade adulte (Solà et al., 2020). Selon les conclusions de (Solà et al., 2020), le canola s'est avéré être la meilleure option diététique comparativement au fraisier, au sarrasin, aux pucerons, aux tétranyques, et à une combinaison de fraisier et de pucerons. Chez *Acyrtosiphon pisum* Harris (Hemiptera : Aphididae), la survie est corrélée positivement à la concentration d'acides aminés retrouvée dans l'alimentation (Simpson et al., 1995). La qualité nutritionnelle des plantes hôtes joue ainsi un rôle central dans la détermination des préférences alimentaires des hémiptères, tout en influençant leur aptitude phénotypique. Il serait donc intéressant de mener une autre expérience dans laquelle la qualité des aliments fournis serait contrôlée. Cette approche permettrait de vérifier si les individus consacrent systématiquement plus de temps à des aliments spécifiques, éliminant ainsi la possibilité qu'un tel comportement soit uniquement attribué aux variations de la qualité des aliments.

Nous avons aussi découvert que la punaise terne préfère les aliments connus aux aliments inconnus. Ce phénomène s'observe aussi chez les larves de *S. littoralis*, qui sont moins attirées par les substances volatiles provenant de plantes hôtes lorsqu'elles sont inexpérimentées plutôt que lorsqu'elles connaissent ces substances (Carlsson et al., 1999). Chez ces larves, c'est l'association entre la plante et son odeur qui permet la reconnaissance. Chez d'autres lépidoptères, la reconnaissance de la plante hôte se fait plutôt par association visuelle entre la fleur et sa forme, ou entre la fleur et sa couleur (Balamurali et al., 2019; Dell'Aglio et al., 2016; Satoh et al., 2016). Dans le cas de la punaise terne, ce sont les stimuli visuels et olfactifs qui sont utilisés pour l'orientation initiale vers une plante hôte (Blackmer & Cañas, 2005; Chinta et al., 1994; George et al., 2023; Prokopy & Owens, 1983; Wynde & Port, 2012). Par la suite, la punaise terne effectue un tapotement labial pour évaluer la convenance de la plante en tant qu'aliment (Avé et al., 1978; Hatfield et al., 1983). L'individu capte ainsi certains composés végétaux, tels que les sucres et les acides aminés, qui peuvent avoir un effet dissuasif sur la punaise terne à la fois mécaniquement et chimiquement. Des concentrations élevées de rhamnose et de sucrose rendent les fluides plus visqueux, ce qui peut les empêcher de passer par le stylet de la punaise (Hatfield et al., 1982; Slater & Baranowski, 1978). Cependant, certains hémiptères sont capables de surmonter cette viscosité accrue par un mécanisme de pompe plus puissant (Mittler, 1967). Cela impliquerait que les observations de Hatfield et al. (1983) indiquant que des concentrations élevées de rhamnose et de sucrose dissuadent plutôt les punaises ternes par un processus chimique dans leur consommation alimentaire. Ainsi, la reconnaissance

d'un aliment chez *L. lineolaris* peut se faire de différentes façons, que ce soit par stimulation visuelle ou olfactive sur les plus grandes distances, ou par discrimination mécanique ou chimique une fois sur l'aliment. La préférence pour les aliments connus par rapport aux aliments inconnus chez plusieurs espèces d'insectes souligne l'importance de l'expérience préalable pour guider les comportements alimentaires.

Nous avons aussi permis aux individus de prendre connaissance des aliments à la fois aux derniers stades larvaires et au stade adulte. L'acquisition de connaissances par les insectes et ses effets varient selon le moment où les individus acquièrent l'information et selon leur espèce. Par exemple, l'acquisition et l'utilisation des informations peuvent se faire chez les juvéniles, comme chez la larve de *S. littoralis* (Bernays, 1995; Carlsson et al., 1999). Chez les insectes phytophages holométaboles, le transfert de l'expérience alimentaire des larves vers le stade adulte est aussi possible (principe de sélection de l'hôte de Hopkin, Barron, 2001; Hopkins, 1917). Ce phénomène a été démontré chez *Sitophilus granarius* Linnaeus (Coleoptera : Curculionidae), *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera : Agromyzidae), *Schistocerca gregaria* Forsskål (Orthoptera : Acrididae) et diverses espèces de papillons de nuit (Hora et al., 2005; Rietdorf & Steidle, 2002; Riffell et al., 2008; Simões et al., 2011; Videla et al., 2010). L'acquisition et l'utilisation d'information peut aussi se faire entièrement au stade adulte, comme c'est le cas chez *S. granarius* (Rietdorf & Steidle, 2002), *S. gregaria* (Simões et al., 2011), *Manduca sexta* Linnaeus (Lepidoptera : Sphingidae) (Riffell et al., 2008) et *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera : Noctuidae) (Cunningham et al., 2006). Il est aussi avantageux pour un insecte de se baser sur l'expérience passée lorsqu'il vit dans un environnement hétérogène (Anderson & Anton, 2014), plus particulièrement si l'environnement est prévisible au cours de la vie d'un individu mais variable entre les générations (Padilla & Adolph, 1996; Snell-Rood, 2013), comme c'est le cas pour la punaise terne dans les cultures de canola (Gerber & Wise, 1995). Cette capacité à se baser sur l'expérience passée aurait pu être sélectionnée en faveur des individus capables d'exprimer ce trait, plus particulièrement dans ce type de situation.

3.3 Différences individuelles constantes

Finalement, nous avons aussi découvert que la punaise terne présente des différences individuelles constantes dans l'effort de recherche, l'utilisation de la nourriture et les préférences. La variation de l'effort de recherche (19,8 %) s'est révélée inférieure aux variations moyennes rapportées dans la littérature pour l'activité (31,3 % en moyenne, Bell et al., 2009). La différence observée pourrait être clarifiée en considérant que beaucoup d'études utilisent le terme « activité » pour décrire des comportements différents. Certaines études englobent plusieurs comportements lors d'un test d'arène,

par exemple, en soumettant les individus d'abord à des manipulations volontairement stressantes et à un jeûne (Quinn & Cresswell, 2005). Dans ce contexte, il serait plus précis de caractériser les mouvements écologiquement pertinents comme un effort de recherche pour de la nourriture et une réponse au stress résultant des manipulations, plutôt que comme une activité générale. Sans conditions expérimentales bien définies, comparer les résultats de ce genre d'études serait risqué, car les comportements différents peuvent avoir des implications écologiques et évolutives tout aussi différentes, particulièrement dans le cas des différences individuelles constantes (Dingemanse & Réale, 2005; Smith & Blumstein, 2008; Stirling et al., 2002; van Oers et al., 2005). Par exemple, l'effort de recherche peut influencer l'acquisition de ressources, alors qu'une réponse au stress aurait plutôt des implications pour les mécanismes défensifs face au danger ou à la prédation (Fakan et al., 2023; Langerhans, 2007).

Des différences individuelles constantes dans l'effort de recherche peuvent avoir des implications importantes pour l'écologie et l'évolution d'une espèce. Les individus présentant un effort de recherche plus faible sont susceptibles d'être moins vulnérables à la compétition et aux agents pathogènes en raison d'un contact réduit avec d'autres individus (Fèvre et al., 2006; Hart & Marshall, 2009; Hemida et al., 2017; Wellington, 1960). De plus, il peut y avoir une différence d'aptitude phénotypique lorsqu'une colonie est composée d'un seul phénotype d'effort de recherche. Par exemple, chez les larves de *Malacosoma disstria* Hübner (Lepidoptera : Lasiocampidae), les colonies composées principalement d'individus caractérisés par un effort de recherche plus faible (individus « sluggish ») présentaient des taux de survie réduits, même dans des conditions favorables (Nemiroff & Despland, 2007). Il serait intéressant d'explorer s'il existe des différences d'aptitude phénotypique entre les stratégies d'effort de recherche chez la punaise terne et si oui, comment cela se reflète. Par exemple, dans le cas de *M. disstria*, les individus exerçant un effort de recherche moindre ont tendance à se nourrir moins fréquemment que leurs homologues ayant un effort de recherche plus important. On pourrait spéculer que les stratégies d'effort de recherche pourraient être équivalentes si les individus qui se nourrissent moins souvent parviennent à consommer une plus grande quantité de nourriture pour compenser. Nous avons vérifié brièvement si cela pouvait être le cas avec nos individus *L. lineolaris* en créant un modèle linéaire mixte associant le temps passé en mouvement en fonction du temps passé à se nourrir avec l'individu comme effet aléatoire. Cette analyse a indiqué que les individus démontrant un effort de recherche plus important passaient également moins de temps à se nourrir (Figure 3.5), ce qui nous amène à penser que les individus de *L. lineolaris* ayant un effort de recherche plus important pourraient avoir besoin de consommer de la nourriture en plus grande quantité pour atteindre un niveau d'aptitude phénotypique équivalent à ceux employant une stratégie « d'effort

de recherche moindre ». Mais bien sûr, tout cela reste à vérifier par des expériences supplémentaires et d'autres analyses.

La répétabilité individuelle dans l'utilisation de la nourriture que nous avons trouvé pour la punaise terne était très proche de la répétabilité moyenne estimée à partir de diverses études liées à la durée d'alimentation de différentes espèces, notamment les poissons (Martins et al., 2005), les chenilles (Nemiroff & Despland, 2007), les vaches domestiques (Kelly et al., 2010, 2020; Løvendahl & Munksgaard, 2016) et les porcs domestiques (Haer & Merks, 1992; Vargovic et al., 2021), soit 41,1 %, par rapport à la moyenne approximative de 42,4 %. Les différences individuelles dans le comportement peuvent persister entre les individus lorsque des compromis existent entre différentes options comportementales. Par exemple, chez le guppy (*Poecilia reticulata*), la vigilance anti-prédateurs impose des coûts tels qu'une diminution de la consommation de nourriture ou des opportunités d'accouplement, mais produit des avantages en améliorant les probabilités de survie dans des environnements riches en prédateurs (Dugatkin, 1992; O'Steen et al., 2002). Dans le cas de la punaise terne, les individus pourraient être soumis à un compromis entre le temps passé à s'alimenter et le temps passé à rechercher d'autres types de ressources. Des différences comportementales individuelles se manifestent également dans des scénarios caractérisés par une sélection négative dépendante de la fréquence (Buss & Greiling, 1999). Ceci est illustré par le crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*), où les mâles peuvent adopter deux stratégies reproductrices : ils peuvent être « parentaux », en retardant la reproduction et la construction de nids, ou être « cocus » (« *cuckolding* »), en arrivant à la maturité plus rapidement pour usurper les nids construits par d'autres mâles (Gross et al., 1991). Le succès reproducteur des mâles « cocus » est élevé lorsqu'ils sont rares dans une colonie, mais diminue fortement à mesure qu'ils deviennent plus communs (Gross et al., 1991). Cependant, ce phénomène reste plus difficile à démontrer empiriquement (Nettle, 2007). Les différences individuelles dans le comportement peuvent aussi persister à travers les individus lorsque le trait comportemental est sous-tendu par un grand nombre de gènes. Ceci est illustré par le paradoxe du lek (Rowe & Houle, 1996), où la sélection des « meilleurs » mâles par les femelles devrait diminuer la variation génétique, alors que des preuves empiriques suggèrent le contraire (Petrie, 1994; Petrie et al., 1991). Ce phénomène a toutefois peu de chances de se produire chez la punaise terne, car les femelles et les mâles que nous avons observés ne diffèrent pas dans leur comportement alimentaire.

Enfin, nos résultats sur les différences individuelles constantes dans les préférences pour des aliments connus ou inconnus correspondent étroitement à la répétabilité moyenne observée dans les préférences

envers des attributs de ressources, par exemple, le fait de les connaître ou non. Plus précisément, nos résultats indiquent une répétabilité de 46,7 %, un chiffre très proche de la répétabilité moyenne de 43,4 % observée dans les préférences envers des attributs de ressources, telles que la distance du nid par rapport aux éléments terrestres (Janzen & Morjan, 2001; Kamel & Mrosovsky, 2005; Spencer & Thompson, 2003) et les caractéristiques du chant d'accouplement (Isoherranen et al., 1999; Wagner et al., 1995). Cependant, les différences individuelles constantes observées dans les préférences pour les espèces de plantes hôtes en tant qu'aliments dans notre étude (63,1 %) semblent relativement élevées par rapport aux études susmentionnées. Il convient de noter que ces études utilisaient les attributs préférés d'une ressource, tels que la distance préférée du nid par rapport aux caractéristiques terrestres, plutôt que le site de nidification préféré, et les caractéristiques préférées du chant d'accouplement, plutôt que le chant d'accouplement préféré. Cette distinction méthodologique pourrait expliquer la variance de nos résultats par rapport aux études citées. De plus, il est plus probable que les organismes se fient aux attributs d'une ressource (ou à une combinaison d'attributs) plutôt qu'à la ressource elle-même, étant donné que ce sont les attributs qui entraînent des répercussions sur l'aptitude phénotypique. Par exemple, dans l'expérience menée par Janzen & Morjan (2001) sur le choix de nid des tortues *Chrysemys picta*, les femelles nichaient systématiquement dans des endroits présentant des quantités similaires de couverture végétale (répétabilité individuelle dans la préférence pour la quantité de couverture végétale près du nid), ce qui a un impact sur le sexe-ratio de la descendance (Janzen, 1994; Weisrock & Janzen, 1999). Étant donné que les préférences sont susceptibles d'influencer l'aptitude phénotypique des individus, les conduisant potentiellement à choisir des ressources « meilleures » ou « pires » plus souvent que prévu par hasard, il est plausible que les modèles de préférences puissent subir une sélection et une évolution (Buitenhuis et al., 2004; Misenhelter & Rotenberry, 2000; Singer et al., 1988). Comme nos individus variaient systématiquement dans leurs préférences pour des aliments connus ou non, on peut se demander si *L. lineolaris* est une espèce dont les individus sont spécialistes à travers la population. Étant donné que les populations de *L. lineolaris* sont retrouvées dans une grande variété de plantes hôtes (Capinera, 2020; Esquivel & Mowery, 2007b; Young, 1986), il serait possible que les individus de ces populations n'utilisent qu'un sous-ensemble de ces plantes hôtes (spécialisation individuelle, Bolnick et al., 2003). Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que des compromis qui limitent l'efficacité à utiliser des ressources alternatives existent (Taper & Chase, 1985). Autrement, il serait impossible d'observer de la variation entre les individus appartenant à un même phénotype (morphe, sexe, âge ou population).

Comprendre les préférences au niveau individuel pourrait s'avérer plus avantageux qu'au niveau de la population dans le cas de la punaise terne. La prise en compte de la variation individuelle dans l'utilisation des ressources est nécessaire pour passer de modèles phénoménologiques à des modèles qui permettent de prédire efficacement la dynamique d'une population. Ceci s'illustre bien par le fait que les modèles populationnels se concentrent sur la compétition, les interactions sociales et le risque de prédation ou de parasitisme, tous ces effets peuvent dépendre de l'utilisation des ressources par un individu (Aeschlimann et al., 2000; Curtis et al., 1995; Konovalov, 1995; Reimchen, 1980; Reimchen & Nosil, 2001; Shine et al., 1998; Wilson et al., 1996). Des travaux théoriques sur la compétition intraspécifique suggèrent aussi des dynamiques de population très différentes lorsque la variation individuelle est prise en compte que lorsqu'elle ne l'est pas (Abrams et al., 1993; Doebeli & Dieckmann, 2000; Lomnicki, 1978, 1980; Lomnicki & Ombach, 1984; Sherratt & Macdougall, 1995). De plus, les interactions écologiques spécifiques aux ressources signifient que les individus au sein d'une même population peuvent être soumis à différentes pressions de sélection. Par exemple, une sélection perturbatrice peut maintenir des spécialistes sur plusieurs ressources, comme dans le cas des guillemots colombin (*Cephus columba*) ayant un régime alimentaire spécialisé, qui avaient des taux d'envol plus élevés que les généralistes (Golet et al., 2000). De même, l'efficacité de la reproduction est plus faible pour les isopodes généralistes (Basset & Rossi, 1987). Chez le goéland d'Audubon (*Larus occidentalis*), les individus adoptant un régime alimentaire à haut risque composé de poisson ont eu un succès reproducteur à long terme significativement plus élevé que les individus se spécialisant dans un régime alimentaire à faible risque composé de déchets humains (Annett & Pierotti, 1999). Ignorer certains individus dès le départ soulève des incertitudes sur la dynamique de la population et nécessiterait de relancer l'ensemble du processus d'évaluation comportementale de façon régulière, pour s'adapter aux changements prenant place au travers de la population.

3.4 Directions futures

Compte tenu de nos observations selon lesquelles les punaises ternes à jeun présentent une durée en mouvement accrue et une durée prolongée sur des sources de nourriture par rapport à lorsqu'elles sont rassasiées, il serait intéressant de vérifier si les individus qui bougent le plus sont aussi ceux qui passent le plus de temps sur les aliments. Cela indiquerait qu'un effort de recherche accru mène bel et bien à une meilleure acquisition de nourriture, conduisant éventuellement à des profils comportementaux qui pourraient avoir une meilleure aptitude phénotypique. Cela nécessiterait également de vérifier si le fait d'atteindre la source de nourriture est corrélé à son utilisation comme ressource alimentaire, puisque la punaise terne discrimine les aliments par des organes sensoriels de contacts situés sur la pointe rostrale

du stylet (Avé et al., 1978; Miles, 1958; Schoonhoven, 1968). De cette façon, l'atteinte d'un aliment ne signifie pas nécessairement que l'individu va se nourrir de cet aliment, si l'individu ne perçoit pas la plante hôte comme une nourriture appropriée. Inversement, des individus qui bougent plus et qui n'ont pas un meilleur accès aux aliments pourraient indiquer l'existence potentielle d'un compromis entre la capacité de mouvement d'un individu et sa capacité à détecter et trouver les ressources alimentaires. Par exemple, certains individus du bourdon terrestre (*Bombus terrestris*) font systématiquement des choix rapides mais avec une faible précision, tandis que d'autres sont plus lents mais très précis (Chittka et al., 2003).

Maintenant que nous avons établi que la punaise terne présente une préférence pour les sources de nourriture connues, il est impératif de vérifier si une telle familiarité confère un avantage évolutif à cette espèce, et si c'est le cas, d'identifier la nature spécifique de cet avantage. Cette investigation découle de la reconnaissance du fait que diverses espèces végétales exercent des influences différentes sur la survie et la croissance de la punaise terne (Solà Cassi et al., 2023). Par ailleurs, pour que les informations collectées et stockées aient une valeur adaptative, il faut que l'individu puisse utiliser ces informations ultérieurement et qu'elles indiquent la disponibilité et l'adéquation des ressources (Dukas, 2008; Vet et al., 1995). Il devient donc nécessaire d'explorer si la familiarité avec les plantes hôtes confère des avantages, soit en termes d'économie d'énergie dépensée pour assimiler de nouvelles informations (Burns et al., 2010; Niven & Laughlin, 2008), soit en termes de minimisation des coûts associés à l'échantillonnage des ressources dans l'environnement (Dall & Cuthill, 1997; Mery & Burns, 2010).

ANNEXE A
INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES AU CHAPITRE II



Figure 3.1 Canola flower

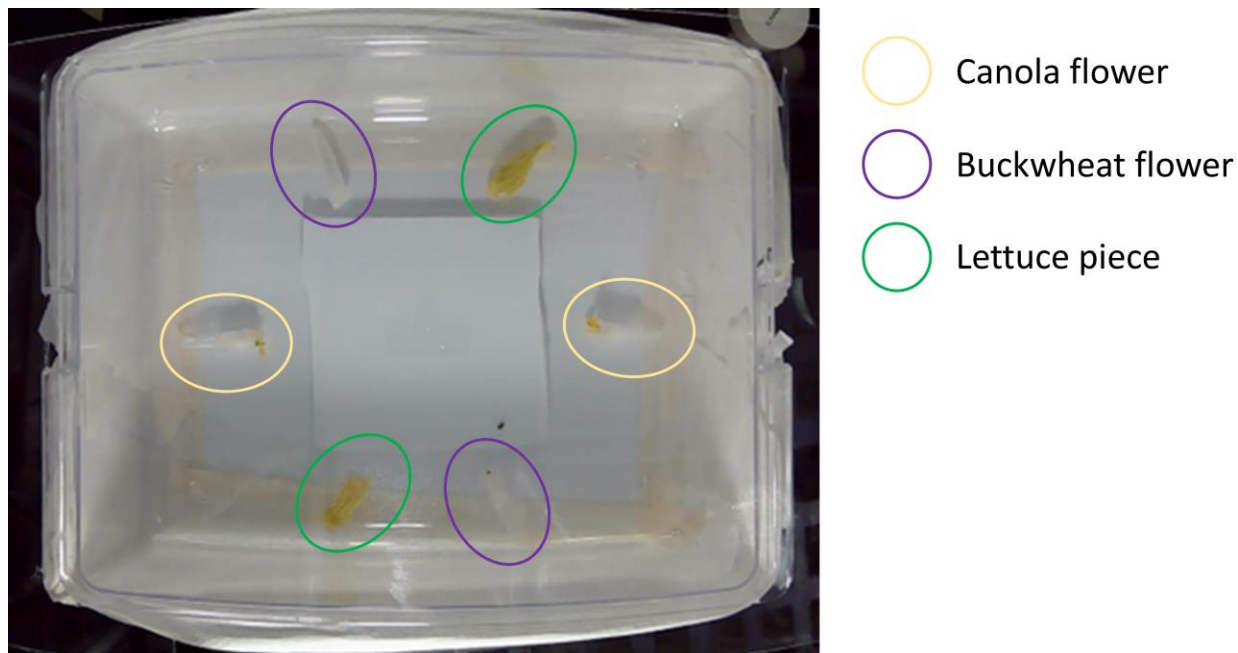


Figure 3.2 General overview of an open field with food. In this case, the random order was Buckwheat#1, Lettuce#1, Canola#1, Buckwheat#2, Lettuce#2 and Canola#2.

Table 3.1 Ethogram

Behavior code	Behavior type	Description	Key	Behavioral category
Canola.1	State event	Touch.canola.1	o	Plant
Canola.2	State event	Touch.canola.2	p	Plant
Lettuce.1	State event	Touch.lettuce.1	d	Plant
Lettuce.2	State event	Touch.lettuce.2	f	Plant
Buckwheat.1	State event	Touch.buckwheat.1	g	Plant
Buckwheat.2	State event	Touch.buckwheat.2	h	Plant
Central.line	Point event	Cross.line.in.starting.zone	m	Movement
Peripheral.line	Point event	Cross.line.in.outer.zone	n	Movement
Reorientation	State event	Change.direction.without.going.forward	b	Movement
Walk.down	State event	Walk.on.lid	v	Movement
Walk.up	State event	Walk.not.on.lid	c	Movement
Fly	State event	Fly	x	Movement
Observation.duration	State event	To.set.the.moment.the.indiv.is.visible.on.the.camera.recording.then.add.10.more.min	l	Other

Pause	State event	If.project.needs.to.be.closed.whil e.observation.analysis.is.not.com pleted	,	Other
Out.of.field	State event	If.indiv.becomes.invisible.to.ca mera	.	Other

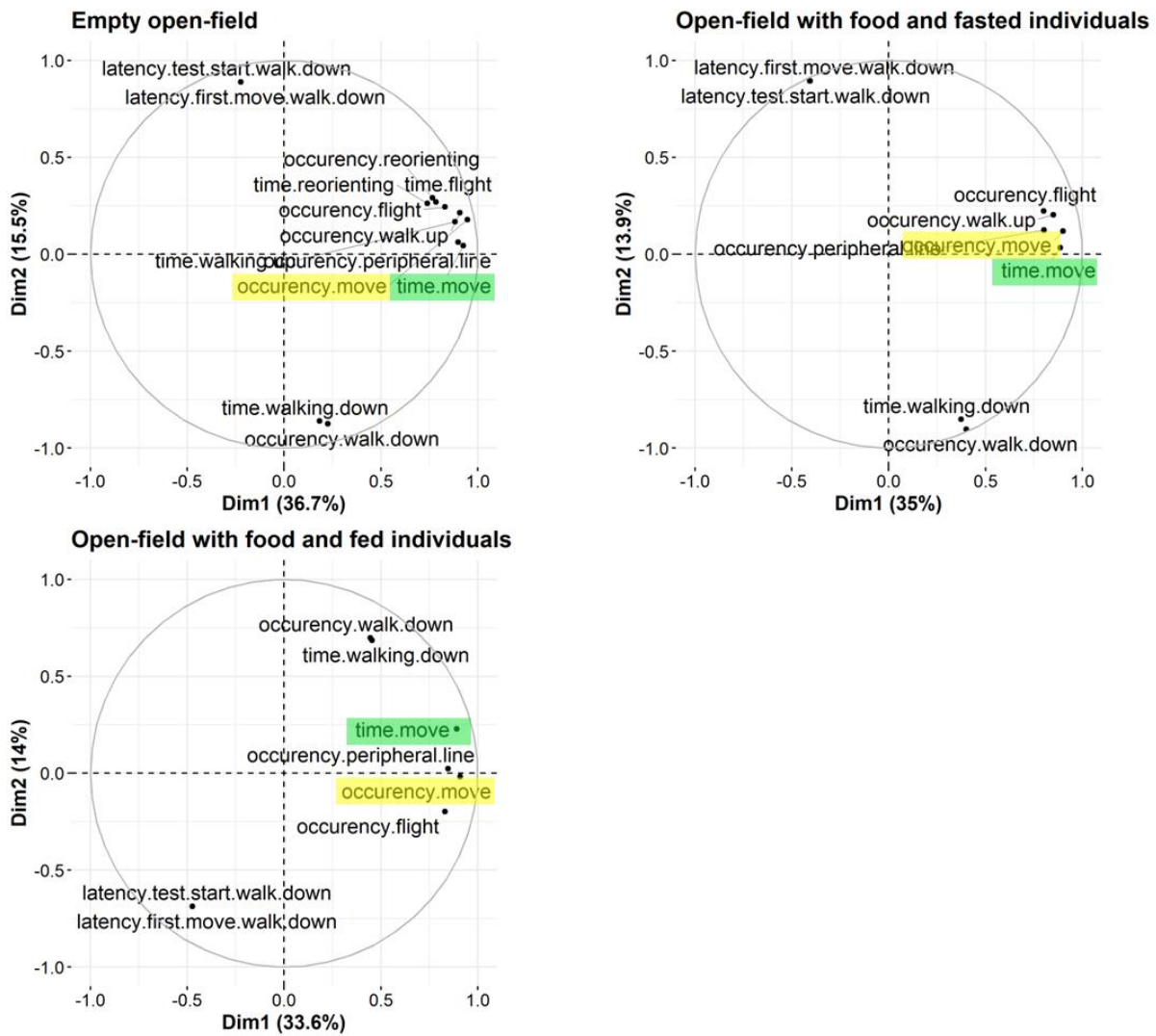


Figure 3.3 Principal component analysis of the variables linked to movement for the empty open field (left up), the open field with food and fasted individuals (right), and the open field with food and fed individuals (left down). Only variables with a \cos^2 greater than 0.6 are shown for easier visualization. The number of started movements and the time spent moving are highlighted in yellow and green respectively.

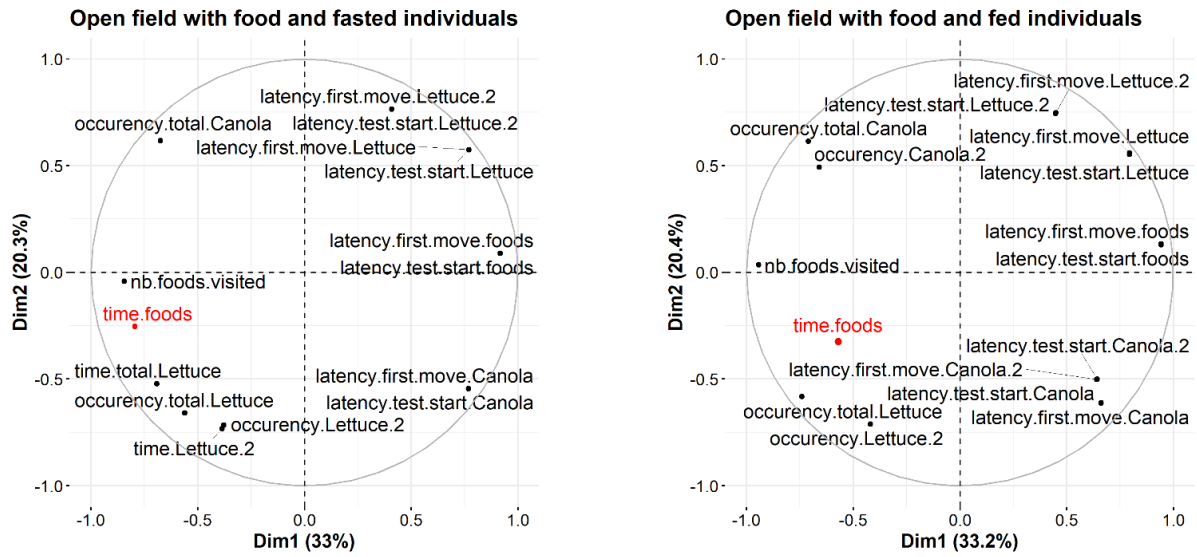


Figure 3.4 Principal component analysis of the variables linked to the food use for the open field with food and the fasted individuals (left), and the open field with food and the fed individuals (right). Only variables with a \cos^2 greater than 0.6 are shown for easier visualization. The time spent on food is written in red.

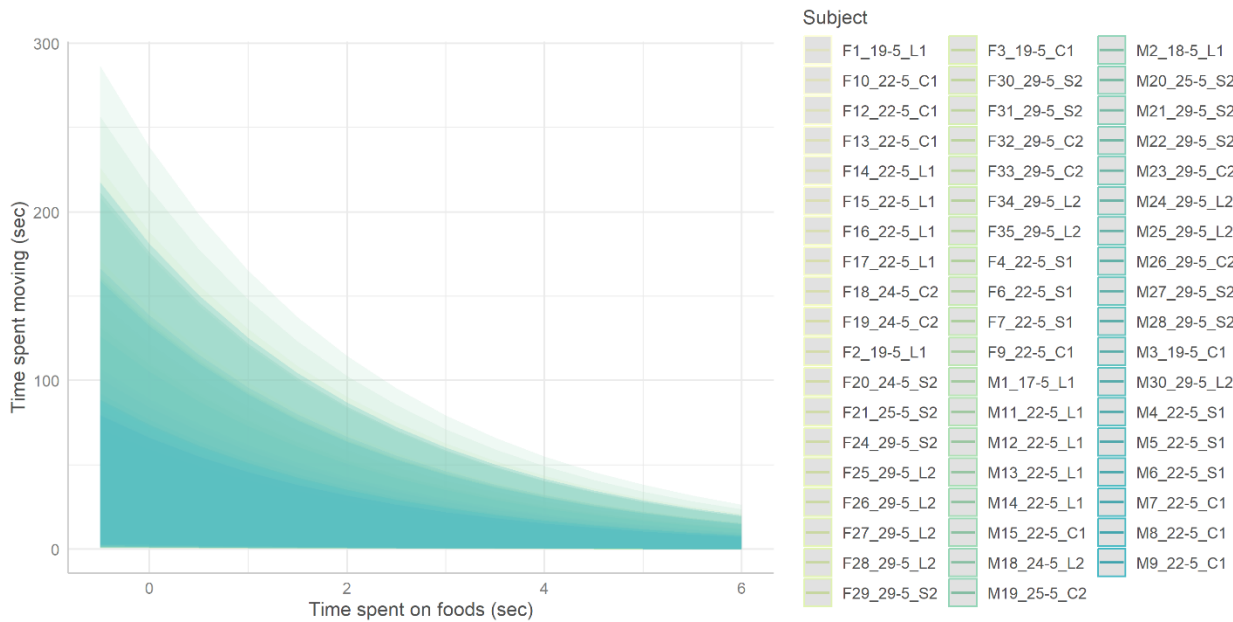


Figure 3.5 Predicted amount of time spent moving by each individual in relation to the time they spent on food during the three repetitions in the open field test with food and fed individuals. Estimates were produced by a generalized linear mixed model with a Gamma error distribution.

BIBLIOGRAPHIE

- Abrams, P. A., Matsuda, H., & Harada, Y. (1993). Evolutionarily unstable fitness maxima and stable fitness minima of continuous traits. *Evolutionary Ecology*, 7(5), 465-487.
<https://doi.org/10.1007/BF01237642>
- Aeschlimann, P., Häberli, M., & Milinski, M. (2000). Threat-sensitive feeding strategy of immature sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) in response to recent experimental infection with the cestode *Schistocephalus solidus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 49(1), 1-7.
<https://doi.org/10.1007/s002650000273>
- Alexander, R. D., Marshall, D. C., & Cooley, J. R. (1997). Evolutionary perspectives on insect mating. Dans B. J. Crespi & J. C. Choe (Éds.), *The Evolution of Mating Systems in Insects and Arachnids* (p. 4-31). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511721946.002>
- Allen. (1988). Frequency-dependent selection by predators. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 319(1196), 485-503.
<https://doi.org/10.1098/rstb.1988.0061>
- Allen, A. M., & Singh, N. J. (2016). Linking Movement Ecology with Wildlife Management and Conservation. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 3.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2015.00155>
- Alonzo, S. H. (2015). Integrating the how and why of within-individual and among-individual variation and plasticity in behavior. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 6, 69-75.
<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.09.008>
- Anderson, P., & Anton, S. (2014). Experience-based modulation of behavioural responses to plant volatiles and other sensory cues in insect herbivores. *Plant, Cell & Environment*, 37(8), 1826-1835. <https://doi.org/10.1111/pce.12342>
- Andow, D. A. (2023). A simple definition of food resources for the highly polyphagous *Lygus lineolaris* (Hemiptera : Miridae) enables prediction of adult abundance. *Environmental Entomology*, 52(3), 521-526. <https://doi.org/10.1093/ee/nvad032>
- Annett, C. A., & Pierotti, R. (1999). Long-Term Reproductive Output in Western Gulls : Consequences of Alternate Tactics in Diet Choice. *Ecology*, 80(1), 288-297. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[0288:LTROIW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[0288:LTROIW]2.0.CO;2)
- Araújo, M. S., Bolnick, D. I., & Layman, C. A. (2011). The ecological causes of individual specialisation. *Ecology Letters*, 14(9), 948-958. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01662.x>
- Araya-Ajoy, Y. G., & Dingemans, N. J. (2014). Characterizing behavioural 'characters' : An evolutionary framework. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1776), 20132645.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2645>
- Archard, G. A., & Braithwaite, V. A. (2010). The importance of wild populations in studies of animal temperament. *Journal of Zoology*, 281(3), 149-160. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2010.00714.x>
- Archer, J., & Birke, L. I. A. (1983). *Exploration in Animals and Humans*. Van Nostrand Reinhold (UK).
- Arrese, E. L., & Soulages, J. L. (2010). Insect Fat Body : Energy, Metabolism, and Regulation. *Annual Review of Entomology*, 55(1), 207-225. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085356>
- Avé, D., Frazier, J. L., & Hatfield, L. D. (1978). Contact Chemoreception in the Tarnished Plant Bug *Lygus Lineolaris*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 24(3), 217-227.
<https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1978.tb02776.x>
- Azevedo, K. E. X., Magalhães, D. M., de Andrade Moral, R., & Bento, J. M. S. (2023). Weathering the hunt : The role of barometric pressure in predator insects' foraging behaviour. *Ecology and Evolution*, 13(8). Scopus. <https://doi.org/10.1002/ece3.10416>

- Backus, E. A., Serrano, M. S., & Ranger, C. M. (2005). MECHANISMS OF HOPPERBURN : An Overview of Insect Taxonomy, Behavior, and Physiology. *Annual Review of Entomology*, 50(1), 125-151. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.061802.123310>
- Balamurali, G. S., Edison, A., Somanathan, H., & Kodandaramaiah, U. (2019). Spontaneous colour preferences and colour learning in the fruit-feeding butterfly, *Mycalesis mineus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 73(3), 39. <https://doi.org/10.1007/s00265-019-2648-1>
- Banks, C. J., & Nixon, H. L. (1959). The Feeding and Excretion Rates of *Aphis Fabae* Scop. On *Vicia Faba* L. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2(2), 77-81. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1959.tb02099.x>
- Barron, A. B. (2001). The Life and Death of Hopkins' Host-Selection Principle. *Journal of Insect Behavior*, 14(6), 725-737. <https://doi.org/10.1023/A:1013033332535>
- Basset, A., & Rossi, L. (1987). Relationships between Trophic Niche Breadth and Reproductive Capabilities in a Population of *Proasellus coxalis* Dollfus (Crustacea : Isopoda). *Functional Ecology*, 1(1), 13-18. <https://doi.org/10.2307/2389352>
- Bell, A. M. (2005). Behavioural differences between individuals and two populations of stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Journal of Evolutionary Biology*, 18(2), 464-473. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2004.00817.x>
- Bell, A. M., Hankison, S. J., & Laskowski, K. L. (2009). The repeatability of behaviour : A meta-analysis. *Animal behaviour*, 77(4), 771-783.
- Bennison, A., Bearhop, S., Bodey, T. W., Votier, S. C., Grecian, W. J., Wakefield, E. D., Hamer, K. C., & Jessopp, M. (2018). Search and foraging behaviors from movement data : A comparison of methods. *Ecology and Evolution*, 8(1), 13-24. <https://doi.org/10.1002/ece3.3593>
- Bernays. (1995). Effects of experience on host-plant selection. Dans R. T. Carde & W. J. Bell, *Chemical Ecology of Insects 2*. Springer Science & Business Media.
- Berner, D., Blanckenhorn, W. U., & Körner, C. (2005). Grasshoppers cope with low host plant quality by compensatory feeding and food selection : N limitation challenged. *Oikos*, 111(3), 525-533. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2005.14144.x>
- Birkhead, T. R., & Monaghan, P. (2010). Ingenious Ideas : The History of Behavioral Ecology. Dans *Evolutionary Behavioral Ecology*. OUP USA.
- Blackmer, J. L., & Cañas, L. A. (2005). Visual Cues Enhance the Response of *Lygus hesperus* (Heteroptera : Miridae) to Volatiles from Host Plants. *Environmental Entomology*, 34(6), 1524-1533. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-34.6.1524>
- Blizard, D. A. (1971). Situational Determinants of Open-Field Behaviour in *Mus Musculus*. *British Journal of Psychology*, 62(2), 245-252. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1971.tb02034.x>
- Boettcher, S., & Simons, M. (2022). Model organisms for functional validation in genetic renal disease. *Medizinische Genetik*, 34(4), 287-296. <https://doi.org/10.1515/medgen-2022-2162>
- Bolnick, D. I., Amarasekare, P., Araújo, M. S., Bürger, R., Levine, J. M., Novak, M., Rudolf, V. H. W., Schreiber, S. J., Urban, M. C., & Vasseur, D. A. (2011). Why intraspecific trait variation matters in community ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(4), 183-192. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.01.009>
- Bolnick, D. I., Svanbäck, R., Araújo, M. S., & Persson, L. (2007). Comparative support for the niche variation hypothesis that more generalized populations also are more heterogeneous. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(24), 10075-10079. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703743104>
- Bolnick, D. I., Svanbäck, R., Fordyce, J. A., Yang, L. H., Davis, J. M., Hulse, C. D., & Forister, M. L. (2003). The ecology of individuals : Incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*, 161(1), 1-28. <https://doi.org/10.1086/343878>

- Bonte, D., Baert, L., Lens, L., & Maelfait, J.-P. (2004). Effects of aerial dispersal, habitat specialisation, and landscape structure on spider distribution across fragmented grey dunes. *Ecography*, *27*(3), 343-349. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2004.03844.x>
- Braem, S., Turlure, C., Nieberding, C., & Van Dyck, H. (2021). Oviposition site selection and learning in a butterfly under niche expansion : An experimental test. *Animal Behaviour*, *180*, 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2021.08.011>
- Breck, S. W., Poessel, S. A., Mahoney, P., & Young, J. K. (2019). The intrepid urban coyote : A comparison of bold and exploratory behavior in coyotes from urban and rural environments. *Scientific Reports*, *9*(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38543-5>
- Broadhurst, P. L. (1957). Determinants of emotionality in the rat. I. Situational factors. *British Journal of Psychology (London, England: 1953)*, *48*(1), 1-12. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1957.tb00594.x>
- Brook, R. K. (2010). Habitat selection by parturient elk (*Cervus elaphus*) in agricultural and forested landscapes. *Canadian Journal of Zoology*, *88*(10), 968-976. <https://doi.org/10.1139/Z10-061>
- Browne, L. B. (1975). Regulatory Mechanisms in Insect Feeding. Dans J. E. Treherne, M. J. Berridge, & V. B. Wigglesworth (Éds.), *Advances in Insect Physiology* (Vol. 11, p. 1-116). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2806\(08\)60162-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2806(08)60162-9)
- Buitenhuis, R., Boivin, G., Vet, L. E. M., & Brodeur, J. (2004). Preference and performance of the hyperparasitoid *Syrphophagus aphidivorus* (Hymenoptera : Encyrtidae) : Fitness consequences of selecting hosts in live aphids or aphid mummies. *Ecological Entomology*, *29*(6), 648-656. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2004.00645.x>
- Burla, J. P., Grille, G., Lorenzo, M. E., Franco, J., Bonato, O., & Basso, C. (2014). Effect of Different Diets on the Development, Mortality, Survival, Food Uptake and Fecundity of *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera : Miridae). *Florida Entomologist*, *97*(4), 1816-1824. <https://doi.org/10.1653/024.097.0458>
- Burns, J. G., Foucaud, J., & Mery, F. (2010). Costs of memory : Lessons from 'mini' brains. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *278*(1707), 923-929. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.2488>
- Buskirk, S. W., & Millsaugh, J. J. (2006). Metrics for Studies of Resource Selection. *The Journal of Wildlife Management*, *70*(2), 358-366.
- Buss, D. M., & Greiling, H. (1999). Adaptive Individual Differences. *Journal of Personality*, *67*(2), 209-243. <https://doi.org/10.1111/1467-6494.00053>
- Candland, D. K., & Nagy, Z. M. (1969). The open field : Some comparative data. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *159*(3), 831-851. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1969.tb12982.x>
- Capinera, J. L. (2020). Chapter 8—Order Hemiptera—Bugs. Dans J. L. Capinera (Éd.), *Handbook of Vegetable Pests (Second Edition)* (p. 259-382). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814488-6.00008-X>
- Carlsson, M. A., Anderson, P., Hartlieb, E., & Hansson, B. S. (1999). Experience-Dependent Modification of Orientational Response to Olfactory Cues in Larvae of *Spodoptera littoralis*. *Journal of Chemical Ecology*, *25*(11), 2445-2454. <https://doi.org/10.1023/A:1020865922827>
- Carter, A. J., Feeney, W. E., Marshall, H. H., Cowlshaw, G., & Heinsohn, R. (2013). Animal personality : What are behavioural ecologists measuring? *Biological Reviews*, *88*(2), 465-475. <https://doi.org/10.1111/brv.12007>
- Cepero, L., Rosenwald, L., & Weiss, M. (2015). The Relative Importance of Flower Color and Shape for the Foraging Monarch Butterfly (Lepidoptera : Nymphalidae). *Journal of Insect Behavior*, *28*, 499-511. <https://doi.org/10.1007/s10905-015-9519-z>

- Chaves, L. F., Harrington, L. C., Keogh, C. L., Nguyen, A. M., & Kitron, U. D. (2010). Blood feeding patterns of mosquitoes : Random or structured? *Frontiers in Zoology*, 7(1), 3. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-7-3>
- Chinta, S., Dickens, J. C., & Aldrich, J. R. (1994). Olfactory reception of potential pheromones and plant odors by tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Hemiptera : Miridae). *Journal of Chemical Ecology*, 20(12), 3251-3267. <https://doi.org/10.1007/BF02033724>
- Chittka, L., Dyer, A. G., Bock, F., & Dornhaus, A. (2003). Bees trade off foraging speed for accuracy. *Nature*, 424(6947), Article 6947. <https://doi.org/10.1038/424388a>
- Cock, M. J. W., Murphy, S. T., Kairo, M. T. K., Thompson, E., Murphy, R. J., & Francis, A. W. (2016). Trends in the classical biological control of insect pests by insects : An update of the BIOCAT database. *BioControl*, 61(4), 349-363. <https://doi.org/10.1007/s10526-016-9726-3>
- Codling, E. A. (2014). Pest insect movement and dispersal as an example of applied movement ecology : Comment on "Multiscale approach to pest insect monitoring: Random walks, pattern formation, synchronization, and networks" by Petrovskii, Petrovskaya and Bearup. *Physics of Life Reviews*, 11(3), 533-535. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2014.06.011>
- Cohen. (2000a). A review of feeding studies of *Lygus* spp. With emphasis on artificial diets. *Southwestern Entomologist*, No. Suppl. 23, 111-119.
- Cohen, A. (2000b). New Oligidic Production Diet for *Lygus hesperus* Knight and *L. lineolaris* (Palisot de Beauvois). *Journal of Entomological Science*, 35, 301-310. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-35.3.301>
- Cole, E., & Quinn, J. (2011). Personality and problem-solving performance explain competitive ability in the wild. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1731), 1168-1175. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.1539>
- Cowan, & Barnett. (1975). The new-object and new-place reactions of *Rattus rattus* L. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 56(3), 219-234. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1975.tb00265.x>
- Cunningham, J. P., Moore, C. J., Zalucki, M. P., & Cribb, B. W. (2006). Insect odour perception : Recognition of odour components by flower foraging moths. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1597), 2035-2040. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3559>
- Curtis, Bérubé, & Stenzel. (1995). Parasitological evidence for specialized foraging behavior in lake-resident Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52(S1), 186-194. <https://doi.org/10.1139/f95-526>
- Curtis, & McCoy. (1964). Some Host-Plant Preferences Shown by *Lygus lineolaris* (Hemiptera : Miridae) in the Laboratory. *Annals of the Entomological Society of America*, 57(4), 511-513. <https://doi.org/10.1093/aesa/57.4.511>
- Cushman, S. A., & Lewis, J. S. (2010). Movement behavior explains genetic differentiation in American black bears. *Landscape Ecology*, 25(10), 1613-1625. <https://doi.org/10.1007/s10980-010-9534-6>
- Dahle, B., & Swenson, J. E. (2003). Home ranges in adult Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*) : Effect of mass, sex, reproductive category, population density and habitat type. *Journal of Zoology*, 260(4), 329-335. <https://doi.org/10.1017/S0952836903003753>
- Dall, S. R. X., & Cuthill, I. C. (1997). The Information Costs of Generalism. *Oikos*, 80(1), 197-202. <https://doi.org/10.2307/3546535>
- Danchin, E., Boulinier, T., & Massot, M. (1998). Conspecific Reproductive Success and Breeding Habitat Selection : Implications for the Study of Coloniality. *Ecology*, 79(7), 2415-2428. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[2415:CRSABH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[2415:CRSABH]2.0.CO;2)
- Deans, C., Sword, G. A., & Behmer, S. T. (2019). First evidence of protein-carbohydrate regulation in a plant bug (*Lygus hesperus*). *Journal of Insect Physiology*, 116, 118-124. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.05.004>

- Debeffe, L., Morellet, N., Cargnelutti, B., Lourtet, B., Coulon, A., Gaillard, J. M., Bon, R., & Hewison, A. J. M. (2013). Exploration as a key component of natal dispersal : Dispersers explore more than philopatric individuals in roe deer. *Animal Behaviour*, *86*(1), 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.05.005>
- Dell'Aglio, D. D., Losada, M. E., & Jiggins, C. D. (2016). Butterfly Learning and the Diversification of Plant Leaf Shape. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *4*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2016.00081>
- Derlink, M., Pavlovčič, P., Stewart, A. J. A., & Virant-Doberlet, M. (2014). Mate recognition in duetting species : The role of male and female vibrational signals. *Animal Behaviour*, *90*, 181-193. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2014.01.023>
- Dingemanse, N. J., Both, C., Drent, P. J., & Tinbergen, J. M. (2004). Fitness Consequences of Avian Personalities in a Fluctuating Environment. *Proceedings: Biological Sciences*, *271*(1541), 847-852.
- Dingemanse, N. J., & Réale, D. (2005). Natural Selection and Animal Personality. *Behaviour*, *142*(9/10), 1159-1184.
- Dixon, W. N., & Fasulo, T. R. (2004). Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Insecta : Heteroptera : Miridae). *EDIS*, *2004*(9). <https://doi.org/10.32473/edis-in513-2001>
- Dodd, C. K., & Cade, B. S. (1998). Movement Patterns and the Conservation of Amphibians Breeding in Small, Temporary Wetlands. *Conservation Biology*, *12*(2), 331-339.
- Doebeli, M., & Dieckmann, U. (2000). Evolutionary Branching and Sympatric Speciation Caused by Different Types of Ecological Interactions. *The American Naturalist*, *156*(S4), S77-S101. <https://doi.org/10.1086/303417>
- Dugatkin, L. A. (1992). Tendency to inspect predators predicts mortality risk in the guppy (*Poecilia reticulata*). *Behavioral Ecology*, *3*(2), 124-127. <https://doi.org/10.1093/beheco/3.2.124>
- Dukas, R. (2008). Evolutionary Biology of Insect Learning. *Annual Review of Entomology*, *53*(1), 145-160. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093343>
- Dukas, R. (2013). Effects of learning on evolution : Robustness, innovation and speciation. *Animal Behaviour*, *85*(5), 1023-1030. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.12.030>
- Dumont, F., & Provost, C. (2019). Combining the use of trap crops and insecticide sprays to control the tarnished plant bug (Hemiptera : Miridae) in strawberry (Rosaceae) fields. *The Canadian Entomologist*, *151*(2), 251-259. <https://doi.org/10.4039/tce.2019.7>
- Dupont, W. D., & Plummer, W. D. (1998). Power and Sample Size Calculations for Studies Involving Linear Regression. *Controlled Clinical Trials*, *19*(6), 589-601. [https://doi.org/10.1016/S0197-2456\(98\)00037-3](https://doi.org/10.1016/S0197-2456(98)00037-3)
- DuRant, J. A., Roof, M. E., & Cole, C. L. (1994). *Early season incidence of thrips (Thysanoptera) on wheat, cotton, and three wild host plant species in South Carolina*.
- Ehrlich, A., & Burns, N. (1958). Exploratory behaviour of the black-footed ferret. *Canadian Journal of Psychology*, *12*(4), 235-241. <https://doi.org/10.1037/h0083743>
- Eitam, A., & Vargas, R. I. (2007). Host Habitat Preference of *Fopius arisanus* (Hymenoptera : Braconidae), a Parasitoid of Tephritid Fruit Flies. *Annals of the Entomological Society of America*, *100*(4), 603-608. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2007\)100\[603:HHPOFA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2007)100[603:HHPOFA]2.0.CO;2)
- Emlen, (1966). The Role of Time and Energy in Food Preference. *The American Naturalist*, *100*(916), 611-617.
- Emlen, & Oring, L. W. (1977). Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science (New York, N.Y.)*, *197*(4300), 215-223. <https://doi.org/10.1126/science.327542>
- Esquivel, J. F., & Mowery, S. V. (2007a). Host Plants of the Tarnished Plant Bug (Heteroptera : Miridae) in Central Texas. *Environmental Entomology*, *36*(4), 725-730. <https://doi.org/10.1093/ee/36.4.725>

- Esquivel, J. F., & Mowery, S. V. (2007b). Host plants of the tarnished plant bug (Heteroptera : Miridae) in Central Texas. *Environmental Entomology*, 36(4), 725-730. [https://doi.org/10.1603/0046-225x\(2007\)36\[725:hpott\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1603/0046-225x(2007)36[725:hpott]2.0.co;2)
- Evans, J. T., & Hunt, J. McV. (1942). The « Emotionality » of Rats. *The American Journal of Psychology*, 55(4), 528-545. <https://doi.org/10.2307/1417122>
- Fakan, E. P., Allan, B. J. M., Illing, B., Hoey, A. S., & McCormick, M. I. (2023). Habitat complexity and predator odours impact on the stress response and antipredation behaviour in coral reef fish. *PLOS ONE*, 18(6), e0286570. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286570>
- Falconer, D. S., & MacKay. (2003). *Introduction to Quantitative Genetics*. Textbook Publishers.
- Ferrari, M. C. O., McCormick, M. I., Meekan, M. G., & Chivers, D. P. (2015). Background level of risk and the survival of predator-naive prey : Can neophobia compensate for predator naivety in juvenile coral reef fishes? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1799), 20142197. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2197>
- Ferroglio, E., Maroli, M., Gastaldo, S., Mignone, W., & Rossi, L. (2005). Canine Leishmaniasis, Italy. *Emerging Infectious Diseases*, 11(10), 1618-1620. <https://doi.org/10.3201/eid1110.040966>
- Fèvre, E. M., Bronsvort, B. M. D. C., Hamilton, K. A., & Cleaveland, S. (2006). Animal movements and the spread of infectious diseases. *Trends in Microbiology*, 14(3), 125-131. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2006.01.004>
- Fèvre, E. M., Coleman, P. G., Odiit, M., Magona, J. W., Welburn, S. C., & Woolhouse, M. E. J. (2001). The origins of a new *Trypanosoma brucei rhodesiense* sleeping sickness outbreak in eastern Uganda. *The Lancet*, 358(9282), 625-628. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)05778-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(01)05778-6)
- Fèvre, E. M., Picozzi, K., Fyfe, J., Waiswa, C., Odiit, M., Coleman, P. G., & Welburn, S. C. (2005). A burgeoning epidemic of sleeping sickness in Uganda. *Lancet (London, England)*, 366(9487), 745-747. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67179-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67179-6)
- Fleury, D., Mauffette, Y., Methot, S., & Vincent, C. (2013). Activity of *Lygus lineolaris* (Heteroptera : Miridae) adults monitored around the periphery and inside a commercial vineyard. *EJE*, 107(4), 527-534. <https://doi.org/10.14411/eje.2010.060>
- Fox, M. W., & Spencer, J. W. (1969). Exploratory behavior in the dog : Experimental or age dependent? *Developmental Psychobiology*, 2(2), 68-74. <https://doi.org/10.1002/dev.420020205>
- Freeman, R. J., & Mueller, A. J. (1989). SEASONAL OCCURRENCE OF THE TARNISHED PLANT BUG, *LYGUS LINEOLARIS* (HETEROPTERA: MIRIDAE) ON SOYBEAN. *Journal of Entomological Science*, 24(2), 218-223. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-24.2.218>
- Friard, O., & Gamba, M. (2016). BORIS : A free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(11), 1325-1330. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12584>
- George, J., Glover, J. P., Gore, J., Crow, W. D., & Reddy, G. V. P. (2021). Biology, Ecology, and Pest Management of the Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) in Southern Row Crops. *Insects*, 12(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/insects12090807>
- George, J., Reddy, G. V. P., Little, N., Arnold, S. E. J., & Hall, D. R. (2023). Combining visual cues and pheromone blends for monitoring and management of the tarnished plant bug *Lygus lineolaris* (Hemiptera : Miridae). *Pest Management Science*, 79(6), 2163-2171. <https://doi.org/10.1002/ps.7395>
- Gerber, G. H., & Wise, I. L. (1995). SEASONAL OCCURRENCE AND NUMBER OF GENERATIONS OF *LYGUS LINEOLARIS* AND *L. BOREALIS* (HETEROPTERA: MIRIDAE) IN SOUTHERN MANITOBA. *The Canadian Entomologist*, 127(4), 543-559. <https://doi.org/10.4039/Ent127543-4>
- Ghalambor, C. K., McKay, J. K., Carroll, S. P., & Reznick, D. N. (2007). Adaptive versus non-adaptive phenotypic plasticity and the potential for contemporary adaptation in new environments. *Functional Ecology*, 21(3), 394-407. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01283.x>

- Gilbert, M., Mitchell, A., Bourn, D., Mawdsley, J., Clifton-Hadley, R., & Wint, W. (2005). Cattle movements and bovine tuberculosis in Great Britain. *Nature*, 435(7041), 491-496. <https://doi.org/10.1038/nature03548>
- Gillingham, M. P., & Parker, K. L. (2008). The importance of individual variation in defining habitat selection by moose in northern British Columbia. *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose*, 44, 7-20.
- Golet, G. H., Kuletz, K. J., Roby, D. D., & Irons, D. B. (2000). Adult Prey Choice Affects Chick Growth and Reproductive Success in Pigeon Guillemots. *The Auk*, 117(1), 82-91. <https://doi.org/10.1093/auk/117.1.82>
- Graham, von Keyserlingk, M. A. G., & Franks, B. (2018). Free-choice exploration increases affiliative behaviour in zebrafish. *Applied Animal Behaviour Science*, 203, 103-110. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.02.005>
- Greenberg. (1983). The Role of Neophobia in Determining the Degree of Foraging Specialization in Some Migrant Warblers. *The American Naturalist*, 122(4), 444-453.
- Greenberg. (1984a). Differences in feeding neophobia in the tropical migrant wood warblers *Dendroica castanea* and *D. pensylvanica*. *Journal of Comparative Psychology*, 98(2), 131-136. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.98.2.131>
- Greenberg. (1989). Neophobia, aversion to open space, and ecological plasticity in Song and Swamp sparrows. *Canadian Journal of Zoology*, 67(5), 1194-1199. <https://doi.org/10.1139/z89-172>
- Greenberg, R. (1984b). Neophobia in the foraging-site selection of a neotropical migrant bird : An experimental study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 81(12), 3778-3780. <https://doi.org/10.1073/pnas.81.12.3778>
- Greenberg, R., & Mettke-Hofmann, C. (2001). Ecological Aspects of Neophobia and Neophilia in Birds. *Current Ornithology*, 16. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1211-0_3
- Gross, M. R., Harvey, P. H., Partridge, L., & Southwood, S. R. (1991). Evolution of alternative reproductive strategies : Frequency-dependent sexual selection in male bluegill sunfish. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 332(1262), 59-66. <https://doi.org/10.1098/rstb.1991.0033>
- Guss, P. L., & Branson, T. F. (1972). The Use of ⁷⁵Se in Feeding Studies with the Corn Leaf Aphid (Hemiptera (Homoptera) Aphididae). *Annals of the Entomological Society of America*, 65(2), 303-306. <https://doi.org/10.1093/aesa/65.2.303>
- Haer, L. C. M. de, & Merks, J. W. M. (1992). Patterns of daily food intake in growing pigs. *Animal Science*, 54(1), 95-104. <https://doi.org/10.1017/S0003356100020614>
- Hagler, J. R., Jackson, C. G., & Blackmer, J. L. (2010). Diet selection exhibited by juvenile and adult lifestages of the omnivores western tarnished plant bug, *Lygus hesperus* and tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*. *Journal of Insect Science*, 10(1). <https://doi.org/10.1673/031.010.12701>
- Hajek, A. E., & Eilenberg, J. (Éds.). (2018). Biological Control as Part of Integrated Pest Management. Dans *Natural Enemies : An Introduction to Biological Control* (2^e éd., p. 359-375). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781107280267.020>
- Hall, C. S. (1934). Emotional behavior in the rat. I. Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality. *Journal of Comparative Psychology*, 18(3), 385-403. <https://doi.org/10.1037/h0071444>
- Hamer, G. L., Kitron, U. D., Goldberg, T. L., Brawn, J. D., Loss, S. R., Ruiz, M. O., Hayes, D. B., & Walker, E. D. (2009). Host selection by *Culex pipiens* mosquitoes and West Nile virus amplification. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 80(2), 268.
- Hamilton, M. A. (1935). Further Experiments on the Artificial Feeding of *Myzus Persicae* (sulz.). *Annals of Applied Biology*, 22(2), 243-258. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1935.tb07160.x>

- Handley, D. T., & Pollard, J. E. (1993). Microscopic Examination of Tarnished Plant Bug (Heteroptera : Miridae) Feeding Damage to Strawberry. *Journal of Economic Entomology*, 86(2), 505-510. <https://doi.org/10.1093/jee/86.2.505>
- Hart, S. P., & Marshall, D. J. (2009). Spatial arrangement affects population dynamics and competition independent of community composition. *Ecology*, 90(6), 1485-1491. <https://doi.org/10.1890/08-1813.1>
- Hatfield, L. D., Ferreira, J., & Frazier, J. L. (1983). Host Selection and Feeding Behavior by the Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Hemiptera : Miridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 76(4), 688-691. <https://doi.org/10.1093/aesa/76.4.688>
- Hatfield, L. D., Frazier, J. L., & Ferreira, J. (1982). Gustatory discrimination of sugars, amino acids, and selected allelochemicals by the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*. *Physiological Entomology*, 7(1), 15-23. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1982.tb00662.x>
- Heard, M. J., Smith, K. F., Ripp, K., Berger, M., Chen, J., Dittmeier, J., Goter, M., McGarvey, S. T., & Ryan, E. (2013). Increased threat of disease as species move towards extinction. *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology*, 27(6), 1378-1388. <https://doi.org/10.1111/cobi.12143>
- Hemida, M. G., Elmoslemany, A., Al-Hizab, F., Alnaeem, A., Almathen, F., Faye, B., Chu, D. K. W., Perera, R. a. P. M., & Peiris, M. (2017). Dromedary Camels and the Transmission of Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV). *Transboundary and Emerging Diseases*, 64(2), 344-353. <https://doi.org/10.1111/tbed.12401>
- Henderson, N. D. (1968). The confounding effects of genetic variables in early experience research : Can we ignore them? *Developmental Psychobiology*, 1(2), 146-152. <https://doi.org/10.1002/dev.420010213>
- Hollander, F. A., Van Overveld, T., Tokka, I., & Matthysen, E. (2008). Personality and Nest Defence in the Great Tit (*Parus major*). *Ethology*, 114(4), 405-412. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2008.01488.x>
- Holt, R. D. (1984). Spatial Heterogeneity, Indirect Interactions, and the Coexistence of Prey Species. *The American Naturalist*, 124(3), 377-406. <https://doi.org/10.1086/284280>
- Holyoak, M., Casagrandi, R., Nathan, R., Revilla, E., & Spiegel, O. (2008). Trends and missing parts in the study of movement ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(49), 19060-19065. <https://doi.org/10.1073/pnas.0800483105>
- Hopkins, A. D. (1917). A discussion of CG Hewitt's paper on "Insect Behaviour". *J. econ. Entomol*, 10, 92-93.
- Hora, K. H., Roessingh, P., & Menken, S. B. J. (2005). Inheritance and plasticity of adult host acceptance in *Yponomeuta* species : Implications for host shifts in specialist herbivores. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 115(1), 271-281. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2005.00287.x>
- Houle, D., Pélabon, C., Wagner, G. P., & Hansen, T. F. (2011). Measurement and Meaning in Biology. *The Quarterly Review of Biology*, 86(1), 3-34. <https://doi.org/10.1086/658408>
- Isoherranen, E., Aspi, J., & Hoikkala, A. (1999). Variation and consistency of female preferences for simulated courtship songs in *Drosophila virilis*. *Animal Behaviour*, 57(3), 619-625. <https://doi.org/10.1006/anbe.1998.0981>
- Jackson, C., Debolt, J., & Ellington, J. (1995). Lygus bugs. Dans *Biological Control in the Western United States : Accomplishments and Benefits of Regional Research Project W-84, 1964-1989* (p. 87-90). UCANR Publications.
- Jackson, Debolt, J. W., Ellington, J., Nechols, J. R., Andres, L. A., Beardsley, J. W., & Goeden, R. D. (1995). Lygus bugs. *Biological Control in the Western United States*, 87-90.

- Janssen, A., Willemse, E., & Van Der Hammen, T. (2003). Poor host plant quality causes omnivore to consume predator eggs. *Journal of Animal Ecology*, 72(3), 478-483. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00717.x>
- Janzen, F. J. (1994). Vegetational Cover Predicts the Sex Ratio of Hatchling Turtles in Natural Nests. *Ecology*, 75(6), 1593-1599. <https://doi.org/10.2307/1939620>
- Janzen, F. J., & Morjan, C. L. (2001). Repeatability of microenvironment-specific nesting behaviour in a turtle with environmental sex determination. *Animal Behaviour*, 62(1), 73-82. <https://doi.org/10.1006/anbe.2000.1732>
- Jeanson, R., & Deneubourg, J.-L. (2007). Conspecific attraction and shelter selection in gregarious insects. *The American Naturalist*, 170(1), 47-58. <https://doi.org/10.1086/518570>
- Jeltsch, F., Bonte, D., Pe'er, G., Reineking, B., Leimgruber, P., Balkenhol, N., Schröder, B., Buchmann, C. M., Mueller, T., Blaum, N., Zurell, D., Böhning-Gaese, K., Wiegand, T., Eccard, J. A., Hofer, H., Reeg, J., Eggers, U., & Bauer, S. (2013). Integrating movement ecology with biodiversity research—Exploring new avenues to address spatiotemporal biodiversity dynamics. *Movement Ecology*, 1(1), 6. <https://doi.org/10.1186/2051-3933-1-6>
- Jiang, T., Ma, L., Liu, X.-Y., Xiao, H.-J., & Zhang, W.-N. (2019). Effects of starvation on respiratory metabolism and energy metabolism in the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae). *Journal of Insect Physiology*, 119, 103951. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103951>
- Johnson, D. H. (1980). The Comparison of Usage and Availability Measurements for Evaluating Resource Preference. *Ecology*, 61(1), 65-71. <https://doi.org/10.2307/1937156>
- Johnson, Tinker, M. T., Estes, J. A., Conrad, P. A., Staedler, M., Miller, M. A., Jessup, D. A., & Mazet, J. A. K. (2009). Prey choice and habitat use drive sea otter pathogen exposure in a resource-limited coastal system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(7), 2242-2247. <https://doi.org/10.1073/pnas.0806449106>
- Johnson-Ulrich, Z., Sevchik, A., Lukas, D., MacPherson, M., Seitz, B., Logan, C., McCune, K., & Blaisdell, A. (2023). Using repeatability of performance within and across contexts to validate measures of behavioral flexibility. <https://doi.org/10.7717/peerj.15773>
- Kallioniemi, E., Zannese, A., Tinker, J. E., & Franco, A. M. A. (2014). Inter- and intra-specific differences in butterfly behaviour at boundaries. *Insect Conservation and Diversity*, 7(3), 232-240. <https://doi.org/10.1111/icad.12046>
- Kamel, S. J., & Mrosovsky, N. (2005). Repeatability of nesting preferences in the hawksbill sea turtle, *Eretmochelys imbricata*, and their fitness consequences. *Animal Behaviour*, 70(4), 819-828. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.01.006>
- Keeler, & Chew. (2008). Escaping an evolutionary trap : Preference and performance of a native insect on an exotic invasive host. *Oecologia*, 156(3), 559-568. <https://doi.org/10.1007/s00442-008-1005-2>
- Kelly, McGee, M., Crews, D. H., Jr., Sweeney, T., Boland, T. M., & Kenny, D. A. (2010). Repeatability of feed efficiency, carcass ultrasound, feeding behavior, and blood metabolic variables in finishing heifers divergently selected for residual feed intake. *Journal of Animal Science*, 88(10), 3214-3225. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2700>
- Kelly, Sleator, R. D., Murphy, C. P., Conroy, S. B., Judge, M. M., & Berry, D. P. (2020). Large variability in feeding behavior among crossbred growing cattle. *Journal of Animal Science*, 98(7), skaa216. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa216>
- Kelton, L. A. (1975). The lygus bugs (genus *lygus* hahn) of north america (heteroptera : Miridae). *The Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 107(S95), 5-101. <https://doi.org/10.4039/entm10795fv>
- Kennedy, J. S., Booth, C. O., & Kershaw, W. J. S. (1961). Host finding by aphids in the field. *Annals of Applied Biology*, 49(1), 1-21. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1961.tb03587.x>

- Kirkden, R. D., & Pajor, E. A. (2006). Using preference, motivation and aversion tests to ask scientific questions about animals' feelings. *Applied Animal Behaviour Science*, *100*(1), 29-47. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.04.009>
- Klappstein, N. J., Potts, J. R., Michelot, T., Börger, L., Pilfold, N. W., Lewis, M. A., & Derocher, A. E. (2022). Energy-based step selection analysis : Modelling the energetic drivers of animal movement and habitat use. *Journal of Animal Ecology*, *91*(5), 946-957. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13687>
- Kogan, M., & Cope, D. (1974). Feeding and Nutrition of Insects Associated with Soybeans. 3. Food Intake, Utilization, and Growth in the Soybean Looper, *Pseudoplusia includens*. *Annals of the Entomological Society of America*, *67*(1), 66-72. <https://doi.org/10.1093/aesa/67.1.66>
- Konovalov, S. M. (1995). Parasites as indicators of biological processes, with special reference to sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *52*(S1), 202-212. <https://doi.org/10.1139/f95-528>
- Krishna, S., & Keasar, T. (2018). Morphological Complexity as a Floral Signal : From Perception by Insect Pollinators to Co-Evolutionary Implications. *International Journal of Molecular Sciences*, *19*(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/ijms19061681>
- Langerhans, B. (2007). Evolutionary consequences of predation : Avoidance, escape, reproduction, and diversification. *Predation in Organisms: A Distinct Phenomenon*, 177-220. https://doi.org/10.1007/978-3-540-46046-6_10
- Latane, B., Cappell, H., & Joy, V. (1970). Social deprivation, housing density, and gregariousness in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *70*(2, Pt.1), 221-227. <https://doi.org/10.1037/h0028742>
- Layton, M. B. (2000). Biology and damage of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*, in cotton. *Southwestern Entomologist*, No. Suppl. 23, 7-20.
- Leclerc, M., Dussault, C., & St-Laurent, M.-H. (2012). Multiscale assessment of the impacts of roads and cutovers on calving site selection in woodland caribou. *Forest Ecology and Management*, *286*, 59-65. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.010>
- Lele, S. R., Merrill, E. H., Keim, J., & Boyce, M. S. (2013). Selection, use, choice and occupancy : Clarifying concepts in resource selection studies. *Journal of Animal Ecology*, *82*(6), 1183-1191. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12141>
- Lessells, C. M., & Boag, P. T. (1987). Unrepeatable Repeatabilities : A Common Mistake. *The Auk*, *104*(1), 116-121. <https://doi.org/10.2307/4087240>
- Lomnicki, A. (1978). Individual Differences Between Animals and the Natural Regulation of their Numbers. *Journal of Animal Ecology*, *47*(2), 461-475. <https://doi.org/10.2307/3794>
- Lomnicki, A. (1980). Regulation of Population Density Due to Individual Differences and Patchy Environment. *Oikos*, *35*(2), 185-193. <https://doi.org/10.2307/3544426>
- Lomnicki, A., & Ombach, J. (1984). Resource partitioning within a single species population and population stability : A theoretical model. *Theoretical Population Biology*, *25*(1), 21-28. [https://doi.org/10.1016/0040-5809\(84\)90003-0](https://doi.org/10.1016/0040-5809(84)90003-0)
- Lorenz, (1981). *The Foundations of Ethology*. Springer Nature.
- Lorenz, & Gäde. (2009). Hormonal regulation of energy metabolism in insects as a driving force for performance. *Integrative and Comparative Biology*, *49*(4), 380-392. <https://doi.org/10.1093/icb/icp019>
- Lorosa, E. S., Valente, M. V. M. P., Cunha, V., Lent, H., & Jurberg, J. (2003). Source of Chagas disease in Arcádia, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, *98*, 885-887. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762003000700004>

- Løvendahl, P., & Munksgaard, L. (2016). An investigation into genetic and phenotypic variation in time budgets and yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *99*(1), 408-417. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9838>
- Mac Pack, T., & Tugwell, P. (1976). *Clouded and tarnished plant bugs on cotton : A comparison of injury symptoms and damage on fruit parts*. Agricultural Experiment Station, Division of Agriculture, University of Arkansas.
- MacArthur, R. H., & Pianka, E. R. (1966). On Optimal Use of a Patchy Environment. *The American Naturalist*, *100*(916), 603-609.
- Manly, B. F. J., McDonald, L. L., Thomas, D. L., McDonald, T. L., & Erickson, W. P. (Éds.). (2002a). Analysis of the Amount of Use. Dans *Resource Selection by Animals : Statistical Design and Analysis for Field Studies* (p. 179-191). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/0-306-48151-0_11
- Manly, B. F. J., McDonald, L. L., Thomas, D. L., McDonald, T. L., & Erickson, W. P. (Éds.). (2002b). Introduction to Resource Selection Studies. Dans *Resource Selection by Animals : Statistical Design and Analysis for Field Studies* (p. 1-15). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/0-306-48151-0_1
- Martins, C. I. M., Schrama, J. W., & Verreth, J. A. J. (2005). The consistency of individual differences in growth, feed efficiency and feeding behaviour in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) housed individually. *Aquaculture Research*, *36*(15), 1509-1516. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01372.x>
- Matsunaga, W., & Watanabe, E. (2010). Habituation of medaka (*Oryzias latipes*) demonstrated by open-field testing. *Behavioural Processes*, *85*(2), 142-150. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2010.06.019>
- McCall, R. B., Lester, M. L., & Dolan, C. G. (1969). Differential rearing and the exploration of stimuli in the open field. *Developmental Psychology*, *1*(6, Pt.1), 750-762. <https://doi.org/10.1037/h0028200>
- McLoughlin, P. D., Morris, D. W., Fortin, D., Wal, E. V., & Contasti, A. L. (2010). Considering Ecological Dynamics in Resource Selection Functions. *Journal of Animal Ecology*, *79*(1), 4-12.
- Medrano, E. G., Bell, A. A., Greene, J. K., Roberts, P. M., Bacheler, J. S., Marois, J. J., Wright, D. L., Esquivel, J. F., Nichols, R. L., & Duke, S. (2015). Relationship Between Piercing-Sucking Insect Control and Internal Lint and Seed Rot in Southeastern Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Economic Entomology*, *108*(4), 1540-1544. <https://doi.org/10.1093/jee/tov156>
- Mehlhorn, K., Newell, B. R., Todd, P. M., Lee, M. D., Morgan, K., Braithwaite, V. A., Hausmann, D., Fiedler, K., & Gonzalez, C. (2015). Unpacking the exploration–exploitation tradeoff : A synthesis of human and animal literatures. *Decision*, *2*(3), 191-215. <https://doi.org/10.1037/dec0000033>
- Mery, F., & Burns, J. G. (2010). Behavioural plasticity : An interaction between evolution and experience. *Evolutionary Ecology*, *24*(3), 571-583. <https://doi.org/10.1007/s10682-009-9336-y>
- Miles, P. W. (1958). Contact chemoreception in some Heteroptera, including chemoreception internal to the stylet food canal. *Journal of Insect Physiology*, *2*(4), 338-347. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(58\)90019-2](https://doi.org/10.1016/0022-1910(58)90019-2)
- Misenhelter, M. D., & Rotenberry, J. T. (2000). Choices and Consequences of Habitat Occupancy and Nest Site Selection in Sage Sparrows. *Ecology*, *81*(10), 2892-2901. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[2892:CACOH0\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[2892:CACOH0]2.0.CO;2)
- Mitchell. (1976). Experiments on neophobia in wild and laboratory rats : A reevaluation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *90*(2), 190-197. <https://doi.org/10.1037/h0077196>
- Mitchell, W. A., Abramsky, Z., Kotler, B. P., Pinshow, B., & Brown, J. S. (1990). The Effect of Competition on Foraging Activity in Desert Rodents : Theory and Experiments. *Ecology*, *71*(3), 844-854. <https://doi.org/10.2307/1937356>

- Mittler, T. E. (1957). Studies on the Feeding and Nutrition of *Tuberolachnus Salignus* (Gmelin) (Homoptera, Aphididae) : I. The Uptake of Phloem Sap. *Journal of Experimental Biology*, 34(3), 334-341. <https://doi.org/10.1242/jeb.34.3.334>
- Mittler, T. E. (1967). Flow Relationships for Hemipterous Stylets. *Annals of the Entomological Society of America*, 60(5), 1112-1114. <https://doi.org/10.1093/aesa/60.5.1112>
- Mittler, T. E., & Sylvester, E. S. (1961). A Comparison of the Injury to Alfalfa by the Aphids, *Therioaphis maculata* and *Macrosiphum pisi*. *Journal of Economic Entomology*, 54(4), 615-622. <https://doi.org/10.1093/jee/54.4.615>
- Morris, D. W. (2011). Adaptation and habitat selection in the eco-evolutionary process. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1717), 2401-2411. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.0604>
- Mostafa, A. M. (2007). *Plant bugs (Hemiptera : Miridae) on buckwheat and seed alfalfa crops in Manitoba : Dynamics, yield implications and management* [University of Manitoba, Department of Entomology]. <https://mspace.lib.umanitoba.ca/items/5ba18f08-e45c-4e58-ac7b-0040fa49bd91>
- Mota, J., Chacon, J. C., Gutiérrez-Cabrera, A. E., Sánchez-Cordero, V., Wirtz, R. A., Ordoñez, R., Panzera, F., & Ramsey, J. M. (2007). Identification of Blood Meal Source and Infection with *Trypanosoma cruzi* of Chagas Disease Vectors Using a Multiplex Cytochrome b Polymerase Chain Reaction Assay. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 7(4), 617-628. <https://doi.org/10.1089/vbz.2007.0106>
- Mouchet, A., & Dingemanse, N. J. (2021). A quantitative genetics approach to validate lab- versus field-based behavior in novel environments. *Behavioral Ecology*, 32(5), 903-911. <https://doi.org/10.1093/beheco/arab059>
- Nagalingam, T., & Holliday, N. J. (2015). Plant bugs (Hemiptera : Miridae) on field beans and soybeans in Manitoba, Canada: species composition and seasonal occurrence. *The Canadian Entomologist*, 147(6), 766-775. <https://doi.org/10.4039/tce.2015.1>
- Nathan, R., Getz, W. M., Revilla, E., Holyoak, M., Kadmon, R., Saltz, D., & Smouse, P. E. (2008). A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(49), 19052-19059. <https://doi.org/10.1073/pnas.0800375105>
- Nemiroff, & Despland, E. (2007). Consistent individual differences in the foraging behaviour of forest tent caterpillars (*Malacosoma disstria*). *Canadian Journal of Zoology*, 85(11), 1117-1124. <https://doi.org/10.1139/Z07-081>
- Nettle, D. (2007). Individual differences. Dans R. I. M. Dunbar & L. Barrett, *Oxford Handbook of Evolutionary Psychology*. Oxford University Press.
- Newman, J. A., Penning, P. D., Parsons, A. J., Harvey, A., & Orr, R. J. (1994). Fasting affects intake behaviour and diet preference of grazing sheep. *Animal Behaviour*, 47(1), 185-193. <https://doi.org/10.1006/anbe.1994.1021>
- Nieto, D. J., Hagler, J. R., Swezey, S. L., Machtley, S. A., & Bryer, J. A. (2023). Immigration of *Lygus* spp. (Hemiptera : Miridae) and predaceous natural enemies to trap-cropped organic strawberry. *Environmental Entomology*, 52(5), 824-831. <https://doi.org/10.1093/ee/nvad085>
- Niven, J. E., & Laughlin, S. B. (2008). Energy limitation as a selective pressure on the evolution of sensory systems. *Journal of Experimental Biology*, 211(11), 1792-1804. <https://doi.org/10.1242/jeb.017574>
- Nunnally. (1975). Psychometric Theory—25 Years Ago and Now. *Educational Researcher*, 4(10), 7-21. <https://doi.org/10.3102/0013189X004010007>
- Oldham, J., & Morlock, H. (1970). The effects of open-field size on activity in the Mongolian gerbil. *Psychonomic Science*, 20(5), 290-290. <https://doi.org/10.3758/BF03329071>

- Oryan, A., & Akbari, M. (2016). Worldwide risk factors in leishmaniasis. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(10), 925-932. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.06.021>
- O'Steen, S., Cullum, A. J., & Bennett, A. F. (2002). RAPID EVOLUTION OF ESCAPE ABILITY IN TRINIDADIAN GUPPIES (*POECILIA RETICULATA*). *Evolution*, 56(4), 776-784. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2002.tb01388.x>
- Outward, R., Sorenson, C. E., & Bradley, J. R., Jr. (2008). Effects of vegetated field borders on arthropods in cotton fields in eastern North Carolina. *Journal of Insect Science*, 8(1), 9. <https://doi.org/10.1673/031.008.0901>
- Padilla, D. K., & Adolph, S. C. (1996). Plastic inducible morphologies are not always adaptive : The importance of time delays in a stochastic environment. *Evolutionary Ecology*, 10(1), 105-117. <https://doi.org/10.1007/BF01239351>
- Padmanabha, H., Bolker, B., Lord, C. C., Rubio, C., & Lounibos, L. P. (2011). Food Availability Alters the Effects of Larval Temperature on *Aedes aegypti* Growth. *Journal of Medical Entomology*, 48(5), 974-984. <https://doi.org/10.1603/ME11020>
- Paje, F., & Mossakowski, D. (1984). pH-preferences and habitat selection in carabid beetles. *Oecologia*, 64(1), 41-46. <https://doi.org/10.1007/BF00377541>
- Partridge, L., & Green, P. (1987). An advantage for specialist feeding in jackdaws, *Corvus monedula*. *Animal Behaviour*, 35(4), 982-990. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(87\)80155-0](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(87)80155-0)
- Pathak, M. D., & Painter, R. H. (1958). Differential Amounts of Material Taken up by Four Biotypes of Corn Leaf Aphids from Resistant and Susceptible Sorghums. *Annals of the Entomological Society of America*, 51(3), 250-254. <https://doi.org/10.1093/aesa/51.3.250>
- Pedernera, M., Vulliez, A., & Villalba, J. J. (2022). The influence of prior experience on food preference by sheep exposed to unfamiliar feeds and flavors. *Applied Animal Behaviour Science*, 246, 105530. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105530>
- Perals, D., Griffin, A. S., Bartomeus, I., & Sol, D. (2017). Revisiting the open-field test : What does it really tell us about animal personality? *Animal Behaviour*, 123, 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.10.006>
- Peters, F. T., Drummer, O. H., & Musshoff, F. (2007). Validation of new methods. *Forensic Science International*, 165(2), 216-224. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.05.021>
- Petrie, M. (1994). Improved growth and survival of offspring of peacocks with more elaborate trains. *Nature*, 371(6498), 598-599. <https://doi.org/10.1038/371598a0>
- Petrie, M., Tim, H., & Carolyn, S. (1991). Peahens prefer peacocks with elaborate trains. *Animal Behaviour*, 41(2), 323-331. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80484-1](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80484-1)
- Pinaud, D. (2008). Quantifying search effort of moving animals at several spatial scales using first-passage time analysis : Effect of the structure of environment and tracking systems. *Journal of Applied Ecology*, 45(1), 91-99. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01370.x>
- Pinaud, D., & Weimerskirch, H. (2005). Scale-Dependent Habitat Use in a Long-Ranging Central Place Predator. *Journal of Animal Ecology*, 74(5), 852-863.
- Pizarro, J. C., & Stevens, L. (2008). A New Method for Forensic DNA Analysis of the Blood Meal in Chagas Disease Vectors Demonstrated Using *Triatoma infestans* from Chuquisaca, Bolivia. *PLOS ONE*, 3(10), e3585. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003585>
- Polverino, G., Palmas, B. M., Evans, J. P., & Gasparini, C. (2019). Individual plasticity in alternative reproductive tactics declines with social experience in male guppies. *Animal Behaviour*, 148, 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2018.12.014>
- Potier, S., Carpentier, A., Grémillet, D., Leroy, B., & Lescroël, A. (2015). Individual repeatability of foraging behaviour in a marine predator, the great cormorant, *Phalacrocorax carbo*. *Animal Behaviour*, 103, 83-90. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.02.008>

- Poveda, C. M., Popović, N., Morales-Delgado, N., De la Cruz-Sánchez, E., Caballero Bleda, M., & Popović, M. (2020). The diurnal variation of open-field habituation in rats. *Behavioural Processes*, 178, 104186. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2020.104186>
- Prokopy, R. J., Adams, R. G., & Hauschild, K. I. (1979). Visual Responses of Tarnished Plant Bug Adults on Apple. *Environmental Entomology*, 8(2), 202-205. <https://doi.org/10.1093/ee/8.2.202>
- Prokopy, R. J., & Owens, E. D. (1983). Visual Detection of Plants by Herbivorous Insects. *Annual Review of Entomology*, 28(1), 337-364. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.002005>
- Provenza, F. D. (1996). Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. *Journal of Animal Science*, 74(8), 2010-2020. <https://doi.org/10.2527/1996.7482010x>
- Quinn, J. L., & Cresswell, W. (2005). Personality, Anti-Predation Behaviour and Behavioural Plasticity in the Chaffinch *Fringilla coelebs*. *Behaviour*, 142(9/10), 1377-1402.
- Quinn, J. L., Patrick, S. C., Bouwhuis, S., Wilkin, T. A., & Sheldon, B. C. (2009). Heterogeneous selection on a heritable temperament trait in a variable environment. *Journal of Animal Ecology*, 78(6), 1203-1215. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2009.01585.x>
- Réale, D., Garant, D., Humphries, M. M., Bergeron, P., Careau, V., & Montiglio, P.-O. (2010). Personality and the emergence of the pace-of-life syndrome concept at the population level. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 365(1560), 4051-4063.
- Réale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T., & Dingemanse, N. J. (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82(2), 291-318. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00010.x>
- Reimchen, T. E. (1980). Spine deficiency and polymorphism in a population of *Gasterosteus aculeatus* : An adaptation to predators? *Canadian Journal of Zoology*, 58(7), 1232-1244. <https://doi.org/10.1139/z80-173>
- Reimchen, T. E., & Nosil, P. (2001). Ecological causes of sex-biased parasitism in threespine stickleback. *Biological Journal of the Linnean Society*, 73(1), 51-63. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2001.tb01346.x>
- Reiskind, M. H., & Janairo, M. S. (2015). Late-instar Behavior of *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) Larvae in Different Thermal and Nutritive Environments. *Journal of Medical Entomology*, 52(5), 789-796. Scopus. <https://doi.org/10.1093/jme/tjv088>
- Rettie, W. J., & Messier, F. (2000). Hierarchical Habitat Selection by Woodland Caribou : Its Relationship to Limiting Factors. *Ecography*, 23(4), 466-478.
- Ridgway, R. L., & Gyrisco, G. G. (1960). Studies of the Biology of the Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris*. *Journal of Economic Entomology*, 53(6), 1063-1065. <https://doi.org/10.1093/jee/53.6.1063>
- Rietdorf, K., & Steidle, J. L. M. (2002). Was Hopkins right? Influence of larval and early adult experience on the olfactory response in the granary weevil *itophilus granarius* (Coleoptera, Curculionidae). *Physiological Entomology*, 27(3), 223-227. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3032.2002.00289.x>
- Riffell, J. A., Alarcón, R., Abrell, L., Davidowitz, G., Bronstein, J. L., & Hildebrand, J. G. (2008). Behavioral consequences of innate preferences and olfactory learning in hawkmoth–flower interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(9), 3404-3409. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709811105>
- Rivero, A., Giron, D., & Casas, J. (2001). Lifetime allocation of juvenile and adult nutritional resources to egg production in a holometabolous insect. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1473), 1231-1237. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1645>
- Rizzo, S. J. S., & Silverman, J. L. (2016). Methodological Considerations for Optimizing and Validating Behavioral Assays. *Current protocols in mouse biology*, 6(4), 364-379. <https://doi.org/10.1002/cpmo.17>

- Robertson, & Chalfoun, A. D. (2016). Evolutionary traps as keys to understanding behavioral maladaptation. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 12, 12-17. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.08.007>
- Roff, D. A., Crnokrak, P., & Fairbairn, D. J. (2003). The evolution of trade-offs : Geographic variation in call duration and flight ability in the sand cricket, *Gryllus firmus*. *Journal of Evolutionary Biology*, 16(4), 744-753. <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2003.00570.x>
- Rowe, L., & Houle, D. (1996). The lek paradox and the capture of genetic variance by condition dependent traits. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 263(1375), 1415-1421. <https://doi.org/10.1098/rspb.1996.0207>
- Rupprecht, C. E., Smith, J. S., Fekadu, M., & Childs, J. E. (1995). The ascension of wildlife rabies : A cause for public health concern or intervention? *Emerging Infectious Diseases*, 1(4), 107-114.
- Satoh, A., Kinoshita, M., & Arikawa, K. (2016). Innate preference and learning of colour in the male cotton bollworm moth, *Helicoverpa armigera*. *Journal of Experimental Biology*, 219(24), 3857-3860. <https://doi.org/10.1242/jeb.148064>
- Sattman, D. A., & Cocroft, R. B. (2003). Phenotypic Plasticity and Repeatability in the Mating Signals of Enchenopa Treehoppers, with Implications for Reduced Gene Flow among Host-Shifted Populations. *Ethology*, 109(12), 981-994. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0310.2003.00940.x>
- Scales, A. L., & Furr, R. E. (1968). Relationship Between the Tarnished Plant Bug and Deformed Cotton Plants. *Journal of Economic Entomology*, 61(1), 114-118. <https://doi.org/10.1093/jee/61.1.114>
- Schoener, T. W. (1971). Theory of Feeding Strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2(1), 369-404. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.02.110171.002101>
- Schoonhoven, L. M. (1968). Chemosensory Bases of Host Plant Selection. *Annual Review of Entomology*, 13(1), 115-136. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.13.010168.000555>
- Seligman, M. E. (1970). On the generality of the laws of learning. *Psychological Review*, 77(5), 406-418. <https://doi.org/10.1037/h0029790>
- Shaw, A. K. (2020). Causes and consequences of individual variation in animal movement. *Movement Ecology*, 8(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40462-020-0197-x>
- Shelton, A., & Badenes-Pérez, F. (2006). Concepts and applications of trap cropping in pest management. *Annual review of entomology*, 51, 285-308. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.150959>
- Sherratt, T. N., & Macdougall, A. D. (1995). Some population consequences of variation in preference among individual predators. *Biological Journal of the Linnean Society*, 55(2), 93-107. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1995.tb01053.x>
- Shine, R. (1989). Ecological Causes for the Evolution of Sexual Dimorphism : A Review of the Evidence. *The Quarterly Review of Biology*, 64(4), 419-461. <https://doi.org/10.1086/416458>
- Shine, R. (1991). Intersexual Dietary Divergence and the Evolution of Sexual Dimorphism in Snakes. *The American Naturalist*, 138(1), 103-122. <https://doi.org/10.1086/285207>
- Shine, R., Ambariyanto, Harlow, P. S., & Mumpuni. (1998). Ecological divergence among sympatric colour morphs in blood pythons, *Python brongersmai*. *Oecologia*, 116(1), 113-119. <https://doi.org/10.1007/s004420050569>
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations : Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420-428. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.2.420>
- Sih, A., Bell, A., Johnson, J., & Ziemba, R. (2004). Behavioral Syndromes : An Integrative Overview. *Quarterly Review of Biology*, 79, 241-277. <https://doi.org/10.1086/422893>
- Sih, A., Mathot, K. J., Moirón, M., Montiglio, P.-O., Wolf, M., & Dingemanse, N. J. (2015). Animal personality and state-behaviour feedbacks : A review and guide for empiricists. *Trends in Ecology & Evolution*, 30(1), 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.11.004>

- Simões, P., Ott, S. R., & Niven, J. E. (2011). Associative olfactory learning in the desert locust, *Schistocerca gregaria*. *Journal of Experimental Biology*, 214(15), 2495-2503. <https://doi.org/10.1242/jeb.055806>
- Simpson, S. J., Abisgold, J. D., & Douglas, A. E. (1995). Response of the pea aphid (*Acyrtosiphon pisum*) to variation in dietary levels of sugar and amino acids : The significance of amino acid quality. *Journal of Insect Physiology*, 41(1), 71-75. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(94\)00073-P](https://doi.org/10.1016/0022-1910(94)00073-P)
- Simpson, S. J., Simmonds, M. S. J., & Blaney, W. M. (1988). A comparison of dietary selection behaviour in larval *Locusta migratoria* and *Spodoptera littoralis*. *Physiological Entomology*, 13(2), 225-238. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1988.tb00927.x>
- Singer, Ng, D., & Thomas, C. D. (1988). HERITABILITY OF OVIPOSITION PREFERENCE AND ITS RELATIONSHIP TO OFFSPRING PERFORMANCE WITHIN A SINGLE INSECT POPULATION. *Evolution*, 42(5), 977-985. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1988.tb02516.x>
- Sivakoff, F. S., Rosenheim, J. A., & Hagler, J. R. (2012). Relative dispersal ability of a key agricultural pest and its predators in an annual agroecosystem. *Biological Control*, 63(3), 296-303. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.09.008>
- Slagsvold, T., & Wiebe, K. L. (2006). Learning the ecological niche. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1606), 19-23. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3663>
- Slater, J. A., & Baranowski, R. M. (1978). *How to know the true bugs (Hemiptera-Heteroptera)*. W.C. Brown Co.
- Smith. (1926). A Comparative Study of the Feeding Methods of Certain Hemiptera and of the Resulting Effects Upon the Plant Tissue, with Special Reference to the Potato Plant. *Annals of Applied Biology*, 13(1), 109-139. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1926.tb04254.x>
- Smith. (1976). Influence of crop background on aphids and other phytophagous insects on Brussels sprouts. *Annals of Applied Biology*, 83(1), 1-13. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1976.tb01689.x>
- Smith, B. R., & Blumstein, D. T. (2008). Fitness consequences of personality : A meta-analysis. *Behavioral Ecology*, 19(2), 448-455. <https://doi.org/10.1093/beheco/arm144>
- Snell-Rood, E. C. (2013). An overview of the evolutionary causes and consequences of behavioural plasticity. *Animal Behaviour*, 85(5), 1004-1011. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.12.031>
- Snodgrass, G. L., & Scott, W. P. (2000). Seasonal changes in pyrethroid resistance in tarnished plant bug (Heteroptera : Miridae) populations during a three-year period in the delta area of Arkansas, Louisiana, and Mississippi. *Journal of Economic Entomology*, 93(2), 441-446. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.2.441>
- Snodgrass, G. L., Scott, W. P., Abel, C. A., Robbins, J. T., Gore, J., & Hardee, D. D. (2006). Suppression of Tarnished Plant Bugs (Heteroptera : Miridae) in Cotton by Control of Early Season Wild Host Plants with Herbicides. *Environmental Entomology*, 35(5), 1417-1422. <https://doi.org/10.1093/ee/35.5.1417>
- Snodgrass, G. L., Scott, W. P., & Smith, J. W. (1984). Host Plants and Seasonal Distribution of the Tarnished Plant Bug (Hemiptera : Miridae) in the Delta of Arkansas, Louisiana, and Mississippi. *Environmental Entomology*, 13(1), 110-116. <https://doi.org/10.1093/ee/13.1.110>
- Solà Cassi, M., Dumont, F., Lucas, E., & Provost, C. (2023). *Enhancing Biological Control Efficacy : Insights into the Feeding Behavior and Fitness of the Omnivorous Pest Lygus Lineolaris* (SSRN Scholarly Paper 4594362). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4594362>
- Solà, M., Dumont, F., Provost, C., & Lucas, E. (2020). *Lygus lineolaris* Nutritional Needs and Host Choices for IPM Strategies with Predators and Trap Crops. *CIRAA*, 12, 280-290.
- Spencer, R.-J., & Thompson, M. B. (2003). The Significance of Predation in Nest Site Selection of Turtles : An Experimental Consideration of Macro- and Microhabitat Preferences. *Oikos*, 102(3), 592-600.

- Stern, V., Smith, R., van den Bosch, R., & Hagen, K. (1959). The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid : The integrated control concept. *Hilgardia*, 29(2), 81-101.
- Stevens, M. (2013). *Sensory Ecology, Behaviour, and Evolution*. OUP Oxford.
- Stewart, & Gaylor. (1994). Effects of Age, Sex, and Reproductive Status on Flight by the Tarnished Plant Bug (Heteroptera : Miridae). *Environmental Entomology*, 23(1), 80-84.
<https://doi.org/10.1093/ee/23.1.80>
- Stewart, & Khoury. (1976). *The biology of Lygus lineolaris (Palisot de Beauvois)(Hemiptera : Miridae) in Quebec*.
- Stirling, D. G., Réale, D., & Roff, D. A. (2002). Selection, structure and the heritability of behaviour. *Journal of Evolutionary Biology*, 15(2), 277-289. <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2002.00389.x>
- Storberget, S. (2014). Catching the European tarnished plant bug, *Lygus rugulipennis* (Hemiptera : Miridae), using baited funnel traps. 42. <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/225347>
- Strauss, S., & Whittall, J. (2006). Non-pollinator agents of selection on floral traits. *Ecology and evolution of flowers*, 208.
- Strong, F., Sheldahl, J., Hughes, P., & Hussein, E. (1970). Reproductive biology of *Lygus hesperus* Knight : I. Laboratory studies on lygus reproduction. *Hilgardia*, 40(4), 105-123.
- Stuligross, C., Melone, G. G., Wang, L., & Williams, N. M. (2023). Sublethal behavioral impacts of resource limitation and insecticide exposure reinforce negative fitness outcomes for a solitary bee. *Science of the Total Environment*, 867. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161392>
- Suryan, R. M., Sato, F., Balogh, G. R., David Hyrenbach, K., Sievert, P. R., & Ozaki, K. (2006). Foraging destinations and marine habitat use of short-tailed albatrosses : A multi-scale approach using first-passage time analysis. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 53(3), 370-386. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2006.01.012>
- Swezey, S. L., Nieto, D. J., & Bryer, J. A. (2007). Control of Western Tarnished Plant Bug *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera : Miridae) in California Organic Strawberries Using Alfalfa Trap Crops and Tractor-Mounted Vacuums. *Environmental Entomology*, 36(6), 1457-1465.
<https://doi.org/10.1093/ee/36.6.1457>
- Taper, M. L., & Chase, T. J. (1985). Quantitative Genetic Models for the Coevolution of Character Displacement. *Ecology*, 66(2), 355-371. <https://doi.org/10.2307/1940385>
- Tinbergen, N. (1963). On aims and methods of Ethology. *Zeitschrift Für Tierpsychologie*, 20(4), 410-433.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1963.tb01161.x>
- Tinker, M. T., Mangel, M., & Estes, J. A. (2009). Learning to be different : Acquired skills, social learning, frequency dependence, and environmental variation can cause behaviourally mediated foraging specializations. *Evolutionary Ecology Research*, 11(6), 841-869.
- Truman, J. W., & Riddiford, L. M. (1999). The origins of insect metamorphosis. *Nature*, 401(6752), Article 6752. <https://doi.org/10.1038/46737>
- Tucker, V. A. (1970). Energetic cost of locomotion in animals. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 34(4), 841-846. [https://doi.org/10.1016/0010-406X\(70\)91006-6](https://doi.org/10.1016/0010-406X(70)91006-6)
- Tuelher, E. S., Backus, E. A., Cervantes, F., & Oliveira, E. E. (2020). Quantifying *Lygus lineolaris* stylet probing behavior and associated damage to cotton leaf terminals. *Journal of Pest Science*, 93(2), 663-677. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01184-8>
- Uetz, G. W., & Norton, S. (2007). Preference for male traits in female wolf spiders varies with the choice of available males, female age and reproductive state. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61(4), 631-641. <https://doi.org/10.1007/s00265-006-0293-y>

- Valdimarsson, S. K., & Metcalfe, N. B. (1998). Shelter selection in juvenile Atlantic salmon, or why do salmon seek shelter in winter? *Journal of Fish Biology*, *52*(1), 42-49.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb01551.x>
- Valle, F. P. (1970). Effects of strain, sex, and illumination on open-field behavior of rats. *The American Journal of Psychology*, *83*(1), 103-111. <https://doi.org/10.2307/1420860>
- van Oers, K., de Jong, G., van Noordwijk, A. J., Kempenaers, B., & Drent, P. J. (2005). Contribution of Genetics to the Study of Animal Personalities : A Review of Case Studies. *Behaviour*, *142*(9/10), 1185-1206.
- Vargovic, L., Hermes, S., Athorn, R. Z., & Bunter, K. L. (2021). Feed intake and feeding behavior traits for gestating sows recorded using electronic sow feeders. *Journal of Animal Science*, *99*(1), skaa395. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa395>
- Verbeek, M. E. M., Boon, A., & Drent, P. J. (1996). Exploration, aggressive behaviour and dominance in pair-wise confrontations of juvenile male great tits. *Behaviour*, *133*(11-12), 945-963.
<https://doi.org/10.1163/156853996X00314>
- Verbeek, M. E. M., Drent, P. J., & Wiepkema, P. R. (1994). Consistent individual differences in early exploratory behaviour of male great tits. *Animal Behaviour*, *48*(5), 1113-1121.
<https://doi.org/10.1006/anbe.1994.1344>
- Vet, L., Lewis, J., Carde, R. T., & Bell, W. J. (1995). Parasitoid foraging and learning. Dans *Chemical Ecology of Insects 2*. Springer Science & Business Media.
- Videla, M., Valladares, G., & Salvo, A. (2010). Differential effects of experience on feeding and ovipositing preferences of a polyphagous leafminer. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *137*(2), 184-192. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2010.01053.x>
- Villet, M. H. (2005). Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects, 7th edition, C.A. Triplehorn & N.F. Johnson : Book review. *African Entomology*, *13*(2), 393-394.
<https://doi.org/10.10520/EJC32631>
- Votier, S. C., Fayet, A. L., Bearhop, S., Bodey, T. W., Clark, B. L., Grecian, J., Guilford, T., Hamer, K. C., Jeglinski, J. W. E., Morgan, G., Wakefield, E., & Patrick, S. C. (2017). Effects of age and reproductive status on individual foraging site fidelity in a long-lived marine predator. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *284*(1859), 20171068.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1068>
- Wagner, W., MURRAY, A., & CADE, W. (1995). Phenotypic variation in the mating preferences of female field crickets *Gryllus integer*. *Animal Behaviour*, *49*, 1269-1281.
<https://doi.org/10.1006/anbe.1995.0159>
- Waldbauer, G. P. (1968). The Consumption and Utilization of Food by Insects. Dans J. W. L. Beament, J. E. Treherne, & V. B. Wigglesworth (Éds.), *Advances in Insect Physiology* (Vol. 5, p. 229-288). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2806\(08\)60230-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2806(08)60230-1)
- Walsh, R. N., & Cummins, R. A. (1976). The open-field test : A critical review. *Psychological Bulletin*, *83*(3), 482. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.83.3.482>
- Webber, Q. M. R., Laforge, M. P., Bonar, M., Robitaille, A. L., Hart, C., Zabihi-Seissan, S., & Vander Wal, E. (2020). The Ecology of Individual Differences Empirically Applied to Space-Use and Movement Tactics. *The American Naturalist*, *196*(1), E1-E15. <https://doi.org/10.1086/708721>
- Weisrock, D. W., & Janzen, F. J. (1999). Thermal and fitness-related consequences of nest location in Painted Turtles (*Chrysemys picta*). *Functional Ecology*, *13*(1), 94-101.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1999.00288.x>
- Wellington. (1960). Qualitative changes in natural populations during changes in abundance. *Canadian Journal of Zoology*, *38*(2), 289-314. <https://doi.org/10.1139/z60-036>
- Westneat, & Fox. (2010). Adaptation. Dans *Evolutionary Behavioral Ecology* (p. 35-50). Oxford University Press.

- Westneat, Wright, & Dingemans. (2015). The biology hidden inside residual within-individual phenotypic variation. *Biological Reviews*, 90(3), 729-743. <https://doi.org/10.1111/brv.12131>
- Wilson. (1998). Adaptive individual differences within single populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 353(1366), 199-205. <https://doi.org/10.1098/rstb.1998.0202>
- Wilson, Clark, A. B., Coleman, K., & Dearstyne, T. (1994). Shyness and boldness in humans and other animals. *Trends in Ecology & Evolution*, 9(11), 442-446. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90134-1](https://doi.org/10.1016/0169-5347(94)90134-1)
- Wilson, Muzzall, & Ehlinger. (1996). Parasites, Morphology, and Habitat Use in a Bluegill Sunfish (*Lepomis macrochirus*) Population. *Copeia*, 1996(2), 348-354. <https://doi.org/10.2307/1446850>
- Wilson, R. L., & Olson, D. L. (1990). Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera : Miridae) Oviposition Site Preference on Three Growth Stages of a Grain Amaranth, *Amaranthus cruentus* L. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 63(1), 88-91.
- Wise, I. L., Elliott, B. G., & Mostafa, A. M. (2005). Seasonal occurrence and within-field distribution of *Lygus lineolaris* on buckwheat in Manitoba. *The Canadian Entomologist*, 137(5), 598-601. <https://doi.org/10.4039/n04-098>
- Wisnivesky-Colli, C., Gürtler, R. E., Solarz, N., Salomón, D., & Ruiz, A. (1982). Feeding Patterns of *Triatoma Infestans* (Hemiptera : Reduviidae) in Relation to Transmission of American Trypanosomiasis in Argentina. *Journal of Medical Entomology*, 19(6), 645-654. <https://doi.org/10.1093/jmedent/19.6.645>
- Wynde, F. J. H., & Port, G. R. (2012). The Use of Olfactory and Visual Cues in Host Choice by the Capsid Bugs *Lygus rugulipennis* Poppius and *Liocoris tripustulatus* Fabricius. *PLOS ONE*, 7(12), e46448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046448>
- Ydenberg, R. (2010). Decision Theory. Dans *Evolutionary Behavioral Ecology* (p. 150-166). Oxford University Press.
- Young, O. (1986). Host Plants of the Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Heteroptera : Miridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 79, 747-762. <https://doi.org/10.1093/aesa/79.4.747>
- Zhang, Q.-H., Chauhan, K. R., Zhang, A., Snodgrass, G. L., Dickens, J. C., & Aldrich, J. R. (2007). Antennal and Behavioral Responses of *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Heteroptera : Miridae) to Metathoracic Scent Gland Compounds. *Journal of Entomological Science*, 42(1), 92-104. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-42.1.92>
- Zhu, Y.-C., Yao, J., & Luttrell, R. (2016). Identification of Genes Potentially Responsible for extra-Oral Digestion and Overcoming Plant Defense from Salivary Glands of the Tarnished Plant Bug (Hemiptera : Miridae) Using cDNA Sequencing. *Journal of Insect Science*, 16(1), 60. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew041>