

BIOLOGIE DU TAUPIN TRAPU ET ÉVALUATION DES DOMMAGES DANS LE MAÏS AU QUÉBEC

CERO-1-15-1726

04-2016 / 02-2018

RAPPORT FINAL

Écrit par :

Sébastien Boquel, CÉROM
Jennifer De Almeida, CÉROM
Alexis Latraverse, CÉROM

Membres ayant participé au projet :
Jonathan Bernardo-Santos, UQÀM
Geneviève Labrie, CÉROM
Éric Lucas, UQÀM

Février 2018

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

BIOLOGIE DU TAUPIN TRAPU ET ÉVALUATION DES DOMMAGES DANS LE MAÏS AU QUÉBEC

CERO-1-15-1726

RÉSUMÉ DU PROJET

Le taupin trapu, *Hypnoidus abbreviatus* (Say) (Coleoptera : Elateridae), est la principale espèce de taupin retrouvée dans les champs, au Québec, mais aucune information n'est disponible dans la littérature quant à sa biologie de base, ses préférences alimentaires et les dommages qu'il cause au maïs. Le but du projet était donc de documenter la biologie et les dommages causés par *H. abbreviatus* dans le maïs, le soya, le blé, et le raygrass afin d'ajuster la stratégie de lutte contre cet insecte. Plus particulièrement, les objectifs du projet étaient d'étudier 1) son développement, 2) sa reproduction, 3) ses préférences alimentaires et les dommages qu'il cause, ainsi que 4) identifier sa dynamique d'émergence au champ. Les trois premiers objectifs ont été réalisés en laboratoire. Pour la réalisation du quatrième objectif, les populations d'adultes et de larves de *H. abbreviatus* ont été suivies dans 10 champs en Montérégie et au Centre-du-Québec à l'aide de différentes méthodes d'échantillonnage (pièges-fosses, pièges bols jaunes, pièges-fosses lumineux, pièges à émergence et échantillons de sol). Des relevés ont été effectués une à deux fois par semaine du mois de mai jusqu'au mois de septembre. Les expériences en laboratoire ont montré que *H. abbreviatus* complèterait son cycle de vie en une seule année et que son temps de développement moyen (de l'œuf à l'adulte) serait de 111 ± 19 jours. Les larves femelles engendreraient en moyenne 28 ± 17 individus. Très peu de dommages ont été observés sur les quatre cultures testées (blé, maïs, soya et raygrass). Dans les expériences de préférences alimentaires, le maïs a été la culture préférée par *H. abbreviatus* comparativement aux autres cultures, dont le blé utilisé comme témoin sensible. La grande majorité des adultes capturés au champ l'ont été dans les pièges-fosses (6 426 individus sur un total de 6 494), mais un petit nombre a aussi été capturé dans les bols jaunes en début de saison (26 individus), ce qui suggère que *H. abbreviatus* ne vole presque pas et qu'il passe la majeure partie de sa vie au sol. Les pièges-fosses seraient donc la meilleure méthode pour dépister les adultes. Il a cependant été observé que le pic de capture dans les bols jaunes arrivait deux à trois semaines avant celui des pièges fosses ce qui suggère que le dépistage à l'aide de bols jaunes pourrait permettre de prédire l'apparition prochaine, souvent en fort nombre, des adultes de *H. abbreviatus* au sol.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Objectif 1 : Évaluation du développement du taupin trapu.

En 2016, des larves, ou vers fil-de-fer (VFF), de *H. abbreviatus* récupérées dans des échantillons de sol provenant de différents champs du Québec ont été placées individuellement dans des boîtes de Petri-cheminée de 5 cm de diamètre contenant 5 g de terre noire et pour lesquelles la qualité de la ressource variait dans le but de déterminer les conditions optimales de développement des larves. Dans la première expérience, deux diètes à base de grains de blé germés ou de gruau ont été testées sur 60 larves (30 par traitement) mesurant entre 3,0 et 5,0 mm de longueur et 0,3 à 0,5 mm de largeur. Chaque Petri-cheminée recevait 1 ml d'eau dans la terre et un grain de blé germé ou 0,5 g de gruau. Le renouvellement complet du milieu a été effectué au troisième jour. La survie des larves était notée chaque jour pendant cinq jours. Dans la deuxième expérience, neuf taux d'humidité ont été testés sur 90 larves (10 larves par traitement). Les taux d'humidité ont varié en plaçant différentes quantités d'eau dans la terre (0 ml, 1 ml, 2 ml) ou dans la cheminée (1 ml, 2 ml) fermée par un cylindre de coton ou encore en combinaison (1 ml:1 ml, 1 ml:2 ml, 2 ml:1 ml, 2 ml:2 ml; terre:cheminée). Les larves mesuraient entre 5,0 et 7,0 mm de longueur et 0,5 à 0,7 mm de largeur. Leur survie était notée chaque jour pendant huit jours et le renouvellement complet du milieu était effectué tous les trois jours.

L'évaluation du développement du taupin trapu a été réalisée en 2016 dans les conditions optimales d'élevage définies par les expériences précédentes sur 96 larves provenant d'un élevage établi à partir d'adultes prélevés en champs au printemps. Quatre cohortes de 20 individus et une cohorte de 16 individus ont été suivies. Chaque larve a été isolée dans un Petri-cheminée de 5 cm de diamètre contenant 5 g de terre noire, 2 ml d'eau (placée dans la cheminée fermée par un cylindre de coton) et 0,5 g de gruau. L'entretien a été effectué tous les trois jours par un renouvellement complet du milieu. La survie des larves (Fig. 1) et leur développement (longueur et largeur) ont été suivis à température constante lors du renouvellement du milieu jusqu'à ce que les individus atteignent le stade nymphe (Fig. 2) et adulte (Fig. 3). Au stade nymphe, l'observation était quotidienne afin de déterminer la durée de la nymphose. L'ensemble des expériences ont été réalisées à l'UQÀM en conditions contrôlées (16L:8D, 23°C l'été et 18°C à l'automne, ≈ 60 % humidité relative (HR)).

Dans le but de valider l'évaluation du développement du taupin trapu en conditions contrôlées, 34 larves de *H. abbreviatus* provenant de différents champs et élevées en laboratoire depuis le printemps ont été comparées à 34 larves récupérées dans des échantillons de sol cet automne-là (en 2016). La comparaison a été faite en mesurant la longueur et la largeur des larves de VFF.

Objectif 2 : Évaluation de la reproduction du taupin trapu.

En 2017, 22 groupes de dix adultes (cinq mâles et cinq femelles) prélevés au printemps dans différents champs du Québec ont été placés dans des cages d'élevage (40 cm L x 20 cm l x 26 cm H) contenant 7,5 cm de terre noire et des grains de blé germés. Le milieu était brassé et humidifié une fois par semaine avec des ajouts de grains de blé germés en quantité suffisante lorsque nécessaire. Lors de cet entretien, le nombre total de masse d'œufs (une masse d'œufs correspondant à une ponte), d'œufs, de jeunes larves et d'adultes ont été comptés et laissés dans la cage. Les différents groupes ont été suivis pendant 49 jours en chambre de croissance (16L:8D, 23°C, ≈ 60 % HR).

Objectif 3. Évaluation des préférences alimentaires et des dommages causés par le taupin trapu.

L'évaluation des dommages causés par les larves de *H. abbreviatus* a été réalisée en 2017 au laboratoire de l'UQÀM dans des bacs de terre noire (19 cm L x 19 cm l x 10 cm H) semés avec quatre cultures différentes (blé, maïs, soya et raygrass), à raison de 16 répétitions par culture (dont quatre témoins). Les cultures étaient semées avec les mêmes taux de semis qu'au champ (blé : 20 grains/bac (425 grains/m²), soya : 6 grains/bac (400 000 grains/ha), raygrass : 48 grains/bac (20 kg/ha soit 9 935 400 grains/ha). Seul le maïs a reçu un taux de semis supérieur à celui du champ pour les besoins de l'expérience (4 grains/bac (80 000 grains/ha) au lieu de 0,8 grain de maïs par bac). Trois jours après le semis, deux VFF de taille et de poids similaires et représentatifs de ceux retrouvés au champ ont été introduits dans chacun des bacs (sauf les témoins), après quoi le taux de germination, les dommages observés et la croissance des plants étaient évalués tous les deux à trois jours pendant trois semaines. La terre était humidifiée en même temps que les observations avec un pulvérisateur à main afin de maximiser la croissance des plants et permettre la survie des VFF. À la fin de l'expérience, les plants étaient mesurés et pesés, et les VFF étaient récupérés et pesés afin d'évaluer leur prise de poids.

L'évaluation de la préférence alimentaire des larves de *H. abbreviatus* a été réalisée en 2017 au laboratoire du CÉROM dans des bacs de terre (11 cm L x 11 cm l x 6 cm H; Pro-Mix) semés avec différentes combinaisons de cultures (maïs-blé, maïs-raygrass, blé-raygrass et maïs-soya), à raison de 30 répétitions par combinaison. Dans chaque bac, les deux cultures en combinaison étaient semées dans des coins opposés (trois grains pour le maïs, le soya et le blé, et cinq grains pour le raygrass) espacées de 9 cm. Trois jours après le semis, des VFF de taille et de poids similaires et représentatifs de ceux retrouvés au champ étaient introduits individuellement dans la terre au centre des bacs. La moitié des bacs était ensuite inspectée après 24 h et l'autre moitié après 48 h, afin de laisser assez de temps aux VFF de visiter une ou les deux cultures. Au terme de l'expérience, la culture dans laquelle se trouvait le VFF était notée. L'ensemble des expériences conduites à l'UQÀM et au CÉROM ont été réalisées en chambre de croissance (16L:8D, 20°C, ≈ 70% HR).

Objectif 4. Identifier la période d'émergence au champ du taupin trapu.

En 2016 et 2017, les populations d'adultes et de larves de *H. abbreviatus* ont été suivies dans 10 champs de maïs en Montérégie et au Centre-du-Québec (Fig. 4). Dans chacun des champs, 10 pièges-fosses, 10 pièges à émergence, cinq pièges bols jaunes et deux pièges-fosses lumineux ont été installés au début du mois de mai (Fig. 5). Les relevés des pièges ont été effectués deux fois par semaines pendant la période d'activité du taupin trapu (mai, juin et juillet) puis une fois par semaine jusqu'au mois de septembre, dans le but de vérifier s'il y avait une deuxième génération. À chaque visite, 24 échantillons de sol étaient également récoltés sur les 15 premiers cm de sol à l'aide d'une tarière de 10 cm de diamètre. Les échantillons étaient ensuite ramenés au laboratoire et mis en entonnoirs de berlèse pendant 24 h. Par la suite, les larves et les adultes étaient dénombrés. Des sondes de température et d'humidité ont été installées dans chaque champ afin de relier ces paramètres à l'activité du taupin trapu.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Objectif 1. Évaluation du développement du taupin trapu.

Des tests ont été effectués dans le but de déterminer les meilleures conditions de développement des larves de VFF. La survie des larves était significativement plus élevée sur la diète à base de gruau que sur celle à base de grains de blé germés (Test de Student, $p = 0,014$; Fig. 6). Aucune larve n'a survécu au-delà de cinq jours avec la diète à base de grains de blé germés (Fig. 6). Le taux de survie était aussi significativement plus faible dans les boîtes de Petri où il y avait peu ou pas d'eau (ANOVA, $p < 0.001$). Il s'agit d'un résultat attendu, car il est connu que le taux d'humidité est un des facteurs les plus importants dans la survie des larves d'insectes.

Sur les 96 larves suivies dans le but d'évaluer le développement des larves de taupin trapu, 72 (75 %) sont mortes avant de compléter leur développement jusqu'au stade adulte, dont plus de la moitié (58 individus, 60 %) au cours des 14 premiers jours de leur vie (Fig. 7). Pour les 24 larves ayant survécu jusqu'à la nymphose, le temps de développement larvaire a varié de 63 à 132 jours, avec une durée moyenne de 103 ± 19 jours (Fig. 8). La croissance des larves était plus rapide durant les 14 premiers jours. La nymphose durait de 6 à 12 jours, avec une moyenne de $8,5 \pm 1,3$ jour. Un cycle de développement complet (du stade œuf au stade adulte) dans les conditions d'élevage au laboratoire avait donc une durée moyenne de 111 ± 19 jours (Fig. 9). Aucune différence dans la taille des larves élevées en laboratoire (L : $8,6 \pm 1,9$ mm; l : $1,0 \pm 0,2$ mm) et celles récupérées dans des échantillons de sol au champ (L : $8,0 \pm 2,2$ mm; l : $1,0 \pm 0,2$ mm) n'a pas été observée (Test de Student, $p = 0,24$; Fig. 10). Ceci démontre que la croissance des larves en laboratoire est similaire à celle des larves issues du champ. Les résultats obtenus suggèrent donc que le *H. abbreviatus* complète son cycle de vie en une seule année au Québec, contrairement à d'autres espèces (e.g. *Melanotus spp*, *Agriotes spp*, *Limonius spp*) qui peuvent passer plusieurs années dans le sol sous forme de larve. Une des questions qui resterait maintenant à élucider serait de déterminer si le taupin trapu passe l'hiver sous forme de larve ou d'adulte.

Objectif 2. Évaluation de la reproduction du taupin trapu.

Au total, 220 adultes de *H. abbreviatus* ont été mis en cage d'accouplement avec de la terre noire afin d'évaluer le potentiel de reproduction. Il a été observé que les femelles pondaient leurs œufs sous la surface du sol, en agrégat, autour de matières organiques en décomposition. Cela diffère de ce qui a été observé chez plusieurs autres espèces de taupins qui pondent leurs œufs directement sur la surface du sol. Les œufs de *H. abbreviatus* mesurent moins de 0,1 mm et sont de couleur blanche translucide, ce qui rend leur détection difficile. Ils sont aussi très sensibles aux perturbations. Le simple fait de déranger la terre pour les trouver compromet leur survie. De ce fait, le nombre d'œufs pondus par les femelles n'a pas pu être déterminé de manière précise. Cependant, le décompte des larves ayant émergées deux semaines après l'accouplement a montré des productions de descendants allant de 11,6 à 70,2 larves/femelle, pour une moyenne de $28,6 \pm 17,0$ larves/femelle (Fig. 11). Dans la figure 11, il apparaît que le nombre d'œufs est moins élevé que le nombre de larves émergées. Comme la mortalité naturelle des œufs fait en sorte qu'il y a habituellement plus d'œufs que de larves émergées, le taux de fécondité rapporté dans cette étude est sous-estimé dû à la difficulté de les dénombrer.

Objectif 3. Évaluation des préférences alimentaires et des dommages causés par le taupin trapu.

Pour l'expérience sur l'évaluation des dommages, un plant était considéré comme endommagé par les VFF lorsqu'il présentait des signes de flétrissement ou de retard de croissance. Pour toutes les cultures testées, le pourcentage de plants endommagés dans les bacs témoins (sans larves) ne différait pas significativement des bacs avec VFF (GLM,

$p = 0,149$; Fig. 12). Toutefois, une différence significative entre les cultures, indépendamment de la présence ou non de VFF, a été observée (GLM, $p < 0,001$). Ainsi, les symptômes de dommages étaient significativement plus importants dans le blé que dans le maïs-raygrass, le soya et le maïs (Fig. 12). Aucune différence n'a été observée entre ces trois dernières cultures (Fig. 12). Il est important de noter que les bacs témoins dans le blé présentaient des pourcentages de plants flétris ou avec des retards de croissance relativement élevés ($8,1 \pm 9,37 \%$). Ceci pourrait être simplement dû aux conditions de culture du blé. Il est aussi à noter que le taux de recapture des VFF a été très faible au terme des trois semaines ($18,7 \%$). Comme vu précédemment, la forte mortalité larvaire lors des 14 premiers jours pourrait expliquer cette faible recapture. »

Au terme des expériences visant à évaluer la préférence alimentaire, 98,3 % des VFF ont été recapturés (118 sur 120). De ce nombre, 59 % (70) ont été retrouvées dans la terre et non au niveau d'une culture (Fig. 13) laissant penser qu'ils se nourrissent de matière organique dans le sol. Ceci n'exclut évidemment pas que le VFF ait visité une des cultures offertes et qu'il ait causé des dommages. De façon descriptive, le maïs a été la culture la plus attirante pour les VFF dans les trois combinaisons de culture où il était présent (avec blé, soya ou raygrass). Ainsi, 75 %, 72 % et 100 % (respectivement) des VFF ayant été retrouvés au niveau d'une culture l'ont été dans le maïs. À l'inverse, le raygrass a été la culture la moins attirante dans les deux combinaisons où il était présent (avec blé ou maïs). Il n'a attiré que 25 % des VFF lorsque testé avec le blé et aucun avec le maïs. Le blé s'est donc avéré plus attirant que le raygrass, mais moins que le maïs. Pour toutes les combinaisons de cultures, un test de χ^2 a montré que les proportions de VFF retrouvées dans chacune des localisations (terre ou les deux cultures comparées) ne variaient pas entre les bacs observés après 24 h et 48 h. Initialement, l'inspection des bacs devait être faite seulement à 48 h, mais, par souci de curiosité, des inspections ont été faites à 24 h afin de vérifier si un choix de culture avait déjà eu lieu. Comme aucune différence significative n'a été observée entre ces deux temps, il semble que les VFF ont besoin de plus de 48 h pour faire un choix entre les deux cultures proposées ou que peu de VFF présentent une préférence alimentaire pour certaines cultures, se retrouvant ainsi majoritairement dans la terre et non au niveau d'une culture.

Objectif 4. Identifier la période d'émergence au champ du taupin trapu.

Le suivi des populations de *H. abbreviatus* au champ s'est effectué du 17 mai au 28 septembre 2016 et du 11 mai au 27 septembre 2017. Comme des adultes ont été capturés dans les pièges-fosses et les bols jaunes dès la première semaine de capture en 2016, les pièges ont été installés une semaine plus tôt en 2017 afin de connaître la date exacte de l'émergence de ces insectes. Cette année-là, les premières captures ont été observées dans la semaine du 11 mai.

Au total, 6 494 adultes ont été capturés, dont 6 426 dans les pièges-fosses, 41 dans les pièges-fosses lumineux, 26 dans les bols jaunes et un seul dans les pièges à émergence (Fig. 14). Les échantillons de sol ont permis de capturer 220 larves. Ces résultats suggèrent que l'adulte de *H. abbreviatus* vole très peu, ou qu'il n'est pas attiré par la couleur du piège. Dans tous les cas, le piège-fosse serait la méthode de dépistage la plus précise pour suivre l'évolution de la dynamique des populations de cet insecte. Néanmoins, il a été observé que le pic de capture dans le bol jaune arrivait deux à trois semaines avant celui des pièges-fosses (Fig. 15 et 16). Il semblerait aussi que les premières captures d'adultes de la saison soient réalisées dans les bols jaunes. Ceci pourrait correspondre aux vols d'adultes qui reviennent dans le champ (dans le cas où ils hiberneraient dans les bordures de champ) ou encore à une période de dispersion des adultes en début de saison. Cependant, comme peu de données sont disponibles pour ce type de piège, il est difficile de tirer des conclusions

fermes. Il serait intéressant de tester d'autres types de pièges, tels que les pièges intercepteurs permettant de capturer les adultes en vol. Néanmoins, ces données sont tout de même intéressantes, car elles suggèrent que le dépistage à l'aide de bols jaunes permettrait de prédire l'apparition prochaine, souvent en fort nombre, des adultes de *H. abbreviatus* au sol. Ceci permettrait, par exemple, de déterminer la date optimale de déploiement de pièges-fosses afin d'effectuer du piégeage de masse, diminuant le nombre d'adultes et leur reproduction au moment où ils sont le plus abondants.

Les données de piégeage ont permis d'observer des différences au niveau des abondances entre les régions (Fig. 15 et 16). Ainsi, pour les deux années du projet, les abondances au pic d'émergence ont été plus fortes pour les champs de la région du Centre-du-Québec que pour ceux de la Montérégie. Des différences au niveau de la dynamique des populations ont aussi été observées entre les régions. En effet, le pic d'émergence pour les champs de la région du Centre-du-Québec semblerait arriver une semaine plus tôt que pour ceux de la Montérégie. Les dernières captures d'adultes dans les bols jaunes et les pièges-fosses ont eu lieu respectivement le 25 mai et le 3 août en 2016 et le 13 juillet et le 24 août en 2017.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

J. Bernardo-Santos, G. Labrie et É. Lucas. Résultats préliminaires sur les conditions d'élevage du taupin trapu, *Hypnoidus abbreviatus* (Coleoptera; Elateridae), Affiche au Congrès conjoint de la Société Protectrice des Plantes du Québec et de la Société d'Entomologie du Québec, 2 au 4 novembre 2016, Nicolet. Communication affichée.

J. Bernardo-Santos, G. Labrie et É. Lucas. Portrait du cycle de vie du taupin trapu, *Hypnoidus abbreviatus* (Coleoptera; Elateridae), Présentation au Congrès annuel de la Société d'Entomologie du Québec, 23 et 24 novembre 2017, Longueuil. Communication orale.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

L'ensemble des résultats obtenus avec ce projet apporte de nouvelles connaissances sur la biologie et les dommages causés par le taupin trapu au Québec. Le cycle de développement complet, du stade œuf au stade adulte, durerait en moyenne 111 ± 19 jours. Ainsi, le taupin trapu compléterait une seule génération par année. Les femelles produiraient en moyenne 28 ± 17 larves deux semaines après l'accouplement. Ces informations pourraient aider au développement d'un modèle d'émergence. L'apparition de taupin trapu dans les pièges bols jaunes semble toujours survenir deux semaines avant les pièges-fosses. Cette méthode de piégeage serait un bon indicateur de l'émergence, souvent en fort nombre, des adultes de *H. abbreviatus* au sol. Ceci permettrait, par exemple, de déterminer la date optimale du déploiement des pièges-fosses afin d'effectuer du piégeage de masse, réduisant la population d'adultes et ultimement leur reproduction au moment où ils sont le plus abondants. Une telle approche, utilisant des pièges-fosses (Vernon trap) combinés à une phéromone spécifique au genre *Agriotes*, a été développée en Colombie-Britannique dans le but de réduire les populations de mâles adultes (Vernon *et al.* 2014). Il serait intéressant de valider cette méthode sur le taupin trapu avec sa phéromone spécifique. En revanche, les faibles captures dans les bols jaunes en comparaison aux pièges-fosses semblent indiquer que, soit il vole très peu, soit il n'est pas attiré par le piège. Il serait alors intéressant de tester d'autres types de pièges, tels que les pièges intercepteurs permettant de capturer les adultes en vol. Bien que cette espèce soit très abondante au Québec (plus de 70 % de la composition en espèces de taupins), les très faibles (ou l'absence de) dommages

occasionnés aux cultures testées dans ce projet laissent penser qu'il représente une espèce peu nuisible au Québec.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Sébastien Boquel, PhD, CÉROM, sebastien.boquel@cerom.qc.ca, 450 464-2715, poste 249

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du volet 4 du programme Prime-vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.

Les auteurs remercient également l'UQAM pour sa participation à ce projet.

ANNEXES

ANNEXE A –PHOTOGRAPHIES DES DIFFÉRENTS STADES DU TAUPIN TRAPU *H. ABBREVIATUS*

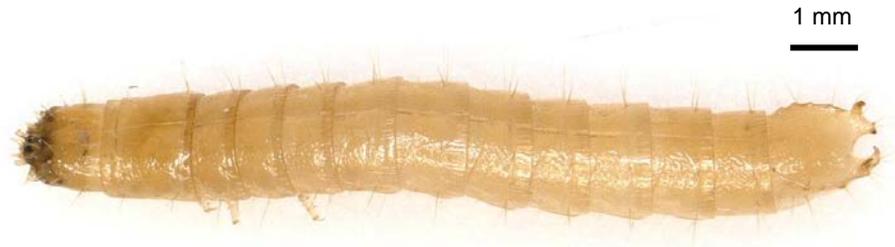


Figure 1. Photographie d'une larve de taupin trapu dans les derniers stades larvaires. Crédit photo Jennifer DeAlmeida, CÉROM.



Figure 2. Photographie d'une nymphe de taupin trapu. Crédit photo Jennifer DeAlmeida, CÉROM.



Figure 3. Photographie d'un taupin trapu adulte. Crédit photo Roxanne Sarah Bernard, CÉROM.

ANNEXE B –DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

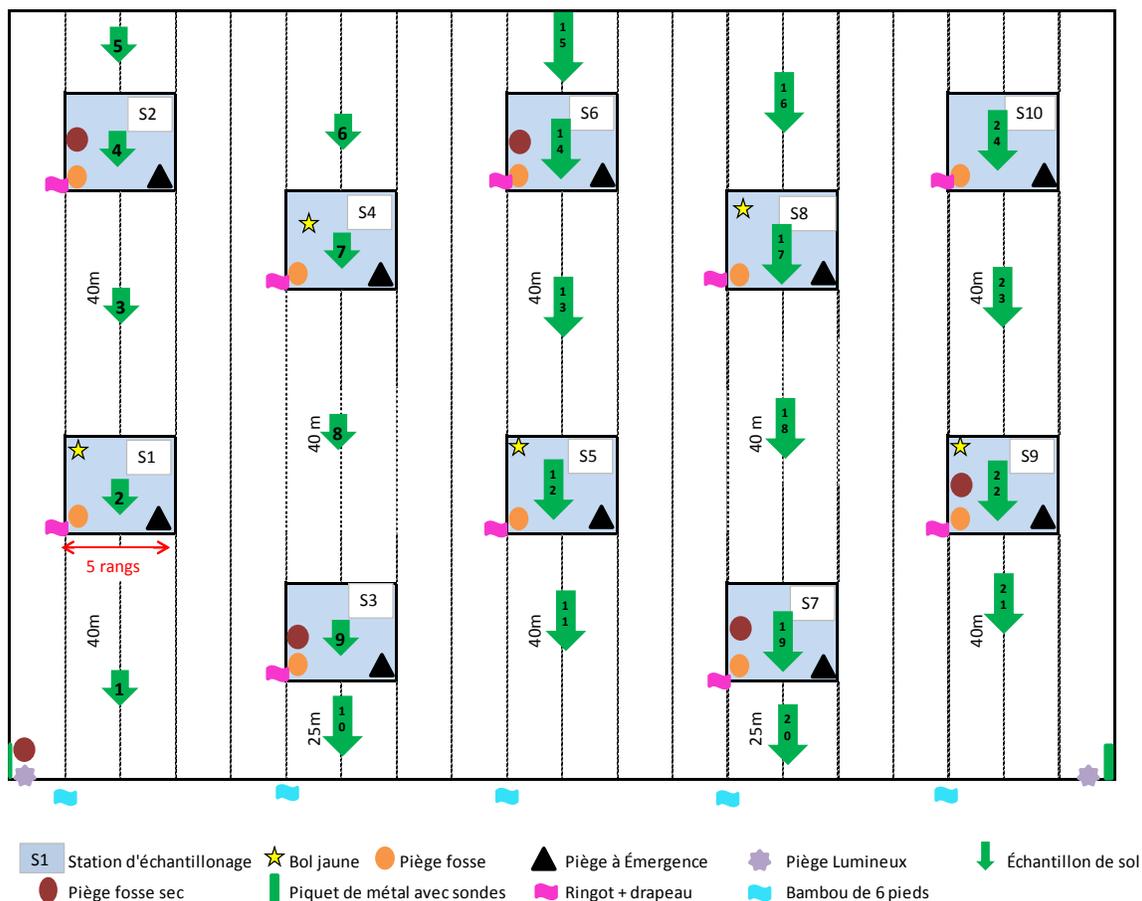


Figure 4. Dispositif expérimental des études au champ visant à identifier la période d'émergence au champ du taupin trapu.



Figure 5. Photographies des différents types de pièges utilisés pour le dépistage du taupin trapu adultes. a) pièges bols jaunes, b) pièges à émergence, c) pièges-fosses lumineux, d) pièges-fosses. Crédit photo CÉROM.

ANNEXE C – VOLET 1 : DÉVELOPPEMENT DU TAUPIN TRAPU

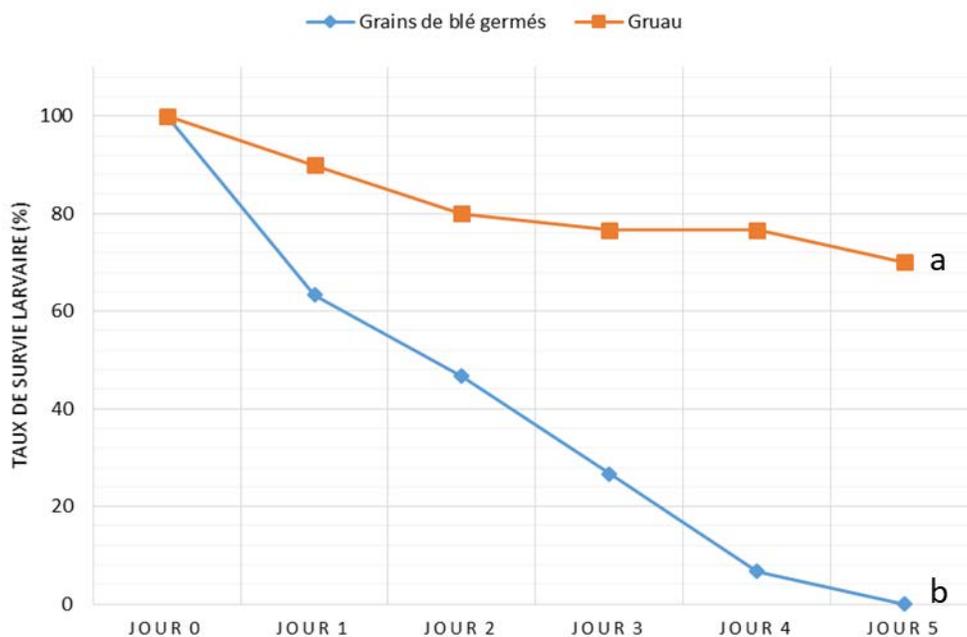


Figure 6. Pourcentage de survie des larves de taupin trapu (VFF) dans le temps en fonction de la qualité de la ressource (grains de blé germés ou gruau). Des lettres différentes indiquent une différence significative.

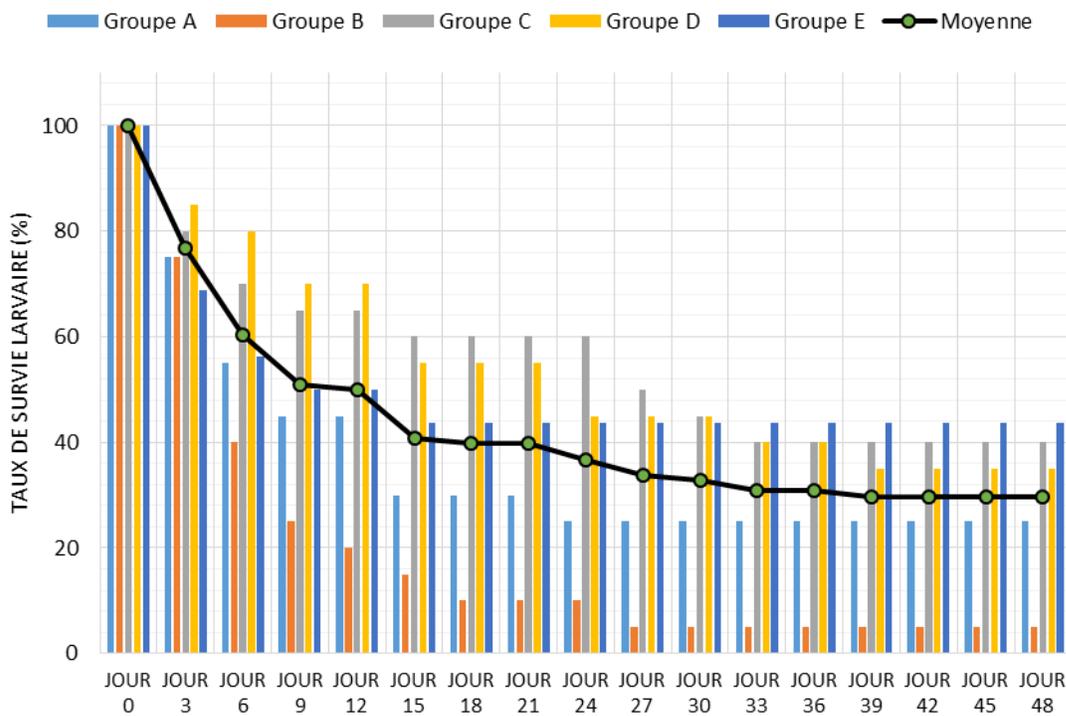


Figure 7. Pourcentage de survie des larves de taupin trapu (VFF) durant leur développement. Les différents groupes représentent différentes cohortes de VFF.

ANNEXE C – SUITE

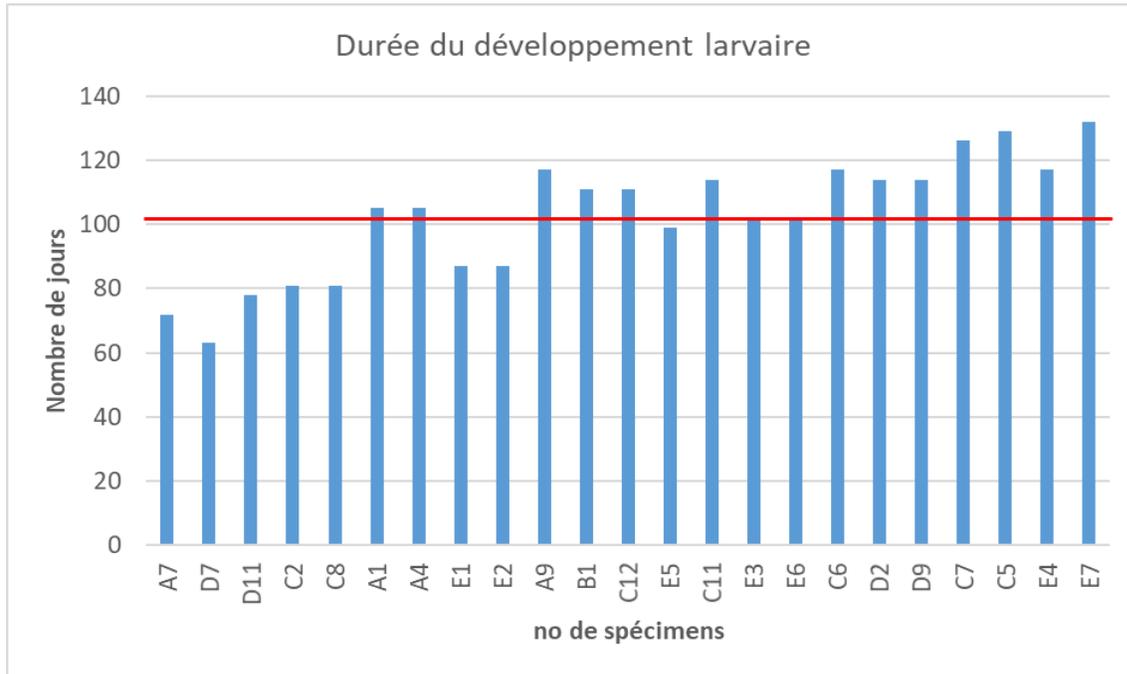


Figure 8. Durée du développement larvaire pour chaque spécimen de taupin trapu ayant atteint le stade de nymphe. *La ligne rouge représente la durée moyenne de développement.

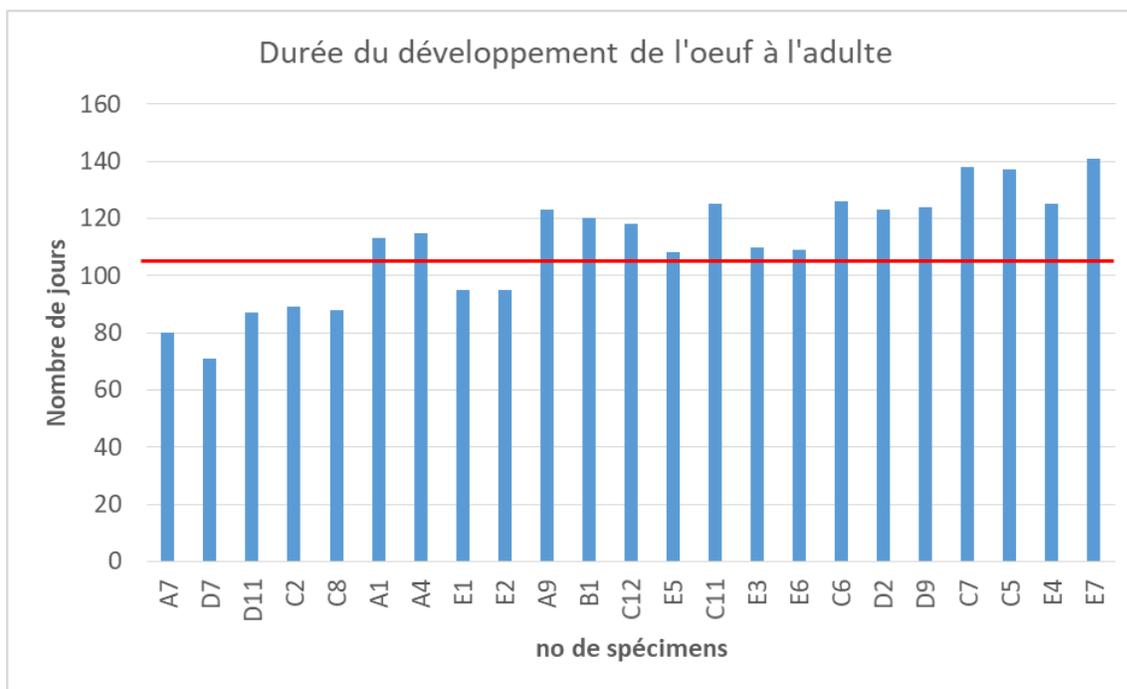


Figure 9. Durée du développement du taupin trapu de l'œuf à l'adulte. *La ligne rouge représente la durée moyenne de développement.

ANNEXE C – SUITE

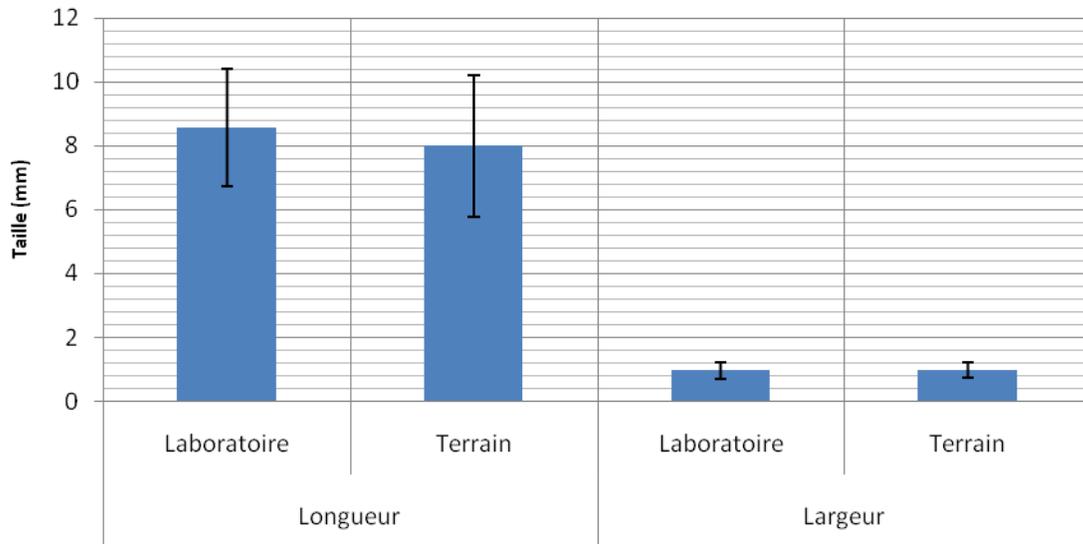


Figure 10. Comparaison des données morphométriques (longueur et largeur) des larves de taupin trapu élevées au laboratoire et récoltées au champ, en automne 2016.

ANNEXE D – VOLET 2 : REPRODUCTION DU TAUPIN TRAPU

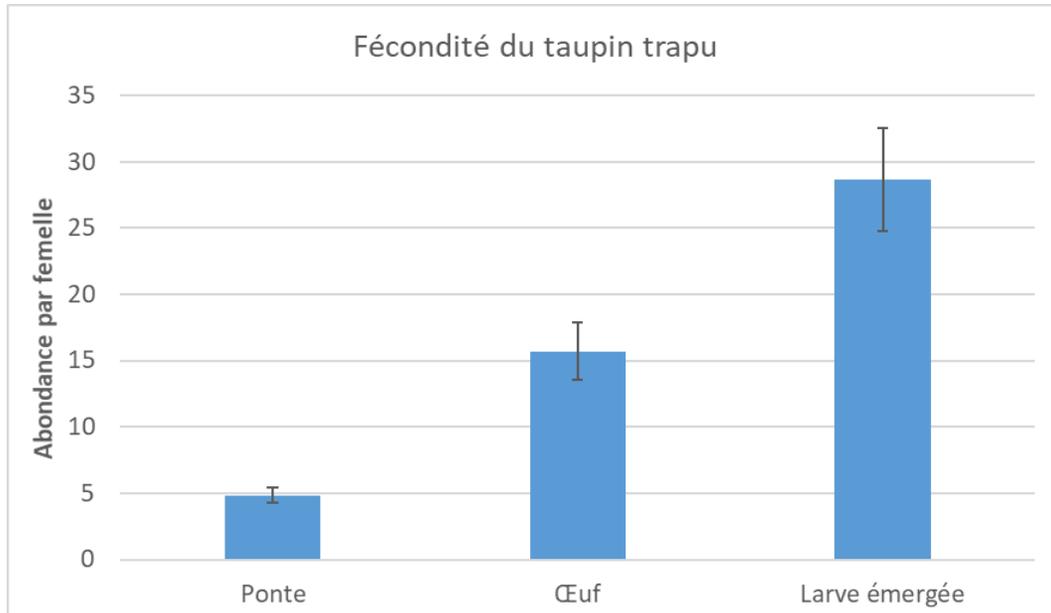


Figure 11. Abondance moyenne de pontes (masse d'œufs), d'œufs et de larves émergées par femelle.

ANNEXE E – VOLET 3 : DOMMAGES ET PRÉFÉRENCES ALIMENTAIRES DU TAUPIN TRAPU

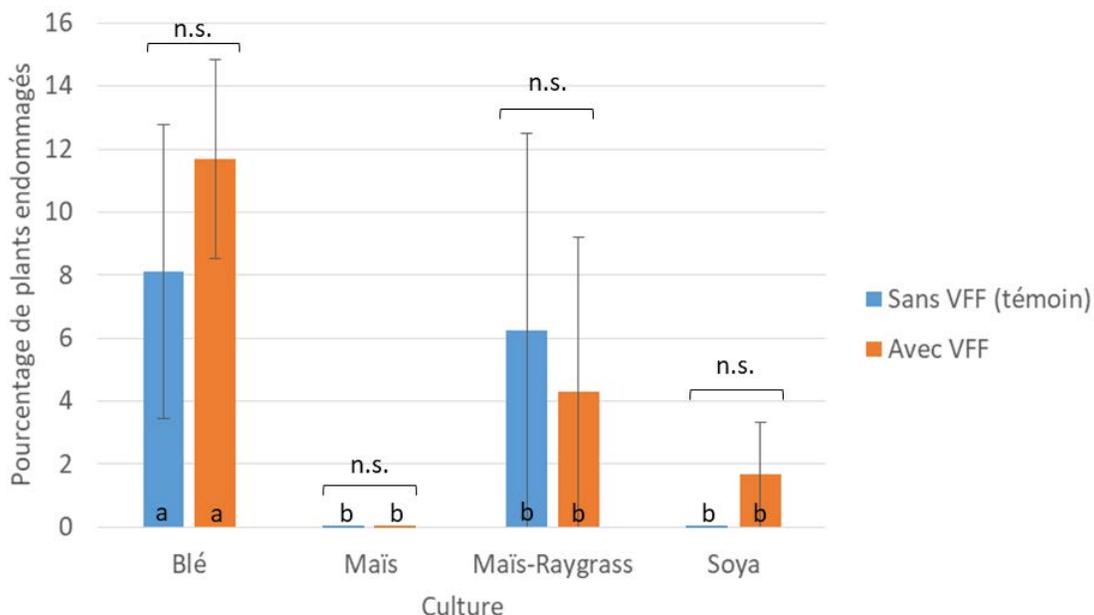


Figure 12. Pourcentage moyen de plants endommagés (flétrissement et retard de croissance) avec ou sans larve de taupin trapu. *n.s.* : non significatif. Des lettres différentes indiquent une différence significative.

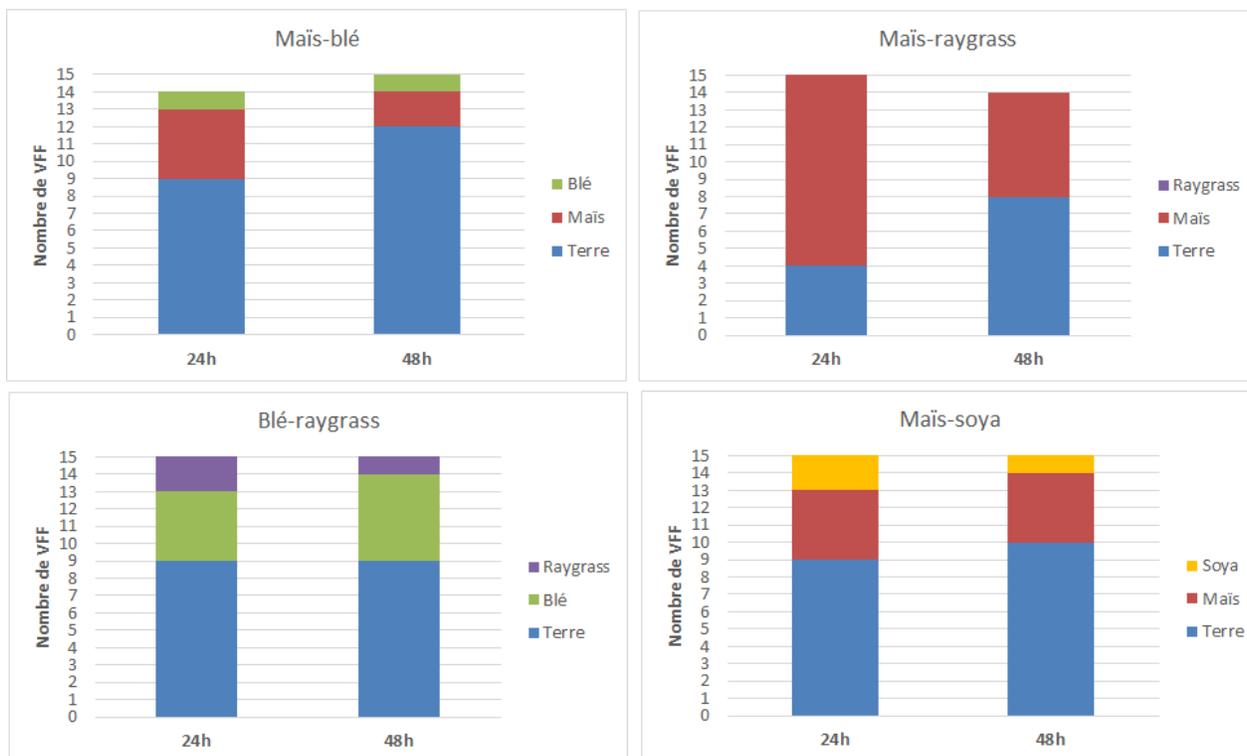


Figure 13. Préférence alimentaire du taupin trapu en présence de deux cultures au choix au terme de 24 h et 48 h.

ANNEXE F – VOLET 4 : PÉRIODE D'ÉMERGENCE AU CHAMP
DU TAUPIN TRAPU

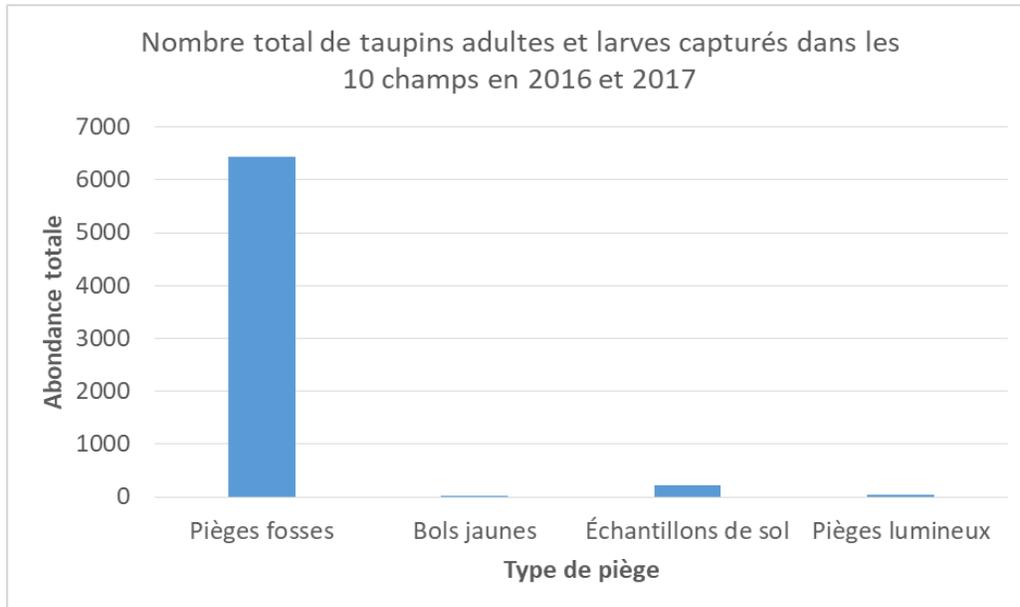


Figure 14. Abondances totales de taupin trapu capturés dans les pièges fosses (adultes), les bols jaunes (adultes), les pièges-fosses lumineux (adultes) et les échantillons de sol (larves) durant les deux années. *1 seul individu a été capturé dans les pièges à émergence en 2016 et aucun en 2017.

ANNEXE F –SUITE

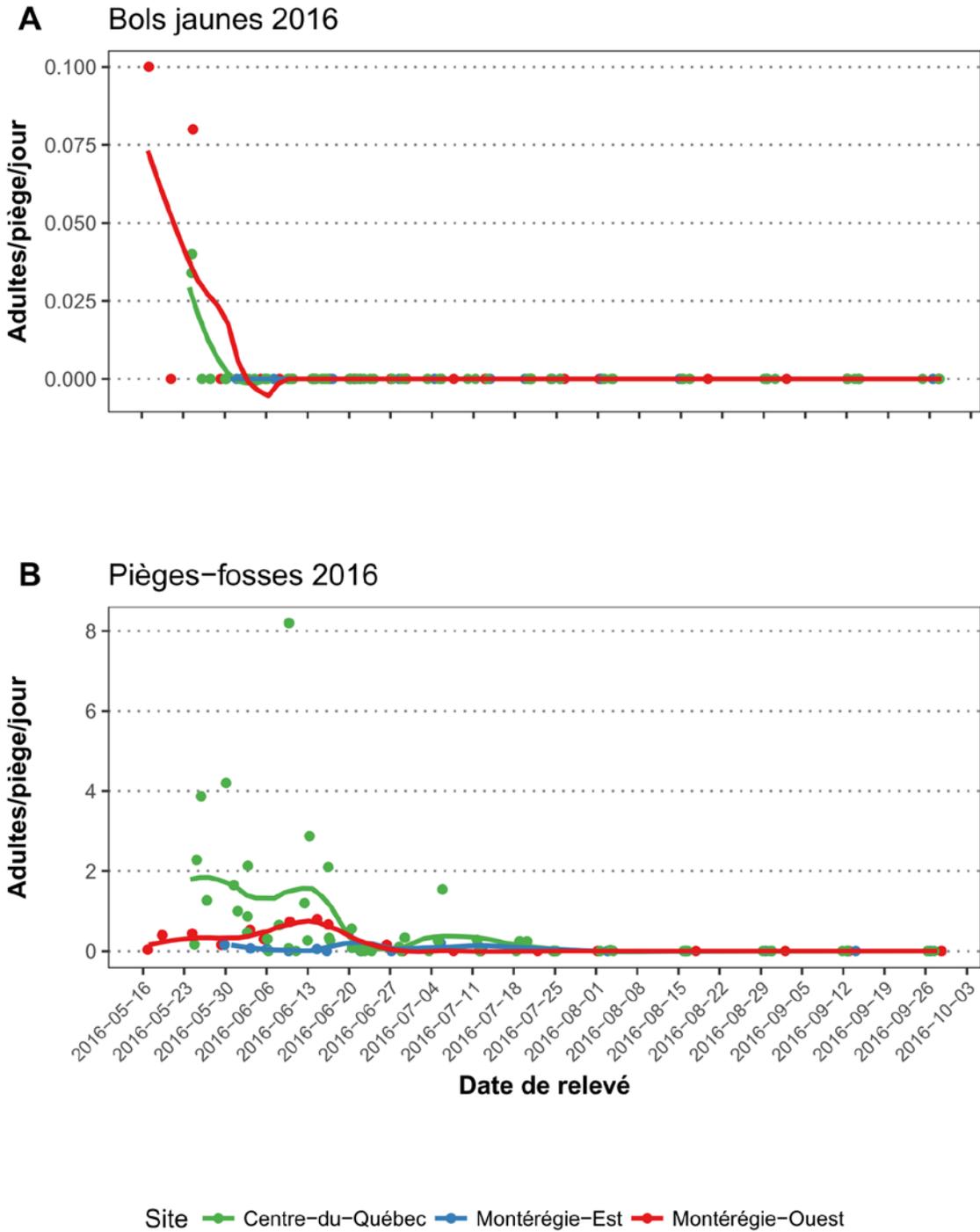


Figure 15. Abondance des taupins trapus (adultes/piège/jour) en fonction du temps pour (A) les pièges bols jaunes et (B) les pièges-fosses en 2016.

ANNEXE F –SUITE

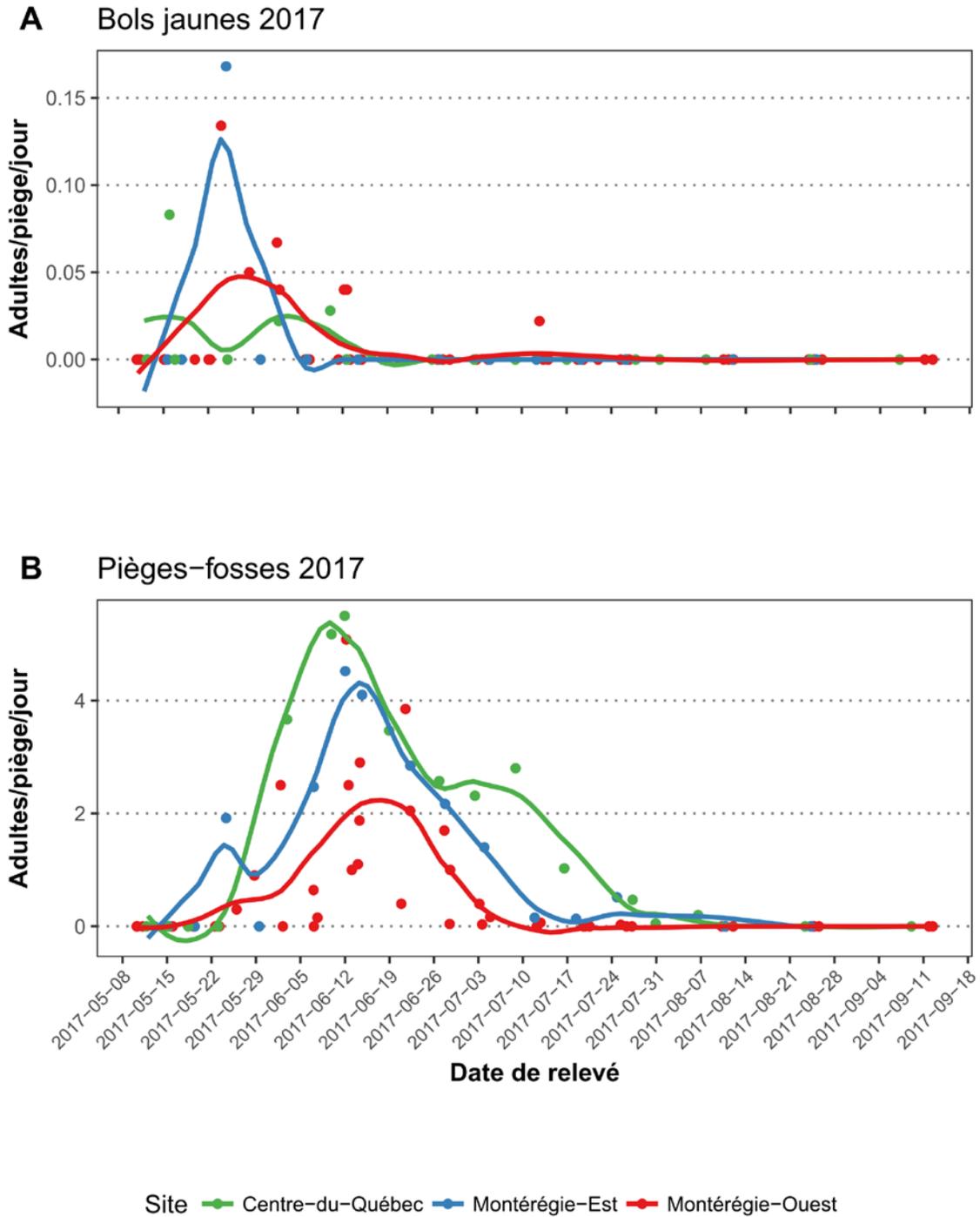


Figure 16. Abondance des taupins trapus (adultes/pièges/jour) en fonction du temps pour (A) les pièges bols jaunes et (B) les pièges-fosses en 2017.