

PROTECTION CONTRE LES RAVAGEURS

LA CONFUSION SEXUELLE,
une piste contre les taupins ?

Afin de trouver des solutions alternatives pour protéger les cultures, des essais étudient l'effet d'une diffusion massive au champ de phéromone sexuelle femelle sur les populations de taupin *A. sordidus*.

Les premiers essais en maïs évaluant la confusion sexuelle pour lutter contre les taupins de l'espèce *Agriotes sordidus* montrent que la diffusion de phéromones sexuelles à fortes doses, en de multiples points d'une parcelle, perturbe le comportement des adultes de taupins, mâles et femelles. Cependant la capacité de ces phéromones à abaisser les populations de larves reste à mettre en évidence.

Les taupins comprennent une multitude d'espèces dont certaines provoquent sur les plantes cultivées des pertes de rendement (maïs) ou des défauts de qualité des produits (pommes de terre et cultures légumières). Deux genres nuisibles sont présents en France, le genre *Athous* observé sur céréales à paille, et le genre *Agriotes*, friand de multiples cultures. *Agriotes sordidus* est l'une

des quatre espèces *Agriotes* qui occasionnent les principaux dégâts sur maïs, pommes de terre et autres cultures légumières.

« Le géranyl hexanoate semble bien désorganiser l'activité des taupins *A. sordidus* mâles mais le comportement des femelles semble également modifié. »

Une recrudescence des dégâts de taupins est constatée depuis le milieu des années 2000. Cette augmentation s'explique en partie par l'évolution des stratégies de protection, mais aussi par la modification des techniques culturales et de gestion de l'environnement de certaines parcelles.

Le contexte actuel de raréfaction des substances actives disponibles ou de restriction de leur usage risque de rendre la protection des cultures contre ces ravageurs de plus en plus difficile. La recherche de solutions alternatives est nécessaire pour assurer une protection optimale des cultures.

L'utilisation de phéromones sexuelles pourrait constituer une telle alternative. Depuis les années 1990, la découverte et le développement des phéromones de synthèse spécifiques à certaines espèces de taupins à cycles longs (*A. lineatus*, *A. sputator* et *A. obscurus*) par des chercheurs de l'ex-Union soviétique ont accru la connaissance du cycle de ces ravageurs. Des travaux plus récents ont caractérisé les phéromones produites par les femelles de l'espèce *A. sordidus* (100 % de géranyl hexanoate), une des principales espèces sur le territoire français et largement majoritaire dans le sud de la France.

Cette découverte et le développement de formulations de synthèse ont ouvert de nouvelles perspectives en matière de lutte contre ce ravageur.

Une « première » expérimentale

L'utilisation de phéromones dans le cadre de la confusion sexuelle des taupins consiste à diffuser de grandes quantités de phéromones sexuelles naturellement produites par les femelles de façon à saturer l'environnement, afin d'éviter la rencontre et l'accouplement des individus mâles et femelles. Une telle technique n'ayant encore jamais été mise en œuvre sur des taupins, des premiers essais ont été menés sur l'espèce *Agriotes sordidus* en 2016 et 2017 afin de l'évaluer au champ. Ils entrent dans le cadre du programme de recherche Taupin'Up⁽¹⁾ dont un des objectifs est de proposer une solution de diffusion de phéromone permettant de réaliser la confusion sexuelle des taupins dans des conditions de plein champ.

Pour juger de l'efficacité de la formulation de



Dans chaque microparcelle sont disposés un piège attractif, des pièges passifs et des bâtonnets enduits d'un gel diffusant la phéromone (du géranyl hexanoate).

ACTION DES PHÉROMONES : des taupins plus actifs en zone de « confusion sexuelle »

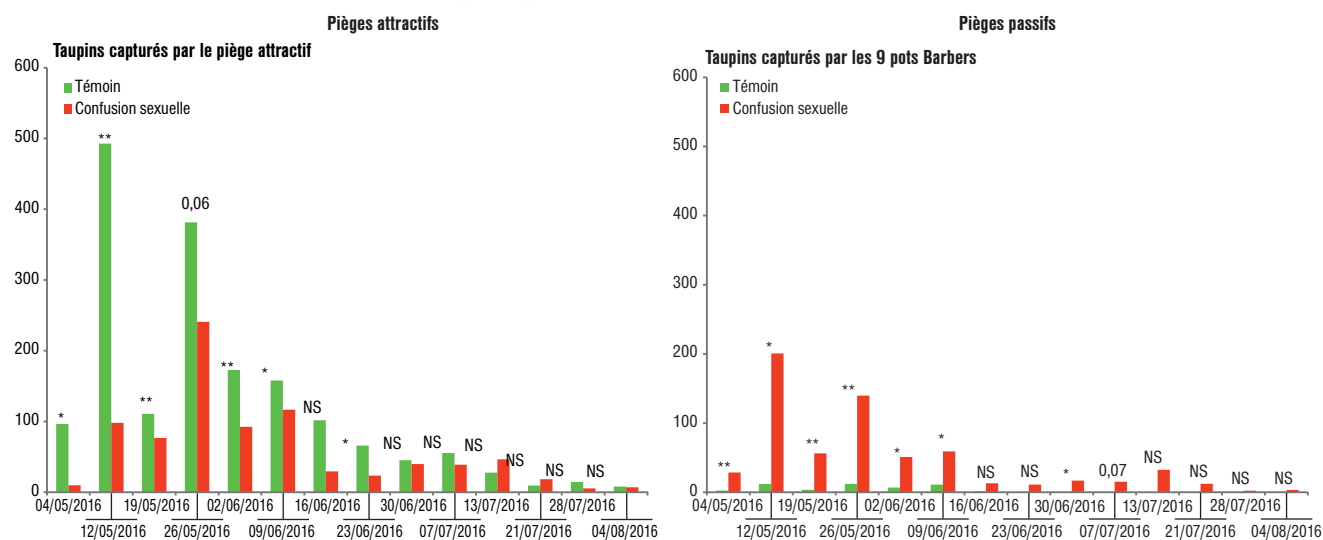


Figure 1 : Évolution du piégeage des taupins sur la parcelle de Lescar (site 1 - 2016) selon le type de piégeage.

4

fois plus de taupins piégés en zone témoin qu'en zone de confusion sexuelle (sur le site 1) - une preuve de la modification du comportement des adultes de taupins.

phéromone destinée à la confusion sexuelle, un dispositif de comparaison d'attractifs a d'abord été mis en place. La formulation destinée à la confusion sexuelle (100 % de géranyl hexanoate micro-encapsulée dans un gel) était comparée à deux formulations imprégnées sur diffuseur spécifique ayant fait l'objet d'une précédente évaluation : NPP (*Natural Plant Protection*) et Csalomon. Chaque attractif était positionné dans un piège Pitfall ; les adultes de taupins, attirés par la phéromone, pénètrent à l'intérieur du piège et tombent dans un réceptacle rempli d'un mélange d'eau salée et de quelques gouttes de savon non odorant.

Le dispositif expérimental a été mis en place entre début mai et fin août 2016, dans trois parcelles choisies d'après leur historique de dégâts de taupins sur maïs, situées en Pyrénées-Atlantiques dans une zone où l'espèce *A. sordidus* est quasi exclusive.

Dans chaque parcelle, les diffuseurs étaient espacés d'au moins 50 m les uns des autres, et les pièges, relevés toutes les semaines pour compter les individus capturés. Pour limiter d'éventuels effets

d'hétérogénéité de répartition des populations sur la parcelle, les pièges ont été changés de position après chaque relevé.

Des formulations presque équivalentes

Sur deux sites, le nombre total de captures ne diffère pas significativement entre les trois diffuseurs testés (*tableau 1*) mais les captures obtenues avec la formulation à l'étude semblent plus faibles ; ce résultat est conforté par l'effet significatif obtenu sur le site de Lourenties. Ces différences peuvent s'expliquer par la nature des formulations (les co-formulants du diffuseur NPP peuvent avoir un rôle synergiste qui renforce l'attractivité de la phéromone - un phénomène connu pour de nombreux coléoptères), ou par l'intensité journalière de relargage de chaque diffuseur.

Dans le cadre d'une surveillance des populations de taupins (*monitoring*), la formulation par micro-encapsulation sur gel paraît avoir une efficacité plus limitée que celle d'autres diffuseurs, mais demeure néanmoins intéressante pour la confusion sexuelle car elle est spécifique : 100 % des insectes piégés sont des *Agriotes sordidus*, dont 95 % de mâles.

L'effet de confusion sexuelle au champ est en cours de validation

L'évaluation de la confusion sexuelle au champ a été réalisée au printemps 2016 dans les Pyrénées-Atlantiques, sur deux sites choisis pour leurs niveaux élevés de dégâts de taupins au cours d'années antérieures.

Pour chaque site, l'expérimentation est réalisée

ÉVALUATION DES ATTRACTIFS : trois produits aux effets quasiment similaires

Site	Piège attractif		
	NPP	Gel*	Csalomon
Espoeuy	2471 (±167)	2276 (±196)	2583 (±58)
Lourenties	3079 (±151)	1821 (±112)	2933 (±226)
Montardon	1282 (±101)	906 (±195)	1347 (±253)

(*) 100 % de géranyl hexanoate micro-encapsulé dans un gel.

Tableau 1 : Cumul du nombre de taupins piégés de fin avril 2016 à fin août 2016, selon le type de piège.

sur des zones de 900 m² (quatre répétitions par modalité) cultivées en maïs, situées à au moins 30 mètres de la bordure de la parcelle et espacées de 100 mètres minimum. Dans chaque zone de chaque modalité (témoin « T » ou confusion sexuelle « CS »), un piège attractif Pitfall muni de l'attractif NPP était positionné au centre de la zone, et neuf pièges passifs (pots Barber) répartis de façon homogène. Dans la modalité « CS », des bâtonnets diffuseurs supportant un attractif sous forme de gel (20 % de géranyl hexanoate) ont été plantés à raison d'un diffuseur pour 10 m². Le même dispositif a été mis en place en 2017 sur un des sites pour valider les résultats obtenus en 2016.

L'efficacité de la confusion sexuelle est évaluée selon plusieurs indicateurs : le nombre de taupins piégés dans le piège attractif, le nombre de taupins adultes capturés par les neuf pièges passifs, le taux de femelles piégées et le taux de femelles fécondées.

Le dispositif a été mis en place après le semis du maïs, dès l'apparition des premiers adultes émergeant (fin avril-début mai) ; les suivis se sont poursuivis jusqu'à fin août. Le cumul du nombre de



taupins adultes capturés par les pièges attractifs NPP dans les zones témoins est équivalent entre les deux sites et supérieur à celui mesuré dans les zones de confusion sexuelle. Un ratio d'environ 4 pour 1 est constaté sur le site 1 - un résultat hautement significatif (1703 ±171 individus piégés en moyenne en zone témoin contre 432 ±107 en

SEX RATIO : des femelles plus nombreuses en zone confusée

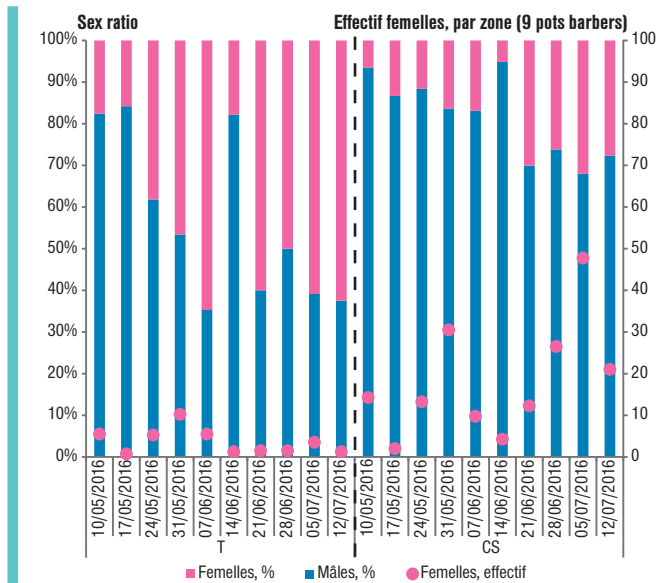


Figure 2: Proportion de mâles et de femelles parmi les adultes piégés et nombre total de femelles piégées dans les pièges passifs sur le site 2 en 2016.

zone de confusion sexuelle); ce ratio est de 2 pour 1 sur le site 2, conséquent mais pas significatif au seuil de 5 % (1584 ±421 individus contre 929 ±314). Les comptages obtenus en 2017 sur une plus courte période (début mai à fin juin) confirment les observations de 2016.

En matière de cinétique de piégeage, sur le site 1, la différence entre modalités « T » et « CS » est très marquée dès la mise en place du dispositif, fin avril, jusqu'à la mi-juin, période d'activité des adultes la plus importante (figure 1). Les écarts s'estompent ensuite, en même temps que les niveaux de piégeage se réduisent. Dans la modalité « CS », le niveau de captures du piège attractif est plus faible : les adultes de la zone trouvent plus difficilement le piège attractif. Le piégeage passif montre une activité supérieure des taupins adultes sur le sol. Des observations faites sur l'autre site montrent que tous les individus ne sont pas capturés, certains d'entre eux étant retrouvés morts (certainement d'épuisement !) au pied des diffuseurs. Ces deux indicateurs témoignent de perturbations du comportement des taupins adultes - des résultats encourageants mais insuffisants pour juger de l'efficacité de la confusion sexuelle chez les taupins.

Des femelles elles aussi désorientées

Seuls les individus capturés dans les pièges passifs sur le site 2 en 2016 ont été sexés; en effet, comme ils ne diffusent pas de phéromones femelles, ils

ne sélectionnent pas *a priori* le sexe des taupins. Il apparaît assez clairement que les taux de femelles capturées augmentent au fur et à mesure du piégeage (figure 2). Le taux de femelles piégées paraît être supérieur dans la zone témoin, avec une évolution de 20 à 60 % entre le début et la fin de la période de piégeage. Sur les zones de confusion sexuelle, le taux de femelles piégées passe de 10 à 30 %, mais étant donné que les niveaux de captures sont beaucoup plus élevés, le nombre de femelles est, de ce fait, plus important.

L'augmentation de l'effectif de femelles capturées dans les zones confusées renforce l'hypothèse du caractère agrégatif de la phéromone sexuelle (elle attire aussi les femelles). Ce comportement semble possible dans le cas de l'espèce *Agriotes sordidus* et pourrait s'expliquer notamment par la dose élevée de phéromone.

D'autres interrogations subsistent, notamment sur la provenance des taupins adultes capturés dans les pièges passifs dans la zone confusée. Lorsque les apports en phéromone sont importants, quel est l'impact sur l'aire d'attractivité du dispositif? Par ailleurs, les modifications de comportements permettent-elles d'abaisser la fréquence des accouplements et, par conséquent, la population larvaire? Ces travaux doivent être poursuivis pour valider l'intérêt de la confusion sexuelle avec un dispositif facilitant une diffusion de phéromone en grandes parcelles.

(1) Le projet Taupin'Up (2016-2019) est labellisé par le pôle de compétitivité Agri Sud-Ouest Innovation, qui regroupe six partenaires: M2I (porteur du projet), CANOE, Arvalis, UPPA/Ipem, Armines-CMA et le groupe coopératif Euralis.

Philippe Larroudé - p.larroude@arvalis.fr
Jean-Baptiste Thibord - jb.thibord@arvalis.fr
ARVALIS - Institut du végétal

Les essais se poursuivent dans le but d'évaluer l'abaissement des populations de taupins, espèces dont le cycle de développement dure plusieurs années.

