

**AFPP – 11^e CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES RAVAGEURS ET AUXILIAIRES EN AGRICULTURE
MONTPELLIER – 25 ET 26 OCTOBRE 2017**

**UN NOUVEAU PRODUIT À BASE DE SPINOSAD POUR LE CONTRÔLE
DES TAUPINS SUR LES CULTURES DU MAÏS ET DE POMME DE TERRE**

Y. ARRINE ⁽¹⁾, V. JACQUET ⁽²⁾, C. COLAS ⁽¹⁾

⁽¹⁾ SBM Développement, 111 chemin du Petit Bois – 69130 Ecully, France.
youssef.arrine@sbm-company.com ; christian.colas@sbm-company.com

⁽²⁾ Dow AgroSciences, 6 rue J.-P. Timbaud, 78067 St. Quentin Yvelines cedex, France.
vjacquet@dow.com

RÉSUMÉ

L'évolution du contexte réglementaire de la protection des cultures ouvrent les portes à plus d'innovations pour le contrôle des ravageurs et des maladies des plantes. En ce qui concerne la lutte contre les ravageurs du sol, un produit micro-granulé à base de spinosad a été développé pour la lutte contre les ravageurs du sol *Agriotes spp.*. Il permettra l'intégration d'une substance d'origine naturelle (biocontrôle) à mode d'action original dans le programme de contrôle de ces ravageurs, et proposera une solution utilisable en agriculture biologique. Dans ces perspectives, des essais ont été réalisés avec ce produit sur les cultures du maïs et de pomme de terre. Ils ont montré une bonne efficacité et un bon comportement du produit.

Mots-clés : Spinosad, taupins, *Agriotes spp.*, maïs, pomme de terre.

ABSTRACT

A NEW SPINOSAD-BASED PRODUCT FOR THE CONTROL OF WIREWORMS ON CORN AND POTATO CROPS

The evolution of the regulatory context for crop protection opens the doors to more innovations to control plant pests and diseases. With regard to the control of soil pests, a spinosad-based microgranular product has been developed for the control of the soil pest *Agriotes spp.*. It will allow the integration of a naturally occurring substance with original mode of action into the control program of these pests, and will also offer a solution that can be used in organic farming. With these points in mind, trials have been conducted with this product on maize and potato crops. They showed good efficiency and good behavior of the product.

Keywords: Spinosad, wireworms, *Agriotes spp.*, maize, potato.

INTRODUCTION

La substance active insecticide spinosad, appartenant à la famille chimique des spinosynes, est un mélange d'origine naturelle de deux composants spinosyn A et spinosyn D produits par l'actinomycète du sol *Saccharopolyspora spinosa*. Spinosyn A est le composant majeur du spinosad dont l'action primaire est d'affecter le système nerveux de l'insecte et d'inhiber l'activité neuronale engendrant sa paralysie et sa mort. Le spinosad est classé dans le groupe IRAC 5 (action sur les récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine) du comité d'action contre la résistance aux insecticides. Il agit par contact et par ingestion (Salgado, 1998).

Le spinosad a été développé en Europe par DowAgrosciences depuis la fin des années 1990 en cultures sous abris (florales et légumières) et de plein champ (vigne, vergers, cultures légumières). Plusieurs formulations (SC: Suspension concentrée; CB: concentré pour préparation d'appât) à base de cette substance bénéficient d'autorisations de mise sur le marché dans plusieurs pays européens (Jacquet et al., 2005). Il a un bon niveau d'efficacité sur les larves de Lépidoptères mais aussi les Diptères, les Coléoptères, les Thysanoptères et les Hyménoptères. Il est peu toxique pour les mammifères, les oiseaux, les poissons et les crustacés (Mayes et al., 2003).

Au regard de l'efficacité du spinosad sur les Coléoptères, un produit granulé à base de cette substance a été développé pour lutter contre les taupins (*Agriotes spp.*) sur les cultures sensibles. Les différentes espèces nuisibles (*Agriotes lineatus*, *Agriotes sordidus*, *Agriotes sputator* et *Agriotes obscurus*) appartiennent à la famille des élatéridés qui compte plus de 8000 espèces dans le monde. Les dégâts sont causés par les larves qui consomment les graines en germination, attaquent les plantules au niveau du collet, endommagent les racines et percent des trous dans les organes souterrains plus âgés. En culture de maïs, de tournesol et de céréales, ce sont les attaques au niveau du collet des jeunes plantes qui sont le plus souvent observées. Sur pomme de terre, les perforations des larves rendent les tubercules non commercialisables.

L'objet de cette communication est la présentation des résultats d'essais conduits en France pour évaluer l'efficacité au champ de ce produit granulé contre les taupins inféodés aux cultures du maïs et de la pomme de terre, qui sont considérées parmi les cultures les plus sensibles aux attaques de ces ravageurs (Malet, 2016). En plus de son efficacité, l'intérêt de ce produit réside dans son origine naturelle ainsi que son mode d'action unique, car les sites d'action du spinosad sont différents de ceux d'autres classes d'insecticides autorisés pour les mêmes usages. En conséquence, le risque d'apparition de résistances croisées avec les autres familles d'insecticides reste minime.

MATERIEL ET MÉTHODES

DOSE RETENUE ET PRODUITS DE REFERENCE

Le produit étudié codé SBM 10/051 est sous forme de micro-granulés (GR) à base de carbonate de calcium contenant 4 g/kg de spinosad. Plusieurs doses de ce produit ont été testées dans les essais préliminaires réalisés au laboratoire ainsi que dans les essais conduits au champ. Seuls les résultats d'essais réalisés au champ et seule la dose retenue seront présentés dans cette communication.

Toutes les doses sont exprimées en grammes de substance active par hectare (g s.a./ha). La dose du SBM 10/051 retenue (48 g s.a./ha = 12 kg de produit/ha) est comparée aux doses des produits de référence homologués pour les usages étudiés (tableaux 1 et 2).

Tableau 1: Les produits références utilisés dans les essais maïs
(Reference products used in maize trials)

Substance active	g s.a. dans la formulation	Type de formulation	Dose d'application (g s.a. /ha)
Cyperméthrine	8 g/kg	MG	96 g /ha
Téfluthrine*	15 g/kg	GR	183 g/ha

* La référence téfluthrine est utilisée seulement dans les essais valeur pratique.

Tableau 2: Les produits références utilisés dans les essais pomme de terre
(Reference products used in potato trials)

Substance active	g s.a. dans la formulation	Type de formulation	Dose d'application (g s.a. /ha)
Lambda-cyhalothrine	4 g/kg	GR	60 g/ha

ESSAIS AU CHAMP

25 essais d'efficacité ont été réalisés sur maïs entre 2010 et 2014 en France dans les deux zones climatiques maritime et méditerranéenne (des zones climatiques définies par l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes).

Sur pomme de terre, 5 essais ont été réalisés: 3 dans la zone maritime et 2 dans la zone méditerranéenne.

Les essais sont mis en place selon les bonnes pratiques d'expérimentation (BPE ou GEP) et sont réalisés par des organismes certifiés. Les mises en place et la conduite de ces essais ainsi que les méthodes d'évaluation des produits sont conformes aux normes établies par l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP ou EPPO) ou par la Commission des Essais Biologiques (CEB) de l'Association Française de Protection des Plantes (AFPP). Les méthodes utilisées sont les suivantes:

- PP 1/46: Taupins,
- PP 1/135: Evaluation de la phytotoxicité,
- PP 1/152: Mise en place et l'analyse des essais d'évaluation biologique
- PP 1/181: Conduite des essais d'évaluation biologique et présentation des rapports,
- CEB No.204: Méthode d'essai de préparations, appliquées en traitement de sol ou de semences, destinées à lutter contre les principaux ravageurs des betteraves, maïs et tournesol,
- CEB No.248 : Méthode d'essai d'efficacité pratique d'insecticides destinés à protéger les cultures contre les larves de taupins et autres ravageurs souterrains.

Le produit SBM 10/051 est appliqué une seule fois avant la fermeture de la raie au moment du semis ou de la plantation en utilisant un semoir équipé de microgranulateurs et d'un diffuseur queue de carpe DXP® (QDC-DXP®), qui permet de disposer les granulés autour de la semence et de former ainsi une barrière de protection contre les taupins.

Le dispositif expérimental des essais au champ est organisé en blocs aléatoires complets (blocs de Fisher ou RCB: Randomized Complete Block design), avec quatre blocs: quatre répétitions pour chaque modalité. La taille de chaque répétition est comprise entre 25,6m² et 38,4m² selon les essais.

En plus des essais d'efficacité, 3 essais valeur pratique (dans les conditions d'agriculteurs) ont été mis en place sur maïs en 2014 pour évaluer les rendements suite à l'utilisation du SBM 10/051 comparé aux références cyperméthrine et téfluthrine. Chaque modalité est constituée de 4 rangs d'une longueur de 120 m minimum.

ANALYSE DES RESULTATS

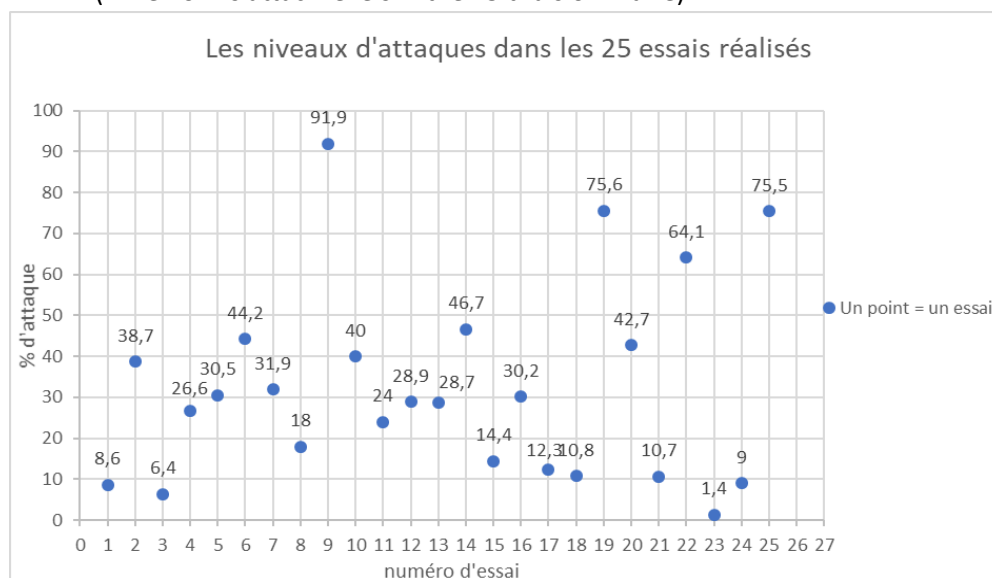
Afin d'évaluer l'efficacité du SBM 10/051, le test statistique ANOVA (analyse de la variance) a été utilisé. Les conditions d'utilisation de ce test, à savoir la normalité des données et l'homogénéité des variances, ont été respectées. Le test post-hoc de Newman-Keuls a été appliqué après l'ANOVA pour déterminer les différences significatives entre les modalités afin de les classer en différents groupes statistiques. Le risque d'erreur de première espèce a été fixé à 5%. Le paramètre d'efficacité Abbott a été calculé pour les modalités traitées par rapport au témoin non traité.

RESULTATS

⇒ Maïs

La figure 1 représente les valeurs maximales d'attaques de taupins observée dans le témoin non traité dans chaque essai. Les niveaux d'attaques sont très diversifiés ce qui a permis de tester SBM 10/051 (spinosad 4g/kg) dans différentes situations d'attaques de taupins, atteignant plus de 60% d'attaques dans certains cas.

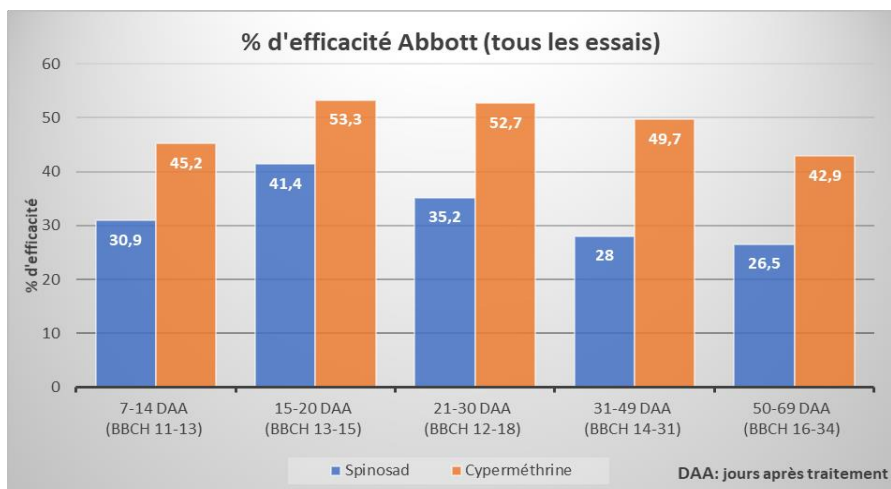
Figure 1 : Les niveaux d'attaques de taupins dans les 25 essais sur maïs
(Wireworms attack levels in the 25 trials on maize)



Des analyses de résultats d'essais sur maïs ont été effectuées suivant les niveaux d'attaques: une première analyse en rassemblant les résultats de tous les essais et une deuxième analyse en prenant en compte que les résultats d'essais avec moins de 30% d'attaques. Cela permettra de mieux comprendre le comportement du produit dans les différentes situations.

La figure 2 montre les valeurs moyennes d'efficacité du SBM 10/051 comparée à la référence cyperméthrine.

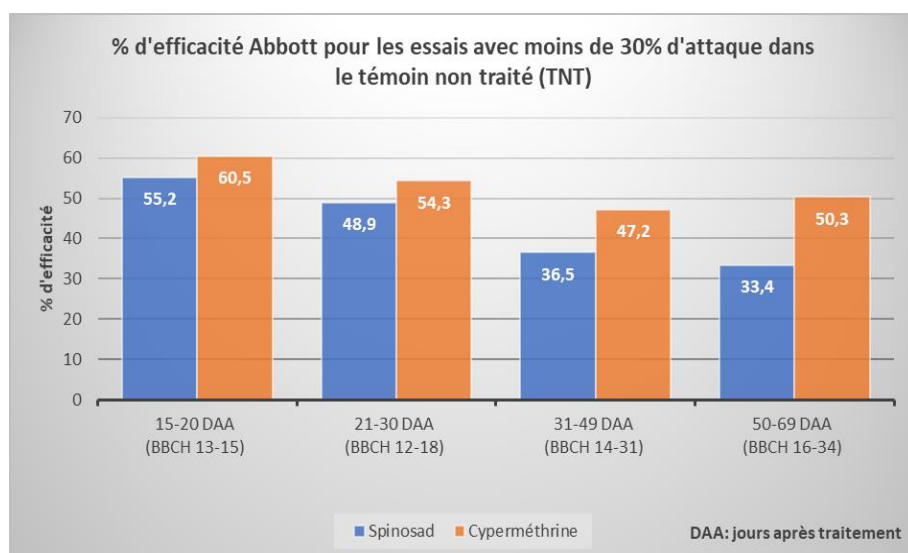
Figure 2: L'efficacité moyenne du SBM 10/051 (tous les essais) comparée à la référence cyperméthrine (Mean efficacy of SBM 10/051 (all trials) compared to the reference cypermethrin)



SBM 10/051 à la dose retenue (48 g s.a./ha) a permis de réduire les attaques de taupins par rapport au témoin non traité avec des valeurs d'efficacité qui varient entre 26,5% et 41,4%. La référence utilisée à base de la cyperméthrine a permis d'obtenir une efficacité contre les taupins supérieure à celle obtenue avec SBM 10/051. La plus grande différence a été observée 31-49 jours après traitement: SBM 10/051 avec une valeur d'Abbott de 28% et la référence cyperméthrine avec 49,7% d'efficacité.

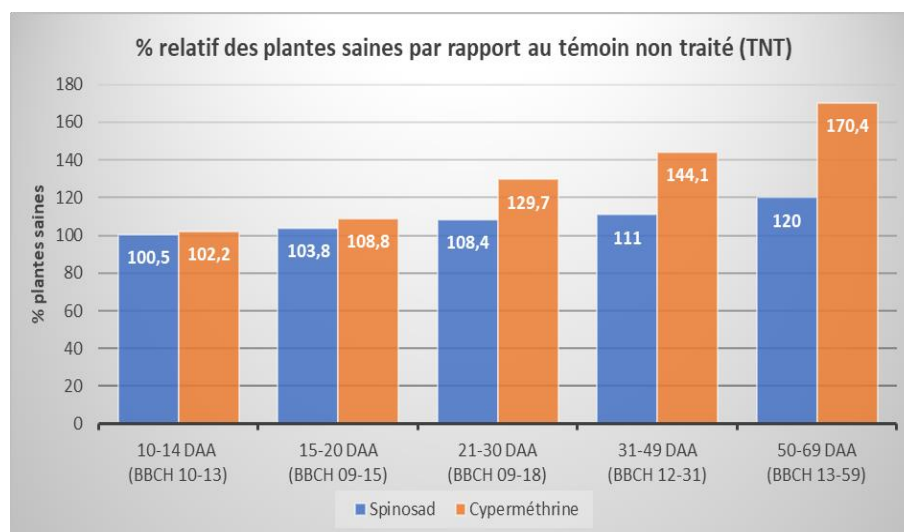
En ne prenant en compte que les essais avec des attaques modérées (moins de 30% d'attaques), le niveau de protection du SBM 10/051 a augmenté en passant par exemple de 41,4% à 55,2% d'efficacité 15-20 jours après traitement (figure 3). Cela montre que ce produit est plus performant dans des situations d'attaques de taupins modérées voire faibles. Dans ces situations d'attaques, l'efficacité du SBM 10/051 était plus proche de celle de la référence cyperméthrine en comparaison à la situation précédente où tous les essais ont été pris en compte. Sur les 25 essais réalisés, la référence cyperméthrine était statistiquement supérieure au produit SBM 10/051 dans seulement 5 essais.

Figure 3: L'efficacité moyenne du SBM 10/051 (essais avec < 30% d'attaque) comparée à la référence cyperméthrine (Mean efficacy of SBM 10/051 (trials with less than 30% of attack) compared to the reference cypermethrin)



La figure 4 ci-dessous représente le pourcentage moyen de plantes saines calculé par rapport au témoin non traité (TNT). SBM 10/051 a permis d'augmenter le nombre de ces plantes comparé au TNT: il est passé de 111% 31-49 jours après traitement (4,07 plante/m linéaire dans le TNT) à 120% 50-69 jours après traitement (3,53 plante/m linéaire dans le TNT).

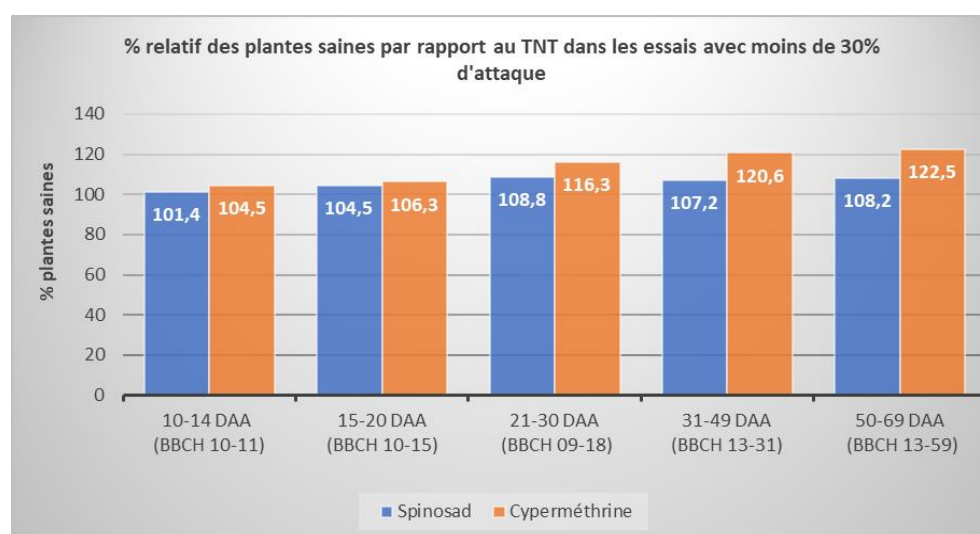
Figure 4: Pourcentage moyen de plantes saines relatif au témoin non traité (tous les essais)
(Mean percentage of healthy plants relative to the untreated check (all trials))



La référence utilisée a permis d'atteindre des pourcentages de plantes saines par rapport au TNT supérieurs aux pourcentages obtenus avec SBM 10/051. 31-49 jours après traitement, SBM 10/051 était à 111% de plantes saines par rapport au TNT et la référence cyperméthrine à 144,1%.

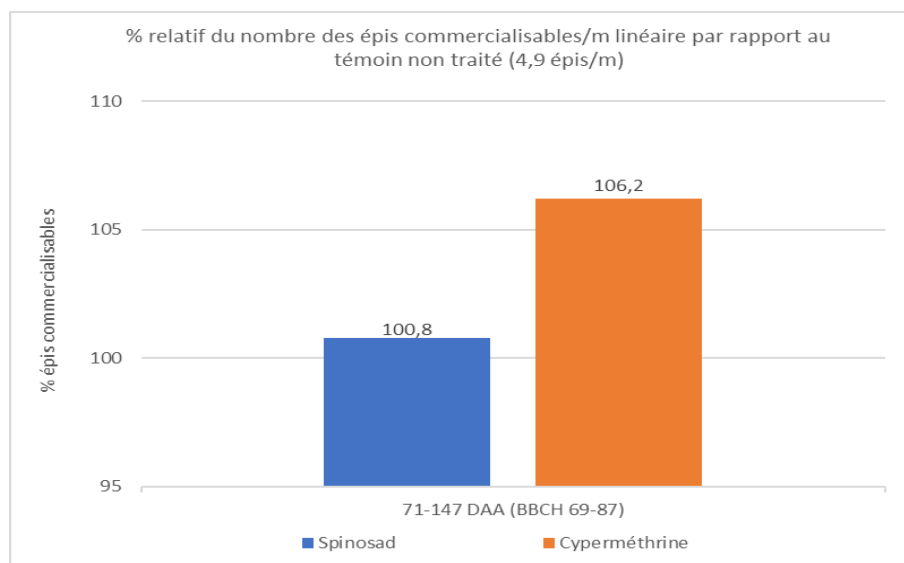
En ne considérant que les essais avec moins de 30% d'attaques (figure 5), les conclusions sont les mêmes. SBM 10/051 a permis d'augmenter le nombre de plantes saines comparé au TNT. Sur les 25 essais réalisés, la référence cyperméthrine était statistiquement supérieure au produit SBM 10/051 dans seulement 5 essais et cela généralement à la dernière notation de l'essai.

Figure 5: Pourcentage moyen de plantes saines relatif au témoin non traité (essais avec < 30% d'attaque)
(Mean percentage of healthy plants relative to the untreated check (trials with < 30% of attack))



Le dernier critère évalué sur maïs est le nombre d'épis commercialisables. Cette notation a été réalisée dans 6 essais et a permis d'obtenir les résultats représentés dans la figure 6.

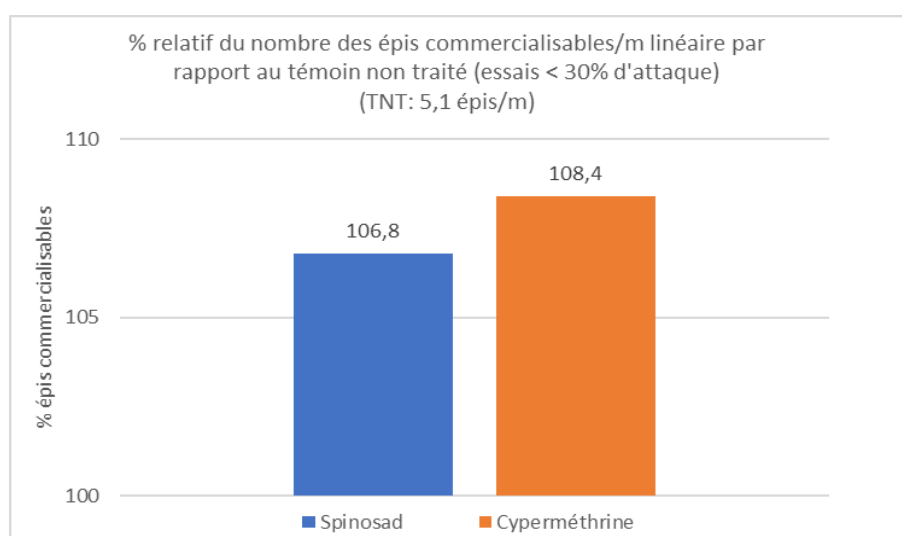
Figure 6: Pourcentage moyen d'épis commercialisables relatif au témoin non traité (tous les essais)
(Mean percentage of marketable ears relative to the untreated check (all trials))



SBM 10/051 n'a pas d'effet sur le nombre d'épis commercialisables (100,8%) comparé au témoin non traité (TNT). Le produit de référence cyperméthrine a montré un léger effet sur le nombre d'épis commercialisables avec respectivement 106,2%.

Dans le cas d'attaques modérées (figure 7), SBM 10/051 montre un léger effet sur le nombre d'épis commercialisables (106,8%) comparable à celui de la référence cyperméthrine (108,4%). Aucune différence statistique n'a été observée entre les deux produits.

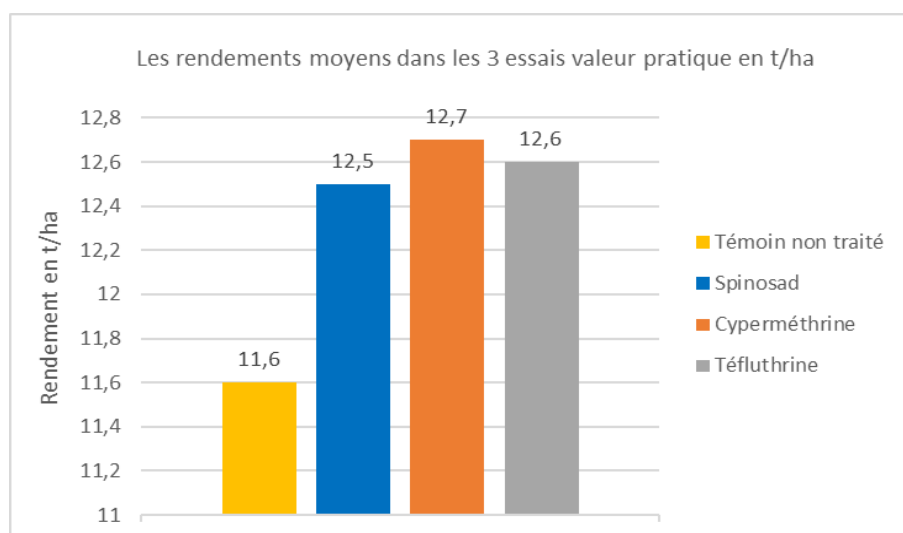
Figure 7: Pourcentage moyen d'épis commercialisables relatif au témoin non traité (essais < 30% d'attaque)
(Mean percentage of marketable ears relative to the untreated check (trials with < 30% of attack))



Les résultats de l'évaluation des rendements dans les trois essais valeur pratique sont représentés dans la figure 8. Les attaques étaient de 13,9% dans le premier essai, 22,1% dans le deuxième et de 61,6% dans le troisième essai.

SBM 10/051 a permis d'obtenir un rendement moyen largement supérieur au témoin non traité et statistiquement équivalent aux références cyperméthrine et téfluthrine.

Figure 8: Les rendements moyens dans les essais valeur pratique
(Mean yields in the practical value trials)



Dans ce cas d'essais de valeur pratique dans les conditions agriculteurs, tous les produits ont été appliqués sur des parcelles de maïs ayant reçu une fumure "starter" appliquée lors du semis (le produit DAP 18/46 à la dose de 110 kg/ha).

⇒ Pomme de terre

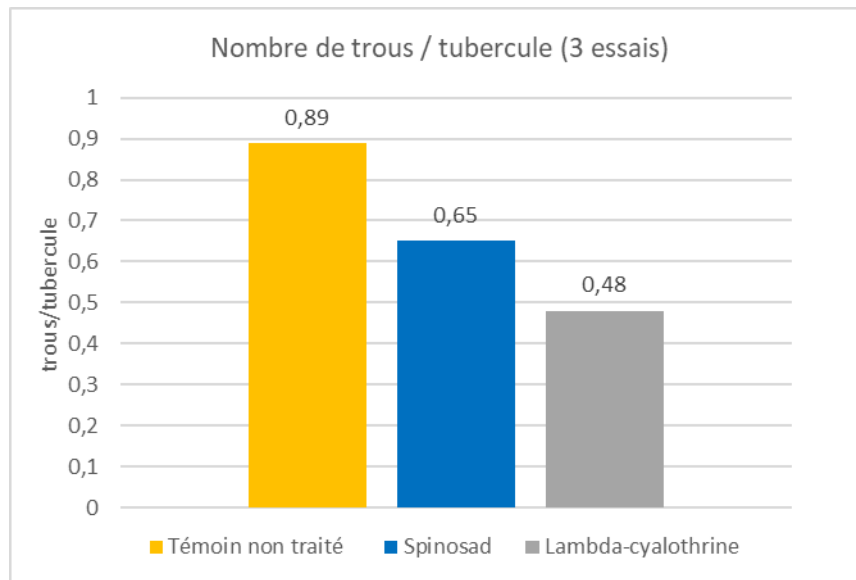
Dans les 5 essais pomme de terre réalisés (tableau 3), SBM 10/051 (spinosad 48 g s.a./ha) a montré une efficacité moyenne équivalente à la référence lambda-cyhalothrine, avec une différence significative dans un essai sur cinq (SBM 10/051 à 43,1% et la référence lambda-cyhalothrine à 21,5%).

Tableau 3: Les niveaux d'attaque (dans le TNT) et d'efficacité dans les essais sur pomme de terre
(Attack (in the untreated check) and efficacy levels in the potato trials)

% des tubercules attaqués dans le témoin non traité	% d'efficacité Abbott	
	Spinosad	Lambda-cyhalothrine
46,8	15 a	26,7 a
21	30,9 a	19,1 a
40	43,1 d	21,5 ab
13,7	58,4 -	48,2 -
42,3	19,6 ab	68,6 b
Moyenne	33,4 %	36,8 %

La notation du nombre de trous/tubercule a été réalisée dans 3 essais et les résultats sont représentés dans la figure 9. l'efficacité du SBM 10/051 a été légèrement inférieure (0,65 trous/tubercule) comparée à la référence lambda-cyhalothrine (0,48 trous/tubercule). Les deux produits sont statistiquement équivalents dans l'ensemble des trois essais.

Figure 9: Nombre moyen de trous/tubercule dans 3 essais pomme de terre
(Average number of holes/ tuber in 3 potato trials)



DISCUSSION

Afin d'évaluer l'efficacité du produit granulé à base du spinosad (SBM 10/051) contre les taupins, des essais ont été réalisés en France sur les cultures du maïs et de la pomme de terre avec des situations d'attaques très diversifiées, permettant l'évaluation du produit dans différentes conditions d'attaques. Sur maïs, les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'intérêt du SBM 10/051 en terme d'efficacité comparé au témoin non traité, une efficacité qui reste inférieure à la référence utilisée à base de la cyperméthrine dans le cas de fortes attaques (supérieures à 30% d'attaques). Dans le cas des attaques modérées, cette efficacité a été améliorée et a permis au SBM 10/051 de se rapprocher des valeurs d'efficacité réalisées avec le produit de référence utilisé, ce qui a été également observé pour les autres critères évalués à savoir le nombre de plantes saines et le nombre d'épis commercialisables. Les résultats montrent le grand intérêt du SBM 10/051 dans le cas d'attaques de taupins faibles à modérées (moins de 30% d'attaques), une situation qu'on retrouve dans 80% des parcelles maïsicoles en France (Chrisian COLAS, société SBM Développement). Les trois essais valeur pratique réalisés ont montré que SBM 10/051 a assuré une protection contre les taupins permettant un gain de rendement important comparé au témoin non traité et équivalent à ceux des références utilisées. Ce gain peut être expliqué par l'ajout d'engrais starter selon les pratiques culturales de l'agriculteur, ce qui n'était pas le cas pour les essais d'efficacité.

Sur pomme de terre, SBM 10/051 a obtenu des résultats d'efficacité largement et statistiquement supérieurs au témoin non traité, même dans des situations d'attaques dépassant les 40%. Il était également statistiquement équivalent à la référence lambda-cyhalothrine pour les deux critères nombre de tubercules attaqués et nombre de trous/tubercule.

Tous ces résultats montrent l'intérêt du SBM 10/051 pour le contrôle des taupins (*Agriotes spp.*) sur les cultures du maïs et de la pomme de terre.

CONCLUSION

Le produit SBM 10/051 à base de spinosad permet aux agriculteurs d'utiliser un produit d'origine naturelle dans le programme de lutte contre les taupins sur les cultures du maïs et de la pomme de terre. En plus de son faible impact sur les auxiliaires, son mode d'action unique (différent des références actuellement utilisées) rend possible l'alternance des modes d'action et permet un contrôle efficace et durable des populations de taupins considérés parmi les ravageurs les plus redoutables des cultures du maïs et de la pomme de terre. Toutes ces caractéristiques permettent d'intégrer SBM 10/051 dans différents systèmes de production (agriculture raisonnée, agriculture intégrée, agriculture biologique,..).

Le profil attendu du produit lors de sa prochaine homologation, laisse espérer une inscription possible sur la liste officielle des produits de « Biocontrôle ».

REMERCIEMENTS

Merci à toutes les structures qui ont participé à la réalisation des essais permettant l'obtention de ces résultats.

BIBLIOGRAPHIE

JACQUET V., THOMAS M., TESCARI E., LEFEBVRE J.P.. 2005 - INTERÊT DU SPINOSAD EN ARBORICULTURE FRUITIERE POUR LUTTER CONTRE LES THRIPS ET LES LEPIDOPTERES. 7^{ème} CIRA-AFPP.

MALET M., 2016. RISQUES SANITAIRES RE-EMERGENTS: L'EXEMPLE DES TAUPINS. SYNTHÈSE SUITE AU PROJET CASDAR TAUPINS. DISPONIBLE SUR: [HTTP://DOCPLAYER.FR/46900129-RISQUES-SANITAIRES-RE-EMERGENTS-L-EXEMPLE-DES-TAUPINS.HTML](http://docplayer.fr/46900129-risques-sanitaires-re-emergents-l-exemple-des-taupins.html)

MAYES M.A., THOMPSON G.D., HUSBAND B., MILES M.M.. 2003. SPINOSAD TOXICITY TO POLLINATORS AND ASSOCIATED RISK. *REV ENVIRON CONTAM TOXICOL.* 179, 37 - 71.

VINCENT L. SALGADO. 1998. STUDIES ON THE MODE OF ACTION OF SPINOSAD: INSECT SYMPTOMS AND PHYSIOLOGICAL CORRELATES. *PESTICIDE BIOCHEMISTRY AND PHYSIOLOGY* 60, 91 – 102.