Titre de l'essai :	***EVALUATION DU THIAMETHOXAM ET DU SPINOSAD EN STATIONS D'APPATS POUR LE CONTROLE DES POPULATIONS DE FOURMIS TAPINOMA NIGERRIMUM***
Code de l'essai :	**ER.FOU.01.11**
Partenariats :	

Sommaire

Présentation de l'essai 2

Enjeux et objectifs 2

Essai 1 (Screening d'appétence) 2

Essai 2 (Evaluation au champ) 4

Conclusion 10

Rédacteur : M. Hulak	Coordinateur Technique	VALIDATION RESPONSABLE ESSAIS
Avec l'accompagnement technique de P.Martin, J. Constant et le soutien de S. Bernardini, JC. Ribaut et toute l'équipe de l'AREFLEC	M. Hulak	Responsable : G Tison
		Date : le 15/04/2012
		Visa:

	Approbateur
Nom	G.Tison
Fonction	Responsable essais
Date	28/06/06
Visa	

Présentation de l'essai

Essai d'efficacité du thiamethoxam et du spinosad en station d'appât contre les fourmis *Tapinoma nigerrimum* Nylander en verger d'agrumes.

Enjeux et objectifs

Parmi les 89 espèces de fourmis présentes en Corse, *Tapinoma nigerrimum* cause des dégâts particulièrement redoutables en vergers d'agrumes (mais aussi sur pêchers, figuiers et cultures maraichères). Cette fourmi attaque les nouvelles pousses de printemps, d'été et d'automne et compromet sérieusement le bon développement des jeunes arbres qui pour certains dépérissent. Dans les vergers plus âgés, sa relation de mutualisme avec les pucerons et cochenilles tend à accroitre les dégâts engendrés par ces ravageurs. Polygyne, omnivore et très agressive, elle peut rapidement devenir une gêne pour l'utilisation d'auxiliaires de lutte biologique (*Aphytis melinus*) ou pour la réalisation d'actes techniques tels que la taille ou la récolte. A l'heure actuelle, plus aucune molécule n'est autorisée pour lutter contre ce ravageur sur agrumes.

Aux Etats-Unis, des chercheurs ont mis au point plusieurs stations d'appâts adaptées aux conditions de vergers dont une est particulièrement aboutie (Km Ant Pro®). Couplées à un appât à base de sucres et d'acide borique, ces stations ont montré des résultats très encourageants lors d'essais contre la fourmi d'argentine en Californie. Contrairement aux insecticides de contact, ces appâts toxiques ne tuent pas immédiatement les ouvrières qui ramènent l'insecticide au nid pour détruire reines et couvains.

En 2009 et 2010, des expérimentations basées sur ces méthodes ont été mise en place à l'Areflec. L'efficacité de la méthode a été prouvée et elle repose principalement sur la qualité des appâts utilisés. Parmi le panel d'appâts étudié ces dernières années, seul le thiamethoxam a permis d'obtenir de bons résultats mais l'engagement de la société partenaire se faisant de plus en plus incertain, nous avons cherché à explorer d'autres pistes. C'est ainsi que nous avons évalué l'efficacité du spinosad cette année. Nous avons toutefois souhaité confirmer les résultats encourageants obtenus avec le thiamethoxam et les conforter par un suivi de l'état des jeunes pousses sur la durée de l'essai. Enfin, dans le but d'améliorer de nouveau cette méthode, la possibilité d'utiliser une formulation deux fois plus concentrée en thiamethoxam a été étudiée.

Les essais se sont déroulés en deux temps :

- Confection et sélection de nouvelles formulations toxiques (Screening d'appétence)
- Evaluation au champ des formulations sélectionnées.

Essai 1 : Screening d'appétence

Objectif

Evaluer l'appétence de nouvelles formulations toxiques pour *Tapinoma nigerrimum.*

Présentation / dispositif

Nombre d'essai : 1
Ravageur visé : *Tapinoma nigerrimum* Nylander
Verger : San Giuliano 20230 (parcelle clémentiniers INRA, C13b)
Nombre de modalités : 6 (Nb de formulation)
Nombre de répétitions : 12

Matériels et méthodes

6 formulations ont été testées :

Modalité	1	2	3	4	5	6
Base	Eau sucrée 25%					
Insecticide testé	Témoin (aucun)	Thiamethoxam (0.01%)	Thiamethoxam (0.02%)	Spinosad (0.05%)	Spinosad (0.08%)	Spinosad (0.12%)

Tableau I : Informations relatives aux formulations utilisées pour les tests d'appétences.

Nous cherchons ici à mesurer l'appétence des appâts, c'est-à-dire, l'aptitude de ces derniers à être consommé préférentiellement par *Tapinoma nigerrimum* lorsque celle-ci a le choix.

Pour cela, nous disposons dans des gamelles en aluminium (6 au total), deux échantillons (= 12 répétitions) de chacun des 6 appâts. Chaque échantillon est pesé précisément avant de débuter les tests. Les gamelles sont ensuite recouvertes par une planche de bois et déposées 24 h à proximité de nids en activité.

Les fourmis pénètrent dans les gamelles via quatre petits orifices latéraux prévus à cet effet et consomment les différents appâts. L'appétence de chaque appât est ensuite évaluée selon la quantité consommée en 24 heures (nouvelles pesées des échantillons).

Nous disposons également de gamelles « témoins » à l'intérieur desquelles les fourmis ne peuvent pénétrer (orifices latéraux bouchés). Ces gamelles permettent de tenir compte des variations de poids imputables à des phénomènes comme l'évaporation ou l'apparition de moisissures et non à la consommation des fourmis.

Type de gamelles utilisées pour les tests d'appétence.

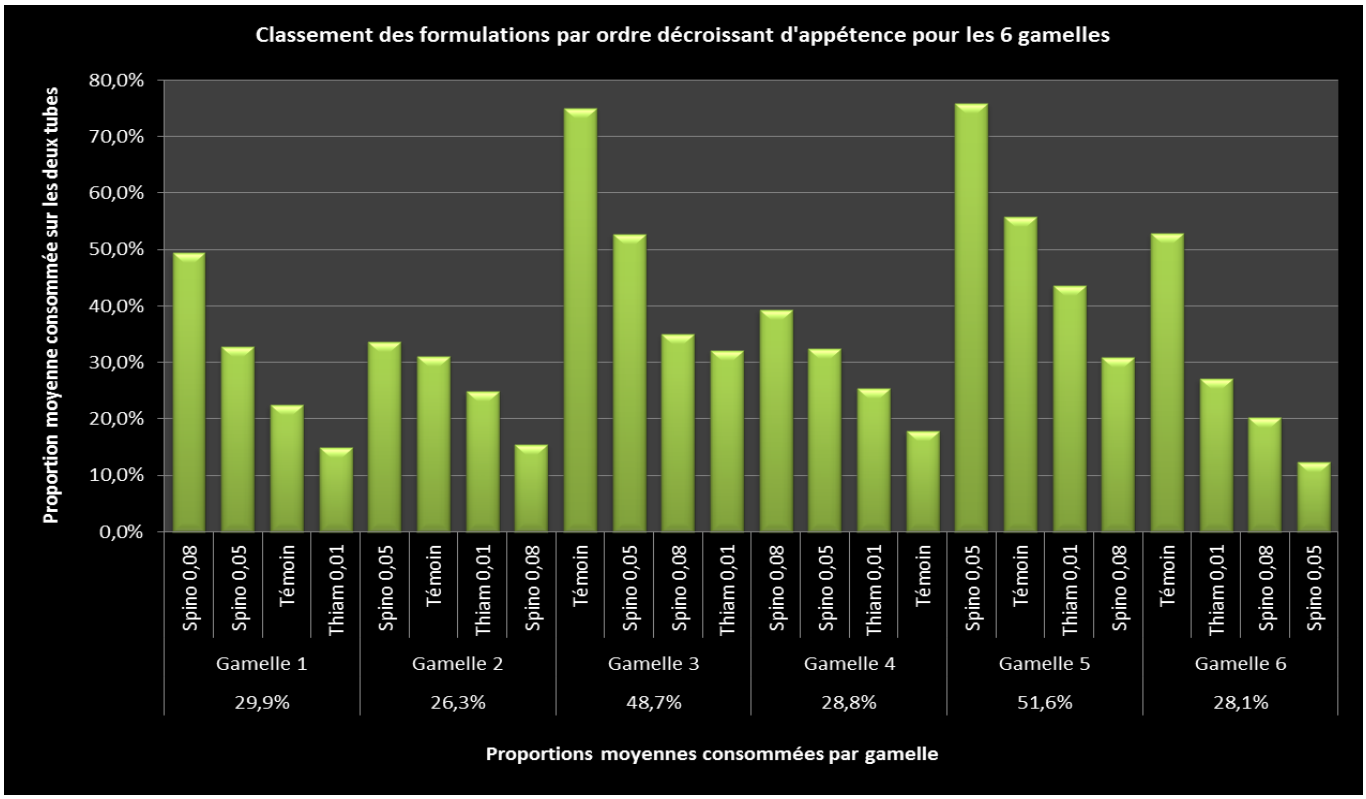
Variables observées

Quantité totale consommée / Tube (en grammes)
Proportion consommée / Tube (en %)
Proportion moyenne consommée / Gamelle (en %)
Proportion moyenne consommée / Appât (en %)

Résultats

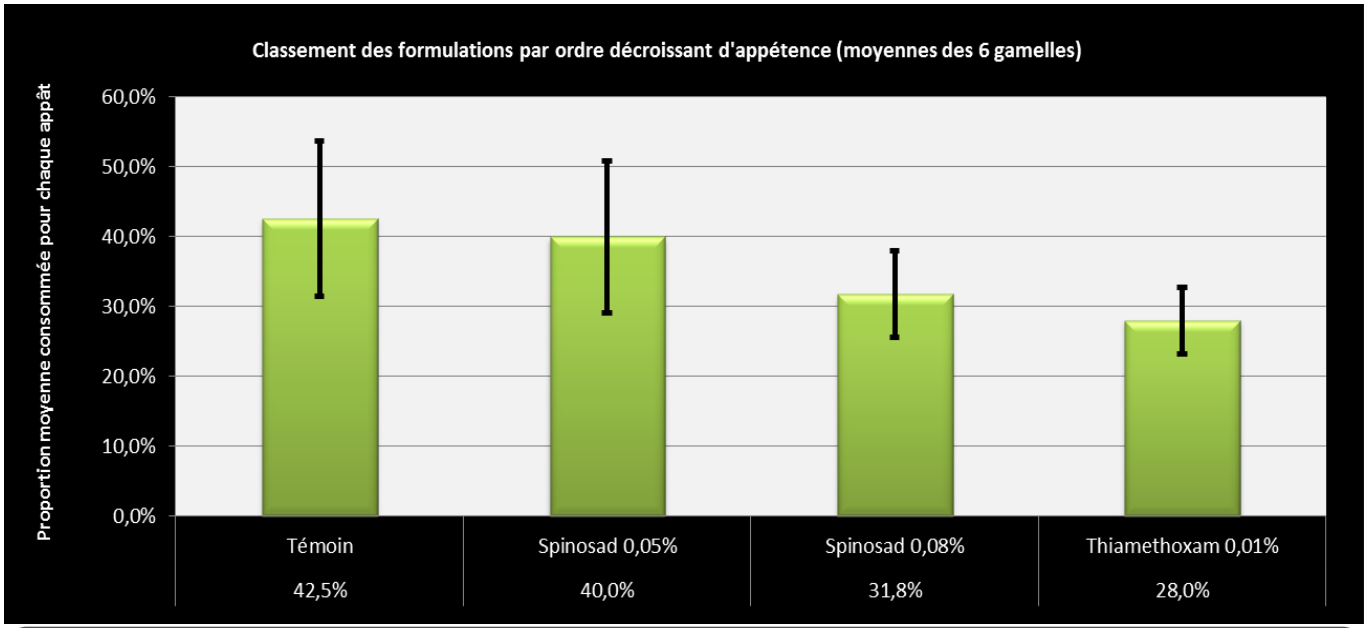
Vingt-quatre heures après la mise en place de l'essai, nous constatons une très faible consommation d'appât dans les tubes. Les comportements et déplacements des fourmis sont anormaux et désordonnés. De plus, nombre d'entre elles sont retrouvées mortes ou agonisantes dans les gamelles. Nous supposons alors qu'un ou plusieurs tubes sont trop fortement dosés en insecticide ce qui provoquerait la mort par contact ou par libération de vapeurs asphyxiantes.

Les deux appâts les plus fortement dosés (spinosad 0,12% et thiamethoxam 0,02%) sont testés deux à deux avec le témoin. Lors de ces tests, le même comportement des fourmis a été constaté. Par conséquent, nous avons repris les tests d'appétence en excluant ces deux derniers appâts. Les résultats sont présentés dans le graphique ci-dessous.



Graphique I : Résultats des tests d'appétence.

Dans un premier temps, l'observation des résultats se fait gamelle par gamelle. Cette analyse a pour but de mettre en évidence une consommation éventuellement excessive ou insuffisante dans certaines gamelles, qui de ce fait, ne rendrait pas compte de l'effet d'appétence des appâts.
Ici, les 6 gamelles présentent des proportions moyennes consommées idéales comprises entre 51.6% (gamelle 5) et 26.3% (gamelle 2). Par conséquent, les 6 gamelles ont été considérées pour l'analyse statistique ultérieure (graphique II ci - dessous).



Graphique II : Analyse statistique des résultats des tests d'appétence
Hypothèse d'égalité H0 au seuil de α=0.05. Comparaison des modalité par ANOVA
-Pas de différences significatives au test de Newman & Keuls (5%)
-Barres d'erreurs : Ecart type à la moyenne

A la vue des résultats, aucune préférence pour un appât en particulier n'a été décelée. La consommation est hétérogène d'une gamelle à l'autre et très variable selon l'appât considéré. Le test de Newman & Keuls ne montre aucune différence significative d'appétence entre les quatre appâts toxiques confectionnés.

Les appétences des deux formulations à base de spinosad (0.05% et 0.08%) sont très satisfaisantes et comparables à celle du témoin eau sucrée. Pour l'évaluation au champ, la formulation la plus concentrée a été choisie (0.08%). Elle est supposée être un bon compromis entre appétence et efficacité. Ce choix s'étaie également du fait que la concentration en spinosad des produits fourmicides (vendus aux particuliers) est généralement de 0.08%.

Essai 2 : Essai au champ des formulations sélectionnées

Objectif

Evaluer l'efficacité au champ des formulations sélectionnées (thiamethoxam 0.01% / spinosad 0.08%) combinées aux stations d'appâts Km AntPro® dans la lutte contre *Tapinoma nigerrimum* en verger d'agrumes.

Station Km AntPro®

Présentation / dispositif

Nombre d'essai : 1
Ravageur visé : *Tapinoma nigerrimum* Nylander
Espèce fruitières concernées : Agrumes
Conditions de parasitisme souhaitables : présence de nids de fourmis en quantité suffisante et homogène
Gestion de la culture : pas de traitement insecticide au sol, désherbage mécanique des fourmilières
Localisation : Linguizzetta

Nombre de bloc : 1
Modalités : 4
Plantes hôtes : jeunes pomelos (plantation 2007)
Nombre de répétitions : Aucunes (répétitions de mesures au sein du bloc)
Parcelles élémentaires : 84 arbres soit 0.2ha
Densité plantation : 6 X 4

Réalisation des traitements

Code modalité	Produit	Substance active	Dose/volume traitement	Destruction obligatoire (O : oui, N : non)
0	Non traité	/	/	N
1	Appât Expérimental	Thiamethoxam (0.01%)	40 stations/ha	N
2	Appât Expérimental	Spinosad (0.08%)	40 stations/ha	N
3	Knox Out 2 FM®	Diazinon	5L/ha	N

Tableau II : informations relatives aux modalités testées lors de l'essai au champ

Le **témoin** est exclu du dispositif expérimental.

Le **produit de référence** est le Knox Out® 2 FM. Il est appliqué à la dose hectare anciennement autorisée pour cet usage (0,5L/hl à 1000L/ha). Il est pulvérisé au sol avec la rampe à désherber (Magnetto®) tractée par le tracteur (New Holland®).

Les appâts expérimentaux ont été confectionnés par nos soins**.** A partir de granulés de thiamethoxam (25%) pour la modalité 1 et de Success 4® pour la modalité 2. Ils sont dissous dans une solution d'eau sucrée à 25%.

Huit stations ont été mises en place sur chaque parcelle élémentaire concernée, ce qui correspond à une densité d'environ 40 unités/ha. Les stations d'appâts sont nettoyées et rechargées dès que nécessaire (consommation variable selon la densité de population).

Les traitements ont été réalisés le 04/05/2011 dans des conditions climatiques satisfaisantes (T° début : 17°C, T° fin : 18°C), sans vent. Le traitement des fourmilières au diazinon et la pose des stations ont été réalisés le même jour.
Les volumes appliqués pour le diazinon sont conformes (2.0% d'écart aux volumes théoriques).

T° début (°C)	T° fin (°C)	Vent début (Beaufort)	Vent fin (Beaufort)	Ecart % (vol appliqué/vol théorique)	Appréciation (écart<10%)
17	18	0	0	2.0%	Ok

Tableau III : informations relatives au traitement au diazinon des fourmilières (modalité 4)

Méthode et fréquences d'observation

1- Evolution quantitative des populations de fourmis

L'Evolution quantitative des populations de fourmis est suivie à l'aide de moniteurs de consommation (12/modalité ; photo ci-contre). Il s'agit de tubes de 50ml remplis d'eau sucrée à 25% dont le bouchon est couvert d'un tissu microporeux et perméable : le "weed block" qui permet l'alimentation des fourmis.

Les niveaux de populations de fourmis sont estimés selon la quantité d'eau sucrée consommée dans ces moniteurs en 24 heures (les moniteurs sont laissés 24 h sur les troncs puis retirés). Les relevés sont réalisés à T0 avant les traitements puis chaque semaine sur une durée totale de 6 semaines.

Deux moniteurs témoins non accessibles aux fourmis sont placés au centre de la parcelle. Ils servent à mesurer la quantité d'eau sucrée évaporée en 24h. Cette valeur (en ml) est ensuite soustraite à chacun des moniteurs.

Type de moniteur utilisé pour le suivi quantitatif des populations (50 ml d'eau sucrée)

2- Evaluation des dégâts

Douze arbres par modalité (soit quarante-huit au total) sont sélectionnés dans toute la parcelle. Il s'agit des arbres sur lesquels sont placés les moniteurs. Ils sont suivis tout au long de l'essai. L'observation réalisée consiste en une estimation visuelle quantitative et qualitative des attaques de fourmis sur les bourgeons, jeunes pousses et feuilles. Cette estimation est effectuée chaque semaine avant la pose des moniteurs. Selon l'importance des dégâts subis, une note est attribuée à chaque arbre parmi cinq classes de dégâts (tableau suivant).

Classe de dégât	0	1	2	3	4
Estimation pourcentage de dégâts	0%	<30%	30 à 70%	70%<	100%
Observation	Arbre sain, pas de foyer de fourmis	Quelques pousses touchées sur l'arbre entier	Plusieurs pousses touchées sur plusieurs charpentières	Arbre complètement attaqué	Plus de jeunes pousses saines – arbre ravagé

Tableau IV : informations relatives aux classes de dégâts

Variables observées

- Quantité d'eau sucrée consommée en 24h par les populations de fourmis pour chaque modalité.

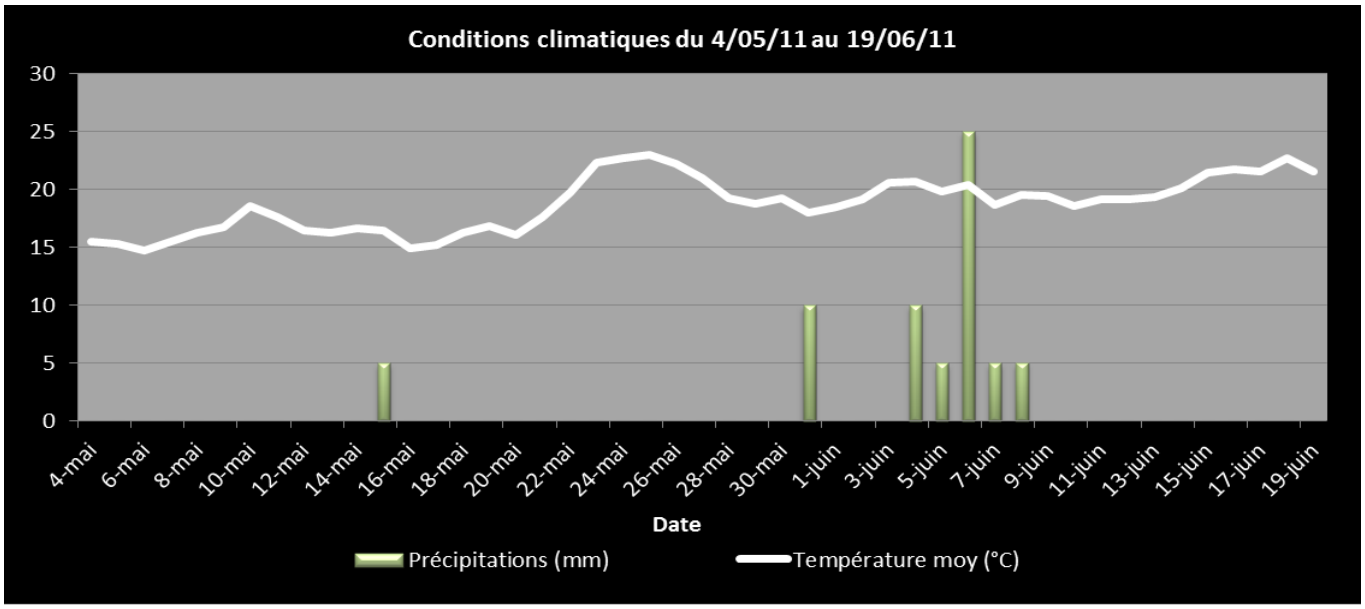
Les résultats obtenus sont soumis à :
Hypothèse d'égalité H_0 au seuil de $\alpha = 0.05$
Une analyse de variance ($\alpha = 5\%$)
Un test de Newman & Keuls ($\alpha = 5\%$)
Un test de Dunnett ($\alpha = 5\%$)

- Evolution des niveaux de dégâts sur les arbres suivis.

Résultats

1. Conditions climatiques

L'essai d'une durée totale de 6 semaines s'est déroulé dans de bonnes conditions avec des températures normales pour cette saison et une pluviométrie faible à l'exception de la période du 5 au 9 juin.



Graphique III : Conditions climatiques sur la période de l'essai

2. *Analyse de l'activité des populations de fourmis*

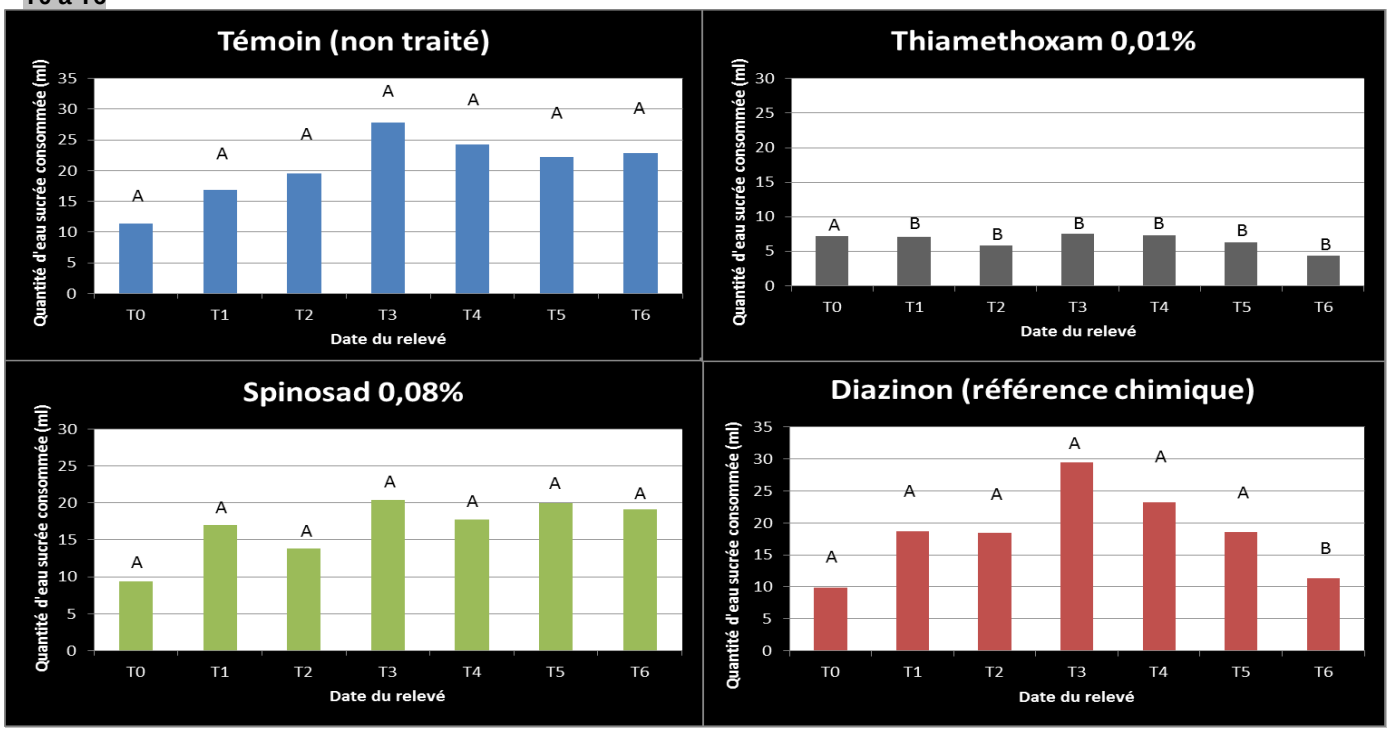
T0 avant traitements

A T0 avant traitements, les conditions sont optimales pour l'essai. L'activité des populations de *Tapinoma nigerrimum* est homogène dans toute la parcelle et suffisamment importante. Les consommations moyennes dans les moniteurs avoisinent les 9 ml en 24h et peuvent être considérées comme semblables dans les quatre modalités.

Modalités	0 - Témoin	1 – Thiamethoxam	2 - Spinosad	3 – Diazinon (ref.)
Quantité moyenne consommée dans les 12 moniteurs	11.4 ml A (ET 8.1)	7.2 ml A (ET 4.8)	9.4 ml A (ET 5.9)	9.9 ml A (ET 4.0)

Tableau V : Consommations moyennes et écarts-types dans les 12 moniteurs à T0

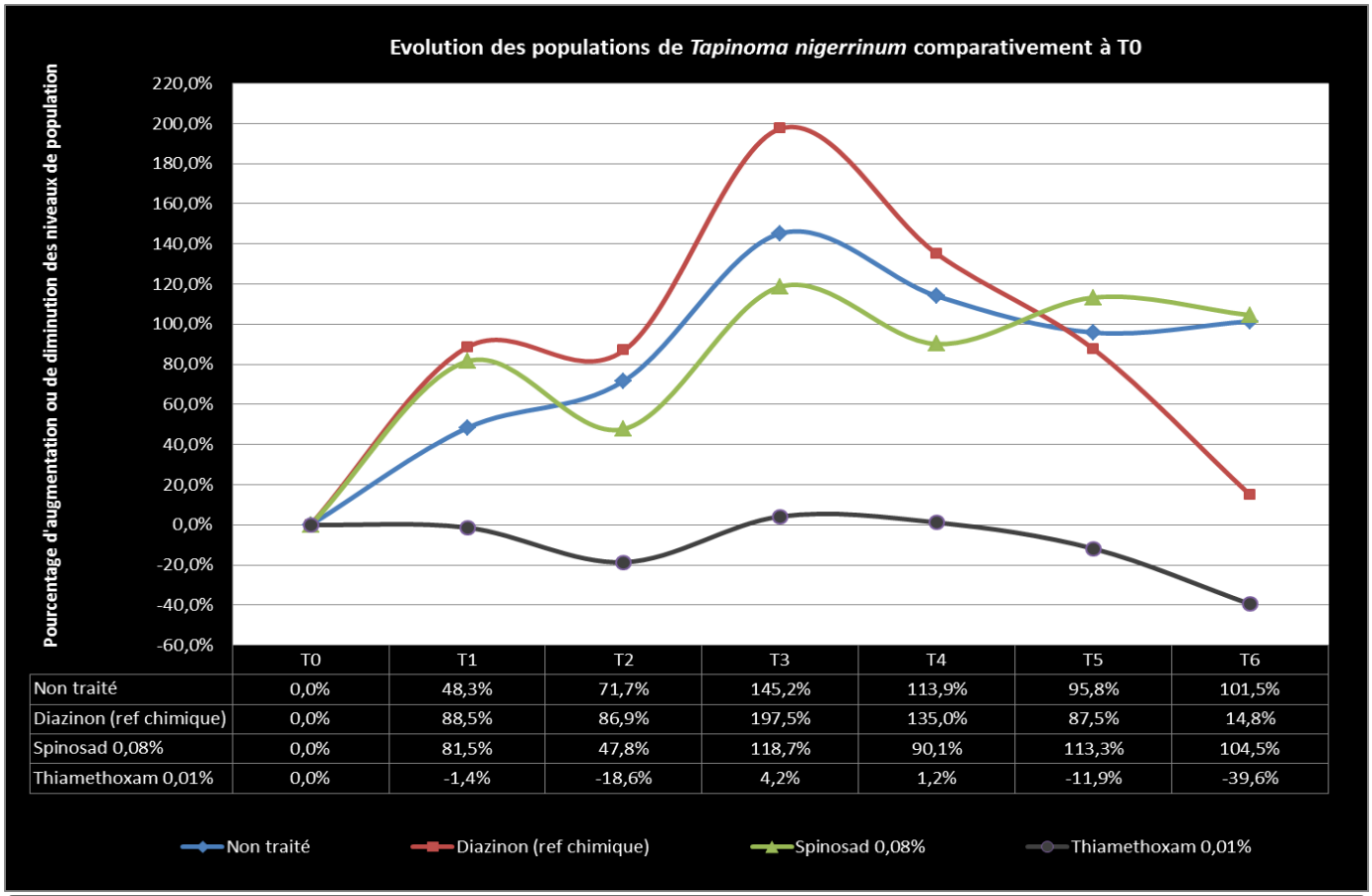
T0 à T6



Graphique IV : Consommations moyennes dans les 12 moniteurs au temps T

Temps de relevé	T1			T2			T3		
Analyse Statistique	Moy.	N&K	D	Moy.	N&K	D	Moy.	N&K	D
Témoin	16.8	A	=	19.5	A	=	27.8	A	=
Thiamethoxam 0.01%	7.1	B	<	5.9	B	<	7.5	B	<
Spinosad 0.08%	17.0	A	=	13.8	A	=	20.5	A	=
Diazinon	18.6	A	Ref	18.5	A	Ref	29.4	A	Ref
Temps de relevé	**T4**			**T5**			**T6**		
Analyse Statistique	Moy.	N&K	D	Moy.	N&K	D	Moy.	N&K	D
Témoin	24.3	A	=	22.2	A	=	22.9	A	>
Thiamethoxam 0.01%	7.3	B	<	6.3	B	<	4.4	B	=
Spinosad 0.08%	17.8	A	=	19.9	A	=	19.1	A	>
Diazinon	23.2	A	Ref	18.5	A	Ref	11.3	B	Ref

Tableau VI : Analyse statistique
-(Moy.) Consommation moyenne (ml) dans les 12 moniteurs au temps T
-(N&K) Test de Newman & Keuls (5%), les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes
-(D) Test de Dunnett (R : Référence chimique, < : Inférieur à la référence chimique, = : Egal à la référence chimique, > : Supérieur à la référence chimique)



	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Non traité	0,0%	48,3%	71,7%	145,2%	113,9%	95,8%	101,5%
Diazinon (ref chimique)	0,0%	88,5%	86,9%	197,5%	135,0%	87,5%	14,8%
Spinosad 0,08%	0,0%	81,5%	47,8%	118,7%	90,1%	113,3%	104,5%
Thiamethoxam 0,01%	0,0%	-1,4%	-18,6%	4,2%	1,2%	-11,9%	-39,6%

Graphique V : Représentation graphique de l'évolution des populations

T1 : Augmentation des populations contrée par le thiamethoxam

7 jours après la mise en place de l'essai, les traitements au diazinon et au spinosad ne montrent aucune efficacité. Les niveaux de populations dans les deux modalités sont très élevés (consommation > 17 ml) et équivalents à celui observé dans le témoin (16.8 ml, groupe A). Contre toute attente et contrairement aux années passées, l'effet choc du diazinon n'a pas été observé. Un enherbement trop important de la parcelle au moment du traitement pourrait avoir fortement limité la pénétration du produit dans le sol et par conséquent son efficacité.
A la même date, le thiamethoxam permet déjà de contrer de manière significative l'augmentation naturelle des populations. L'activité des fourmis diminue légèrement par rapport à T0 (-1.4%) et est significativement inférieure (groupe B, 7.1ml) à celle du témoin et des deux autres modalités (groupe A).

T2 : Diminution générale de la consommation

A T2, une baisse générale de la consommation est constatée par rapport à T1 dans les modalités de traitement. Cependant, seul le thiamethoxam permet une diminution des populations sous le seuil de T0 (-18.6%). Le niveau d'activité des fourmis dans cette modalité (groupe B) est significativement inférieur à celui observé dans les autres modalités (groupe A).

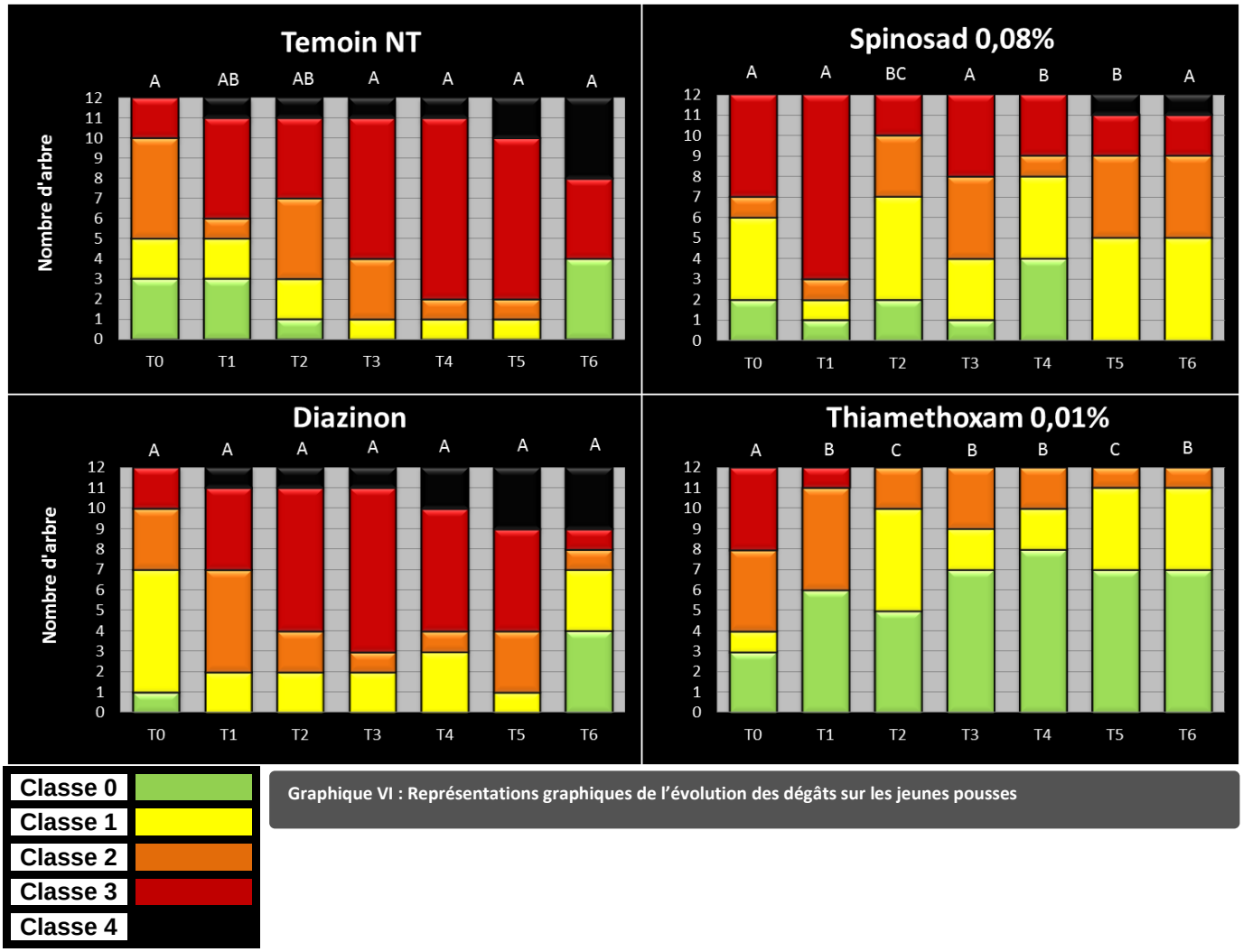
T3 à T5 : Thiamethoxam efficace

A T3, le pic de consommation est observé pour toutes les modalités sans exception.
Les densités de population dans les modalités « non traité », « diazinon » et « spinosad » évoluent de manières identiques et ne sont pas significativement différentes (groupe A). Pour chacune de ces trois modalités, l'activité des fourmis reste largement supérieure à celles observées à T0 avec respectivement +145%, +197.5% et +118%.
Une nouvelle fois, seul le thiamethoxam permet la stabilisation des populations de fourmis à un niveau acceptable proche de T0 (+4.2%). Entre T3 et T5, la consommation oscille entre 7,5 ml et 6,3 ml et est toujours significativement inférieure (groupe B) à celles des autres modalités (groupe A).

T6 : équivalence d'efficacité entre le thiamethoxam et le diazinon

A T6, le niveau de population dans la modalité « thiamethoxam » est diminué de 39.6% comparativement à T0. C'est l'unique traitement qui a permis de diminuer les populations sous le seuil de T0 après six semaines. Malgré cela, son efficacité n'est pas significativement différente de celle de la référence chimique qui après 6 semaines de traitement connait pourtant une augmentation de 25% de ses niveaux de populations par rapport à T0. Il est vrai que le diazinon provoque une chute remarquable du niveau de population de T3 à T6 après avoir doublé entre T2 et T3. Ce résultat est difficile à expliquer tant il est surprenant. Il pourrait être dû à une pénétration tardive du diazinon suite aux précipitations observées début juin.
Les niveaux les plus élevés sont observés dans les modalités « non traité » et « Spinosad » avec respectivement 22,9 ml et 19,1 ml de consommation moyenne. Ils sont significativement supérieurs (groupe A) à ceux observés dans les modalités « thiamethoxam » et « diazinon » (groupe B). L'efficacité du Spinosad après six semaines de traitement semble réduite et nettement insuffisante pour un contrôle efficace des populations de fourmis.

3. *Observations des pousses*



Graphique VI : Représentations graphiques de l'évolution des dégâts sur les jeunes pousses

T0 : Dégâts homogènes

Avant traitements, les dégâts observés sur les jeunes pousses sont homogènes entre les quatre modalités (Groupe A).
Aucun des arbres sélectionnés n'est totalement ravagé (classe 4).
Pour chaque modalité, près de 50% des arbres connaissent un niveau de dégât avancé (classes 2 et 3). L'autre moitié ne subit que quelques attaques (classe 1) ou ne sont pas touchés (classe 0).

T1 : Thiamethoxam efficace dès la première semaine

L'hypothèse d'un « effet station » où celles-ci proposeraient des ressources alimentaires facilement exploitables qui limiteraient par conséquent la montée des fourmis dans les arbres ne semble pas se vérifier compte tenu des dégâts importants observés dans la modalité « spinosad » (9 arbres sur douze en classe 3). L' « effet station » s'il existe est très minime et ne semble pas influencer significativement le taux de dégât observé. En revanche, à cette date, l'intensité des dégâts semble fortement corrélée aux niveaux des populations dans les parcelles. En effet, les attaques augmentent dans toutes les modalités à l'exception de celle traitée au thiamethoxam où les populations sont stabilisées. Cette dernière présente des intensités de dégâts significativement inférieures (groupe B) aux deux autres modalités de traitement (spinosad et diazinon ; groupe A).

T2 : Un effet station plus marqué

Dans les deux modalités disposant de stations (thiamethoxam et spinosad), les dégâts sont en nettes diminutions.
La modalité « thiamethoxam » ne possède plus que deux arbres en classe 2 et aucun dans les classes supérieures.
Dans la modalité « spinosad » seuls deux arbres sont en classe 3, soit sept de moins qu'a T2. Ces résultats tendent à confirmer la bonne appétence de l'appât à base de spinosad mais aussi son manque d'impact sur les niveaux de population.
Les modalités « non traité » et « diazinon » enregistrent une augmentation des niveaux de dégât avec respectivement neuf et dix arbres (sur douze) présentant des dégâts avancés (classes 2, 3 et 4).

T3 à T6 : L'appât est prédominant sur l'effet station

De T3 à T6, le thiamethoxam (groupe B ou C) permet de limiter significativement les dégâts en comparaison des modalités «diazinon » et « non traité » (groupe A). En effet, après trois semaines de traitement, plus de la moitié des arbres est totalement indemne de fourmis. A la fin de l'essai, onze arbres sur douze (92%) sont en classe 0 ou 1.
Le spinosad obtient des résultats satisfaisant à T4 équivalents à la modalité « thiamethoxam » (groupe B) malgré une densité de population de fourmis plus de deux fois supérieure (7,3 ml contre17,8 ml). En revanche, à T5 et T6, les résultats sont plus mitigés. Il n'y a plus d'arbre totalement sain (classe 0) et un arbre totalement ravagé est observé (classe 4).
En ce qui concerne la modalité témoin et la référence chimique, leurs résultats sont semblables (groupe A). Les pousses n'ont pas été protégées. En fin d'essai, trois à quatre arbres sur douze sont complètements ravagés (classe 4).

Conclusion

La comparaison des quantités d'appâts ingérées par les fourmis nous a permis d'apprécier l'appétence relative des différentes formulations toxiques confectionnées. Si les formulations les plus fortement dosées ont du être exclues des tests d'appétence, par la suite, *Tapinoma nigerrimum* n'a pas montré de préférence significative pour une formulation particulière.

Le spinosad et le thiamethoxam respectivement dosés à 0.08% et 0.01% ne sont pas détectés par les fourmis lorsqu'ils sont mélangés à la solution sucrée. Leurs appétences sont équivalentes et identiques à celle de l'appât témoin ne contenant aucun insecticide. En revanche, associées aux stations KmAntPro® et à raison de 40 unités/ha, ces molécules insecticides ont montré des efficacités différentes pour le contrôle des populations de fourmis au champ.

L'efficacité du spinosad semble réduite. Après 6 semaines de traitement, une augmentation de plus de 104.5% des populations a été constatée, comparativement à T0. Sur toute la durée de l'essai, il n'a jamais permis de diminuer les niveaux de populations au-dessous de ceux observés à T0. Les niveaux de populations sont généralement équivalents à ceux de la référence chimique et de la modalité témoin. Cependant, son action n'est pas négligeable puisqu'il permet, grâce à son « effet station », de préserver quelques jeunes pousses contrairement à la référence chimique et au témoin où les dégâts ont été plus importants.

Le thiamethoxam quant à lui, montre sur cet essai une excellente efficacité. L'effet choc observé l'année passée n'a pas été mis en évidence cette année probablement en raison d'une forte augmentation des populations entre T0 et T1. Il a cependant permis de contrer cette augmentation de manière très satisfaisante en stabilisant les niveaux de populations. De T1 à T5, son efficacité sur les niveaux de population est supérieure à celle de la référence chimique diazinon. Les niveaux de populations observés sont toujours significativement inférieurs à ceux de la référence chimique et du témoin. Après 6 semaines de traitement, l'activité des fourmis a été réduite de plus de 39.6%, et près de 60 % des arbres observés sont indemnes de fourmis contre 25% à T0.