

Validé par : Séverine DUPIN

Le : 19 décembre 2018



PÔLE VITICULTURE - ŒNOLOGIE

Étude de l'efficacité des trichogrammes en stratégie de lutte contre les tordeuses de la grappe

2018

Code essai : 637-18
Révision : -
Date de rédaction : décembre 2018



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**

*avec la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
«Développement agricole et
rural »*

RESUME

Les tordeuses de la vigne *Lobesia botrana* (Eudémis), *Eupoecilia ambiguella* (Cochylis) et *Argyrotaenia ljunghiana* (Eulia) comptent parmi les ravageurs majeurs de la vigne.

Les trichogrammes, micro-hyménoptères appartenant à la famille des Trichogrammatidae, présentent une taille inférieure au millimètre. Ce sont des parasitoïdes oophages de nombreux insectes, en majorité des Lépidoptères. Les femelles de trichogrammes pondent dans les œufs de tordeuses. Elles peuvent se reproduire par voie sexuée ou par parthénogénèse. L'œuf hôte est tué très tôt durant son développement et sert à nourrir la larve de trichogramme.

Cet essai a été conduit afin d'évaluer l'efficacité de ces organismes comme lutte biologique contre les tordeuses des grappes. Une meilleure connaissance de l'utilisation de cette méthode est nécessaire pour espérer améliorer les résultats.

En 2018, l'essai a montré un réel potentiel. En effet, vis-à-vis d'un Témoin Non Traité (TNT), cette technique a présenté une efficacité de 40,5 % en fréquence et 55,9 % pour le nombre de perforations.

Toutefois, l'utilisation de trichogrammes au vignoble nécessite d'adapter son programme de traitements. Au moment de la pose des diffuseurs, la vigne ne doit avoir été traitée avec du soufre (mouillable ou en poudre), du meptydinocap (Karathane 3D®) ou un insecticide depuis au moins 2 semaines avant le premier lâcher et 15 jours après le second lâcher. Cela limite l'émergence de la méthode dans les secteurs devant être protégés contre la cicadelle vectrice de la flavescence dorée. Les trichogrammes sont en revanche compatibles avec les fongicides non soufrés, les pièges à phéromones, la confusion sexuelle, les traitements Bt et les hormones végétales.

Leur coût actuel peut également être un frein si l'on souhaite effectuer une protection sur l'ensemble des générations. Mais cette méthode semble intéressante dans les secteurs où seule une génération pose problème. Toutefois si cette méthode se développe les coûts devraient en toute logique baisser.

SOMMAIRE

1. Identification de l'essai	4
1.1. Identification de l'unité et du responsable.....	4
1.2. Partenaires techniques	4
1.3. Financeurs.....	4
1.4. Etat d'avancement de l'essai.....	4
2. Description de l'essai.....	4
2.1. Objet de l'essai	4
2.2. Parcelle expérimentale	5
2.3. Description du protocole.....	6
2.3.1. Modalités de l'essai.....	6
2.3.2. Réalisation et suivi de l'essai.....	6
2.3.3. Notations et prélèvements	7
2.3.3.1. Suivi des dégâts des tordeuses	7
2.3.3.2. Evaluation de prédation des cartes par les fourmis	7
2.4. Traitement des données	7
3. Résultats et commentaires	8
3.1. Caractéristiques de l'année étudiée.....	8
3.1.1. Climatologie du millésime 2018 en Gironde	8
3.1.2. Données climatiques de la parcelle d'essai sur cette campagne 2018	9
3.1.3. Pression eudémis (Sources : BSV Nord Aquitaine).....	10
3.2. Résultats de la notation en fin d'essai	11
3.3. Analyses statistiques.....	12
3.4. Prédation sur les cartes	13
4. Discussion et conclusion.....	14
4.1. Interprétation et discussion	14
4.2. Conclusion.....	14
4.3. Appréciation de l'expérimentateur sur l'essai	14
4.4. Evolution de l'essai sur l'année n+1	15
5. Annexes.....	16
5.1. Annexe I. Bilan de la notation du 13/09/2018	16
5.2. Annexe II. Analyse statistique sur la fréquence d'attaques sur 50 grappes en G3	17
5.3. Annexe III. Analyse statistique sur le nombre de perforations sur 50 grappes en G3	20
5.4. Annexe IV. Analyse statistique sur le nombre de foyers sur 50 grappes en G3.....	23
5.5. Annexe V. Analyse statistique sur le nombre de chenilles sur 50 grappes en G3	26

1. Identification de l'essai

1.1. Identification de l'unité et du responsable

- **Responsable technique** : Séverine DUPIN
- **Techniciens, stagiaire** : Maria Hilen PAREJA , Pierre-Adrien ROUX, Clotilde MARTIN
- **Auteurs du rapport** : Maria Hilen PAREJA, Pierre-Adrien ROUX
- **Lieu de l'essai** : Château Bel Air La Royère 33390 Cars

1.2. Partenaires techniques

Pour mener l'essai, la société Bioline AgroSciences a accepté de nous fournir les produits gratuitement et leur responsable technique est venue aider pour la mise en place de l'essai et la notation finale.

1.3. Financeurs

Pour cette première année d'essai, aucun financement n'a été reçu. A partir de 2019, un financement via le PRDA sera demandé (Plan régional pour le Développement Agricole de la région Nouvelle-Aquitaine).

1.4. Etat d'avancement de l'essai

La saison 2018 correspond à la première année de l'essai. L'objectif est de poursuivre l'essai au moins deux années supplémentaires pour valider les résultats obtenus.

2. Description de l'essai

2.1. Objet de l'essai

Les tordeuses de la vigne *Lobesia botrana* (eudémis), *Eupoecilia ambiguella* (cochylis) et *Argyrotaenia ljugiana* (eulia) font partie des ravageurs majeurs du vignoble européen. Les chenilles, en s'attaquant aux inflorescences et aux grappes, peuvent créer de gros dégâts. De plus, en perforant les baies, les larves favorisent l'installation de la pourriture grise (*Botrytis cinerea*). La lutte conventionnelle nécessite 1 à 3 IFT. L'utilisation d'insecticides de synthèse est coûteuse, conduit de plus en plus à l'apparition de résistances et a d'importants impacts sur l'environnement. Aujourd'hui l'objectif de nombreux viticulteurs est d'élaborer des systèmes de production performants avec un faible impact écologique, notamment au niveau des intrants phytosanitaires, tout en préservant une protection du vignoble suffisante par rapport aux objectifs de production et de qualité de la vendange. Des méthodes alternatives sont disponibles dans la liste des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle, les deux méthodes les plus utilisées sont :

- La confusion sexuelle, via l'utilisation de phéromones sexuelles de synthèse, a pour but d'empêcher les accouplements par émission intense de phéromones, les femelles ne pouvant plus être localisées par les mâles. Un grand nombre de diffuseurs de phéromones (500 diffuseurs/ha) doit être disposé sur une surface homogène de plus de 10 ha. Toutefois, c'est une méthode qui reste chère, 160 €/ha en moyenne (Le coût des fournitures en viticulture et œnologie, 2018), sans compter le temps de leur pose et leur dépose. De plus, en cas de vignobles morcelés, elle exige une concertation entre viticulteurs pour obtenir cette surface minimale. C'est donc une méthode de «lutte biotechnique collective». Par ailleurs l'impact écologique de cette émission massive de phéromones synthétiques n'a été étudié que partiellement.

- Le *Bacillus thuringiensis* (Bt) est une bactérie Gram + qui fabrique des protéines toxiques pour les œufs des tordeuses de la grappe sous forme de cristaux. Il n'agit que s'il est ingéré par la chenille. Cependant, la faible persistance du produit, sa sensibilité au lessivage et son positionnement exigeant sont des facteurs limitant la généralisation de son usage. En effet, son application nécessite une observation rigoureuse des stades de pontes pour intervenir au stade tête noire. Un traitement déclenché trop tôt, sur le pic des pontes, ou trop tard sur des larves ayant déjà pénétré dans les baies engendrera l'échec de la stratégie.

Face aux inconvénients de ces deux méthodes alternatives déjà pratiquées, les viticulteurs demandent à ce que d'autres stratégies soient proposées et évaluées.

Depuis un peu plus d'une année, des macro-organismes indigènes parasitant les œufs de tordeuses sont en vente. Ce sont des trichogrammes (micro-hyménoptères). Exemptés d'autorisation de mise sur le marché, ils sont utilisables en agriculture biologique et répondent au principe du biocontrôle. De plus, l'utilisation de cette méthode de lutte se fait avec un IFT de 0.

Les trichogrammes parasitent les œufs de tordeuses, ce qui empêche alors le développement de la larve et l'émergence des chenilles. Ils interviennent donc avant que le ravageur ait occasionné le moindre dégât. Une dizaine d'espèces ont été recensées dans les vignobles européens (Thiery, 2008¹). La société Bioline AgroSciences a ensuite effectué différentes évaluations pour décider de quelle espèce proposer en commercialisation. Pour la vente, des œufs d'*Ephestia sp.* sont utilisés comme hôtes pour les trichogrammes.

Cet essai a été conduit afin d'évaluer l'efficacité de ces parasitoïdes utilisés comme agents de lutte biologique contre les tordeuses des grappes.

2.2. Parcelle expérimentale

- **Lieu** : Château Bel Air La Royère 33390 Cars
- **Sol** : Sableux
- **Cépage** : Merlot
- **Densité** : 4 545 pieds/ha (inter-ceps de 1,10 m et inter-rangs de 2 m)
- **Taille** : guyot double
- **Environnement des parcelles** : parcelle située en bordure d'une route. De chaque côté de la parcelle, il y a un petit bois. Une habitation se situe à côté de la parcelle. Enfin à l'ouest de la parcelle, on trouve d'autres parcelles de vigne.

Le dispositif est installé sur une parcelle avec une pression d'Eudémis moyenne à forte, dans un secteur avec des pressions élevées récurrentes.



Figure 1 : Vue aérienne de la parcelle d'essai et division des zones expérimentales

¹ D. Thiery, Les tordeuses nuisibles à la vigne, In : Ravageurs de la Vigne Ed. Féret

2.3. Description du protocole

Pour cet essai, nous avons travaillé uniquement en troisième génération (mois d'août), période à laquelle les traitements fongicides (notamment soufre) sont en général terminés.

2.3.1. Modalités de l'essai

La parcelle d'expérimentation est divisée en deux zones :

- Une zone d'environ 0,5 ha où sont réalisés les lâchers.
- Une zone de 5 rangs non traitée en insecticide : Témoin Non Traité (TNT).

Ces deux surfaces sont séparées par 10 rangs servant de zone tampon.

Le lâcher de trichogrammes est effectué deux fois par génération à 15 jours d'intervalle avec une dose de 100 cartes par hectare disposés comme montré sur la figure 2. Les cartes contiennent en moyenne 2 500 trichogrammes à différents stades de développement qui vont émerger dès 48h après leur livraison puis de façon continue pendant 2 semaines. Les cartes sont placées selon un maillage de 10 m x 10 m (cf. figure 2). La première carte est posée à 5 m du début de rang et du bord de la parcelle.

Les cartes sont accrochées sur le fil d'aste, à la même hauteur que les grappes.

La zone d'essai et le TNT ne reçoivent pas d'insecticide et de soufre (mouillable et poudrage) pendant toute la période d'essai et si possible dès 2 semaines avant le premier lâcher et 15 jours après le second lâcher.

Les 10 rangs entre les trichogrammes et le TNT sont protégés contre les tordeuses selon l'itinéraire de l'exploitation. Ils seront suivis également afin de produire la référence d'efficacité de lutte mise en place par l'exploitation. Pour cette première année d'étude, la viticultrice n'a pas traité sur la G3. Nous n'avons donc pas réalisé de comptage sur cette zone.

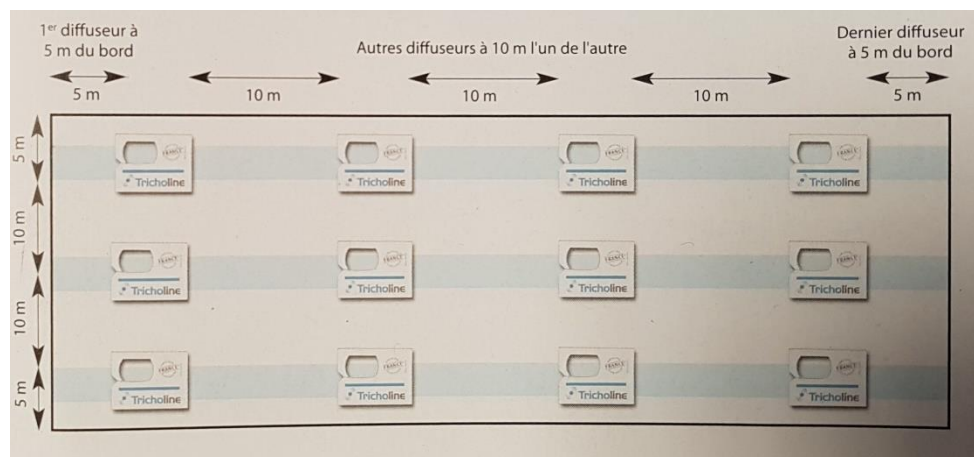


Figure 2 : Localisation des cartes

2.3.2. Réalisation et suivi de l'essai

Pour ce travail, nous avons réalisé les lâchers de trichogrammes, le suivi de l'essai et la notation finale. Les poses ont été faites les 08 et 21/08/2018.

Il est important de faire régulièrement les observations suivantes :

- Les premiers papillons capturés dans le piège situé à proximité de la parcelle (au niveau de l'exploitation).
- Les stades des pontes et si elles sont parasitées.

La station météorologique utilisée est celle de Saint Trojan, située à 3 km de la parcelle d'essai.

2.3.3. Notations et prélèvements

2.3.3.1. Suivi des dégâts des tordeuses

La notation porte sur la fréquence et le nombre moyen de foyers, perforations et chenilles sur 200 grappes prises au hasard dans chaque modalité (parcelle trichogramme et TNT) en fin de troisième génération ou juste avant la récolte.

L'évaluation est visuelle. Le comptage est chenilles est fait à titre d'information mais seul un saumurage rendrait la donnée réellement précise.

2.3.3.2. Evaluation de prédation des cartes par les fourmis

Les œufs d'*Ephestia sp.* utilisés comme hôtes pour la production de trichogrammes (et se trouvant dans les cartes), sont très appétants pour certains arthropodes comme les fourmis. Afin d'évaluer cet impact, il a été décidé de contrôler la prédation sur 10 cartes prises au hasard sur la parcelle.

Chaque carte est ouverte et le pourcentage d'œufs détruits est évalué.

Une photographie de chaque carte est prise si une prédation est observée afin de fournir cette information à Bioline AgroSciences.

2.4. Traitement des données

L'analyse statistique suite à la notation des dégâts est faite via le logiciel Statbox® 6.7 (Agrosolutions). Elle porte sur la fréquence de grappes touchées, le nombre de foyers et de perforations sur 50 grappes pour chaque modalité.

Elle correspond à une analyse de variance (ANOVA) puis un test de comparaison des moyennes (test de Newman-Keuls). L'hypothèse H1 selon laquelle les moyennes sont significativement différentes est acceptée lorsque la p-value renvoyée est inférieure au seuil α fixé à 5%.

3. Résultats et commentaires

3.1. Caractéristiques de l'année étudiée

3.1.1. Climatologie du millésime 2018 en Gironde

La période du repos végétatif a été marquée par une pluviométrie supérieure à la moyenne trentenaire sur la station de Mérignac. Elle présente ainsi un excédent hydrique de 82 mm (cf. Figure 3).

Les débuts d'automne et d'hiver ont été plus chauds par rapport aux données trentenaires avec une hausse de +1,5 °C pour octobre et +2,8 °C pour janvier. En revanche les mois de novembre, décembre, février et mars ont été plus frais avec respectivement -0,8 °C, -0,2 °C, -2,2 °C et -0,5 °C que les normales.

Le début de printemps a une pluviométrie largement excédentaire (60 mm en mars et 10 mm en avril). Des pluies fréquentes mais de volume final peu important ont eu lieu en mai et juin. Leur bilan est déficitaire. Le mois de juillet a subi une pluviométrie dans la moyenne, concentrée sur la première quinzaine. Par la suite, la période estivale a subi une sévère insuffisance d'eau de 116 mm et plus particulièrement septembre avec 80 mm de diminution.

Le premier semestre de 2018 a donc été humide avec des températures douces. L'été et le début d'automne ont été chauds et très secs. La période végétative présente, sans discontinuer, des températures supérieures aux moyennes.

Enfin, le vignoble a été frappé à plusieurs reprises par des épisodes de grêle, les 26/05/2018, 04/07/2018 et 15/07/2018. Compte tenu de la position géographique, la parcelle expérimentale, n'a pas été impactée par ces évènements. Pour autant, cela n'a pas empêché les orages récurrents sur le secteur.

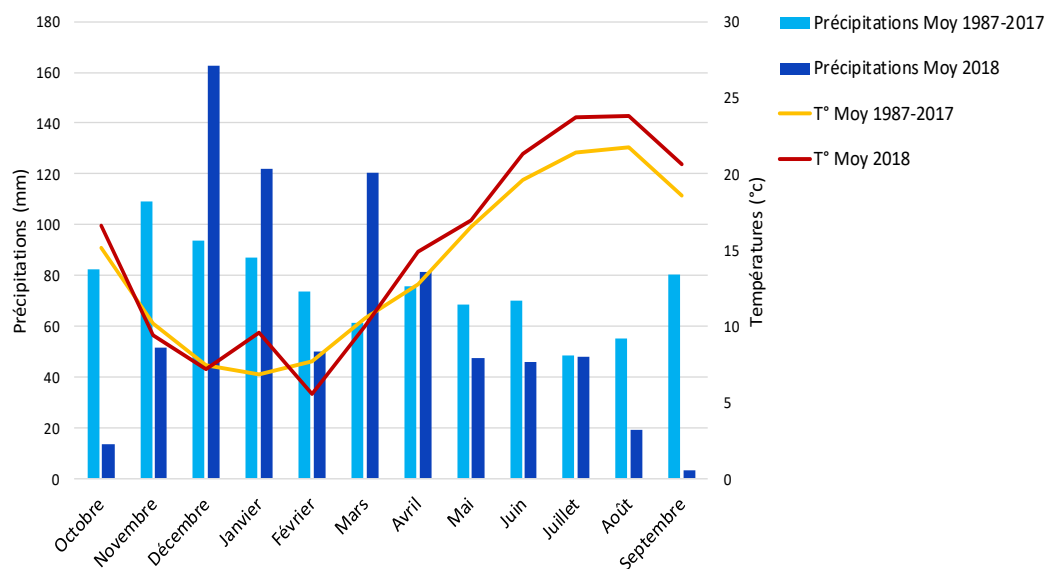
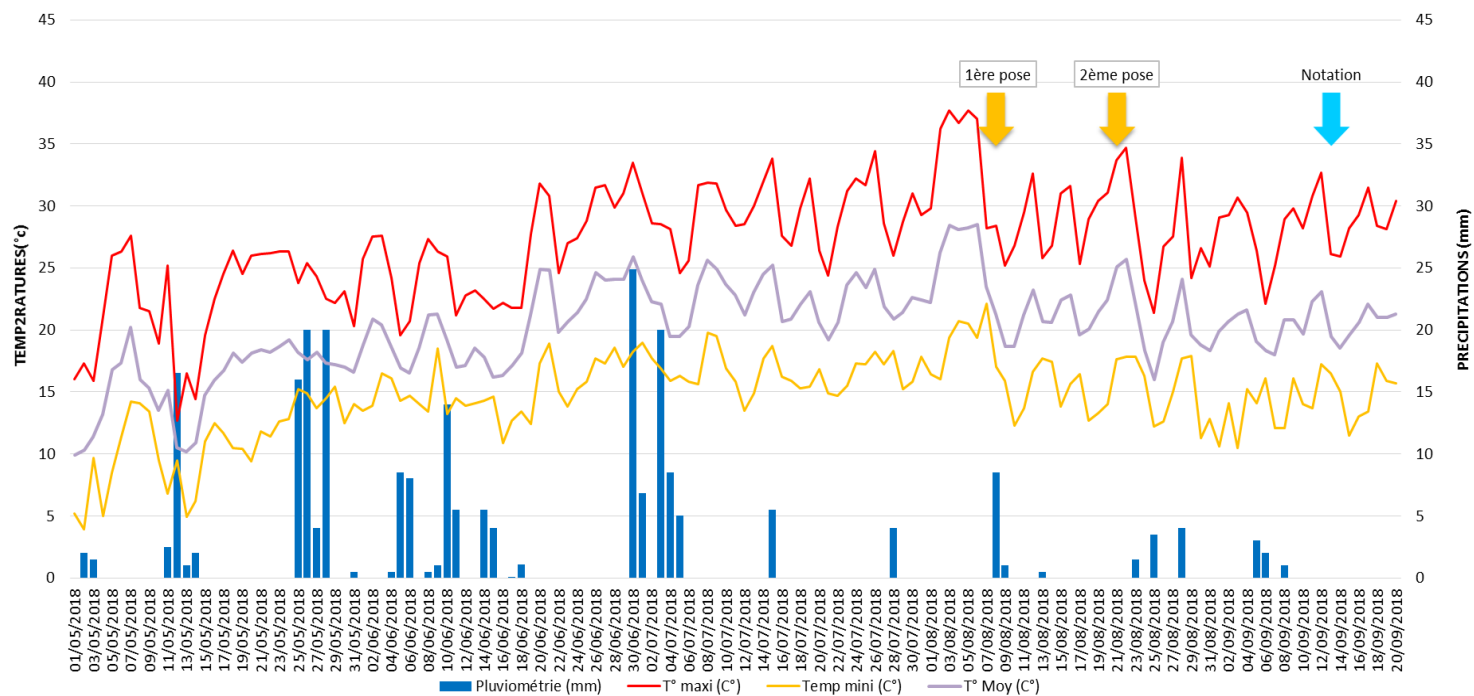


Figure 3 : Comparatif des moyennes trentenaires avec le millésime 2017-2018

3.1.2. Données climatiques de la parcelle d'essai sur cette campagne 2018



Sources : Station météorologique St Trojan

Figure 4 : Diagramme ombrothermique et positionnement des interventions (poses des cartes et notations)

3.1.3. Pression eudémis (Sources : BSV Nord Aquitaine)

Génération 1 (G1) :

Le vol d'Eudémis a débuté dans la semaine du 17 au 23/04/2018 sur l'ensemble du vignoble, à l'exception du Médoc. Il reste globalement faible sauf dans le Bourgeais et le Blayais (secteur de l'essai). La fin du vol est notée aux alentours du 30/05/2018. Les premiers glomérules sont observés entre le 23/05 et le 29/05/2018 dans le Libournais et le Sud Gironde. Par la suite, les secteurs du Blayais, du Bourgeais et du Sud Gironde semblent plus touchés bien que le seuil d'intervention ne soit que très rarement atteint.

Génération 2 (G2) :

Les premières captures indiquant le début du vol ont été recensées à partir du 20/06/2018 dans le Blayais et le Bourgeais (courbe grise cf. Figure 5). Dès le 27/06/2018, les captures se généralisent sur l'ensemble du vignoble à l'exception du Médoc (où le vol n'a jamais été observé). Le pic du vol a lieu entre le 27/06 et le 03/07/2018 et il semble se terminer vers le 15/07/2018. Le niveau de perforations reste faible dans l'ensemble du territoire. Les seuils nécessitant un traitement en troisième génération ne sont franchis que très localement.

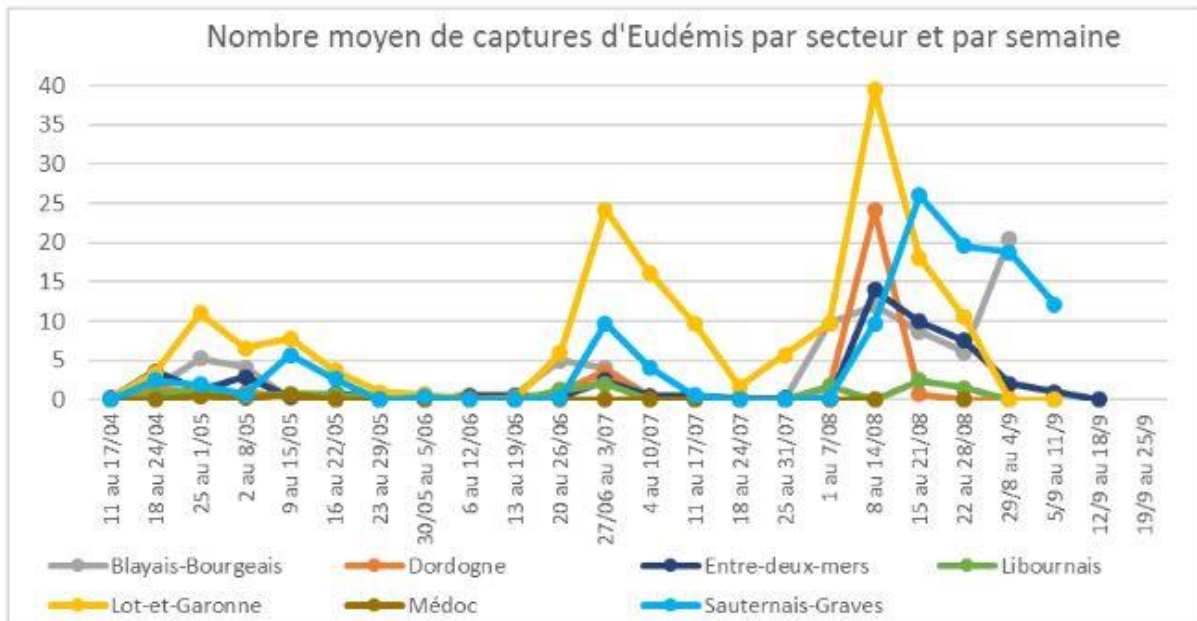


Figure 5 : Courbes des captures d'Eudémis (le secteur étudié est représenté par la courbe grise). (Source BSV Nord Aquitaine N°19)

Génération 3 (G3) :

Les premières pontes ont été observées dans la semaine du 01 au 07/08/2018 dans les secteurs du Blayais-Bourgeais, le sud-est de l'Entre-deux-mers, le pays foyens et le Libournais. Le vol s'est étalé jusqu'au 10/09/2018.

Les dégâts les plus importants ont été observés sur les parcelles à historique fort. Toutefois, leur impact a été limité par les conditions particulièrement chaudes et sèches de la fin de saison.

3.2. Résultats de la notation en fin d'essai

La notation du 13/09/2018 permet d'observer une infestation correcte du TNT, au vu de la situation du millésime 2018 (cf. Figure 6). Les paramètres observés montrent des différences plus ou moins importantes toujours en faveur de la modalité Tricholine vitis®. Les valeurs du TNT sont globalement deux fois plus élevées que sur la modalité trichogramme, hormis pour les chenilles. Cela est particulièrement remarquable sur le nombre de perforations, avec 42,5 perforations en moyenne pour 50 grappes sur le TNT et 18,8 perforations en moyenne pour 50 grappes pour les Tricholine vitis®, soit une efficacité de 55,9 %.

La modalité Tricholine vitis® présente 40,5% d'efficacité supplémentaire par rapport au TNT.

Des chenilles ont été trouvées, mais le protocole utilisé ne permet une analyse fiable (cf. 2.3.3.1).

Les écarts-types sont globalement faibles sauf pour le nombre de perforations du TNT.

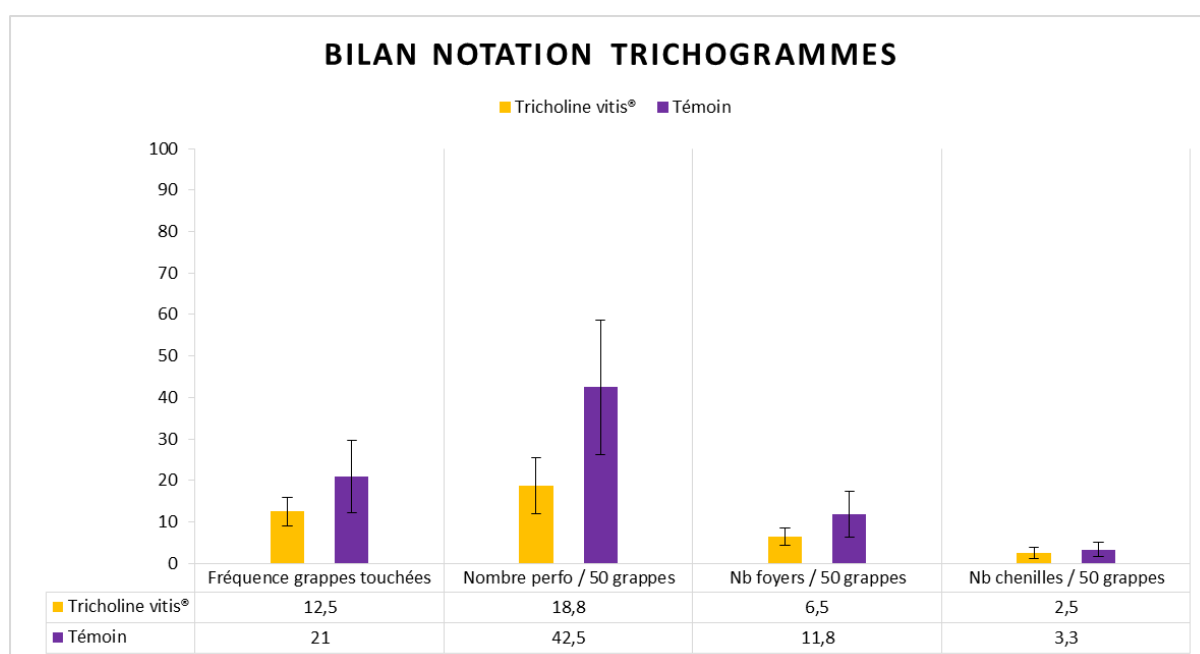


Figure 6 : Notation du 13/09/2018

3.3. Analyses statistiques

Avant d'effectuer cette analyse, les données ont été normalisées en appliquant un $\log(x+1)$ afin de lisser d'éventuelles interactions entre les modalités et les blocs.

Tableau 1 : Analyse statistique

	TNT	Tricholine vitis®
Fréquence de grappes touchées en %	A	B
Nombre de perforations sur 50 grappes	A	B
Nombre de foyers sur 50 grappes	A	B
Nombre de chenilles sur 50 grappes	Test non significatif	

L'analyse statistique démontre qu'il y'a des différences significatives entre les deux modalités et sur l'ensemble des paramètres étudiés, hormis pour les chenilles. Ce dernier paramètre ne peut être utilisé pour une analyse fiable, les larves n'ayant pas été trouvées en quantité suffisante.

3.4. Efficacité des trichogrammes vis-à-vis du TNT

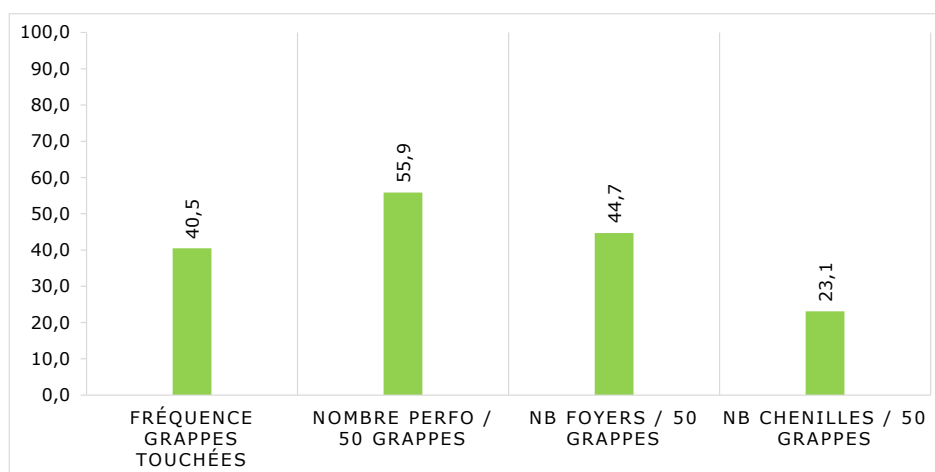


Figure 7 : % d'efficacité vis-à-vis du TNT pour chaque variable

Les trichogrammes ont permis d'avoir une efficacité comprise entre 23,1 % et 55,9% (cf. Figure 7). L'efficacité la plus faible est observée sur le nombre de chenilles pour 50 grappes. Comme nous l'avons déjà dit, cette valeur est la moins précise. Sur les dégâts observés, l'utilisation de Tricholine Vitis a apporté un minimum de 40% d'efficacité ce qui est élevé.

3.5. Prédation sur les cartes

Comme évoqué précédemment, les œufs d'*Ephestia sp.*, utilisés comme hôtes pour la production de trichogrammes (et se trouvant dans les cartes, figure 8), sont très appétants pour les fourmis. Cette prédation peut engendrer de sévères pertes au niveau des adultes près à émerger comme illustré en figure 10. Les prédateurs pénètrent dans les cartes par les petites ouvertures se situant sur les tranches.

Ce phénomène est présenté sur le tableau 2 ainsi que sur la figure 8 et s'est avéré relativement important lors du premier lâché avec 42,5% de prédation sur les 10 cartes évaluées. 4 cartes ont été attaquées à au moins 75% dont 3 entièrement. Quant aux 6 cartes restantes, elles n'ont été prédatées qu'à hauteur maximum de 25%. A noter que 4 dispositifs n'ont pas été du tout attaqués.

Cette même analyse a été faite sur le second lâcher et aucun signe de prédation n'a été repéré sur les cartes.

Tableau 2: Analyses d'échantillonnage de cartes suite au premier lâcher

Cartes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	moyenne
% de prédation	0	100	100	75	0	25	0	25	100	0	42,5

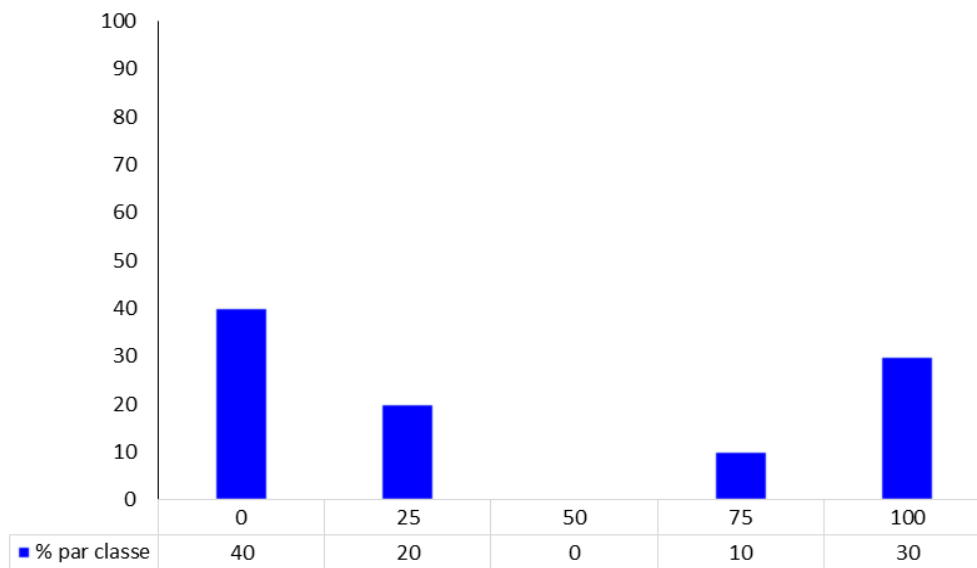


Figure 8 : Dénombrement des classes de prédation



Figure 9 : Carte non prédatée



Figure 10 : Carte prédatée à 100%

4. Discussion et conclusion

4.1. Interprétation et discussion

La pression relativement haute sur la parcelle par rapport à la tendance, plutôt basse, sur le vignoble girondin (cf. paragraphe 3.3) ainsi que les écarts-types permettent d'obtenir des analyses fiables.

L'effet de cette méthode est particulièrement visible sur le nombre de perforations avec 42,5 perforations en moyenne pour 50 grappes sur le TNT et 18,8 perforations en moyenne pour 50 grappes pour Tricholine vitis®.

Il est à noter toutefois un impact de la prédation sur les trichogrammes qui a pu atténuer les résultats, tout de même très encourageants. Ce même phénomène a pu aussi jouer un rôle sur les écarts-types, en plus de la distribution inégale des tordeuses, inhérente aux essais sur lépidoptères.

4.2. Conclusion

Il s'agit de la première campagne pour cet essai, mené sur la commune de Cars dans le vignoble du blayais. Les valeurs du TNT sont globalement deux fois plus élevées que sur la modalité Tricholine vitis®. Les écarts les plus visibles se situent au niveau des perforations.

Cette méthode de lutte intégrée possède un fort potentiel. Les résultats obtenus en G3 sont agronomiquement intéressants et montrent des différences significatives.

4.3. Appréciation de l'expérimentateur sur l'essai

Les résultats semblent montrer une réelle efficacité. Les trichogrammes peuvent être une alternative à la lutte classique sur une génération (problème de compatibilité avec le soufre par contre).

Cette technique permet de réduire l'IFT. Elle a un coût élevé (75€/ha/pose soit 150€ par génération) et une mise en place contraignante si une surface importante est traitée (toutes les cartes doivent être mises en place le même jour).

La lutte via des parasitoïdes ne se prête que très rarement aux cultures en plein champ, la majeure partie se faisant sous abri, et cette exception nous force à nous attarder dessus. Cette même lutte est très utilisée pour combattre la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) avec une très bonne efficacité.

Toutefois la méthode de lâchers peut encore être optimisée via l'utilisation de drones en remplaçant les cartes par des sphères biodégradables, comme cela se fait déjà pour le maïs. Cela implique néanmoins de ne pas rentrer dans la parcelle avec des machines durant quelques jours après le lâcher, afin de ne pas détruire les diffuseurs se trouvant au sol.

4.4. Evolution de l'essai sur l'année n+1

Pour consolider les résultats et au vu de ceux de 2018 nous souhaitons réitérer cet essai. Nous travaillerons sur la même parcelle.

Il serait intéressant d'effectuer les dénombrements classiques d'un essai vers de grappe type BPE à savoir le comptage des glomérules en G1, ainsi qu'une notation en G2 si l'essai se déroule en G3 ou inversement.

Il peut être, également, utile de continuer d'observer la prédation sur les cartes pour évaluer une éventuelle corrélation avec les taux d'attaques des vers de grappes et ce en délimitant de petits secteurs autour de certaines cartes. Nous supposons que les zones où les trichogrammes ont été détruits devraient être plus fortement attaquées par les tordeuses que les zones sans prédation.

5. Annexes

5.1. Annexe I. Bilan de la notation du 13/09/2018

	Fréquence de grappes touchées en %	Nombre de perforations sur 50 grappes	Nombre de foyers sur 50 grappes	Nombre de chenilles sur 50 grappes
P1	34,0	64	20	5
P2	16,0	46	10	4
P3	16,0	30	8	1
P4	18,0	30	9	3
Moyenne	21,0	42,5	11,8	3,3
Ecart type	8,72	16,20	5,56	1,71

5.2. Annexe II. Analyse statistique sur la fréquence d'attaques sur 50 grappes en G3

Variable : Freq_grapp_log

HISTOGRAMME DES RESIDUS

4	22	24
3	21	23
2	14	12
1	13	11

EFFECTIF 4 0 0 4

BORNES -.056 -.028 0 .028
à à à à
-.028 0 .028 .056

MINIMUM -0,056 MAXIMUM 0,056 INTERVALLE 0,028

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.0 PROB : 0.9999

APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 1.089 PROBA : 0.19683

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NUL

CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2
1	TNT b4	Tricho b4
2	Tricho b3	TNT b3
3	Tricho b2	TNT b2
4	Tricho b1	TNT b1

< -3.406344E-02 < 0

< 3.406344E-02 < 999999

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = F1

1 (TNT)	2 (Tricho)
0,054	0,054

KH12 = 0.0

PROB = 0.99

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
0,079	0,052	0,061	0,07

KH12 = 0.131

PROB = 0.98716

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 0.002 PROBA = 0.686218

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,193	7	0,028				
VAR.FACTEUR 1	0,082	1	0,082	13,972	0,03183		
VAR.BLOCS	0,093	3	0,031	5,307	0,10227		
VAR.RESIDUELLE 1	0,018	3	0,006			0,077	6,27%

MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 1.22

MOYENNES FACTEUR 1 = F1

1 (TNT)	2 (Tricho)
1,321	1,119

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
1,387	1,092	1,172	1,227

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : F1

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,06	13%	22%	36%
10%	0,12	29%	63%	77%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		69%	80%	90%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : F1

NOMBRE DE MOYENNES 2

VALEURS DES PPAS 0,172

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	TNT	1,321	A	
2.0	Tricho	1,119	B	

Données pour des regroupements d'essais

1 (TNT)	1,321	Résiduelle	DDL	Nb Blocs	
2 (Tricho)	1,119	0,006	3	4	

5.3. Annexe III. Analyse statistique sur le nombre de perforations sur 50 grappes en G3

Variable : Nbr_perfo_log

HISTOGRAMME DES RESIDUS

2	22	23	13	24
1	14	21	11	12

EFFECTIF 2 2 2 2

BORNES - .14 - .07 0 .07
à à à à
- .07 0 .07 .14

MINIMUM -0,14 MAXIMUM 0,14 INTERVALLE 0,07

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.0 PROB : 0.9999

APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.022 PROBA : 0.50896

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NUL

CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2
1	TNT b4	Tricho b4
2	Tricho b3	TNT b3
3	Tricho b2	TNT b2
4	Tricho b1	TNT b1

< -.0633677
 < 0
 < .0633677
 < 999999

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = F1

1 (TNT)	2 (Tricho)
0,101	0,101

KH12 = 0.0

PROB = 0.99

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
0,065	0,131	0,003	0,199

KH12 = 5.393

PROB = 0.14335

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 0.0 PROBA = 0.968736

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,374	7	0,053				
VAR.FACTEUR 1	0,232	1	0,232	11,474	0,0414		
VAR.BLOCS	0,081	3	0,027	1,332	0,40937		
VAR.RESIDUELLE 1	0,061	3	0,02			0,142	9,84%

MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 1.446

MOYENNES FACTEUR 1 = F1

1 (TNT)	2 (Tricho)
1,617	1,276

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
1,597	1,409	1,319	1,461

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : F1

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,07	8%	15%	28%
10%	0,14	17%	27%	63%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		65%	77%	88%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : F1

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 0,32

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	TNT	1,617	A	
2.0	Tricho	1,276		B

Données pour des regroupements d'essais

1 (TNT) 1,617 Résiduelle DDL Nb Blocs
2 (Tricho) 1,276 0,02 3 4

5.4. Annexe IV. Analyse statistique sur le nombre de foyers sur 50 grappes en G3

Variable : Nbr_foyer_log

HISTOGRAMME DES RESIDUS

4	22	24
3	21	23
2	14	12
1	13	11

EFFECTIF 4 0 0 4

BORNES -0,062 -0,031 0 0,031
à à à à
-0,031 0 0,031 0,062

MINIMUM -0,062 MAXIMUM 0,062 INTERVALLE 0,031

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.0 PROB : 0.9999

APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 1.021 PROBA : 0.18143

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NUL

CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2
1	TNT b4	Tricho b4
2	Tricho b3	TNT b3
3	Tricho b2	TNT b2
4	Tricho b1	TNT b1

< -4.176452E-02 < 0

< 4.176452E-02 < 999999

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = F1

1 (TNT)	2 (Tricho)
0,066	0,066

KH12 = 0.0

PROB = 0.99

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
0,074	0,088	0,077	0,085

KH12 = 0.03

PROB = 0.99

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 0.003 PROBA = 0.664825

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,225	7	0,032				
VAR.FACTEUR 1	0,095	1	0,095	10,769	0,04496		
VAR.BLOCS	0,104	3	0,035	3,923	0,14565		
VAR.RESIDUELLE 1	0,026	3	0,009			0,094	9,67%

MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 0.971

MOYENNES FACTEUR 1 = F1

1 (TNT)	2 (Tricho)
1,079	0,862

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
1,161	0,87	0,9	0,952

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : F1

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,05	8%	15%	28%
10%	0,1	17%	28%	64%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		64%	76%	87%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : F1

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 0,211

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	TNT	1,079	A	
2.0	Tricho	0,862		B

Données pour des regroupements d'essais

1 (TNT)	1,079	Résiduelle	DDL	Nb Blocs	
2 (Tricho)	0,862		0,009	3	4

5.5. Annexe V. Analyse statistique sur le nombre de chenilles sur 50 grappes en G3

Variable : Nbr_chenille_log

HISTOGRAMME DES RESIDUS

2	21	22	24	23
1	13	14	12	11

EFFECTIF 2 2 2 2

BORNES - .201 - .1 0 .1
à à à à
- .1 0 .1 .201

MINIMUM -0,201 MAXIMUM 0,201 INTERVALLE 0,1

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.0 PROB : 0.9999

APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 1.513 PROBA : 0.31545

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NUL

CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2
1	TNT b4	Tricho b4
2	Tricho b3	TNT b3
3	Tricho b2	TNT b2
4	Tricho b1	TNT b1

< - .1081545
 < 0
 < .1081545
 < 999999

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = F1

1 (TNT)	2 (Tricho)
0,172	0,172

KH12 = 0.0

PROB =0.99

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
0,284	0,104	0,266	0,122

KH12 = 1.017

PROB =0.79994

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 0.011 PROBA = 0.749107

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,231	7	0,033				
VAR.FACTEUR 1	0,011	1	0,011	0,192	0,68894		
VAR.BLOCS	0,042	3	0,014	0,239	0,8649		
VAR.RESIDUELLE 1	0,177	3	0,059			0,243	43,59%

MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 0.557

MOYENNES FACTEUR 1 = F1

1 (TNT)	2 (Tricho)
0,595	0,52

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
0,54	0,588	0,452	0,65

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : F1

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,03	5%	10%	20%
10%	0,06	6%	11%	22%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		6%	12%	23%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Données pour des regroupements d'essais

1 (TNT)	0,595	Résiduelle	DDL	Nb Blocs	
2 (Tricho)	0,52		0,059	3	4