

Validé par : Séverine DUPIN

Le : 03 février 2019



PÔLE VITICULTURE - ŒNOLOGIE

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

2019

Code essai : 637-19
Révision : -
Date de rédaction : Octobre 2019



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 ljugiana* (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 macro-organismes comme lutte biologique contre les tordeuses des grappes car de meilleures connaissances sur l'utilisation de cette méthode sont nécessaires pour 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 meptyldinocap (Karathane 3D®) ou un insecticide, au moins 2 semaines avant le premier lâcher et 15 jours après le second. Cela limite donc 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 au *Bacillus thuringiensis* et les hormones végétales.

Leur coût actuel peut également être un frein si l'on souhaite effectuer une protection sur l'ensemble des générations puisque le coût de lutte d'une génération est de 150 €/ha. Cette méthode semble toutefois intéressante dans les secteurs où seule une génération pose problème.

Cette année, la pression de tordeuses a été très importante. L'essai mené en 2019 n'apporte donc aucun résultat concluant sur cette technique de lutte.

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	8
3. Résultats et commentaires	8
3.1. Caractéristiques de l'année étudiée.....	8
3.1.1. Conditions météorologiques du département de la Gironde.....	8
3.1.2. Données climatiques de la parcelle d'essai sur cette campagne 2019	9
3.1.3. Pression eudémis (Sources : BSV Nord Aquitaine).....	10
3.2. Résultats de la notation en fin d'essai	10
3.3. Analyses statistiques et efficacité des trichogrammes vis-à-vis du TNT.	12
3.4. Prédation sur les cartes.....	13
4. Discussion et conclusion.....	13
4.1. Interprétation et discussion	13
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	14
5. Annexes.....	15
5.1. Annexe 1 : Calendrier de traitements de la parcelle d'essai.....	15
5.2. Annexe 2 : Analyse statistique sur la fréquence d'attaques sur 100 grappes en G3	15
5.3. Annexe 3 : Analyse statistique sur le nombre de perforations sur 100 grappes en G3	17
5.4. Annexe 4 : Analyse statistique sur le nombre de foyers sur 100 grappes en G3	19

1. Identification de l'essai

1.1. Identification de l'unité et du responsable

- **Responsable technique** : Séverine DUPIN
- **Intervenants** : Marie DALMIERES, Séverine DUPIN, Sidonie GUÉGNIARD, Pierre-Adrien ROUX
- **Auteur du rapport** : Sidonie GUÉGNIARD

1.2. Partenaires techniques

Pour mener l'essai, la société Phyteurop a fourni les Tricholine Vitis®.

1.3. Financeurs

Le PRDA (Plan Régional pour le Développement Agricole de la région Nouvelle-Aquitaine) a co-financé l'étude.

1.4. Etat d'avancement de l'essai

L'essai a commencé en 2018, la saison 2019 correspond à la deuxième année d'étude. L'objectif est de poursuivre l'essai au moins une année supplémentaire pour valider ou infirmer 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, 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 de nombreux viticulteurs ont pour objectif d'élaborer des systèmes de production performants avec un faible impact écologique, en réduisant l'utilisation d'intrants phytosanitaires tout en préservant une protection du vignoble suffisante afin d'atteindre leurs 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, 170 €/ha en moyenne (Le coût des fournitures en viticulture et œnologie, 2019), sans compter le temps de pose et de 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 Phyteurop a évalué les performances des différentes souches indigènes pour choisir celle qui sera commercialisée. Pour la production et la vente, les hôtes de trichogrammes sont des œufs d'*Ephestia sp.* (œufs de mites et teignes). 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 – 1, Les Ricards - 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** : la parcelle est située en bordure de route. Une habitation se situe au sud. De chaque côté de la parcelle, il y a un petit bois. A 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.



Photo 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

C'est uniquement la troisième génération d'Eudémis qui a fait l'objet de l'essai. Elle présente l'inconvénient de favoriser la pourriture grise et c'est également la 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 trois 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).
- Une zone entre les deux (de 10 rangs, environ 20 mètres) a été traitée avec un *Bacillus thuringiensis* par les expérimentateurs, à l'aide d'un pulvérisateur à dos.

Deux pièges à phéromones (cochylis et eudémis) ont été positionnés le 22/07 afin de suivre les dynamiques de vol. Ils ont été relevés toutes les semaines.

Le lâcher de trichogrammes est effectué deux fois à 15 jours d'intervalle avec une dose de 100 cartes par hectare. 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 1). 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 porteur, à la même hauteur que les grappes, sous le feuillage. La zone d'essai et le TNT n'ont pas reçu d'insecticide ni de fongicides pendant toute la période d'expérimentation (seule une application d'argile a été effectuée).

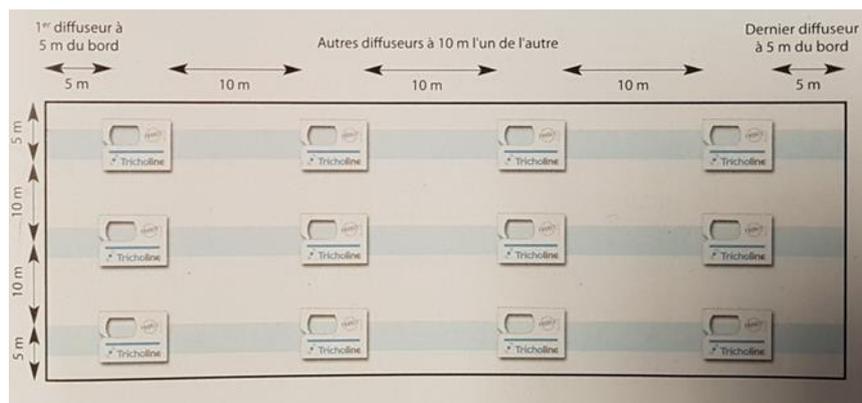


Figure 1 : Localisation des cartes

2.3.2. Réalisation et suivi de l'essai

Pour ce travail, nous avons réalisé les lâchers de trichogrammes, les traitements au *Bacillus thuringiensis*, le suivi de l'essai et la notation finale. Nous avons été attentifs :

- aux premiers papillons capturés dans le piège situé à proximité de la parcelle (au niveau de l'exploitation). Ainsi, dès la première capture (cf. tableau 1), les cartes de trichogrammes ont été placées dans la zone expérimentale. La date de la première capture est le 14/08, les cartes ont été posées le jour même. La deuxième pose a été faite deux semaines après, le 28/08.

Tableau 1 : Suivi de piégeage

Date de suivi	Piège 1	Piège 2
	Eudémis	Eudémis
05/08/19	0	0
14/08/19	1	0
19/08/19	5	0
21/08/19	8	3
28/08/19	3	0
05/09/19	3	0
16/09/19	1	0
23/09/19	0	0

- aux développements des œufs de tordeuses, qui ont permis de positionner le premier traitement au Dipel DF® (qui doit être fait au stade tête noire). Deux traitements ont été effectués, le 26/08 et le 05/09.

2.3.3. Notations et prélèvements

2.3.3.1. Suivi des dégâts des tordeuses

La notation porte sur la fréquence de grappes touchées, le nombre moyen de foyers, de perforations et de chenilles sur 4 placettes de 100 grappes prises au hasard dans chaque modalité (cf. photo 2) juste avant la récolte. Les placettes sont choisies en cœur de modalités (pas sur les rangs de bordure).

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



Photo 2 : Positionnement des placettes de notations

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 (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, lors de la pose de la seconde tournée de Tricholine Vitis®. 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 Phyteurop.

2.4. Traitement des données

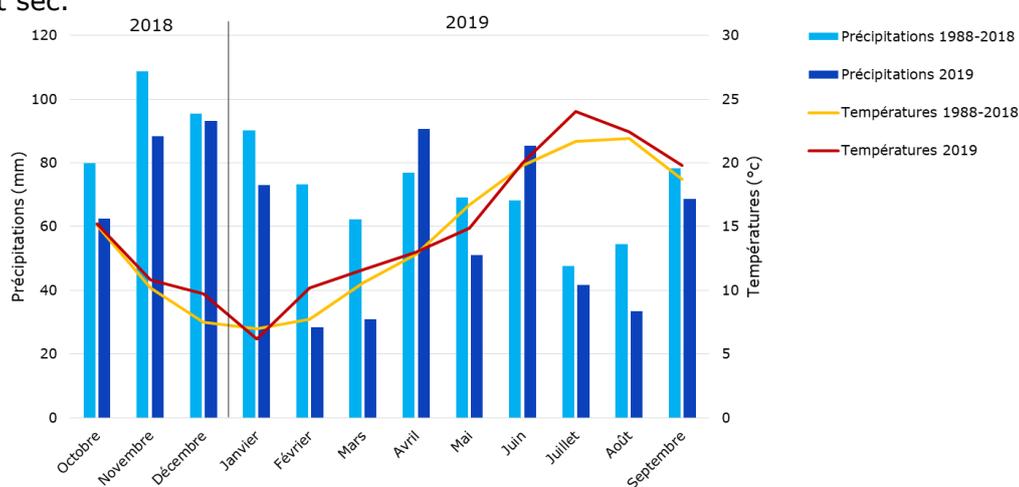
L'analyse statistique de la notation des dégâts est faite via le logiciel Statbox® 6.7 (Agrosolutions). Elle porte sur la fréquence de grappes touchées et le nombre moyen de foyers et de perforations sur 100 grappes pour chaque modalité. Elle correspond à une analyse de variance (ANOVA) puis un test 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. Conditions météorologiques du département de la Gironde

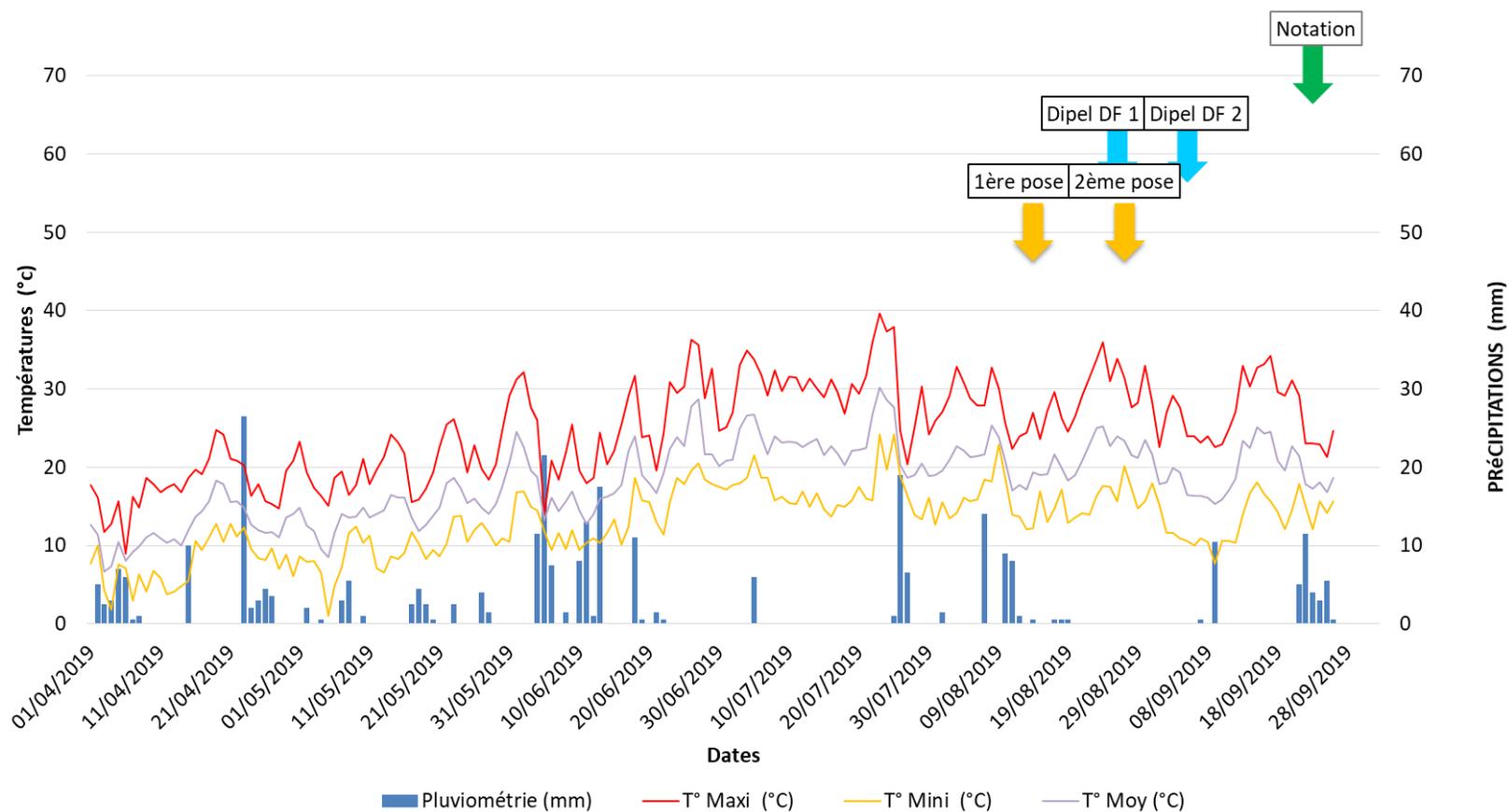
Une pluviométrie inférieure à la moyenne trentenaire a marqué la période du repos végétatif. On observe ainsi un déficit hydrique de 115,6 mm (cf. graphique 1) entre novembre et mars. L'hiver a été plus chaud que les données trentenaires avec une hausse de 2,2 °C en décembre, 2,5 °C en février et 1 °C en mars. En revanche, le mois de janvier a été légèrement plus frais que les normales trentenaires (-0,8 °C). On constate en début de printemps un déficit de pluviométrie (-44,8 mm en février et -31,2 mm en mars). Les mois d'avril et juin présentent une pluviométrie légèrement excédentaire et des températures moyennes semblables aux trentenaires. Des gelées ont touché le vignoble dans la nuit du 12/04 au 13/04. Plus tard, des gelées blanches se sont installées les matins des dimanche 05/05 et lundi 06/05. Ce mois a été plus froid que les normales (-1,8 °C). Juillet a eu une pluviométrie faible et des périodes de forte canicule (+2,3 °C). Durant ce mois très chaud et sec, des records absolus de température maximum ont été franchis sur l'ensemble de la Gironde. La période estivale a subi une insuffisance d'eau de 27,2 mm. Les orages de juillet ont apporté quelques précipitations. En août, les nuits et matinées ont été fraîches. Le premier semestre de 2019 a donc été sec avec un hiver doux (avec une maximale en février de 25,7 °C), une fin de printemps fraîche et un été particulièrement chaud et sec.



SOURCE : STATION MÉTÉOROLOGIQUE BORDEAUX-MERIGNAC

Graphique 1 : Comparatif des moyennes trentenaires avec le millésime 2019

3.1.2. Données climatiques de la parcelle d'essai sur cette campagne 2019



Source : Station météorologique de Saint-Trojan

Figure 2 : Diagramme ombrothermique et positionnement des interventions (poses des cartes, traitements et notation)

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

3.1.3. Pression eudémis (Sources : BSV Nord Aquitaine)

Génération 1 (G1) :

Le vol d'Eudémis a débuté dans la semaine du 1^{er} au 07/04 dans le Libournais. Malgré les conditions matinales fraîches et pluvieuses, les papillons ont continué à émerger au cours de la semaine du 8 au 14/04 sur l'ensemble du vignoble. Le vol reste globalement faible sauf dans le Bourgeais et le Blayais (secteur de l'essai). Un premier pic de vol a été atteint la semaine du 17 au 24/04. Le nombre de captures a significativement diminué sur l'ensemble du vignoble au cours de la dernière semaine d'avril. Au 28/05, la fin du vol est confirmée. Fin mai, de rares glomérules sont observées sur le réseau et hors réseau BSV (Libournais, Médoc, Blayais, Graves), jusqu'à 4% ont été signalés.

Génération 2 (G2) :

Les premières captures indiquant le début du second vol ont été recensées à partir du 25/06 dans le Blayais et le Bourgeais (cf. figure 3, courbe grise). Globalement le nombre moyen de captures par piège reste très faible (< 1 papillon). Début juillet, une forte augmentation du nombre de captures est observée sur l'ensemble des secteurs du vignoble de Nord-Aquitaine, avec une moyenne de 7,3 papillons piégés par parcelle relevée. Les conditions estivales actuellement rencontrées ces derniers jours ont été favorables à l'émergence des papillons. Globalement, le tout début du vol a eu lieu la semaine du 19 au 25/06 et le pic entre le 3 et le 09/07. Tous les pièges observent une diminution du nombre de captures dans la semaine du 15 au 21/07. Le vol s'est terminé entre le 23 et le 30/07. Le niveau de perforations fut élevé cette année. Au 30/07, les dégâts étaient généralisés sur l'ensemble du territoire.

Génération 3 (G3) :

Les premières pontes ont été observées dans la semaine du 12 au 19/08 dans les secteurs du Blayais-Bourgeais. Sur la parcelle d'essai, le pic de vol a été atteint le 21/08 avec 11 papillons capturés. Les dégâts les plus importants ont été observés sur les parcelles à historique fort. La fin du vol de la troisième génération est confirmée le 23/09.

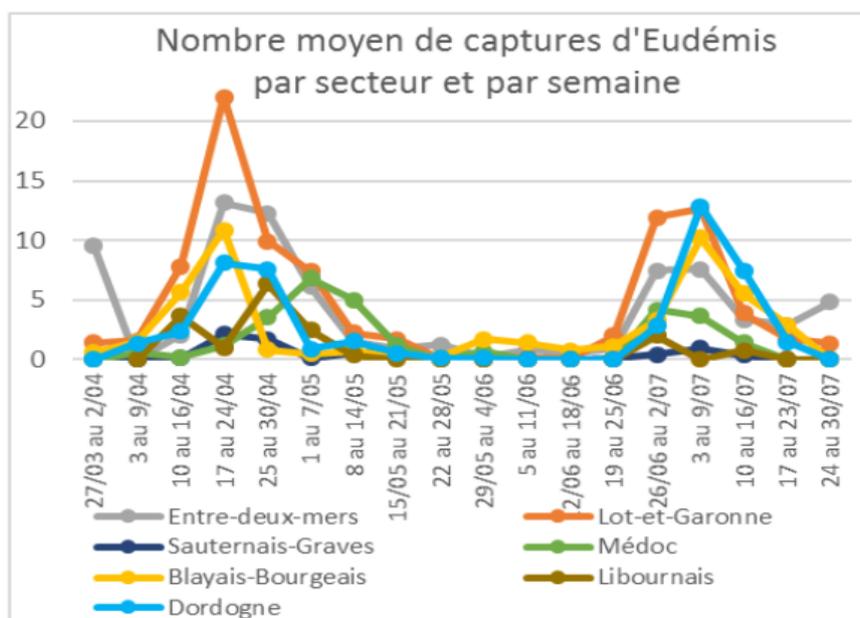


Figure 3 : Courbes des captures d'Eudémis (le secteur étudié est représenté par la courbe grise). (Source BSV Nord Aquitaine N°19 du 30/07)

Graphiques réalisés par A. KEREBEL -FREDON AQUITAINE

3.2. Résultats de la notation en fin d'essai

La notation du 23/09 permet d'observer une infestation très élevée du TNT, au vu de la

situation du millésime 2019 (cf. figure 3). On dénombre 524 perforations en moyenne pour 100 grappes et une fréquence de grappes touchées de 53 %.

La zone trichogrammes présente en moyenne 549 perforations pour 100 grappes.

En revanche la modalité traitée présente de meilleurs résultats. Cela est particulièrement remarquable sur le nombre de perforations, avec 270 perforations en moyenne pour 100 grappes soit 2 fois moins que les deux autres modalités.

Les paramètres observés ne démontrent pas de différence entre la modalité Tricholine Vitis® et le TNT. On observe d'importants écart-types (cf. tableaux 2, 3 et 4).

Des chenilles d'Eudémis et d'Eulia ont été aperçues, mais le protocole utilisé ne permet pas d'obtenir une analyse fiable (cf. 2.3.3.1).

Tableau 2 : Bilan des notations sur les placettes du témoin

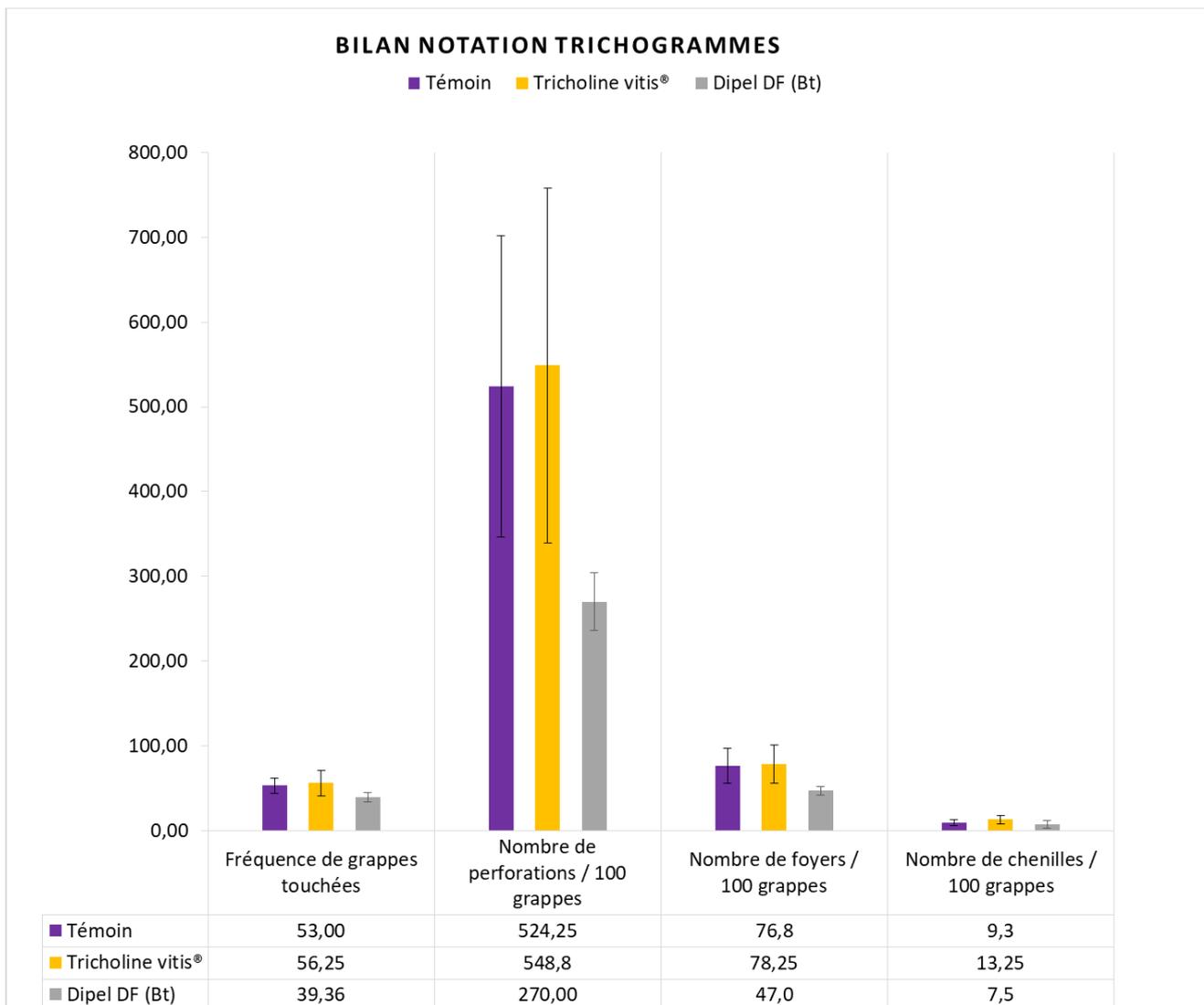
	Fréquence de grappes touchées en %	Nombre de perforations sur 100 grappes	Nombre de foyers sur 100 grappes	Nombre de chenilles sur 100 grappes
P1	32,0	234,0	47,0	3,0
P2	63,0	659,0	93,0	13,0
P3	53,0	510,0	71,0	7,0
P4	64,0	694,0	96,0	14,0
Moyenne	53,00	524,25	76,75	9,25
Ecart-type	14,85	209,30	22,75	5,19

Tableau 3 : Bilan des notations sur les placettes traitées au Dipel DF®

	Fréquence de grappes touchées en %	Nombre de perforations sur 100 grappes	Nombre de foyers sur 100 grappes	Nombre de chenilles sur 100 grappes
P1	43,4	290,0	47,0	4,0
P2	40,0	282,0	51,0	7,0
P3	43,0	289,0	50,0	14,0
P4	31,0	219,0	40,0	5,0
Moyenne	39,4	270,0	47,0	7,5
Ecart-type	5,8	34,2	5,0	4,5

Tableau 4 : Bilan des notations sur les placettes de la partie Trichogrammes

	Fréquence de grappes touchées en %	Nombre de perforations sur 100 grappes	Nombre de foyers sur 100 grappes	Nombre de chenilles sur 100 grappes
P1	64,0	709,0	94,0	17,0
P2	49,0	348,0	56,0	11,0
P3	64,0	688,0	97,0	15,0
P4	48,0	450,0	66,0	10,0
Moyenne	56,3	548,8	78,3	13,3
Ecart-type	9,0	178,1	20,4	3,3



Graphique 2 : Notation du 23/09

3.3. Analyses statistiques et efficacité des trichogrammes vis-à-vis du TNT

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 5: Résultats statistiques

	Fréquence de grappes touchées	Nombre de perforations	Nombre de foyers
Dipel DF	Non-significatif	Non-significatif	Non-significatif
Tricholine Vitis			
TNT			

L'analyse statistique démontre qu'il n'y a pas de différence significative entre les trois modalités et cela sur l'ensemble des paramètres étudiés (cf. tableau 5).

3.4. 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 (cf. photo 3), sont très appétants pour les fourmis. Cette prédation peut engendrer de sévères pertes au niveau des adultes prêts à émerger. Les prédateurs pénètrent dans les cartes par les petites ouvertures se situant sur les tranches.

Ce phénomène est présenté sur le tableau 5 et s'est avéré nul sur les 10 premières cartes évaluées.

Cette même analyse visuelle a été faite sur le second lâcher et trois cartes ont présentées des signes très faibles de prédation (cf. tableau 6).

Tableau 6 : Prédation des cartes suite au premier lâcher

Cartes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
% de prédation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 7 : Prédation des cartes suite au second lâcher

Cartes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
% de prédation	0	0	0	5	0	0	0	0	5	5	1,5



Photo 3 : Carte non prédatée

4. Discussion et conclusion

4.1. Interprétation et discussion

La pression très élevée de 2019 permet d'obtenir des analyses fiables.

Contrairement à 2018, aucune prédation des œufs contenus dans les cartes par les fourmis n'a perturbé l'émergence des trichogrammes puisque sur les 20 cartes relevées, seules 3 présentaient 5 % de prédation.

Le vol de 3^{ème} génération a été très étalé, peut-être que les deux poses de cartes n'ont pas été suffisantes pour couvrir la totalité de la génération. Une troisième pose aurait pu être effectuée vers le 10/09 pour couvrir la fin du vol.

4.2. Conclusion

Il s'agit de la seconde campagne pour cet essai mené sur la commune de Cars dans le vignoble du blayais.

Cette méthode de lutte intégrée possède un fort potentiel et a présenté de bons résultats en 2018. Sur ce millésime plus difficile, bien que la modalité traitée au Bt prouve son efficacité par rapport au témoin, elle ne s'en distingue pas. Les valeurs du TNT sont globalement identiques à celles de la modalité Tricholine Vitis®.

Pour 2019, Tricholine Vitis® n'a pas permis de diminuer l'infestation sur la parcelle d'essai.

4.3. Appréciation de l'expérimentateur sur l'essai

Les trichogrammes peuvent être une alternative à la lutte classique sur une génération et particulièrement la G3 du fait de l'arrêt des traitements sur cette période.

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

Sur une année à très forte pression, comme 2019, l'utilisation de trichogrammes pour lutter contre les vers de la grappe ne semble pas être une solution adaptée puisque les résultats ne montrent pas de réelle efficacité.

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

Pour consolider les résultats 2018 et au vu de ceux de 2019 l'essai pourrait être réitéré. Il serait mené sur la même parcelle. Il faudrait envisager une troisième pose de cartes si le vol s'avère étalé en 2020.

Il faudrait aussi effectuer un contrôle des émergences des auxiliaires dans les diffuseurs après les lâchers (comme proposé cette année).

Il serait également 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.

Un piège alimentaire (captant les premiers papillons plus tôt qu'un piège à phéromones) serait posé sur la parcelle afin de déterminer de manière plus précise l'arrivée des premières pontes.

5. Annexes

5.1. Annexe 1 : Calendrier de traitements de la parcelle d'essai

Traitement effectués sur la parcelle d'essai	Date	Maladies ciblées	Produits	Dose / Ha appliquée
T1	12/04/19	Mildiou	BB égal	0,55
		Oïdium	Heliosoufre	2,00
T2	19/04/19 et 20/04/19	Mildiou	BB égal	0,87
		Oïdium	Heliosoufre	3,46
T3	24/04/19	Mildiou	BB égal	0,69
		Oïdium	Heliosoufre	1,73
		Mildiou	Heliocuvire	0,17
		Adjuvant	Calanque	0,13
T4	29/04/19	Mildiou	Heliocuvire	0,50
		Oïdium	Microthiol RSR	5,00
		Adjuvant	Calanque	0,50
T5	07/05/19	Mildiou	BB égal	0,90
		Oïdium	Heliosoufre	3,46
T6	16/05/19	Mildiou	BB RSR NC	1,55
		Oïdium	Héliosoufre	6,06
		Mildiou	Nordox	0,19
T7	23/05/19	Mildiou	Kocide opti	0,80
		Oïdium	Heliosoufre	4,46
		Bore (Merlots)	Fertileader	1,60
		Oïdium	Thiovit	1,78
T8	22/05/19	Chlorose	Inochel	1,00
T9	02/06/19 et 03/06/19	Mildiou	Heliocuvire	0,51
		Oïdium	Thiovit	7,00
		Mildiou	BB mac 80	0,60
		Bore (Merlots)	Fertileader	1,03
		Adjuvant	Calanque	0,25
T10	06/06/19	Mildiou	Heliocuvire	0,77
		Oïdium	Thiovit	6,92
		Adjuvant	Calanque	0,43
T11	10/06/19	Mildiou	Kocide opti sauf bas bel air	1,03
		Oïdium	Thiovit	3,46
		Adjuvant	Calanque	0,51
		Flavescence	Pyrevert	1,55
T12	13/06/19	Mildiou	Heliocuvire	0,86
		Oïdium	Thiovit	6,92
		Adjuvant	Calanque	0,51
		Mildiou	Champ flo	0,83
T13	20/06/19	Oïdium	Thiovit	8,65
		Adjuvant	Calanque	0,10
		Chlorose	Inochel	1,29
		Flavescence	Pyrevert	1,55
		Mildiou	Champ flo	0,43
T14	28/06/19 et 29/06/19	Mildiou	Kobber	0,23
		Cicadelles	Argibio	8,65
		Mildiou	BB mac 80	0,60
T15	09/07/19 et 10/07/19	Oïdium	Thiovit	3,50
		Cicadelles	Argibio	6,50
		Tordeuses	Succes 4	0,10
		Mildiou	Champ flo	0,28
T16	19/07/19	Mildiou	Kobber	0,39
		Cicadelles	Argibio	6,92
		Oïdium	Thiovit	3,72
		Botrytis	Microlith	2,00
T17	05/08/19	Mildiou	Champ flo	0,43
		Azote	Ecoviqor	2,34
		Mildiou	Kobber	0,22
		1er lâcher de trichogrammes	14/08/19	
T18	26/08/19	Tordeuses	Dipel DF	1,00
2ème lâcher de trichogrammes	28/08/19			
T19	05/09/19	Tordeuses	Dipel DF	1,00

5.2. Annexe 2 : Analyse statistique sur la fréquence d'attaques sur 100 grappes en G3

Variable : Fréquence de grappes touchées en %

HISTOGRAMME DES RESIDUS

4		33	31
3		34	23
2		32	22
1	11	24	13

EFFECTIF 1 3 4 4

BORNES - .167 - .096 - .025 .046
à à à à
- .096 - .025 .046 .117

MINIMUM -0,167 MAXIMUM 0,117 INTERVALLE 0,071

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.156 PROB : 0.53508

APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.513 PROBA : 0.69242

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NUL

CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2	3
1	Trichogrammes b4	Bt b4	Témoins b4
2	Témoins b3	Bt b3	Trichogrammes b3
3	Bt b2	Trichogrammes b2	Témoins b2
4	Témoins b1	Trichogrammes b1	Bt b1

□ < -5.600295E-02 ■ < 0 ■ < 5.600295E-02 ■ < 999999

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = F1

1 (Témoins)	2 (Bt)	Trichogrammes)
0,126	0,062	0,071

KHI2 = 1.568

PROB =0.46032

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
0,145	0,072	0,022	0,103

KHI2 = 4.273

PROB =0.23207

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 0.0 PROBA = 0.990399

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,134	11	0,012				
VAR.FACTEUR 1	0,05	2	0,025	2,015	0,21369		
VAR.BLOCS	0,009	3	0,003	0,254	0,85607		
VAR.RESIDUELLE 1	0,075	6	0,012			0,112	6,59%

MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 1.691

MOYENNES FACTEUR 1 = F1

1 (Témoïn)	2 (Bt)	Trichogrammes)
1,717	1,602	1,754

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
1,66	1,706	1,73	1,669

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : F1

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,08	11%	19%	33%
10%	0,17	29%	41%	71%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		26%	38%	69%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Données pour des regroupements d'essais

1 (Témoïn)	1,717	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
2 (Bt)	1,602		0,012	6
3 (Trichogarr)	1,754			4

5.3. Annexe 3 : Analyse statistique sur le nombre de perforations sur 100 grappes en G3

Variable : Nombre de perforations sur 100 grappes

HISTOGRAMME DES RESIDUS

4			33	31
3			23	21
2	32	34	22	14
1	11	24	13	12

EFFECTIF 2 2 4 4

BORNES - .272 - .158 - .044 .07
à à à à
- .158 - .044 .07 .184

MINIMUM -0,272 MAXIMUM 0,184 INTERVALLE 0,114

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.177 PROB : 0.50904
APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.341 PROBA : 0.59285

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NUL

CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2	3
1	Trichogrammes b4	Bt b4	Témoins b4
2	Témoins b3	Bt b3	Trichogrammes b3
3	Bt b2	Trichogrammes b2	Témoins b2
4	Témoins b1	Trichogrammes b1	Bt b1

< -9.533547E-02 < 0 < 9.533547E-02 < 999999

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = F1

1 (Témoins)	2 (Bt)	Trichogrammes)
0,204	0,072	0,159

KHI2 = 2.44 PROB = 0.29499

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
0,24	0,175	0,056	0,129

KHI2 = 2.921 PROB = 0.40528

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 0.006 PROBA = 0.728292

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,443	11	0,04				
VAR.FACTEUR 1	0,209	2	0,105	2,903	0,13076		
VAR.BLOCS	0,017	3	0,006	0,162	0,91787		
VAR.RESIDUELLE 1	0,216	6	0,036			0,19	7,26%

MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 2.616

MOYENNES FACTEUR 1 = F1

1 (Témoïn)	2 (Bt)	Trichogrammes)
2,697	2,43	2,722

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
2,562	2,621	2,67	2,613

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : F1

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,13	10%	18%	31%
10%	0,26	25%	37%	67%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		34%	62%	76%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Données pour des regroupements d'essais

1 (Témoïn)	2,697	Résiduelle	DDL	Nb Blocs	
2 (Bt)	2,43		0,036	6	4
3 (Trichogramm)	2,722				

5.4. Annexe 4 : Analyse statistique sur le nombre de foyers sur 100 grappes en G3

Variable : Nombre de foyers sur 100 grappes

HISTOGRAMME DES RESIDUS

4		34		33
3		24		31
2	32	23	22	14
1	11	13	21	12

EFFECTIF 2 4 2 4

BORNES -.157 -.086 -.015 .056
à à à à
-.086 -.015 .056 .127

MINIMUM -0,157 MAXIMUM 0,127 INTERVALLE 0,071

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.061 PROB : 0.69831
APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 1.858 PROBA : 0.35423

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NUL

CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2	3
1	Trichogrammes b4	Bt b4	Témoins b4
2	Témoins b3	Bt b3	Trichogrammes b3
3	Bt b2	Trichogrammes b2	Témoins b2
4	Témoins b1	Trichogrammes b1	Bt b1

< -6.531329E-02 < 0 < 6.531329E-02 < 999999

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = F1

1 (Témoins)	2 (Bt)	Trichogrammes)
0,129	0,052	0,12

KH12 = 2.023

PROB =0.36518

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
0,144	0,124	0,062	0,104

KH12 = 1.116

PROB =0.77647

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 0.0 PROBA = 0.946984

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,21	11	0,019				
VAR.FACTEUR 1	0,1	2	0,05	2,969	0,12646		
VAR.BLOCS	0,008	3	0,003	0,162	0,91767		
VAR.RESIDUELLE 1	0,101	6	0,017			0,13	7,16%

MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 1.817

MOYENNES FACTEUR 1 = F1

1 (Témoïn)	2 (Bt)	Trichogrammes)
1,875	1,687	1,888

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
1,78	1,826	1,852	1,808

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : F1

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,09	10%	18%	31%
10%	0,18	25%	37%	68%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		34%	62%	77%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Données pour des regroupements d'essais

1 (Témoïn)	1,875	Résiduelle	DDL	Nb Blocs	
2 (Bt)	1,687		0,017	6	4
3 (Trichograrr)	1,888				