



• **AGROBIO PÉRIGORD** •
Les Agriculteurs **BIO** de Dordogne

Moyens de lutte alternatifs et efficacité des Pyrèthres naturels pour lutter contre le vecteur de la flavescence dorée

1 : Introduction

La flavescence dorée est une maladie à phytoplasme qui ravage les vignobles européens. Cette maladie se propage par deux moyens : la cicadelle *S.titanus* et le matériel végétal contaminé. Cette maladie est classée comme maladie de quarantaine et elle est réglementée par des arrêtés ministériels. Ces derniers permettent de lutter contre le vecteur *Scaphodeus titanus* à travers des P.L.O (plans de lutte obligatoire) définis par commune. La lutte obligatoire vise les stades larvaires de la cicadelle (principalement les stades L3 et L4) (figure 1). En AB, cette lutte se fait à l'aide des Pyrèthres naturels (Pyrévert®). C'est un produit non sélectif, onéreux (75€/ha) et avec une action choc. L'objectif de cet essai est de trouver un moyen de lutte alternatif aux Pyrèthres naturels et/ou augmenter son efficacité, tout en étant respectueux de l'environnement et plus économique.

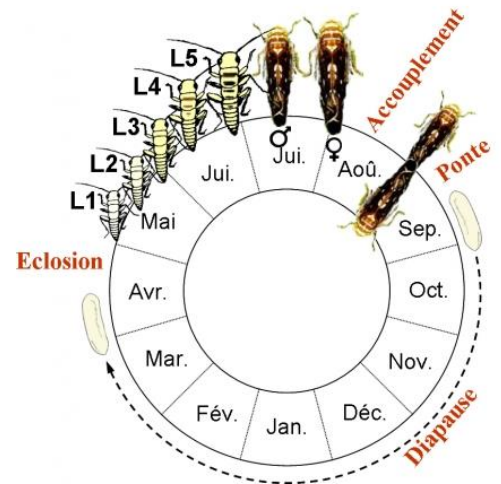


Figure 1 : Cycle de la cicadelle *S.titanus*

2 : Matériels et Méthodes

2.1: PRODUITS TESTÉS

Dans cet essai, on teste différentes associations de produits. Chacun des produits est testé pour ses propriétés qui auraient un effet dans la lutte contre la cicadelle de la flavescence dorée.

Le PYREVERT® est utilisé comme référence et en association avec d'autres produits. Le Pyrevert® est un insecticide neurotoxique agissant par effet de choc.

Le PREV-AM® est homologué contre le mildiou et l'oïdium depuis avril 2012. Il est aussi homologué comme insecticide sur des cultures autres que la vigne. Ce produit est à base d'huile essentielle d'orange et a un effet rapide mais court sur les spores et les champignons en asséchant le milieu.

La MACERATION D'AIL est utilisée pour ses propriétés naturelles insectifuges.

Les **HUILES ESSENTIELLES** sont composées d'un mélange de deux huiles essentielles : *l'Origanum compactum* et le *Cymbopogon winterianus*. Cette association d'huiles a déjà été testée dans la lutte contre le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*) chez la pomme de terre.

L'OVYPHYT® : est une huile blanche (huile de paraffine) utilisée pour ses propriétés asphyxiantes sur les œufs et les jeunes larves. Actuellement, ce produit est utilisé en arboriculture pour traiter les pucerons sur pommiers et pruniers en sortie d'hiver. Ce produit est aussi utilisé pour lutter contre les cochenilles dans les agrumes.

Le **TALC INVELOP®** est un silicate de magnésium hydraté avec une propriété hydrophobe. Ce produit est utilisé en

arboriculture pour créer une barrière protectrice sur les organes végétatifs et évite ainsi les dégâts liés en particulier aux coups de soleil.

L'ARGILE SOKALCIARBO® WP est une argile calcinée originaire du massif Armoricaïn. Elle est déjà utilisée en viticulture comme barrière minérale répulsive. Elle présente une double action : perturbation du cycle des ravageurs (confusion visuelle, diminution de l'appétence) et protection contre les coups de soleil et les stress thermiques, ce qui permet une optimisation de la photosynthèse lors de fortes chaleurs.

L'HYDROXYDE DE CALCIUM permet une barrière physique et agit par modification de l'aspect de la texture bois de la vigne. Ceci perturbe les insectes dans la reconnaissance de la plante, le cycle de ponte et l'alimentation. Il est utilisé en arboriculture pour lutter contre *Nectria galligena*.

Le **QUASSIA** est une écorce de bois de quassia broyée dans laquelle on extrait la quassine qui aurait des propriétés larvicides. Actuellement, cette plante est aussi testée pour lutter contre l'Hoplocampe du pommier au moment de l'éclosion des œufs.

2.2 : MODALITÉS TESTÉES

Les traitements sont réalisés hors zone de lutte obligatoire car on a besoin pour l'essai d'une référence témoin qui est sans traitement. En Dordogne la majorité des exploitations viticoles sont en P.L.O, ce qui signifie que les viticulteurs sont obligés de traiter contre la flavescence dorée. L'unique traitement homologué en AB est le Pyrévert® utilisé à une dose de 1.5L/ha. En général, les viticulteurs réalisent 2 traitements dans la période de mai à juillet.

On teste les modalités suivantes (tableau 1) :

4 modalités avec du Pyrévert®, 2 stratégies :

- Référence technique (RT) : traitement Pyrévert® à une dose de 1.5L/ha. **2 répétitions**
- P.PA : Traitement Pyrévert® à une dose de 1.5L/ha suivi d'une application de Prév-AM® à une dose de 2L/ha
- P.MA : Traitement Pyrévert® à une dose de 1.5L/ha + macération d'ail à une concentration de 20 %. On étudie aussi l'application précoce de macération d'ail à une concentration de 20%, à partir de la semaine suivant les éclosions. Un traitement sera réalisé tous les 10 jours jusqu'au 1er traitement Pyrévert®. **2 répétitions**
- P.HE : Traitement Pyrévert® à une dose de 1.5L/ha + huile essentielle à une concentration de 100 mL/ha. **2 répétitions**

3 Modalités sans Pyrévert®, 2 stratégies :

- Ov.HYCa : Traitement Ovyphit® à une dose de 2L/ha + hydroxyde de calcium à une concentration de 20%. **2 répétitions**
- Ov.Tc : Traitement Ovyphit® à une dose de 2L/ha + talc à une concentration de 15kg/ha. On étudie aussi l'application précoce de talc à une dose de 15kg/ha à partir de la semaine suivant les éclosions. Un traitement sera réalisé tous les 10 jours jusqu'au 1er traitement Pyrévert®. **2 répétitions**

- OV.ArKao : Traitement Ovyphit® à une dose de 2L/ha + Argile kaolinite calciné SOKALCIARBO® WP à une concentration de 20kg/ha. On étudie aussi l'application précoce d'argile kaolinite à une dose de 20kg/ha à partir de la semaine suivant les éclosions. Un traitement sera réalisé tous les 10 jours jusqu'au 1er traitement Pyrèvert® **2 répétitions**

Nom de modalité	Traitement 1	Traitement 2
TNT		
RT	Pyrèvert® 1,5L/ha	Pyrèvert® 1,5L/ha
P.PA	Pyrèvert® 1,5L/ha	Prev-AM® 2,0 L/ha
P.MA*	Pyrèvert® 1,5L/ha + macération d'ail à 10%	Pyrèvert® 1,5L/ha + macération d'ail à 10%
P.HE	Pyrèvert® 1,5L/ ha + huile essentielle (100ml/ha)	Pyrèvert® 1,5L/ ha + huile essentielle (100ml/ha)
Ov.HYCa	Ovyphit® 2L/ha +Hydroxyde de Ca à 20%	Oviphyt® 2L/ha +Hydroxyde de Ca à 20%
Ov.Tc**	Oviphyt® à 2L/ha +Talc Invelop® à 15 kg/ha	Oviphyt® à 2L/ha + Talc Invelop® à 15 kg/ha
Ov.ArKao**	20kg/ha Argile SOKALCIARBO® WP	Oviphyt® à 2L/ha + 20kg/ha Argile SOKALCIARBO® WP
Quassia	300g/ha de Quassol®	300g/ha de Quassol®

Les pulvérisations s'effectueront sur la base de 200 L/ha de bouillie au pulvérisateur à dos. Concernant la modalité Ov.HYCa, la pulvérisation s'effectuera sur la base de 500 /ha car le produit est utilisé comme un produit de recouvrement de la totalité de la vigne(cep plus feuillage).

Dans cet essai, on effectue deux stratégies pour comparer l'efficacité de l'huile de colza et l'Argile SOKALCIARBO® WP comme ovicide :

- **Stratégie 1** : traitement ovicide préventif, Argile kaolinite calciné SOKALCIARBO® WP à 20 kg/ha associé à de l'huile végétale à 4L/hl.
- **Stratégie 2** : absence de traitement ovicide préventif.

Ces traitements sont réalisés sur la base de 300 L/ha de bouillie. Lors de cet essai le traitement s'effectue sur le tronc des ceps sans toucher les feuilles (problème de phytotoxicité) ainsi que les piquets en bois (les piquets non écorcés étant des sites de ponte pour *Scaphoideus titanus*). Toutes les modalités seront testées sur les 2 stratégies.

2.3 : LIEU DE L'ESSAI

La parcelle d'essai se situe sur la commune de Boisse au Domaine de La Mique (figure 2). Cette commune se trouve hors zone de plan de lutte et la parcelle n'a jamais été traitée avec des Pyrèthres



Figure 2 : Vue aérienne de la parcelle (géoportail)

naturels. La population larvaire est correcte. Cette parcelle a peu de pieds manquants ce qui a facilité la mise en place de l'essai. Cette parcelle est plantée en Merlot depuis 1991 avec une densité de 4000 pieds/ha. 7

2.4 : DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental retenu est un split-plot croisé constitué de quatre blocs aléatoires complets (figure 3). Chaque bloc est composé de neuf modalités croisées avec deux stratégies. Ce dispositif a été choisi pour pouvoir étudier deux facteurs : le type de substances employées et l'effet d'un traitement préventif sur l'efficacité du traitement réalisé pendant la période de lutte obligatoire.

Dans cet essai sera inclus le produit de référence pour la lutte contre la cicadelle de la flavescence dorée (le Pyrèvert®) et un témoin non traité car les parcelles étudiées sont hors plan de lutte obligatoire. La RT (référence technique) et le TNT (témoin non traité) permettront une comparaison de l'efficacité des différents traitements sur la population de cicadelles. Pour réaliser cette comparaison, on utilise des tests statistiques.

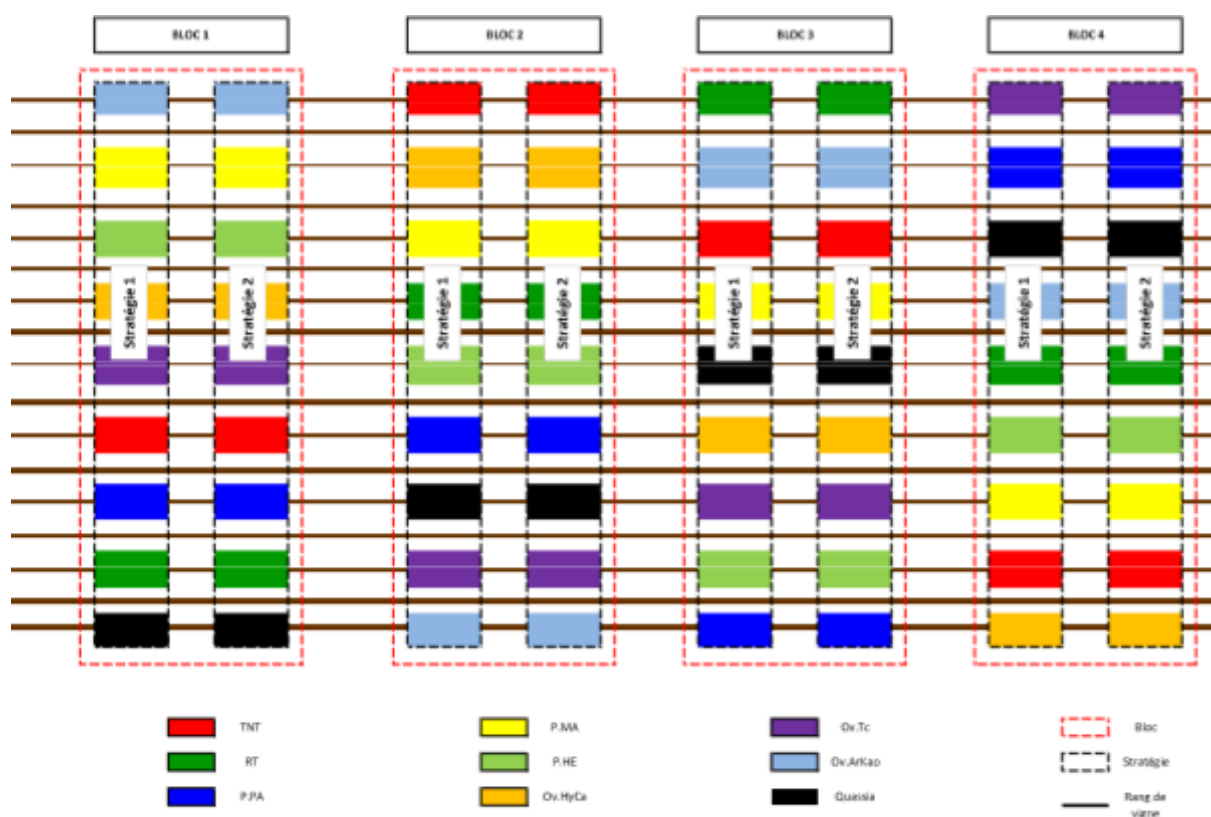


Figure 3 : Plan d'essai mis en place dans la parcelle

Dans ce dispositif deux facteurs interviennent :

- Le facteur traitement avec 9 modalités
- Le facteur stratégie de lutte avec deux stratégies testées (4 répétitions)

Au total, il y a 4 répétitions de chaque modalité testée et on obtient à l'intérieur de chaque bloc les deux stratégies. Chaque bloc comprend 2 micro-placettes. Chaque micro-placette est composée de 10 ceps. Toutes les modalités se touchent et sont placées les unes derrière les autres. Chaque modalité a été placée aléatoirement dans chaque bloc. Un à deux ceps sert de tampon pour permettre la mise en route correcte de l'appareil et ainsi avoir des ceps correctement traités dans chaque modalité. Les ceps servant de tampon ne sont pas pris en compte lors des comptages.

2.5 : COMPTAGES DES LARVES

Un premier comptage est réalisé avant le premier traitement larvicide. Ce comptage sert de référence et sera noté (T0). Compter les larves présentes sur 50 feuilles (25 feuilles de vigne de chaque côté du rang) Une fois ce comptage effectué, les premiers traitements peuvent-être réalisés.

Une fois le premier traitement réalisé (quelle que soit la modalité), un comptage des larves et une identification des stades est réalisé à T+3 ; T+7 et T+10 après le traitement afin de suivre l'évolution de la population et connaître l'efficacité du produit. Ces temps d'observation peuvent varier en fonction de la météo. Remarque : un T+10 peut correspondre aussi à un T0 et donc servir de référence pour le traitement suivant.

2.6 : COMPTAGES DES ADULTES

Pour réaliser le comptage des adultes, des pièges tri--Δglués© sont installés dans la parcelle. Les pièges sont mis en place une fois les traitements de l'essai réalisés. En effet, en raison du cycle de développement de *S.titanus*, le stade adulte est présent qu'à la fin de l'essai. Un piège est mis dans chaque parcelle car l'insecte vecteur est mobile et ne reste pas forcément dans la même parcelle. Les pièges sont relevés une fois par semaine.

3 : Résultats pour les modalités et les stratégies en 2018

3.1: ANALYSE GRAPHIQUE

Graphiquement, pour la stratégie 1 (avec traitement préventif) on remarque 3 groupes (figure 4). Un premier groupe où se situe uniquement le TNT (témoin non traité) celui-ci se trouve seul et au-dessus de toutes les modalités c'est-à-dire que la population de larves moyenne est supérieure aux modalités avec traitement. Ensuite, on observe un second groupe où se trouve le groupe de modalité Ov.tc, Ov.ArKao Ov.HyCa et Quassia. Cette catégorie est intermédiaire puisqu'elle se situe entre le TNT et les modalités P.Pa, P.Ma, P.He et RT. Enfin, on note un troisième groupe où on

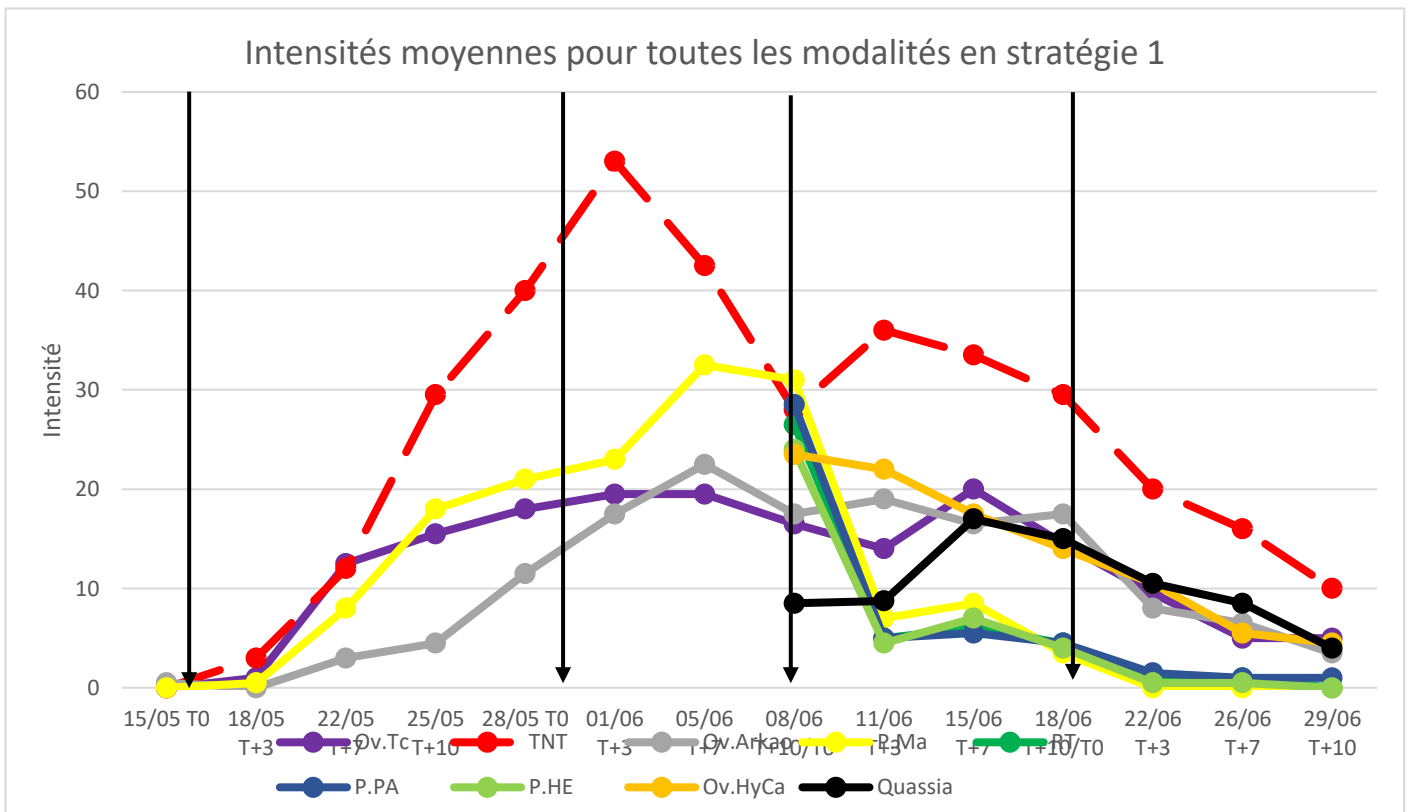
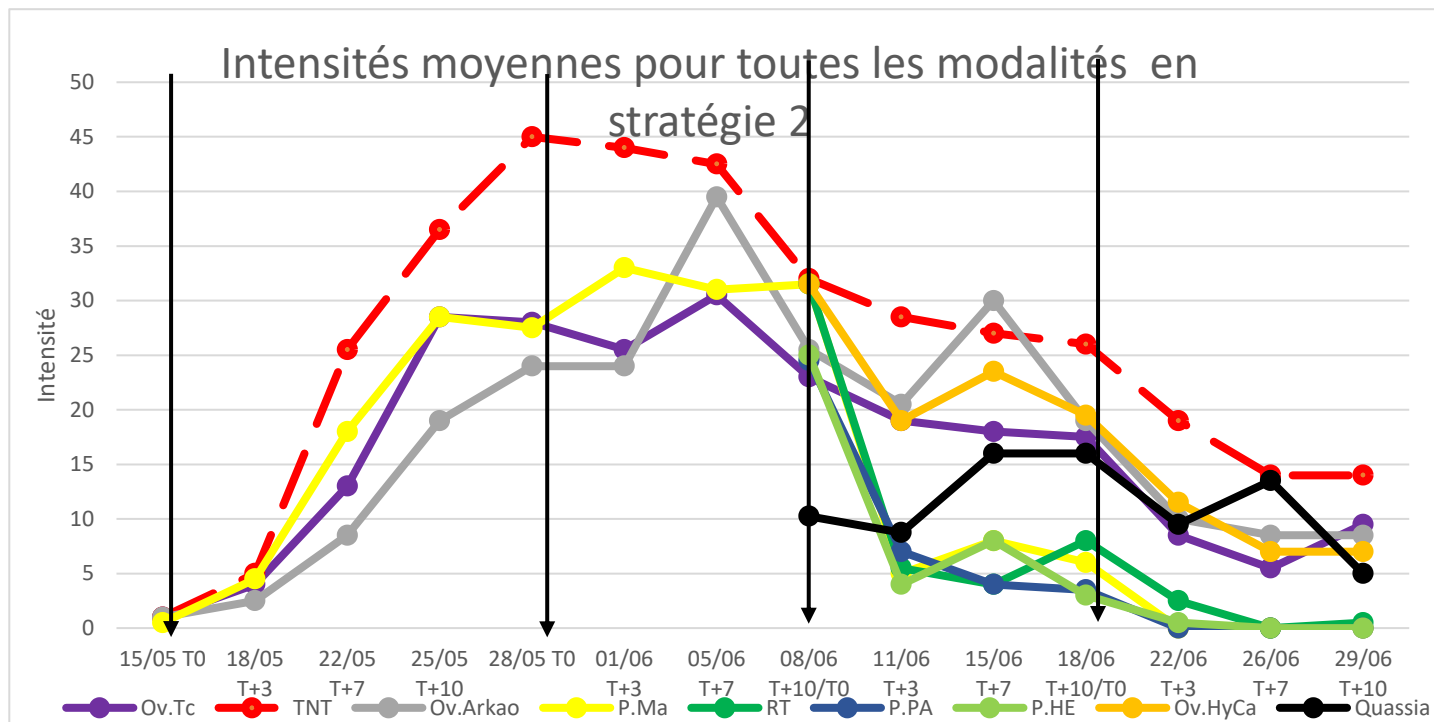


Figure 4 : Intensités moyennes larvaires présentent dans l'essai pour toutes les modalités en stratégie 1

trouve les modalités P.Pa, P.Ma, P.He et RT. Ces modalités ont une population de larves après traitement qui se situe entre 0 et 8. Graphiquement, pour la stratégie 2 (sans traitement préventif) on constate 2 à 3 groupes (figure 5) selon les dates de traitements. En effet, sur ce graphique les modalités Ov.Tc, Ov.ArKao et Quassia se croisent avec le TNT pour certaines dates d'observations (15/06/18 et le 26/06). Pour les autres dates de comptages on observe 3 catégories. Un premier groupe avec le TNT, celui-ci se trouve au-dessus de toutes les modalités avec traitements. Enfin, on remarque un troisième groupe avec toutes les modalités P.Pa, P.Ma, P.He et RT, catégorie où le nombre de larve est le plus faible après traitement.



3.2 : ANALYSE STATISTIQUE

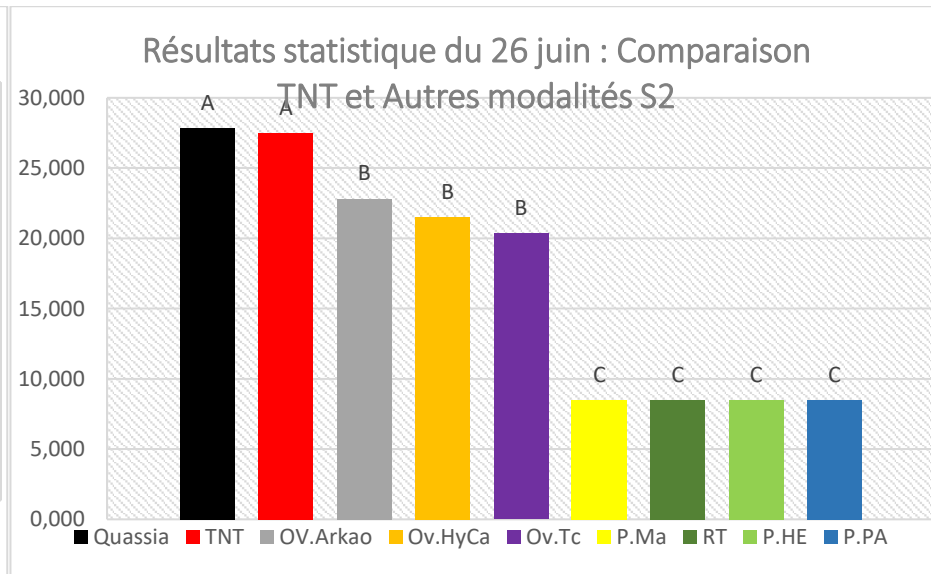
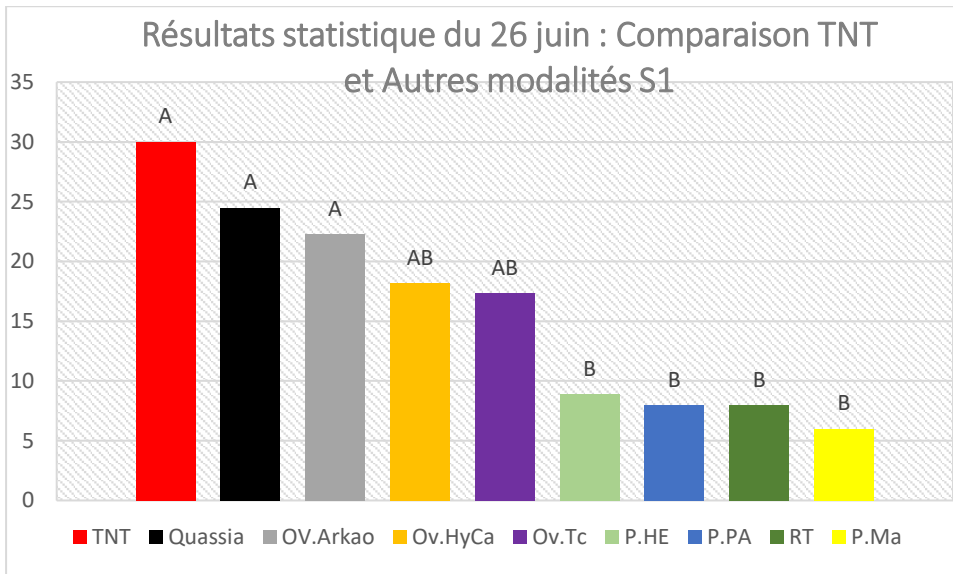
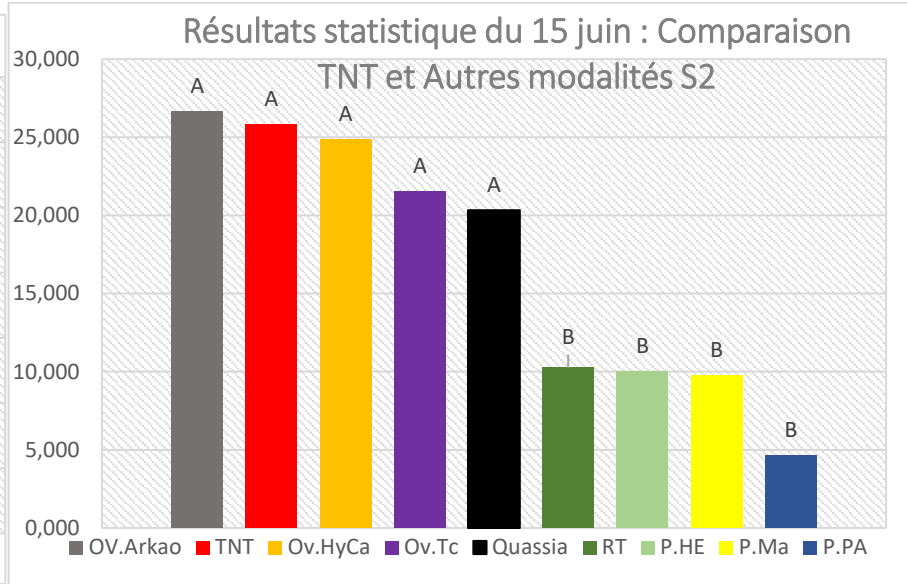
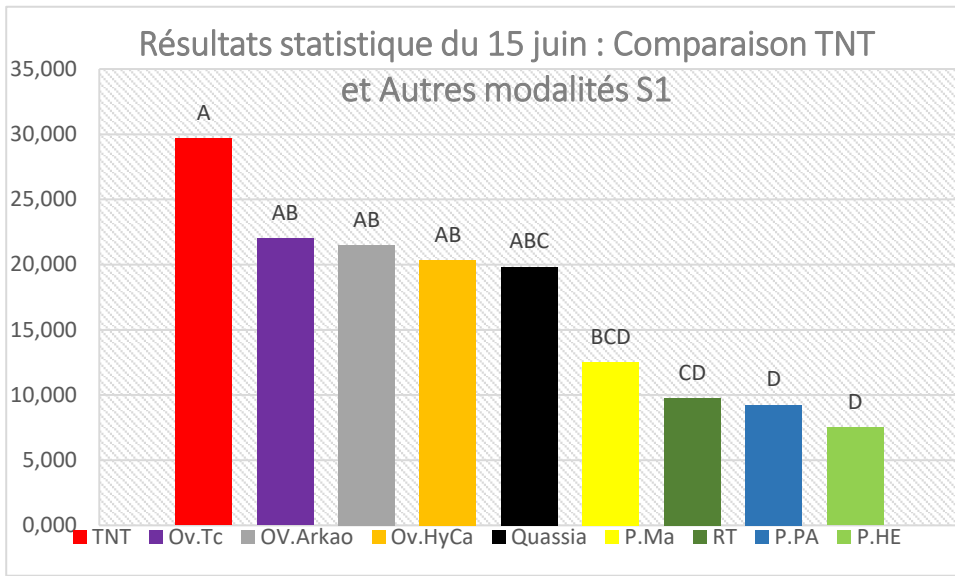
Pour réaliser l'étude statistique, un test de Kruskal et Wallis a été choisi car les échantillons ne suivent pas une loi

Figure 5 : Intensités moyennes larvaires présentes dans l'essai pour toutes les modalités en stratégie 2

normale. Le test de Kruskal et Wallis est suivi d'un test de Dunn afin de grouper les échantillons.

3.2.a : Pour chaque modalité

Le TNT (figures 6 à 9) présente la population larvaire la plus importante durant toute la période de l'essai. Graphiquement, elle se situe au-dessus de toutes les modalités traitées. Au début de l'essai, la population larvaire est faible, puis elle croit de manière linéaire pour atteindre un pic. A partir du 08/06, on remarque une diminution de la population larvaire jusqu'à la fin de l'essai. Cette diminution s'expliquerait par le fait que les larves deviennent de plus en plus mobiles au cours de leur développement et la densité de feuillage de la vigne augmente naturellement sur la période de comptage (augmentation du feuillage entre les stades boutons floraux à stade fermeture de la grappe). Statistiquement, le TNT se trouvait en fonction des dates de comptage soit dans un groupe seul, soit avec les modalités Ov.Tc, Ov.ArKao, Quassia et Ov.HyCa. Le TNT a une population larvaire moyenne de 25 larves, légèrement supérieure aux modalités Quassia, Ov.Tc, Ov.ArKao, et Ov.HyCa. On note que pour les dates 15/06 (S2), 26/06 le TNT avait une population larvaire plus faible que Quassia, Ov.ArKao. Ces différences de population s'expliqueraient par un déplacement des larves au sein des modalités qui se trouvent côte à côte dans les rangs de vignes.



Figures 6 à 9 : Graphiques statistiques pour toutes les modalités et les deux stratégies

Le **Quassia** (figures 6 à 9) présente une population larvaire se situant dans un groupe intermédiaire entre les modalités TNT et les modalités Pyrèvert®. Graphiquement, on observe un T0 faible par rapport aux autres modalités. La population larvaire reste stable lors du comptage T+3 et augmente lors du T+7 pour rejoindre le groupe des modalités Ov.Tc, Ov.ArKao et Ov.HyCa. Cette augmentation pourrait s'expliquer par une anomalie d'échantillonnage lors du T0 (08/06) et du T+3 (11/06), par un déplacement des larves dans cette modalité ou un retard d'éclosions des œufs. On note que ce produit est testé pour la première année ; il n'y a pas de recul sur les années précédentes comme pour les autres modalités. Au vu des recherches bibliographiques faites sur le quassia, le traitement est peut-être mal positionné, et serait plus efficace sur des jeunes larves (stades L1 et L2). Ce traitement devrait être positionner au début de l'éclosion des larves afin de voir si son efficacité est plus importante. Statistiquement, la modalité Quassia se trouve avec les modalités Ov.Tc, TNT (sauf 15/06 S1), Ov.ArKao et Ov.HyCa avec une moyenne de 25 larves. On peut difficilement conclure sur l'efficacité de ce produit, la population larvaire présente dans la modalité est supérieure au TNT. Sur les autres graphiques, il est observé une diminution de la population larvaire par rapport au TNT. Cette modalité devrait-être testée sur plusieurs année afin de pouvoir observer la position de ce produit par rapport aux autres substances testées.

La modalités **Ov.Tc** (figures 6 à 9) présente une population larvaire inférieure au TNT pour toutes les dates d'observations. Graphiquement, cette modalité est en dessous du témoin pour toute la durée de l'essai. On remarque que la modalité suit la dynamique du témoin avec une population très faible lors des deux premiers comptages, puis une augmentation linéaire jusqu'au 08/06. La population diminue à partir du 08/06 pour arriver à une population de 6 larves lors du dernier T+7 (26/06). On remarque une légère augmentation de la population le 29/06 dans la stratégie 2, sûrement dû aux déplacements des larves. Statistiquement, cette modalité se trouve avec toutes les modalités ou avec les modalités Ov.ArKao, Ov.HyCa, TNT et Quassia. La population larvaire est toujours inférieure au TNT pour les deux stratégies et pour toutes les dates de comptages, mais cette population est toujours supérieure aux modalités RT, P.Pa, P.He et P.Ma. Cette modalité a une efficacité sur la population larvaire mais pas suffisamment pour atteindre le seuil de 3 larves comme indiqué par les GDON et FREDON. Il serait tout de même intéressant de coupler cette modalité avec un traitement Pyrèvert® car la population est faible lors des premiers comptages. Les traitements talc réalisés sur les stades larvaire L1 à L3 auraient une efficacité et permettraient peut-être de réaliser un seul traitement Pyrèvert® pour avoir une population larvaire inférieure au seuil règlementaire.

La modalité **Ov.ArKao** (figures 6 à 9) présente une population larvaire inférieure au TNT pour toutes les dates d'observations sauf pour le comptage du 15 juin. Graphiquement, cette modalité est en dessous du témoin pour toute la durée de l'essai sauf pour le 15 juin. On remarque que la modalité suit la dynamique du témoin avec une population faible lors des deux premiers comptages, puis une augmentation linéaire jusqu'au 08/06. La population diminue à partir du 08/06. Pour la stratégie 2, on observe deux pics de population pour la modalité, un premier pic le 05/06 (35 larves) et un second le 15/06 (30 larves). Ces deux pics s'expliqueraient par un déplacement des populations ou une surestimation de la population. La population trouvée entre ces deux pics peut être sous-estimer en raison des travaux effectués sur la vigne (relevage) le même jour que les comptages. Statistiquement, la modalité Ov.ArKao se situe avec les modalités, Ov.HyCa, TNT et Quassia (sauf pour le 26/06 (S2)). On remarque une population larvaire dans cette modalité supérieure au témoin (27 larves Ov.ArKao et 26 larves TNT) pour le 15 juin (S2). Cette modalité aurait une

efficacité sur la diminution de la population larvaire. Comme pour la modalité Ov.Tc., il serait tout de même intéressant de coupler cette modalité avec un traitement Pyrèvert® car la population est faible lors des premiers comptages. Les traitements argiles réalisés sur les stades larvaires L1 à L3 auraient une efficacité et permettraient de réaliser un seul traitement Pyrèvert® pour avoir une population larvaire inférieure au seuil réglementaire.

La modalité **Ov.HyCa** (figures 6 à 9) présente une population larvaire inférieure au TNT pour toutes les dates d'observations. Graphiquement, cette modalité est en dessous du témoin pour toute la durée de l'essai. Cette modalité présente un T0 proche du témoin et des modalités P.Ma, RT, P.Pa, et P.He. Après les traitements on observe une baisse de la population larvaire pour arriver à une population de 6 larves (29/06). Cette modalité suit la dynamique du TNT. Ceci est probablement dû au déplacement de la population larvaire dans la parcelle et à une densité de feuillage plus élevée. Statistiquement, cette modalité se trouve avec les modalités TNT, Quassia. Cette modalité permet une diminution de population mais pas suffisamment pour atteindre le seuil de 3 larves.

La modalité **RT** (figures 6 à 9) se situe dans le dernier groupe avec une population larvaire entre 0 et 10 larves après traitement. Graphiquement, cette modalité présente une population larvaire inférieure à celle du témoin et des modalités Ov.HyCa, Quassia, Ov.Tc et Ov.Arkao. La population larvaire de la RT lors du T0 est égale aux populations larvaires trouvées dans toutes les modalités sauf le Quassia. Après le premier traitement, on observe une diminution linéaire du nombre de larves. Cette population augmente légèrement lors du T+10 (S2) ou T+7 (S1). Ceci s'expliquerait par un déplacement des larves dans la parcelle. Une fois le second traitement réalisé (19/06), la population larvaire diminue pour atteindre 0 larve. Statistiquement, cette modalité se trouve avec les modalités P.Ma, P.He et P.Pa. Ce groupe statistique est significativement différent du TNT et des modalités Ov.Tc, Ov.Arkao, Ov.HyCa et quassia. La modalité RT se trouve avec les modalités utilisant la même substance active (pyrèthres naturels), avec une population larvaire similaire. La RT permet une diminution de la population larvaire en dessous du seuil réglementaire. Aujourd'hui ce produit est utilisé par les vignerons dans le cas de la lutte obligatoire et il s'agit du seul produit homologué en AB. Ces résultats permettent de confirmer que le Pyrèvert à une efficacité sur les larves de *S.titanus* et qu'il permet d'atteindre le seuil réglementaire de 3 larves si les conditions d'utilisation sont respectées.

La modalité **P.Ma** (figures 6 à 9) se trouve dans le dernier groupe avec une population larvaire comprise entre 0 et 10 après traitement Pyrèvert® couplé avec le Vin'Ail®. Graphiquement, cette modalité se trouve dans le groupe des modalités avec Pyrèvert. Lors du T0 avant traitement cette modalité présente une population larvaire proche du TNT. Après le premier traitement on observe une diminution linéaire du nombre de larve, une légère augmentation s'observe lors du comptage T+7. Ceci s'expliquerait par un déplacement des larves ou par la chute des larves lors du traitement et celle-ci ne sont remontées dans le feuillage qu'entre le T+3 et le T+7. Après le second traitement on observe une seconde diminution de la population larvaire. La population larvaire reste nulle jusqu'à la fin de l'essai. Cette modalité est aussi pulvérisée uniquement avec le Vin'Ail® plus tôt dans la saison. Graphiquement, on observe une population plus faible que dans le TNT mais plus élevée que dans les modalités Ov.Arkao, Ov.Tc. Le Vin'Ail® aurait peu d'efficacité sur les larves. L'argile et le talc perturberaient plus le développement des larves en les empêchant de se nourrir alors que l'ail ne semble pas interférer dans la croissance des larves ni sur la pression larvaire.

Statiquement, cette modalité se trouve avec les modalités RT, P.He et P.Pa. Ce groupe statistique est significativement différent du TNT et des modalités Ov.Tc, Ov.ArKao, Ov.HyCa, quassia ou la modalité P.Ma se trouve avec toutes les modalités sauf le TNT. Cette modalité a une efficacité sur la population larvaire et permet de respecter le seuil réglementaire, mais ne permet pas une efficacité supplémentaire par rapport à la RT. Il ne serait donc pas nécessaire de coupler le Pyrèvert® avec Vin'Ail® pour augmenter son efficacité.

La modalité **P.He** (figures 6 à 9) se trouve dans le dernier groupe avec une population larvaire comprise entre 0 et 10 larves après traitement Pyrèvert® couplé avec des huiles essentielles. Graphiquement, cette modalité se trouve dans le groupe des modalités avec Pyrèvert®. Lors du T0 avant traitement cette modalité présente une population larvaire proche du TNT. Après le premier traitement on observe une diminution linéaire du nombre de larve, une légère augmentation s'observe lors du comptage T+7. Ceci s'expliquerait par un déplacement des larves ou par la chute des larves lors du traitement et celle-ci ne sont remonter dans le feuillage qu'entre le T+3 et le T+7. Après le second traitement on observe une seconde diminution de la population larvaire qui restera nulle jusqu'à la fin de l'essai. Statiquement, cette modalité se trouve avec les modalités P.Ma, RT et P.Pa. Ce groupe statistique est significativement différent du TNT et des modalités Ov.Tc, Ov.ArKao, Ov.HyCa et quassia. Cette modalité a une efficacité sur la population larvaire puisque le seuil réglementaire est atteint après traitement, mais comme pour la modalité P.Ma, le couplage du Pyrèvert® avec les huiles essentielles ne serait pas nécessaire car on n'obtient pas de différence d'efficacité entre la RT et la modalité P.He (même groupe statistique).

La modalité **P.Pa** (figures 6 à 9) se trouve dans le dernier groupe avec une population larvaire comprise entre 0 et 10 larves après un premier traitement au Pyrèvert® et un second traitement au Prev-Am®. Graphiquement, cette modalité se trouve dans le groupe des modalités avec Pyrèvert®. Lors du T0 avant traitement cette modalité présente une population larvaire proche du TNT. Après le premier traitement on remarque une diminution linéaire du nombre de larve, une légère augmentation s'observe lors du comptage T+7 pour la stratégie 2 (6 larves), on n'observe pas d'augmentation larvaire pour la stratégie 1 au contraire la population diminue légèrement. Ceci s'expliquerait par un déplacement des larves ou par la chute des larves lors du traitement et celle-ci ne sont remontées dans le feuillage entre le T+3 et le T+7. La diminution du nombre de larves s'expliquerait aussi par le fait que des larves encore accrochées au feuillage mais mortes ont été comptées lors du T+7 (18/06). Après le second traitement on remarque une seconde diminution de la population larvaire. La population larvaire restera nulle jusqu'à la fin de l'essai. Statiquement, cette modalité se trouve avec les modalités P.Ma, RT et P.Pa. Ce groupe statistique est significativement différent du TNT et des modalités Ov.Tc, Ov.ArKao, Ov.HyCa et quassia. Cette modalité a une efficacité sur la population larvaire puisque le seuil réglementaire est atteint après traitement. Cette modalité présente des résultats intéressants car elle permet d'économiser un traitement Pyrèvert® en ayant le même effet sur les populations larvaires.

3.2.b : Pour chaque stratégie

La comparaison des stratégies 1 et 2 se fait à l'aide du TNT (figures 10 et 11). Graphiquement jusqu'au 28/05 le TNT stratégie 1 a une population larvaire inférieure au TNT stratégie 2. Le 22/05 une différence de 15 larves est observée entre les deux stratégies, puis de 7 larves (25/05). A partir du 28/05, les stratégies 1 et 2 ont une différence non significative (entre 0 et 11 larves) suivant les dates de comptages. D'après les analyses statistiques, il n'existe pas de différence entre les deux stratégies. Les traitements préventifs ovicides n'auraient pas d'influence sur le développement des œufs et ne permettraient pas de réduire significativement la population par la suite. Ces traitements auraient une efficacité sur la population en début de développement mais au fur et à mesure que les œufs éclosent le traitement n'aurait plus d'efficacité. On note aussi que cette année les traitements préventifs ont été rapidement lessivés en raison des quantités de pluies tombées tout au long du mois de mai (112.1 mm en totalité dans le vignoble du Bergeracois).

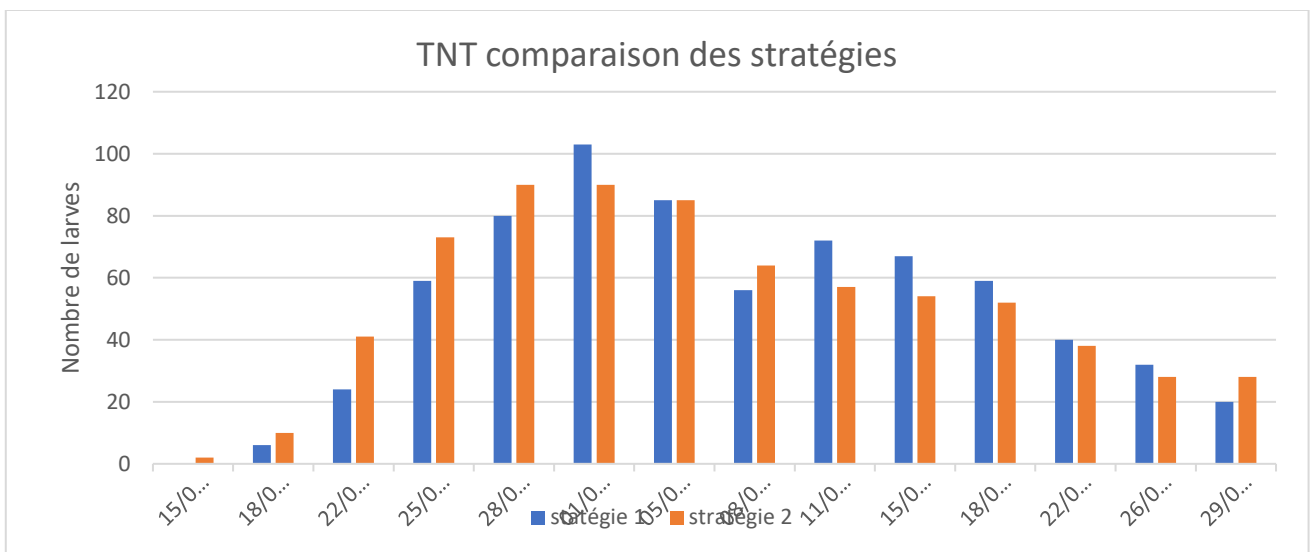


Figure 10 : Graphique des moyennes larvaires présentes dans le TNT pour les deux stratégies

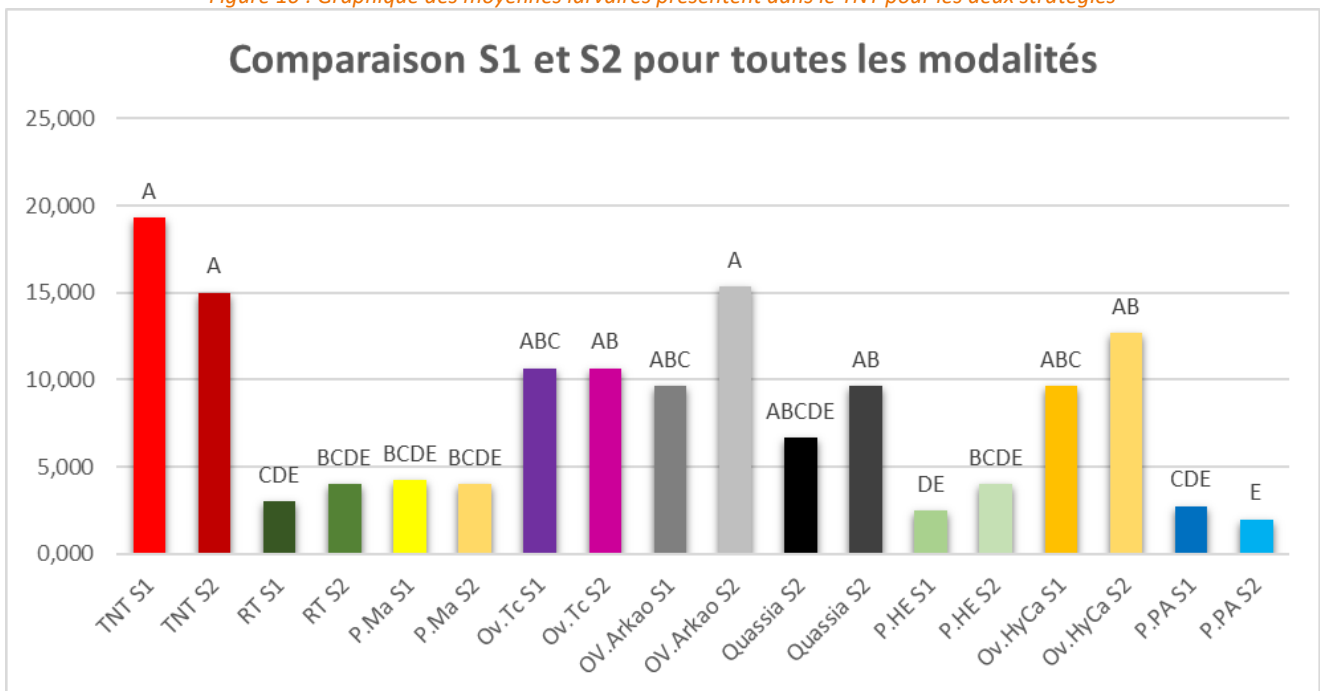


Figure 11 : Comparaison des stratégies par modalité pour la date du 26/06/18

4 : Discussion

4.1: COMPARAISON AVEC LES ANNÉES PRÉCÉDENTES

En 2015, on peut comparer les modalités P.Pa, P.Ma et P.He (les autres modalités testées cette année n'étaient pas encore inclus dans l'essai). Ces modalités présentent une efficacité sur la population larvaire (figure 12). Statistiquement, la population larvaire obtenue dans ces modalités est différente du TNT mais dans le même groupe que la RT.

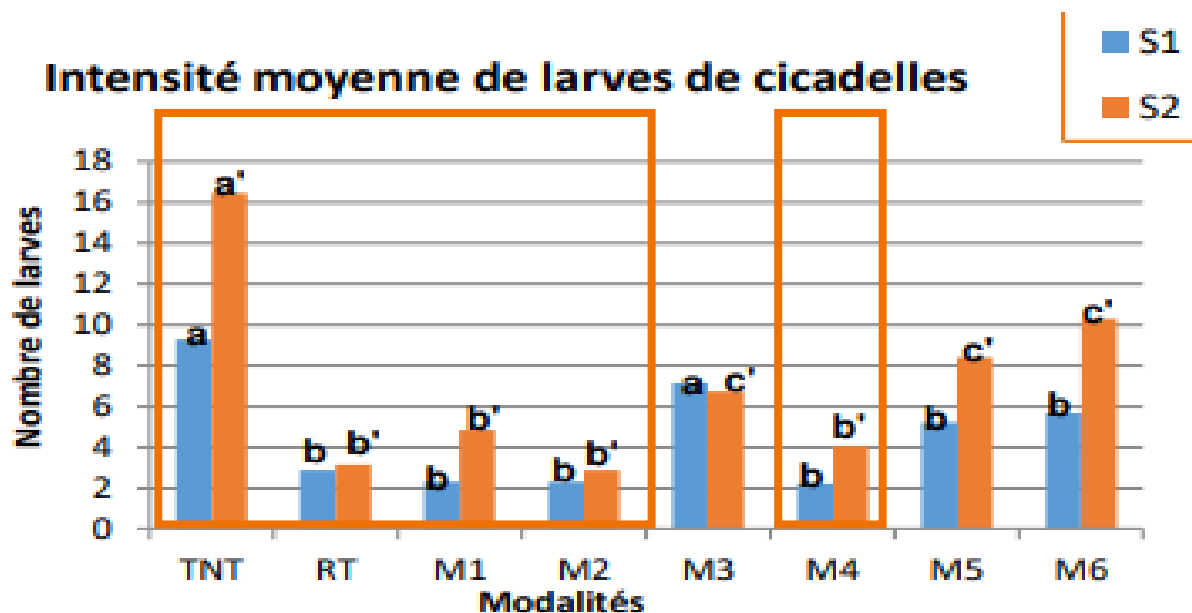


Figure 12 : Intensités moyennes présentes en 2015 dans l'essai (M1P.Pa, M2P.Ma, M4P.He)

En 2016, on observe 3 groupes statistiques, un groupe A composé du TNT et de la modalité P.He (S2). Un groupe B avec les modalités RT, P.Pa (S1), P.Ma, P.HE (S1), Ov.HyCA (S1), Ov.Tc (S1) et Ov.Arkaos (S1)(figure 13). Ces modalités ont donc une efficacité sur la population larvaire présente dans l'essai car elles ont une population larvaire inférieure au TNT. Les modalités ne présentent pas de différence entre elles ce qui signifie que les modalités Ov.Arkaos et Ov.Tc sans Pyrèvert® ont la même efficacité que les modalités avec Pyrèvert® sur la population larvaire. Un groupe C est composé des modalités Ov.HyCa (S2), Ov.Tc (S2) et Ov.ArKaos (S2) significativement différentes des autres modalités avec une population larvaire inférieure aux autres modalités. On notera qu'en 2016 la population larvaire dans l'essai était faible même lors des T0, il faut donc prendre les résultats obtenus avec précaution.

Intensité moyenne de larves de cicadelles

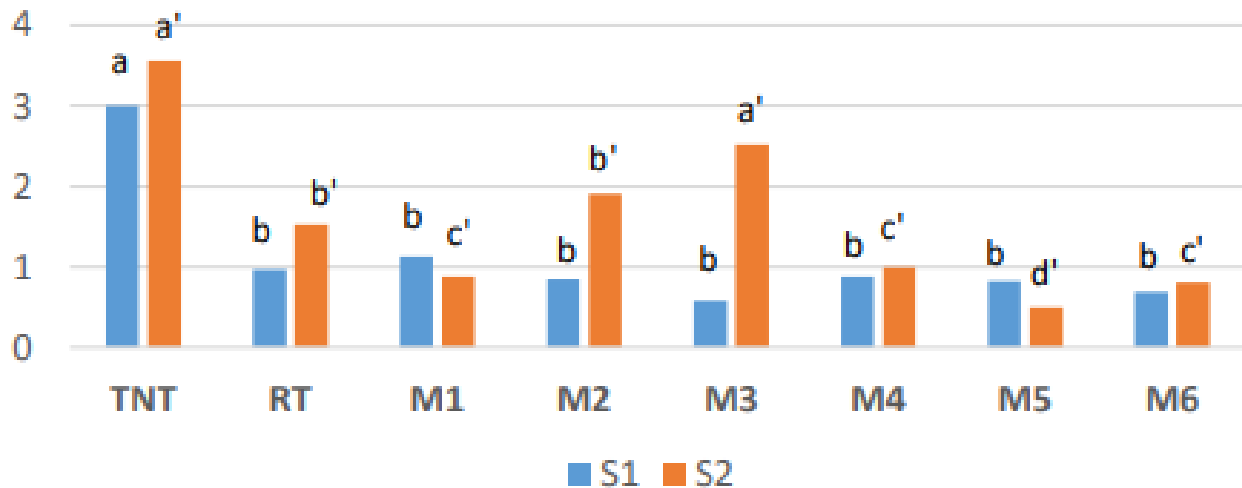


Figure 13 : Intensités moyennes présentent en 2016 dans l'essai (M1P.Pa, M2P.Ma, M3P.He, M4 Ov.HyCa, M5 Ov.Tc et M6 Ov.Arkaao)

En 2017, les populations larvaires présente dans l'essai sont faible (même parcelle qu'en 2016) ce qui ne permet pas d'avoir des groupes statistiques distinct en fonction des modalités (figure 14). On observe deux groupes, une premier groupe A, composé des modalités TNT, P.Pa, P.He, Ov.Tc, Ov.Arkaao et RT¹ et un groupe B composé des modalités P.Pa, P.He, Ov.Tc, Ov.Arkaao, Ov.HyCa, P.Ma et RT. Les modalités semblent toutes différentes du TNT avec une population larvaire inférieure au TNT. Les modalités P.Ma et Ov.HyCa sont différentes des autres modalités puisqu'elles se trouvent dans le groupe B. Chacune des modalités présente une efficacité mais la pression larvaire n'est pas suffisante pour obtenir une différence significative entre les modalités. Il est donc difficile de conclure quant à l'efficacité des produits alternatifs.

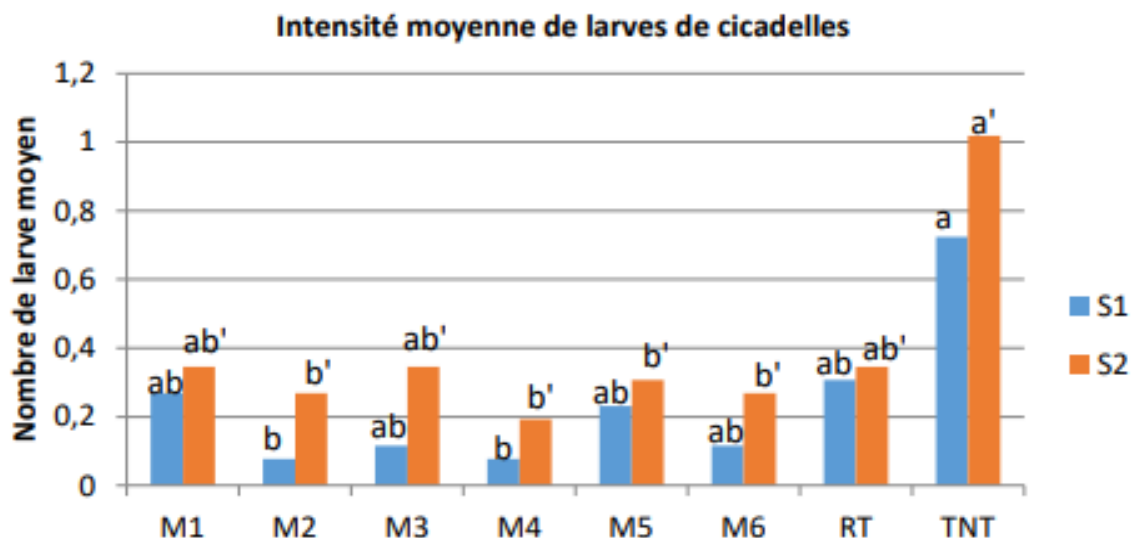


Figure 14 : Intensités moyennes présentent en 2017 dans l'essai (M1P.Pa, M2P.Ma, M3P.He, M4 Ov.HyCa, M5 Ov.Tc et M6 Ov.Arkaao)

Au

vu des résultats des années précédentes et ceux de cette année, on peut conclure que les modalités P.Pa, P.Ma et P.He sont identiques à la RT, il n'est donc pas nécessaire de couplé le Pyrèvert avec d'autre substance car ceci ne permet pas d'obtenir une efficacité supplémentaire. La modalité P.Pa est intéressante car avec un seul traitement Pyrèvert puis un traitement Prev-Am[®] permet d'obtenir la même efficacité que la RT. Cette modalité serait donc à tester en grande parcelle avec une population larvaire plus forte que dans l'essai afin de confirmer les résultats. De

plus depuis cette année le Prev-Am® (La vigne) est homologué pour lutter contre la flavescence dorée, il est donc possible de tester cette modalité en zone de P.L.O. Concernant les modalités Ov.Arka0, Ov.Tc et Ov. HyCa, les résultats de 2016 et de cette année, permettent d'envisager de tester l'argile, le talc et l'hydroxyde de calcium avec un traitement Pyrèvert®, puisque ces modalités sans Pyrèvert® permettent déjà une diminution des populations larvaires.

Enfin, concernant les deux stratégies testées (avec ou sans traitement ovicide), les résultats des années 2015 et 2016 confirment les résultats obtenus cette année, il n'y a pas de différence significative entre les deux stratégies. Il ne serait donc pas nécessaire d'appliquer des traitements ovicide à base d'huile végétale et d'argile pour lutter contre la flavescence dorée.

4.2 : COÛTS DES TRAITEMENTS

Pour les modalités, P.Ma, P.He et P.Pa on remarque pas de différence significative d'efficacité par rapport à la

RT mais des différences de coûts de traitement existent (tableau 3 et 4). La modalité P.Ma (Pyrèvert® couplé avec Vin'Ail®) coûte 800 €/ha est ne présente pas d'efficacité supplémentaire qu'un Pyrèvert® seul, il n'est donc pas favorable pour le viticulteur d'utilisé cette modalité. La modalité P.He a un coût de 287 €/ha alors que l'efficacité n'est pas augmentée. Cette modalité n'est donc pas économique pour le viticulteur. La modalité P.Pa, représente un intérêt car celle-ci permet de retirer un traitement au Pyrèvert® et donc de baisser le coûts du cycle de traitement tout en ayant une même efficacité. En effet, le coût de 2 traitements au Pyrèvert® s'élève à 150 €/ha, alors que

Tableau 2 : Prix des produits à l'hectare

Produits	Prix
Pyrèvert®	75€/ha
Prév-AM®	36€/ha
Argile kaolinite calcinée SOKALCIARBO®	36€/ha
Talc Invelop®	22.50€/ha
Oviphyt®	24.83€/ha
Huiles essentielles	118.80€/ha
Quassia	105€/ha
Hydroxyde de Calcium	37.50€/ha
Macération d'ail	250€/ha
Naturen Eradibug (Huile de Colza)	213€/ha

Tableau 3 : Prix des modalités à l'hectare

Modalités	€/ha TTC
RT	150
P.Ma	800
P.PA	111
P.HE	287.26
Ov.ArKao	119.66
Ov.Tc	94.66
Ov.Hyca	124.66
Quassia	210
Ail préventif	500
Talc Préventif	50
Argile Préventif	72
Traitement Préventif	498

la modalité Pyrèvert® puis Prev-Am® coûte 111 €/ha. On note aussi que le Prev-Am® est aujourd'hui homologué pour lutter contre la cicadelle de la flavescence dorée depuis cette année mais celui-ci n'est pas recommandé par la DGAL dans le cadre de la lutte obligatoire. Il serait intéressant d'intégrer ce produit dans le cadre du protocole d'aménagement d'utilisation des Pyrèthres naturels.

La modalité Quassia (tableau 2 et 3) testée pour la première année ne présente pas d'efficacité significative mais pourrait être utilisée sur des stades larvaires plus jeunes. Aujourd'hui ce produit ne présente pas d'homologation, celle-ci est en cours au niveau Européen. Ce produit demande aussi un processus d'extraction complexe ce qui lui donne un coût élevé de 210 €/ha pour deux traitements (si l'on compare au cycle de traitement Pyrèvert®). Il faudra donc que ce produit ait une efficacité égale à celle du Pyrèvert® pour qu'il soit utilisé par les viticulteurs.

Pour les modalités Ov.Tc, Ov.ArKao et Ov.HyCa, l'efficacité sur les population larvaire reste faible car il y a que pour le 26/06 (S2) que celle-ci se trouvent dans un groupe intermédiaire entre le TNT et les modalités P.Pa, P.Ma et RT. Ces modalités présentent un coût inférieur (tableau 3 et 4) au Pyrèvert® (entre 25 et 50 € de moins à l'hectare pour le même nombre de traitement). On envisage de coupler ces modalités avec un traitement au Pyrèvert® afin d'avoir une meilleure efficacité de ces produits. Pour la modalité argile couplé avec du Pyrèvert® cela reviendrait à un coût de 111 €/ha, pour la modalité talc 97,50 €/ha et pour la modalité hydroxyde de calcium 112,50 €/ha. Ces coûts de traitements restent inférieurs au coût de deux traitements Pyrèvert® ce qui devient favorable pour le viticulteur étant donné que le traitement Pyrèvert® reste le poste de traitement le plus onéreux en viticulture. On note que ces trois produits sont aujourd'hui homologués pour d'autres cultures ou d'autres ravageurs que la cicadelle *S.titanus*. Si ces produits présentaient une efficacité en le couplant avec du Pyrèvert®, il faudrait faire une demande d'extension d'homologation, processus qui demandent moins de temps (entre 1 à 2 ans) qu'une première homologation (7 ans).

4.3 : PERSPECTIVES DE L'ESSAI

Pour les années à venir, il serait intéressant d'avoir une modalité de référence avec un traitement Pyrèvert®. Cette modalité permettrait de comparer les résultats avec la modalité P.Pa qui reçoit qu'une seule application de Pyrèvert®.

Les modalités Ov.ArKao, Ov.Tc serait intéressantes à coupler avec un traitement au Pyrèvert®. En effet, ces produits permettent une diminution de la population larvaire avant l'application des traitements réglementaire. Cela permettrait peut-être d'appliquer qu'un seul traitement Pyrèvert® et d'obtenir une population larvaire en-dessous du seuil fixé par les FREDON et la DGAL (seuil de 3 larves sur 100 feuilles). Les résultats de cette modalité devront être comparés à une modalité où un seul traitement Pyrèvert® est appliqué.

Il serait intéressant de tester l'hydroxyde de calcium en application précoce comme le talc et l'argile. Hypothétiquement, ce produit pourrait avoir une efficacité dans la gestion des éclosions et permettaient de diminuer la population de jeune larve.

Les traitements préventifs à action ovicide ne paraissent pas nécessaire, on n'observe pas de différence sur les populations entre la stratégie 1 avec traitement ovicide et la stratégie 2 sans traitement ovicide. De plus, le produit utilisé n'est pas homologué pour un usage professionnel et ce traitement à un coût élevée. Les traitements huiles essentielles et macération d'ail couplé avec le Pyrèvert® ne présentent pas d'efficacité supplémentaire mais présente un coût élevé, il ne serait donc pas nécessaire de continuer ces modalités pour l'an prochain.

Il serait aussi envisageable de tester une modalité dans le protocole d'aménagement de la lutte avec les Pyrèthres naturelles. La modalité P.Pa pourrait-être intégrée dans ce protocole car le Prev-Am® est homologué depuis cette année pour lutter contre la cicadelle de la flavescence dorée. Le Prev-Am® pourrait-être appliquer en remplacement du second traitement Pyrèvert® lorsque la population larvaire se situe entre 3 et 6 larves pour 100 feuilles (seuil intermédiaire qui nécessite un comptage supplémentaire et un second traitement).

Il pourrait-être envisager d'appliquer la modalité quassia sur les stades larvaires L1 et L2 afin de voir si celui-ci présente une meilleure efficacité. Si l'on se fie aux recherches bibliographiques, en arboriculture se produit est utilisé lors de l'éclosions des larves et non sur des larves ayant subi plusieurs mues.

Conclusion

Dans cette essai on cherche un moyen de lutte alternatif et à augmenter l'efficacité des Pyrèthres naturels dans le cadre de la lutte contre *S. Titanus* (cicadelle vectrice de la flavescence dorée). Dans le cadre de l'essai on a pu tester différentes substances qui présentent des propriétés ayant un intérêt dans la lutte contre la cicadelle. Le but de l'essai était de trouver un moyen de lutte moins couteux que le Pyrèvert mais aussi plus respectueux de la faune auxiliaire.

Cette année, les résultats permettent d'observer deux à trois groupes statistiques. Un premier groupe composé du TNT, un second groupe composé des modalités sans Pyrèvert et un troisième groupe avec les modalités Pyrèvert. Parmi les modalités avec Pyrèvert on a pu remarquer que le couplage de substance tel que l'ail et les huiles essentielles avec du Pyrèvert ne permettent pas d'augmenter l'efficacité du Pyrèvert. La modalité avec un traitement Pyrèvert puis un traitement Prev-Am® permet d'avoir les mêmes résultats que la RT. Cette modalité permet de faire un seul traitement Pyrèvert et donc de diminuer les coûts du traitement et l'impact environnemental. Les modalités sans Pyrèvert présentent aussi une efficacité sur les populations larvaire mis à part la modalité quassia, même si celle-ci est moins prononcés que pour le Pyrèvert®. Ces modalités doivent-être encore testé afin de confirmer les résultats obtenus. Ces modalités pourraient-être couplé avec un traitement Pyrèvert® afin de diminuer le coût du traitement et son impact environnemental. La modalité quassia testé pour la première année, ne présentent pas de résultats favorables mais cette modalité serait à positionner au moment de l'éclosions des larves. Ces résultats permettent d'envisager de nouvelle perspective pour les années à venir et pour améliorer la lutte contre la flavescence dorée.

Au vu des résultats obtenus sur quatre ans, les modalités P.He et P.MA pourraient être remplacées ou supprimées. En effet ces deux modalités ne présentent pas d'efficacité supplémentaire par rapport au Pyrèvert mais ont un coût supplémentaire pour le viticulteur. La modalité P.Pa pourrait-être intégrer dans protocole d'aménagement de lutte proposé par AgroBio Périgord afin de tester cette modalité en grande parcelle et avec plus de répétitions. Cette modalité répond aux objectifs de l'essai avec un coût inférieur au traitement actuel et a un impact environnemental plus favorable aux auxiliaires. Les modalités sans Talc et Argile pourraient-être couplées avec un traitement Pyrèvert afin d'augmenter leur efficacité. Même couplé avec un Pyrèvert ces modalités ont un coût inférieur au traitement Pyrèvert réalisé aujourd'hui. De plus les traitements à l'argile et au talc sont aussi utilisés pour lutter contre les coups de soleil (talc), les cicadelles vertes (argile) et le vers de la grappe (argile).

