



HAL
open science

Évaluations de l'efficacité de méthodes alternatives dans la lutte contre plusieurs bioagresseurs de la noix au sein du Réseau DEPHY Noix du Périgord

Aurore Bouty

► **To cite this version:**

Aurore Bouty. Évaluations de l'efficacité de méthodes alternatives dans la lutte contre plusieurs bioagresseurs de la noix au sein du Réseau DEPHY Noix du Périgord. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04281920

HAL Id: dumas-04281920

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04281920>

Submitted on 13 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'Institut Agro Rennes-Angers

Site d'Angers Site de Rennes

<p>Année universitaire : 2022-2023 Spécialité : Horticulture Spécialisation (et option éventuelle) : I2PH</p>	<p>Mémoire de fin d'études</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> d'ingénieur de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de master de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de l'Institut Agro Montpellier (étudiant arrivé en M2)</p> <p><input type="checkbox"/> d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)</p>
---	--

Évaluations de l'efficacité de méthodes alternatives dans la lutte contre plusieurs bioagresseurs de la noix au sein du Réseau DEPHY Noix du Périgord

Par : Aurore Bouty

Soutenu à **ANGERS** **le** **02/10/2023**

Devant le jury composé de :

Président : Laurent CRESPEL

Autres membres du jury : Cyrielle MASSON (SENuRA)

Maître de stage : Didier MERY (Chambre d'Agriculture 24)

Enseignant référent : Yann TRICAULT

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle de l'Institut Agro Rennes-Angers

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation « Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France » disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Remerciements

Ma plus profonde gratitude va à Didier MERY, conseiller en arboriculture fruitière à la Chambre d'Agriculture de la Dordogne et maître de stage, pour sa disponibilité et son accompagnement sans faille tout au long de ces 6 mois de stage. Je lui suis très sincèrement reconnaissante pour toutes les connaissances acquises à ses côtés lors de ce stage.

Je remercie vivement l'ensemble des producteurs du Réseau DEPHY Noix du Périgord, pour leur accueil chaleureux et pour m'avoir montré leurs métiers avec passion. Je remercie particulièrement les producteurs s'étant portés volontaires pour mettre en place mes essais sur leurs parcelles.

Ma sincère reconnaissance va également à l'ensemble des techniciens du Groupe Technique Noix du Sud-Ouest, pour tous les riches échanges menés à de nombreuses occasions lors de ce stage, et qui m'ont permis de diversifier mes connaissances de la nuciculture.

J'exprime ma vive gratitude aux deux ingénieures expérimentales de la Station Expérimentale de Creysse, Eloïse TRANCHAND, pour son aide précieuse apportée dans la construction des protocoles et l'analyse des résultats, ainsi que Marie DEBLED, pour sa contribution à l'évaluation des pièges connectés.

Je remercie également Fanny VOGELWEITH, de l'entreprise M2I, pour m'avoir fourni tout le matériel nécessaire à l'essai d'évaluation de performance des pièges, ainsi que pour avoir répondu à mes nombreuses questions sur le sujet au cours des 6 derniers mois. Merci d'avoir également mené l'essai d'évaluation de pièges.

J'adresse ma reconnaissance à Pascal MOURY, de l'entreprise Lhoist, pour sa disponibilité, et pour avoir fourni aux producteurs les quantités nécessaires de lait de chaux pour la mise en place des protocoles.

Un grand merci à Vincent JOLY et Quentin BIRON, de l'entreprise Trapview, pour avoir mis à disposition les pièges de monitoring connectés, ainsi que pour le suivi régulier réalisé au cours de l'évaluation.

Ma gratitude va à Jean-Baptiste PHILIBERT, de la SENUA, pour avoir accepté de conduire également l'essai pièges contre la mouche du brou, et pour m'avoir épaulée lors de la mise en place du protocole.

Je remercie également Yann TRICAULT, pour l'aide apportée pour la rédaction de ce mémoire.

Table des matières

Introduction.....	1
I) La noix, une importante filière fruitière de France.....	3
1) La place de la filière noix en France.....	3
Variétés cultivées.....	4
Cycle de développement du noyer.....	4
Le marché de la noix en France.....	6
2) Il est nécessaire de trouver des méthodes de lutte alternatives contre les bioagresseurs du noyer.....	6
Le carpocapse, <i>Cydia pomonella</i>	6
La mouche du brou, <i>Rhagoletis completa</i>	7
L'antracnose.....	9
La bactériose.....	10
Présentation du Réseau DEPHY Noix du Périgord.....	10
3) La noix, une filière en difficulté ?.....	12
II) Évaluations de méthodes alternatives pour lutter contre les ravageurs du noyer.....	13
1) Dispositif d'évaluation de performances de pièges contre la mouche du brou.....	13
2) Dispositif d'évaluation de l'efficacité d'un produit blanchissant : le BNA pro®.....	14
3) Analyses statistiques.....	16
4) Évaluation d'un dispositif de monitoring : le piège connecté Trapview.....	16
III) Résultats des essais menés.....	18
1) Évaluation de performances de pièges contre la mouche du brou.....	18
2) Évaluation de l'efficacité d'un produit blanchissant : le BNA pro®.....	20
3) Évaluation d'un dispositif de monitoring : le piège connecté Trapview.....	22
IV) Discussion des résultats.....	23
1) Efficacité de chaque piège.....	23
Dispositif d'évaluation de performance de pièges.....	23
Efficacité des pièges connectés Trapview.....	24
2) Efficacité de l'application d'une barrière physique.....	26
3) Faisabilité de chaque méthode d'un point de vue producteur.....	26
Utilisation des pièges à des fins de piégeage massif.....	26
Utilisation des pièges connectés.....	27
Utilisation d'une barrière physique.....	27
V) Perspectives : la noix, une filière qui se modernise ?.....	28
1) Pose de confusion sexuelle par drone.....	28
2) Recherche de nouvelles méthodes de lutte reposant sur la prédation ou la perturbation du cycle de vie du ravageur.....	29
3) Recherche de nouvelles variétés plus résistantes aux bioagresseurs.....	30
Conclusion.....	31

Bibliographie.....	31
Sitographie	34
Annexes	1

Liste des illustrations

Figure 1 : Évolution des surfaces (en hectares) de vergers français entre 2010 et 2022. D'après les données de l'Agreste (2023).	3
Figure 2 : Territoire de l'AOP Noix du Périgord (en marron). D'après Département de la Dordogne (2018).	4
Figure 3 : Évolution des inflorescences mâles (Lespinasse, Leterme 2011).	5
Figure 4 : Inflorescence femelle. Photo : Aurore Bouty	5
Figure 5 : Carpocapse <i>Cydia pomonella</i> sur une plaque engluée. Photo : Aurore Bouty	7
Figure 6 : Puffer®, permettant de mettre en place une lutte par confusion sexuelle contre le carpocapse. Photo : Aurore Bouty.....	7
Figure 7 : Mouche du brou mâle sur une plaque engluée. Photo : Aurore Bouty	7
Figure 8 : Dimorphisme sexuel de la mouche du brou. Photos : SENURA dans Verhaeghe et Prunet (2011)......	8
Figure 9 : La mouche du brou peut être confondue avec d'autres mouches des fruits. Source : Verhaeghe et Prunet (2011).	8
Figure 10 : Symptômes d'anthracnose sur fruits (à gauche) et sur feuilles (à droite). Photos : Aurore Bouty	9
Figure 11 : Symptômes de bactériose. Photos : Aurore Bouty	10
Figure 12 : Répartition des exploitations du Réseau DEPHY Noix du Périgord sur le département de la Dordogne. Source : (Méry 2022)......	11
Figure 13 : Schéma du dispositif d'évaluation de piège.	14
Figure 14 : Schéma du dispositif expérimental d'évaluer du BNA® pro.....	15
Figure 15 : Pièges Trapview. A gauche : piège mouche, plaque verticale ; au milieu : piège mouche, plaque horizontale ; à droite : piège carpocapse. Photos : Aurore Bouty	17
Figure 16 : Captures effectuées par chaque piège sur une parcelle de la Chambre en fonction du temps.	18
Figure 17 : Répartition des noix entre chaque symptôme selon 3 modalités (Aurore Bouty).	21
Figure 18 : Les arbres ayant reçu du BNA® (à gauche) conservent davantage de feuilles et de fruits que les arbres de la zone témoin (à droite). Photos : Didier Méry et Aurore Bouty.....	22
Figure 19 : Capture d'écran du logiciel Trapview. Image du piège mouche horizontal (à gauche) et du piège carpocapse (à droite). Source : Trapview.....	22
Figure 20 : Modèle de dynamique de développement du carpocapse. Source : Trapview.....	25
Figure 21 : Drone transportant des Ginko® Ring. Photo : Didier Méry	28

Figure 22 : Adulte <i>Rhagoletis pomonella</i> et araignée prédatrice <i>Paraphidippus marginatus</i> (fam. Salticidae) sur une feuille de pommier. Source : Monteith (1972)...	29
Tableau 1 : Volumes de noix échangés par la France en 2022. D'après : (CTIFL 2023).	6
Tableau 2 : Répartition des captures en fonction des pièges.	18
Tableau 3 : Proportion de mouches du brou femelles capturées dans chaque piège.	19

Liste des annexes

ANNEXE I : Stades phénologiques du noyer (Payre 2015)	1
ANNEXE II : Cycle du carpocapse <i>Cydia pomonella</i>	2
ANNEXE III : Cycle de la mouche du brou	3
ANNEXE IV : Cycle de l'antracnose	4
ANNEXE V : Fiche technique pièges Smart Trap®.....	5
ANNEXE VI : Fiche technique capsule Completa Pro Drop®	9
ANNEXE VII : Fiche technique BNA® pro	11
ANNEXE VIII : Fiche technique attractif PHEROCON®CM-DA COMBO	12
ANNEXE IX : Fiches techniques des variétés Germaine, Charlette et Dorianne	15
ANNEXE X : Brochure distribuée aux participants de la Journée Technique du Réseau DEPHY du 7 Septembre 2023.....	18
ANNEXE XI : Fiche de suivi du carpocapse (monitoring) distribuée en début de saison aux producteurs du Réseau DEPHY	36
ANNEXE XII : Article paru le 23 Juin dans « Réussir le Périgord », présentant les expérimentations mises en place en 2023	40
ANNEXE XIII : Article paru le 30 Juin dans « Réussir le Périgord », évoquant une intervention réalisée lors de la manifestation « Élevage et Territoire »	41

Glossaire

Anthraxnose : maladie fongique, pouvant faire chuter les feuilles et/ou les noix avant leur maturité ou porter atteinte à la qualité des fruits.

Bactériose : maladie causée par une bactérie, pouvant engendrer des pertes importantes de production, en raison de fortes chutes de noix de la nouaison à la récolte.

Carpocapse : *Cydia pomonella* (famille des Tortricidae), pond sur les feuilles à proximité du brou des noix. La larve, lorsque la coquille n'est pas encore soudée, pénètre à l'intérieur de la noix, à l'issue d'un stade « baladeur ».

Confusion sexuelle : méthode de lutte alternative utilisée contre le carpocapse. L'atmosphère du verger est saturée en hormones grâce à des diffuseurs, afin de perturber l'accouplement des ravageurs.

Méthodes de lutte alternatives : moyens de lutte visant à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires, et s'appuyant sur les comportements des ravageurs, favorisant la vie du sol, ou encore en permettant l'implantation d'auxiliaires dans les vergers.

Monitoring : suivi des populations de ravageurs, permettant de déclencher ou non un moyen de lutte.

Mouche du brou : *Rhagoletis completa* (famille des Tephritidae), pond dans le brou des noix. Le développement des larves entraîne une dégradation puis un noircissement important du brou, une coloration de la coque et parfois du cerneau. Cela peut mener à la chute de la noix.

Piégeage massif : méthode de lutte alternative contre les ravageurs, qui consiste à capturer un maximum d'individus grâce à des pièges et attractifs spécifiques, et permettant de faire diminuer les pertes à la récolte jusqu'à un niveau acceptable pour le producteur.

Liste des abréviations

AB : Agriculture Biologique

AOP : Appellation d'Origine Protégée

BSV : Bulletin de Santé du Végétal

CA : Chambre d'Agriculture

COV : Composés Organiques Volatils

IA : Intelligence Artificielle

OAD : Outil d'Aide à la Décision

TIS : Technique de l'Insecte Stérile

Introduction

La France est un acteur agricole majeur dans le paysage européen. En effet, avec une surface agricole utile de plus de 26 millions d'hectares en 2020, notre pays est classé comme la première puissance européenne agricole (Chambres d'Agriculture France 2023; Ministère de la Transition écologique et solidaire 2018). La France est la deuxième acheteuse de produits phytosanitaires au classement européen, avec plus de 76 000 tonnes de substances actives vendues en 2017, derrière l'Espagne (qui en achète près de 77 000 tonnes) et devant l'Italie (presque 60 000 tonnes). Une stabilisation des quantités de produits phytosanitaires non utilisables en Agriculture Biologique (AB) achetées est cependant à noter entre 2009 et 2019. On observe même une diminution de ces quantités achetées entre 2019 et 2021. Les achats de produits de biocontrôle ou utilisables en AB augmentent depuis 2009 (Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires, Ministère de la Transition Energétique 2022). Même si ces données ne reflètent que les achats et non les quantités de phytosanitaires utilisées, elles témoignent d'une volonté de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires de synthèse. Cette dynamique doit être renforcée dans le cadre de l'application du plan Ecophyto II+, qui vise à réduire de 50% l'usage des produits phytopharmaceutiques d'ici 2025 (Ministère de la Transition écologique et solidaire 2018; Remongin 2022). L'un des outils mis en place afin d'atteindre ces objectifs sont les Réseaux DEPHY. Le Réseau DEPHY Noix du Périgord, actif depuis 2017, et reconduit pour une nouvelle période de 2022 à 2026, s'inscrit dans cette dynamique de recherche de méthodes alternatives pour lutter contre les bioagresseurs de la noix (Méry 2022).

La filière nucicole française est confrontée depuis 2007 à l'arrivée d'un nouveau ravageur : la mouche du brou, *Rhagoletis completa*, de la famille des Tephritidae, ordre des Diptères (Verhaeghe, Prunet 2011). Piégé pour la première fois en Dordogne en 2011, cet insecte peut causer des dégâts très importants sur les récoltes de noix si aucune lutte n'est mise en place. Or, la limitation des moyens mis à disposition des producteurs pour combattre la mouche du brou rend cette entreprise difficile. A l'heure actuelle, les seuls moyens de lutte phytosanitaires sont soumis à dérogation, et ce depuis 11 ans, le risque de devoir s'en affranchir est donc grand (Didier Méry, communication personnelle). De plus, la filière noix est entrée cette année dans une grave crise économique liée à une production exceptionnelle et à une baisse de la consommation, qui contraint les producteurs à revoir leurs stratégies de lutte, faute de moyens financiers.

Cette dynamique globale ainsi que l'inquiétude des producteurs poussent à la recherche de nouveaux moyens de lutte, permettant de garantir une récolte de qualité pour les nuciculteurs tout en restant accessible financièrement.

Les études menées au champ au cours de l'été 2023 s'inscrivent dans la continuité de celles conduites les années précédentes, qui avaient pour but de mettre au point un seuil de piégeage pour le monitoring de la mouche du brou, ou encore d'évaluer la performance d'une stratégie de *push-and-pull* (Bernard 2022).

Les expériences conduites cette année avaient donc plusieurs objectifs :

- 1) Évaluer l'attractivité sur la mouche du brou de différents pièges,
- 2) Évaluer l'efficacité de l'application d'un produit blanchissant, le BNA pro®, dans la lutte contre plusieurs bioagresseurs de la noix,

- 3) Évaluer l'utilisation d'un nouvel outil d'aide à la décision (OAD), afin de perfectionner le monitoring dans le cadre de la lutte contre les ravageurs de la noix.

La problématique ayant guidé ces expérimentations est la suivante : **dans quelle mesure l'utilisation de méthodes de lutte alternatives ou de nouveaux outils permet-elle d'optimiser la lutte contre les ravageurs de la noix ?**

Différentes hypothèses de travail, reposant sur des observations réalisées par les nuciculteurs, la Station Expérimentale de Creysse ou dans de nombreuses études menées sur les bioagresseurs du noyer, ont permis de conduire ces expérimentations :

- 1) L'attractivité des pièges utilisés contre la mouche du brou varie en fonction de la couleur ou de la forme de ceux-ci (Riedl, Hislop 1985; Riedl et al. 1989; Riedl, Hoying 1981),
- 2) Certains produits, utilisés en tant que barrière physique, pourraient permettre de lutter de manière simultanée contre de nombreux facteurs de dégradation de la qualité des noix,
- 3) L'utilisation d'OAD permet d'optimiser les traitements effectués contre le ravageur cible, donc d'en réduire le nombre tout en garantissant leur efficacité.

Nous commencerons par contextualiser les études menées, en procédant à un état des lieux de la filière nucicole française, puis nous décrirons les protocoles mis en place pour mener les différentes évaluations. Nous poursuivrons en présentant les résultats collectés au cours de l'étude, puis nous les comparerons aux données trouvées dans la bibliographie. Nous terminerons ce rapport en évoquant les différentes perspectives dans le cadre de la lutte contre les ravageurs de la noix.

I) La noix, une importante filière fruitière de France

1) La place de la filière noix en France

La filière nucicole occupe une place importante dans l'arboriculture fruitière française, puisque les noyeraies sont le 2^{ème} verger français, derrière les vergers de pommiers (fig. 1). La noyeraie française occupait ainsi 26 903 hectares en 2022 (AGRESTE 2023).

Il est intéressant d'observer que les noyeraies sont les seuls vergers ayant montré une augmentation de leurs surfaces sur les 12 années considérées, avant que ne survienne la crise de 2023.

La noyeraie française est divisée en deux bassins de production, bénéficiant chacun de leur Appellation d'Origine Protégée (AOP) : l'AOP Noix du Périgord, située dans le Sud-Ouest, et l'AOP Noix de Grenoble, située dans le Sud-Est.

En 2022, la Dordogne comptait 7 700 hectares de noyers en production (Méry 2023).

La majeure partie de ces vergers se situe sur la zone AOP Noix du Périgord (fig. 2) (AOP Noix du Périgord 2022a; Département de la Dordogne 2018).

L'activité de nuciculture dans le Périgord est très rarement l'unique revenu de l'exploitation agricole, contrairement à ce qui est observé dans le Sud-Est (Didier Méry, communication personnelle). En effet, les producteurs de noix périgourdins sont souvent installés sur d'anciennes exploitations produisant autrefois du lait et du tabac.

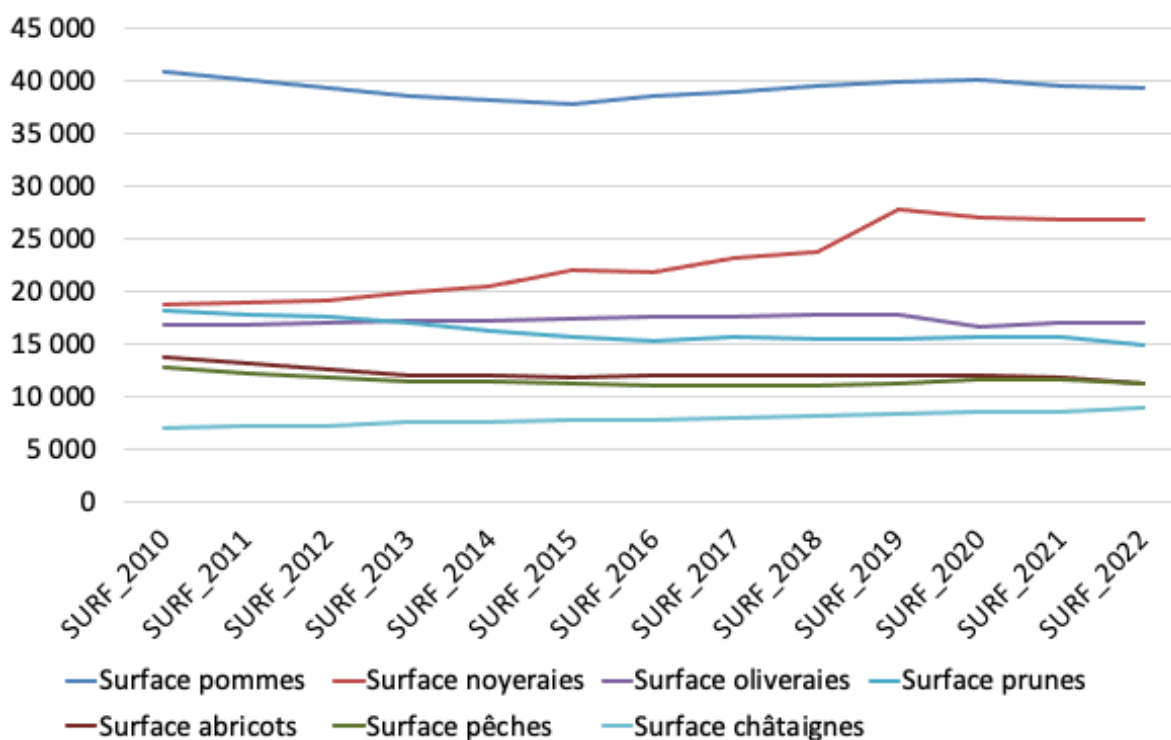


Figure 1 : Évolution des surfaces (en hectares) de vergers français entre 2010 et 2022. D'après les données de l'Agreste (2023).

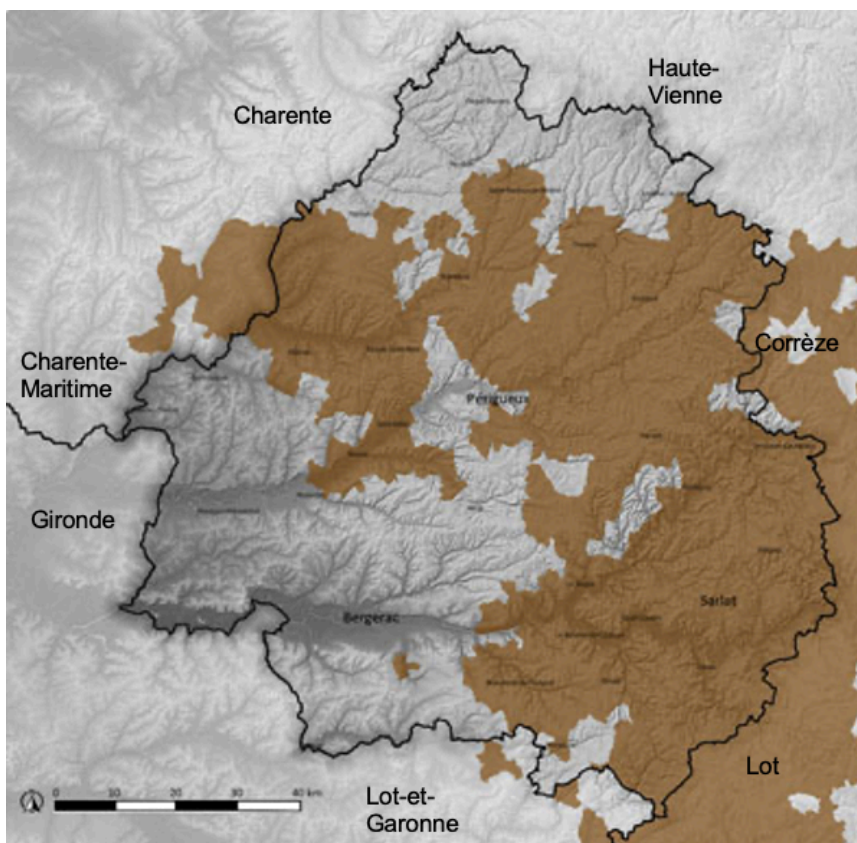


Figure 2 : Territoire de l'AOP Noix du Périgord (en marron). D'après Département de la Dordogne (2018).

Variétés cultivées

Le noyer appartient au genre *Juglans* de la famille des Juglandacées. On trouve dans cette famille le noyer commun, *Juglans regia*, ainsi que le noyer noir, *Juglans nigra*. Ces deux espèces sont utilisées en tant que porte-greffes par les pépiniéristes français. Un autre porte-greffe est également utilisé en France : il s'agit de l'hybride *regia x nigra*.

La diversité des variétés cultivées en France est importante. Il est ainsi possible de trouver des variétés françaises (par exemple Franquette, Lara ou Fernor), américaines (Serr, Chandler) ainsi que des variétés pollinisatrices (Ronde de Montignac ou Fernette par exemple) (Lespinasse, Leterme 2011; Germain, Prunet, Garcin 1999). Seules 4 variétés françaises sont retenues dans le cahier des charges de l'AOP Noix du Périgord : Franquette, Marbot, Corne et Grandjean (AOP Noix du Périgord 2022b).

Les variétés de noix se différencient par leur forme, leur précocité, la quantité de fruits produits, la couleur de la coque, mais aussi la couleur du cerneau, le port de l'arbre et bien sûr, par le goût du fruit.

Cycle de développement du noyer

En fonction de la variété considérée, de forts décalages de cycle peuvent être observés. Le débourrement des bourgeons a lieu de la mi-mars pour les variétés les plus précoces (par exemple Serr), à début mai pour les plus tardives (par exemple Fernette). Il existe même des variétés très tardives, pour lesquelles l'entrée en végétation se situe vers la mi-juin ; ce sont les noyers de la Saint-Jean (Germain, Prunet, Garcin 1999)(Groupe Technique Noix du Sud-Ouest, communication personnelle).

Le noyer possède des **inflorescences unisexuées** :

- Les **chatons** mâles se développent à l'aisselle de l'emplacement des feuilles de l'année précédente (fig.3). Leur évolution est très rapide, et est accélérée par les hautes températures. Le chaton commence par s'allonger lors de la reprise de végétation, puis les fleurs mâles se séparent. Elles finissent par s'ouvrir, et les anthères libèrent un **pollen** léger, qui sera transporté jusqu'aux fleurs femelles par le **vent**.

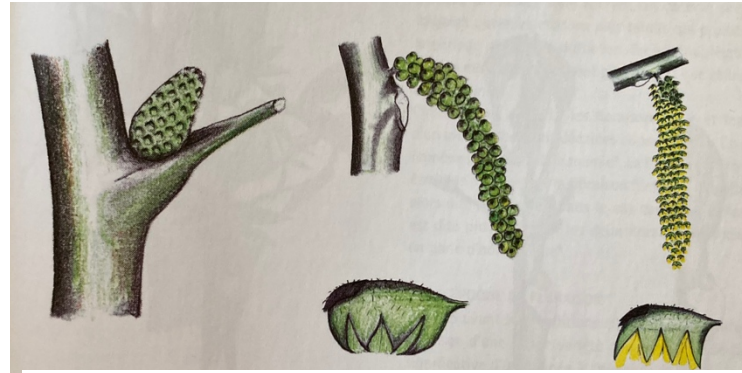


Figure 3 : Évolution des inflorescences mâles (Lespinasse, Leterme 2011).

Les noyers sont des arbres auto fertiles, mais l'ajout de variétés pollinisatrices telles que Ronde de Montignac ou Meylanaise permet de se prémunir des risques de gel, car ces dernières ont des floraisons mâles abondantes et étalées.

- Les fleurs femelles sont situées au sein de la pousse de l'année (fig. 4). Le bourgeon se développe, et on observe les futures fleurs entre les « pousses rouges ». En quelques jours, les **stigmates** s'allongent et ressemblent à des plumeaux, la fleur est prête à recevoir le pollen. Une fois la fleur pollinisée, les stigmates noircissent. Les suivis de **stades phénologiques** sont effectués grâce à l'évolution des fleurs femelles (voir Annexe I).



- Pousse rouge
- Fleur femelle, réceptive au pollen
- Future noix

Figure 4 : Inflorescence femelle. Photo : Aurore Bouty

La jeune noix commence à grossir rapidement après le dessèchement des stigmates. Ce stade de grossissement, appelé Gf, s'arrête début juillet. Le **calibre** de la noix, **drupe charnue** portée par le noyer, encore contenue dans le **brou** (enveloppe charnue et verte, mésocarpe du fruit) est alors acquis. Pendant tout l'été, et jusqu'à la récolte qui a lieu de fin septembre à fin octobre, l'évolution du fruit consistera en la formation et le remplissage du **cerneau** (graine du fruit) contenu dans une **coquille ligneuse déhiscente** (endocarpe). Une reprise de croissance de la végétation a lieu au cours de l'été, ce qui contribue à la formation des « pousses d'août ». (Germain, Prunet, Garcin 1999; Lespinasse, Leterme 2011; Lespinasse, Lespinasse, d'Argentré 2020; Sorbonne Université 2020) (Groupe Technique Noix du Sud-Ouest, communication personnelle).

Le marché de la noix en France

La noix peut être achetée sous de nombreuses formes : **fraîche**, **sèche** en coque ou en cerneaux, ou bien encore **transformée** en huile ou en vin par exemple. D'après une étude du CTIFL, 90% des Français déclarent consommer des noix. Les consommateurs semblent avoir une préférence pour la noix en coque (65% en consommation), mais plus de 50% d'entre eux la consomment décortiquée, c'est-à-dire en cerneaux. L'achat de noix tient plutôt de l'achat coup de cœur, de préférence en sachet, ce qui permet aux consommateurs de les transporter et de les « grignoter » facilement. La nécessité de casser les noix vendues en coque est d'ailleurs un frein à l'achat évoqué par les consommateurs (Venin 2023).

La production moyenne de noix en France est d'environ 35 000 tonnes par an, les deux bassins de production cumulés. Cependant, l'année 2022 a été une année de production exceptionnelle, puisque près de 55 000 tonnes ont été récoltées en France.

La France est le premier exportateur européen de noix en coque ; les principales destinations de ces produits exportés sont l'Italie, l'Allemagne et l'Espagne. Ainsi, en 2022, sur les 55 000 tonnes produites, ce sont plus de 22 600 tonnes de noix coque qui ont été exportées (AOP Noix du Périgord 2022a; CTIFL 2021; Venin 2023; Girard 2023).

Au niveau mondial, la Californie, le Chili ou encore la Chine sont des acteurs très importants pour le marché de la noix (Comité d'Etudes Interprofessionnel du Noyer et du Châtaignier du Bas-Limousin 2023).

La France fait face à un problème de taille quant à la transformation des noix qu'elle produit. En effet, nous ne disposons pas des infrastructures suffisantes pour casser notre récolte et proposer des cerneaux en quantités permettant de satisfaire la demande, et à des prix plus compétitifs. Notre pays est alors fortement dépendant des échanges internationaux pour effectuer cette tâche. Par exemple, la récolte 2021 s'élevait à 38 000 tonnes de noix. Plus de la moitié de cette récolte a été exportée en coques, tandis qu'une grande quantité de cerneaux a été importée (tab. 1).

Tableau 1 : Volumes de noix échangés par la France en 2022. D'après : (CTIFL 2023).

	Noix en coque	Cerneaux
Importations en 2022 (en tonnes)	124	11 254
Exportations en 2022 (en tonnes)	19 914	2 755

2) Il est nécessaire de trouver des méthodes de lutte alternatives contre les bioagresseurs du noyer

Le noyer, comme toutes les cultures, est la cible de nombreux ravageurs, pour lesquels les moyens de lutte sont variés.

*Le carpocapse, *Cydia pomonella**

Le **carpocapse** (fig. 5) est un papillon de la famille des Tortricidae (Ordre : Lépidoptères) à activité crépusculaire, pouvant faire entre 2 et 3 générations par an. Il s'agit du même ravageur causant d'importants dégâts sur les récoltes de pommes.

Les adultes commencent à voler lorsque les températures de fin de journée sont supérieures à 15°C, c'est-à-dire lors des mois d'avril-mai. Après accouplement, la femelle pond ses œufs sur les feuilles. Une fois les œufs éclos, les larves se déplacent sur les feuilles en direction des fruits, pendant une période appelée **stade baladeur**. Une fois la noix atteinte, la larve

perfore le brou et entre à l'intérieur du fruit (cycle du carpocapse en Annexe II). Les noix ainsi contaminées chuteront (Gabelle 2021; Phyteis 2021).

En vergers non traités, le carpocapse peut entraîner des pertes de récolte s'élevant jusqu'à 40% (SENuRA 2022). Pour lutter contre le carpocapse, plusieurs moyens sont mis à disposition des nuciculteurs : la confusion sexuelle peut être utilisée, grâce à des diffuseurs tels que les Ginko® ou les Puffer® (fig. 6). Un bio-insecticide peut aussi être appliqué sur les arbres : le virus de la granulose, que l'on trouve dans les produits appelés Carpovirusine ou encore Madex. Tous ces moyens de lutte sont utilisables en AB. Les producteurs conventionnels disposent de moyens supplémentaires à action larvicide, le Confirm dont la molécule active est le tébufénozide, ou encore le Coragen dont la molécule active est le rynaxypyr (sous dérogation pour la campagne 2023) (Chambre d'Agriculture Tarn-et-Garonne, Chambre d'Agriculture de Lot-et-Garonne 2022).



*Figure 5 : Carpocapse *Cydia pomonella* sur une plaque engluée. Photo : Aurore Bouty*



Figure 6 : Puffer®, permettant de mettre en place une lutte par confusion sexuelle contre le carpocapse. Photo : Aurore Bouty

*La mouche du brou, *Rhagoletis completa**

La mouche du brou est originaire des Etats-Unis, où elle a été identifiée pour la première fois en Californie en 1926. *R. completa* est identifiée pour la première fois en Europe en 1988 en Suisse, puis elle progresse dans les pays de l'Est ainsi qu'en Italie. Arrivée en France en 2007, elle a été piégée pour la première fois en Dordogne en 2011. La mouche du brou est très facilement reconnaissable : elle possède un thorax brun, à la base duquel est situé un point jaune. Elle possède également des dessins caractéristiques sur les ailes : une bande en forme de « L » (fig. 7) (Bush, Olsen, Antonelli 2014; Chambre d'Agriculture de la Dordogne 2017; Verhaeghe, Frémont 2016; Verhaeghe, Prunet 2011; Verheggen et al. 2017). Il existe chez la mouche du brou un **dimorphisme sexuel** visible : les femelles

possèdent un ovipositeur, leur servant à pondre dans le brou, et ont les fémurs marron clair. Les mâles, quant à eux, ont les fémurs marron foncé à noir (fig.8).

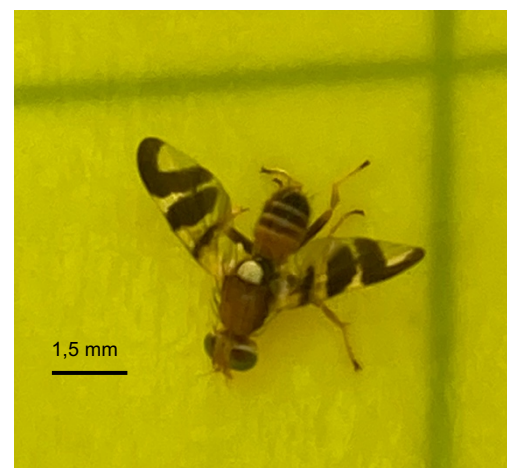


Figure 7 : Mouche du brou mâle sur une plaque engluée. Photo : Aurore Bouty

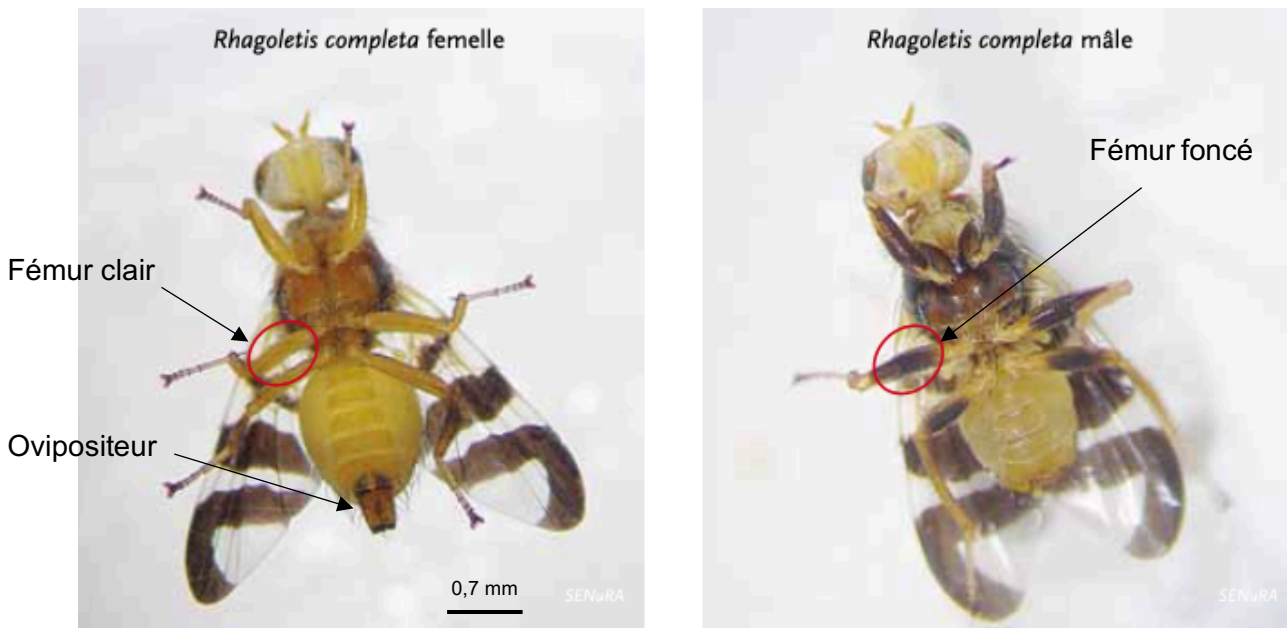


Figure 8 : Dimorphisme sexuel de la mouche du brou. Photos : SENURA dans Verhaeghe et Prunet (2011).

Il existe de nombreuses autres mouches des fruits, avec lesquelles la mouche du brou pourrait être confondue (fig.9) :

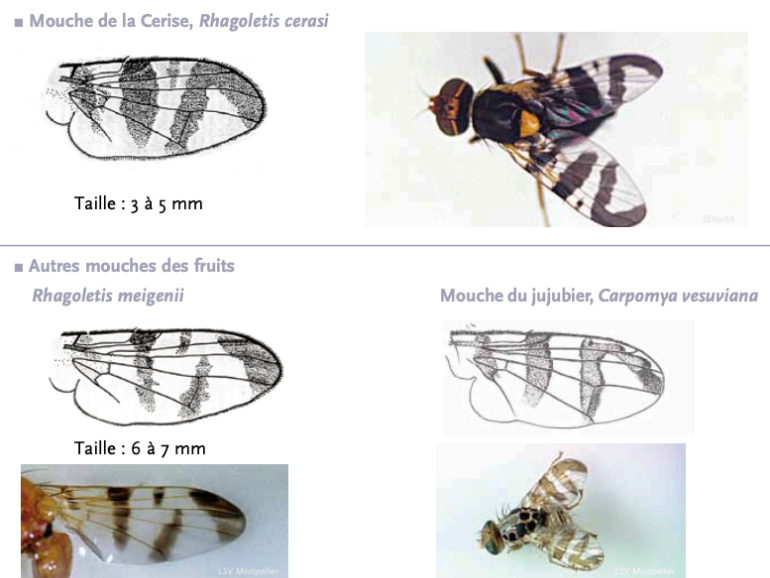


Figure 9 : La mouche du brou peut être confondue avec d'autres mouches des fruits. Source : Verhaeghe et Prunet (2011).

La mouche du brou, ravageur spécifique du noyer et auparavant classé organisme de quarantaine, peut engendrer des pertes de récolte de 80% lorsqu'aucune lutte n'est mise en place (ANSES 2014; Medic et al. 2022).

Les adultes émergent pendant les mois de juillet et août. Environ 7 jours après leur émergence, les adultes s'accouplent et les femelles déposent les œufs dans le brou des noix ; c'est l'**oviposition**. Les adultes se repèrent dans le verger grâce aux **kairomones** constituées des COV émis par le noyer, et aux **phéromones** émises par les autres adultes. En effet, les mâles patientent sur les noix, les défendent et émettent de nombreuses molécules permettant d'attirer les femelles vers un site de ponte. De leur côté, les femelles déposent une grande quantité de phéromones sur la noix une fois la ponte effectuée, afin qu'une autre ne vienne pas pondre dans le même brou (Sarles et al. 2015; 2018; 2017).

Une fois éclos (environ 7 jours après la ponte), le développement des larves entraîne un noircissement du brou en raison des tanins libérés par celui-ci lors de sa consommation par les larves. En fonction de la précocité de l'attaque, l'importance des dégâts varie. En cas d'attaque précoce, le cerneau peut être atteint et la noix chute. Si l'attaque est plus tardive, seule la coque de la noix est noircie, mais la commercialisation en coque n'est plus envisageable. Il a été observé que certaines variétés semblent plus attractives pour la mouche du brou que d'autres. De nombreuses explications peuvent être avancées pour expliquer cela : taille des fruits, composés organiques volatils (COV) de chaque variété, précocité... (Solar et al. 2020; Riedl, Hoying 1980; Guillén et al. 2011; Casado et al. 2008).

Lorsque les noix chutent, le brou éclate, l'asticot s'enterre alors pour passer l'hiver dans le sol sous forme de **pupe**. La majorité des pupes donneront naissance à des adultes l'année suivante, tandis qu'une partie des pupes restera en dormance dans le sol pour une année supplémentaire (cycle en Annexe III) (Barić et al. 2015; Samietz et al. 2012; Verhaeghe, Frémont 2016).

Les moyens de lutte sont identiques en AB et en conventionnel : deux produits à base de spinosad sont à disposition des nuciculteurs. Il s'agit du Success 4 et du Synéis Appât, sous dérogation depuis 11 ans. Il est également possible de lutter contre la mouche grâce à des barrières physiques (argiles, lait de chaux) ou encore par piégeage massif grâce à un attractif alimentaire à base d'ammonium (Decis® Trap MB, Flypack® Completa, dans lesquels on trouve de la deltaméthrine) (Chambre d'Agriculture Tarn-et-Garonne, Chambre d'Agriculture de Lot-et-Garonne 2022).

L'antracnose

Cette maladie est causée par un **champignon** : *Gnomonia leptostyla* (fig. 10). Le champignon est conservé pendant l'hiver dans les feuilles tombées au sol. Les pluies printanières ainsi que des températures favorables permettent la **projection des spores** du champignon et son développement sur les arbres (cycle en Annexe IV). Les noix contaminées chutent avant la récolte, ou bien présentent une coquille très fortement noircie (Germain, Prunet, Garcin 1999). Un autre champignon peut causer des dégâts sur les noix : il s'agit de *Colletotrichum acutatum*.

La lutte avec des **fongicides** tels que le Signum (matière active : Boscalid et Pyraclostrobine), l'Horizon arbo (matière active : Tébuconazole) ou le Delan (matière active : Dithianon) est envisageable en conventionnel seulement. Cependant, la **prophylaxie** permet de réduire fortement l'inoculum : un broyage des feuilles au cours de l'hiver limite les risques d'infection lors de la campagne suivante.



Figure 10 : Symptômes d'antracnose sur fruits (à gauche) et sur feuilles (à droite). Photos : Aurore Bouty

La bactériose

La bactériose, aussi appelée nécrose apicale de la noix (fig. 11), est provoquée par une **bactérie** : *Xanthomonas arboricola* pv. *Juglandis*. Cette bactérie pénètre dans les **bourgeons** au cours de l'été, et reste protégée par les écailles de ceux-ci pendant l'hiver. L'infection du rameau a ensuite lieu lors du débourrement. Les noix contaminées chutent bien avant la récolte (Germain, Prunet, Garcin 1999). Des produits à base de **cuivre** sont utilisés pour lutter contre la bactériose.



Figure 11 : Symptômes de bactériose. Photos : Aurore Bouty

De nombreux produits phytosanitaires actuellement utilisés en noyer sont sous dérogation, pour une durée indéterminée. De plus, de très nombreux autres produits ont été interdits : c'est le cas du Calypso (interdit en 2018) ou de l'Imidan (interdit en 2022) par exemple. De plus, la réglementation et l'application du plan Ecophyto II+ contraint les arboriculteurs à revoir leurs méthodes de lutte (Remongin 2022). Il est alors nécessaire de trouver de nouvelles techniques de lutte contre les bioagresseurs de la noix. Cet objectif est d'ailleurs l'axe de travail principal du groupe DEPHY Noix du Périgord.

Présentation du Réseau DEPHY Noix du Périgord

Le Réseau DEPHY Noix du Périgord est constitué de 12 nuciculteurs, répartis sur l'ensemble de la Dordogne (fig. 12). Ce Réseau est animé par Didier Méry depuis sa création. Les profils des nuciculteurs sont très variés, que ce soit en terme d'âge, d'expérience dans la production de la noix (certains sont installés depuis moins de 10 ans, d'autres depuis plusieurs dizaines d'années), de modes de commercialisation, d'activité annexes... De très nombreuses variétés sont cultivées au sein du Réseau : Franquette, Chandler, Serr, Fernor ou encre Lara. On trouve effectivement dans le groupe DEPHY un éleveur ovin, certains des nuciculteurs produisent de l'huile de noix, d'autres cultivent différentes espèces fruitières.

Bien que la majorité des exploitations soient situées en vallée de Dordogne, les noyeraies du Réseau sont exposées à des conditions climatiques variées. En effet, l'exploitation ayant l'altitude la plus élevée culmine à 342 mètres, tandis que certaines sont implantées à 15 mètres d'altitude. De la même manière, les contextes pédologiques sont très variés.

Sur les 12 exploitations, 6 sont en conventionnel et 6 en Agriculture biologique, dont une en biodynamie.

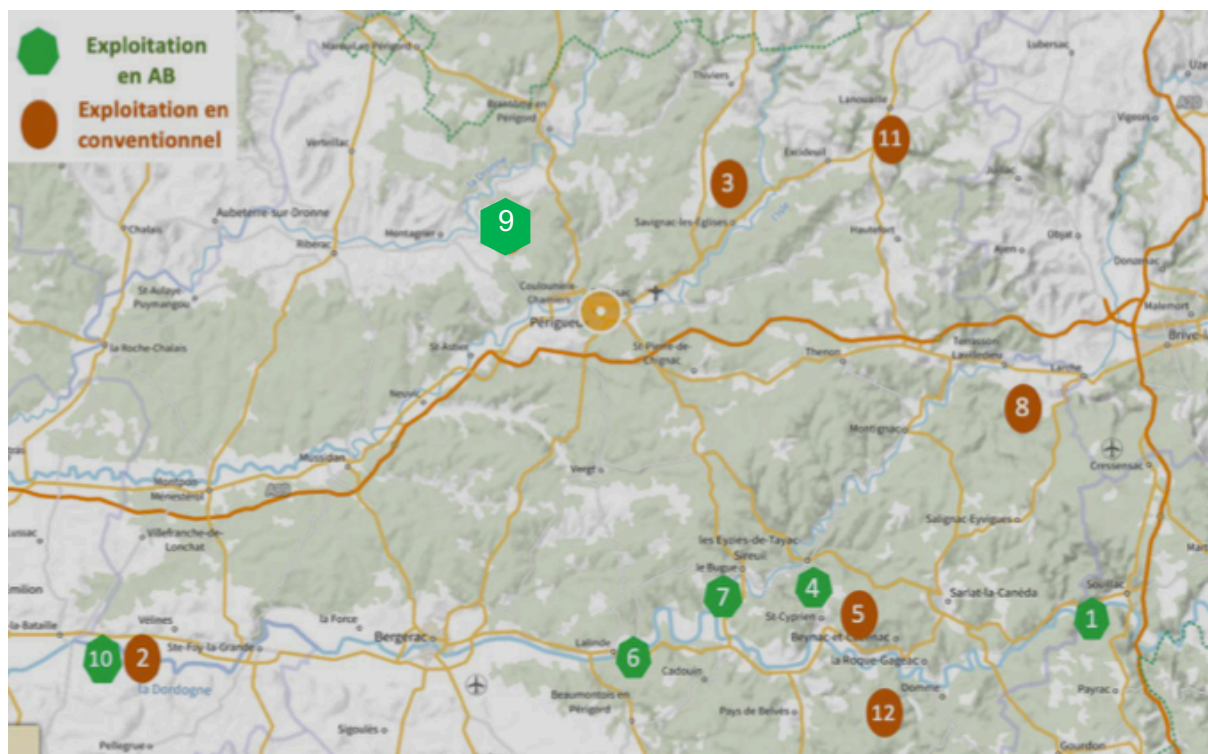


Figure 12 : Répartition des exploitations du Réseau DEPHY Noix du Périgord sur le département de la Dordogne.
Source : (Méry 2022).

Ce Réseau DEPHY existe depuis 2017, et a été reconduit pour une seconde période (2022-2026). Au cours de la campagne 2017-2021, une forte réduction de l'utilisation des herbicides a été observée au sein du groupe DEPHY. De nouvelles méthodes de lutte contre les ravageurs ont été mises en place, et les IFT fongicides ont diminué de 60%, notamment grâce à une réduction de l'utilisation du cuivre.

Les axes de travail du groupe pour la campagne 2022-2026 sont :

- Tester, expérimenter et mettre en action des méthodes de lutte alternatives afin de lutter contre les ravageurs
- Transmettre les connaissances acquises des vergers en AB vers les vergers conventionnels
- Utiliser au mieux (doses et applications) les produits phytosanitaires lorsque le recours à une autre méthode de lutte est inenvisageable.

Les objectifs de réduction d'utilisation des produits phytosanitaires ont été fortement travaillés, puisque l'IFT du groupe est passé de 2,8 à 1,7 entre 2017 et 2021 (Ecophytopic 2023).

Les **méthodes de lutte alternatives** permettent de réduire l'usage des produits phytosanitaires, afin de préserver les composantes des vergers (ex : sol, eau...). Ces méthodes reposent sur des pratiques favorisant la vie du sol, sur l'utilisation de substances agissant sur le comportement des ravageurs (ex : phéromones), ou encore sur l'implantation d'espèces auxiliaires dans les vergers (Ribard, Magdelaine, Sarthou 2022; Chabrier, Mbolidi-Baron, Wicker 2007).

3) La noix, une filière en difficulté ?

Comme évoqué dans un précédent paragraphe, la production 2022 de noix a été plus élevée de 15 000 tonnes en France. Cette surproduction pourrait être expliquée par des conditions météorologiques en 2021 très favorables à l'induction florale, et très favorables en 2022 à « l'accrochage » des noix dans les arbres. Malheureusement, le marché français peine à absorber cette surproduction. De plus, cette forte hausse de production a également été observée dans les autres pays producteurs de noix (Chili, Etats-Unis, Chine...). Les conséquences pour les producteurs sont lourdes : le prix des noix a très fortement chuté, passant de plus de 3€ du kilo à environ 1,20€ du kilo, bien que cette différence n'ait pas été ressentie par les consommateurs (FranceAgriMer 2023)(Groupe Technique Noix du Sud-Ouest, communication personnelle).

Les perspectives pour les producteurs ne sont pas meilleures pour l'issue de la campagne 2023 : en effet, les marchés n'ayant pas absorbé la surproduction de 2022, des stocks très élevés sont toujours présents en France. A ces stocks non écoulés vont s'ajouter les noix qui seront récoltées cet automne. De plus, les noix importées, souvent meilleur marché et de plus en plus nombreuses, portent préjudice à la noix française. Tous ces facteurs contribuent à inquiéter la filière nucicole française, qui craint de devoir passer quelques années dans la tourmente avant que les cours ne se rétablissent (Comité d'Etudes Interprofessionnel du Noyer et du Châtaignier du Bas-Limousin 2023).

Le changement climatique aura également des conséquences sur la culture du noyer : les variétés précoces pourraient par exemple être impactées par des gels de plus en plus forts et fréquents. D'autres variétés, ayant des exigences en froid plus élevées que d'autres, seront mises en difficulté par des hivers de moins en moins rigoureux (Zaka 2023).

Les contraintes environnementales, les attentes sociétales, ainsi que les contraintes liées à la réglementation et la suppression de molécules actives rendent donc nécessaire la recherche et l'évaluation de nouveaux dispositifs de lutte contre les ravageurs.

II) Évaluations de méthodes alternatives pour lutter contre les ravageurs du noyer

1) Dispositif d'évaluation de performances de pièges contre la mouche du brou

Une des méthodes de lutte alternatives pouvant être mise en place contre les ravageurs est le piégeage de masse. Cette technique consiste à capturer dans un piège un maximum d'individus avant qu'ils n'aient le temps de causer des dégâts à la culture. Il faut pour cela trouver un piège dont la forme, la couleur, ainsi que l'attractif utilisé soient suffisamment performants pour piéger les insectes. Si le piégeage permet de diminuer suffisamment la pression en ravageurs, alors l'utilisation de traitements insecticides n'est plus nécessaire (El-Sayed et al. 2006).

Des études menées ont montré que l'utilisation de pièges de couleur verte, le plus proche possible de la couleur du brou dans lequel les mouches pondent, permet d'augmenter fortement le nombre de captures. De plus, la forme du piège peut avoir son importance. Ainsi, les pièges utilisés dans le cadre du monitoring sont des plaques rectangulaires jaunes, alors que les pièges utilisés pour la mise en place d'un piégeage massif (Decis® Trap MB ou Flypack® Completa), sont des bols de forme sphérique. Les pièges dont la forme se rapproche de la sphère devraient donc être les plus efficaces (Riedl et al. 1989; Riedl, Hislop 1985; Riedl, Hoying 1981).

L'objectif de ce protocole mis en place par 3 structures (la SENU RA, M2I et moi-même à la Chambre d'Agriculture) et conduit du 21 Juin au 8 Septembre 2023 est d'évaluer 4 pièges afin de déterminer lequel d'entre eux capture le plus. Les 4 pièges sont les suivants (fiche technique des pièges et de la phéromone sexuelle en Annexes V et VI) :

- Plaque jaune engluée seule (témoin) de forme rectangulaire (modalité P)
- Plaque jaune engluée de forme rectangulaire sur laquelle est placée une capsule de phéromone M2I Completa Pro Drop ® (attractif hormonal) (modalité PC)
- Piège bol Smart Trap de couleur jaune, dans lequel est placée une capsule Completa Pro Drop ® (modalité SJ)
- Piège bol Smart Trap de couleur verte, dans lequel est placée une capsule Completa Pro Drop ® (modalité SV)

Il est supposé que les bols piègent davantage de mouches que les plaques, et que le bol vert est plus performant que le jaune.

Les pièges sont placés au minimum à 30 mètres les uns des autres, afin d'éviter les effets d'interactions entre eux. De plus, les pièges sont accrochés le plus haut possible dans les arbres afin d'optimiser les piégeages (Navarro-Llopis et al. 2008; Van Steenwyk et al. 2014)(SENU RA, communication personnelle, M2I, communication personnelle). Ils sont suspendus à l'aide d'un dispositif de va et vient, afin de pouvoir y accéder facilement lors des comptages et des rotations. Dans tous les cas, les rangs de bordure ne sont pas utilisés pour la pose des pièges.

Afin d'éviter les effets de foyer arbre-dépendant liés au cycle de vie de la mouche, une rotation sera effectuée entre les pièges (fig. 13). Ce changement d'emplacement est effectué une fois par semaine. Le comptage des mouches capturées est effectué deux fois par semaine.

Le comptage permet de noter combien de mouches du brou ont été capturées depuis la pose du piège. De plus, puisque l'on peut considérer que les dégâts sont causés par les femelles lors de la ponte, le nombre de mâles et de femelles capturés est comptabilisé, afin d'établir un sex-ratio (De Meyer 2013; Miranda, Alonso, Alemany 2001).

Les dispositifs de la Chambre d'Agriculture ont été installés sur 3 parcelles du Réseau DEPHY, de variétés Franquette et Lara ; chaque parcelle ayant 2 répétitions du dispositif.

M2I a mis en place l'essai sur 4 parcelles, avec 2 répétitions par parcelle. La SENUa a mis en place le protocole sur 6 parcelles : 5 parcelles avec 1 répétition, 1 parcelle avec 2 répétitions.

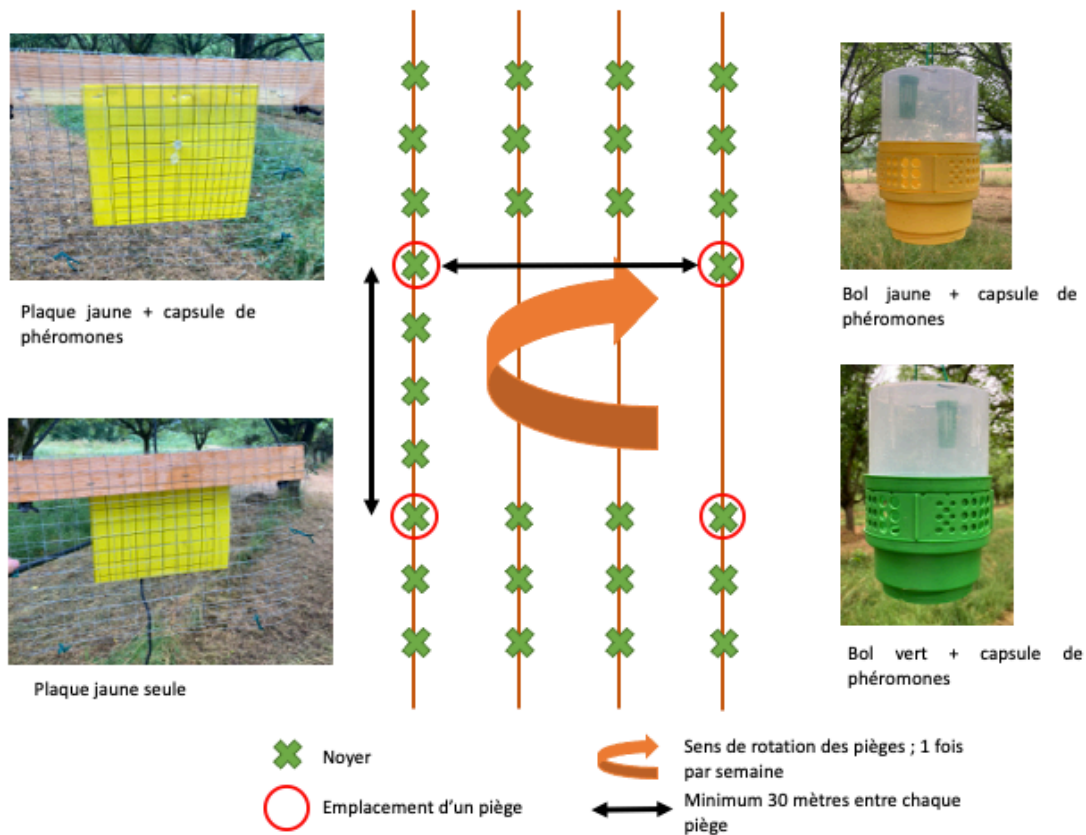


Figure 13 : Schéma du dispositif d'évaluation de piège.

2) Dispositif d'évaluation de l'efficacité d'un produit blanchissant : le BNA pro®

Les ravageurs repèrent les fruits dans les vergers grâce à des signaux : composés volatils émis, couleur et forme des fruits. La modification de l'un de ces signaux rend les fruits plus difficiles à repérer pour les ravageurs, et donc contribue à réduire les dégâts causés. L'utilisation de produits blanchissants, par exemple de l'argile, a déjà été démontrée comme étant une alternative efficace contre les ravageurs (Markó et al. 2008; Bernard 2022; Garcin 2009; Berud et al. 2013; Chambre d'Agriculture de la Dordogne 2015).

L'antracnose, autre bioagresseur du noyer, est un champignon se développant dans des conditions précises de pH. Au-dessus d'un pH égal à 7, le champignon ne peut pas croître et contaminer de nouveaux tissus. Ainsi, l'utilisation d'une barrière physique rendant le milieu hostile pour le développement de *Gnomonia leptostyla* limiterait sa progression sur les arbres et les fruits (Matteoni, Neely 1979; Prusky, Yakoby 2003).

Le BNA® pro, lait de chaux produit par la société Lhoist (fiche technique en Annexe VII), est déjà utilisé en vergers de pommiers pour blanchir les arbres, et possède un pH de 12,4. La mise en place d'une stratégie liée à cette barrière physique pourrait peut-être permettre aux producteurs de lutter à la fois contre les ravageurs de la noix, mais aussi les organismes

pathogènes. De plus, il est déjà établi que le blanchiment des fruits réduit les brûlures liées au soleil, autre facteur de dégradation de la qualité des noix.

Un protocole a été mis en place dans 3 parcelles du Réseau DEPHY. Les variétés concernées sont Chandler pour deux des parcelles et Fernor pour la troisième. L'application du BNA® est réalisée de la manière suivante :

- Du 1^{er} Juin 2023 au 1^{er} Juillet 2023, 3 traitements « obligatoires » sont réalisés. Durant cette période, le BNA® est dosé à 7%. Ces passages permettront de couvrir un maximum de pousses ainsi que toute la surface des noix, au rythme de croissance de la végétation.
- Du 2 Juillet au 1^{er} Septembre 2023, des traitements « facultatifs » pourront être réalisés en fonction de la pluviométrie. Le BNA® sera alors dosé à 5%.

La résistance au lessivage du lait de chaux étant très élevée (150 millimètres de pluviométrie), le nombre de passages à effectuer par les producteurs reste restreint au cours de la campagne.

Un comptage des noix et de tous les symptômes présents sur celles-ci est réalisé au début du mois de Septembre 2023, afin d'évaluer l'efficacité de l'utilisation de cette barrière physique. Trois modalités sont alors considérées (fig. 14) :

- La modalité BNA®, dans laquelle le nombre de noix présentant des symptômes devrait être plus faible
- Le témoin sans BNA®, situé à proximité immédiate du BNA®. Le blanchiment ayant un effet répulsif sur les ravageurs, le nombre de noix touchées par ceux-ci devrait être plus important que dans la zone traitée. Le nombre de noix montrant des symptômes de contamination à l'antracnose ou à la bactériose devrait également être plus élevé que dans les rangs traités.
- Le témoin sans BNA®, situé quelques rangs plus loin que les rangs traités. Le nombre de noix ayant été attaquées par un ravageur devrait être intermédiaire entre les deux modalités précédentes, mais le nombre de noix contaminées par les maladies devrait être identiques au témoin proche du BNA®.

100 noix de 10 arbres par modalité sont observées et leurs symptômes identifiés, pour un total de 1000 noix par modalité.

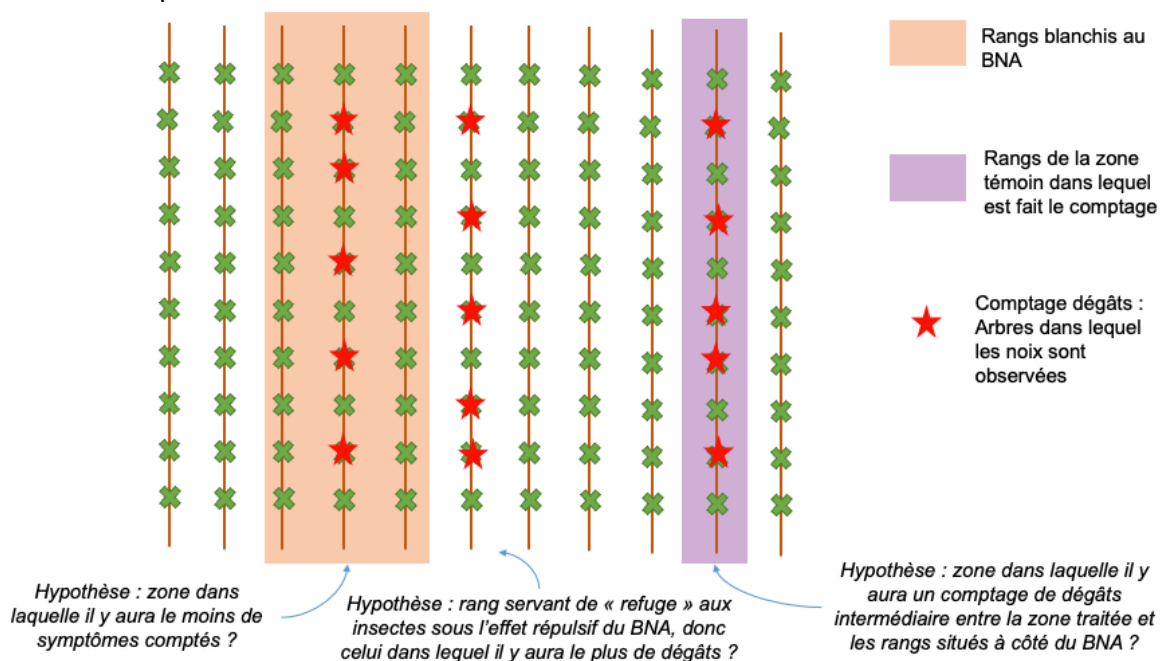


Figure 14. : Schéma du dispositif expérimental d'évaluer du BNA® pro.

3) Analyses statistiques

Pour les deux expérimentations menées, les résultats sont analysés grâce à des tests statistiques de comparaison de moyennes. L'hypothèse de normalité des résidus n'ayant jamais été vérifiée, des tests de Kruskal-Wallis ont été appliqués.

4) Évaluation d'un dispositif de monitoring : le piège connecté Trapview

Lorsque la pression en bioagresseurs est trop forte et que les dégâts occasionnés sur la récolte ne sont plus tolérables, le recours aux phytosanitaires est inévitable. Afin d'effectuer le moins de passages possibles, il est essentiel que chaque traitement appliqué soit le plus efficace possible. Pour cela, la **date d'application** du traitement est primordiale. En effet, si le pic de vol ou de projection de spores est manqué par le traitement, alors le nombre de bioagresseurs touchés est réduit et les dégâts sont conséquents.

Dans le cas des ravageurs, le suivi des populations sur la parcelle grâce au **monitoring** est essentiel. Cependant, il est constaté que les producteurs, par manque de temps, ne relèvent que très peu les pièges de monitoring qui leurs sont fournis. C'est pourquoi la société Trapview a mis au point des pièges connectés, permettant de suivre à distance les captures des pièges grâce à une caméra. Les photos prises par la caméra sont analysées par une intelligence artificielle (IA), qui identifie les insectes capturés.

Une station météo positionnée sur le piège récolte les données de température et d'humidité relative de la parcelle en continu. Ces données, couplées au nombre de captures, et mises en parallèle avec les modèles existant de développement des ravageurs, permettent au logiciel Trapview de tracer pour l'utilisateur des courbes de développement des ravageurs (pic de pontes, d'éclosion des œufs...). L'analyse de ces courbes permet alors de déterminer quelle sera la meilleure date de positionnement d'un traitement phytosanitaire.

Les pièges Trapview sont testés pour les deux ravageurs (*Rhagoletis completa* et *Cydia pomonella*), avec deux objectifs distincts :

- Le carpocapse est un ravageur déjà connu par le logiciel Trapview, aussi l'IA est capable de les identifier. Ces pièges sont donc utilisés afin de déterminer si leur utilisation en noyeraies est envisageable (fig. 15). Un attractif est placé dans le piège : il s'agit des capsules PHEROCON®CM-DA COMBO (fiche technique en Annexe VIII), qui sont une association d'une phéromone spécifique au carpocapse et un attractif alimentaire. Trois pièges sont disposés sur le Réseau DEPHY, et un supplémentaire à la Station Expérimentale de Creysse.
- La mouche du brou ne fait pas partie de la banque de données de Trapview. La société a mis au point deux pièges différents, l'un avec une plaque engluée en position horizontale et l'autre avec la plaque engluée en position verticale (fig. 15). L'objectif est de déterminer si ces pièges sont aussi efficaces que les dispositifs de monitoring habituellement utilisés pour la mouche du brou, c'est-à-dire les plaques engluées jaunes avec un attractif hormonal (témoin). L'attractif placé dans les pièges Trapview sont les capsules de phéromones M2I Completa Pro Drop®, identiques à celles utilisées dans le dispositif d'évaluation de pièges. Deux pièges horizontaux sont placés sur le Réseau DEPHY, et un supplémentaire à la Station Expérimentale de Creysse. Un piège vertical est placé sur le Réseau DEPHY.



Figure 15 : Pièges Trapview. A gauche : piège mouche, plaque verticale ; au milieu : piège mouche, plaque horizontale ; à droite : piège carpocapse. Photos : Aurore Bouty

III) Résultats des essais menés

1) Évaluation de performances de pièges contre la mouche du brou

Les quatre pièges testés ont capturé des mouches au cours de l'essai, dans des proportions variables. Le nombre total de mouches capturées pour chaque piège, tout opérateur confondu, est donné dans le tableau 2 :

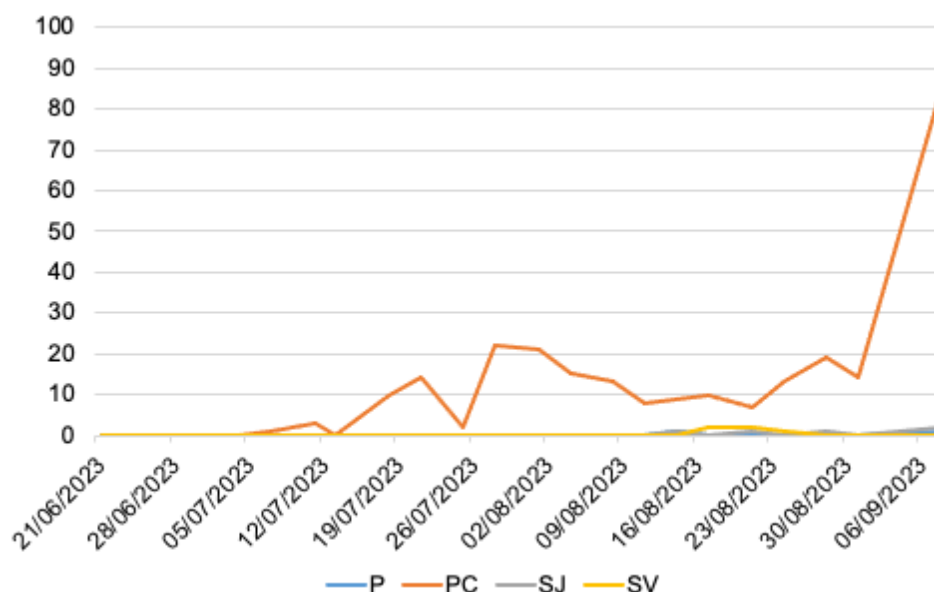
Tableau 2 : Répartition des captures en fonction des pièges.

*Légende : P = Plaque jaune seule ; PC = Plaque avec phéromone ; SJ = Piège bol jaune ; SV = Piège bol vert.
Le tableau donne la somme des captures pour chaque piège, tout opérateur et toute parcelle confondus.*

P	PC	SJ	SV
659	3350	252	201

La plaque jaune engluée seule, qui constitue la modalité témoin, a capturé des individus, le vol a donc bien eu lieu. La plaque jaune engluée sur laquelle a été placée une capsule de phéromones est le piège le plus efficace des quatre testés, avec 5 fois plus de captures que la modalité témoin. Les pièges bols ont capturé 13 fois moins de mouches que la plaque engluée avec attractif, et 2 fois moins de mouches que la modalité témoin. Il n'a pas été observé de différence significative du nombre de captures entre les deux pièges bols (p -valeur du test de Kruskal-Wallis $> 0,05$).

Des variations ont été observées au cours de la saison dans les captures faites par les différents pièges : des pics de vol ont pu être détectés par les plaques engluées avec capsules, alors que cette détection a été beaucoup plus faible voire inexistante par les autres pièges (fig. 16).



*Figure 16 : Captures effectuées par chaque piège sur une parcelle de la Chambre en fonction du temps.
Légende : P = Plaque jaune seule ; PC = Plaque avec phéromone ; SJ = Piège bol jaune ; SV = Piège bol vert.*

Les individus ont été sexés, et le pourcentage de femelles capturées dans chaque piège calculé. Les résultats sont donnés dans le tableau 3 :

Tableau 3 : Proportion de mouches du brou femelles capturées dans chaque piège.

Légende : P = Plaque jaune seule ; PC = Plaque avec phéromone ; SJ = Piège bol jaune ; SV = Piège bol vert.

	P	PC	SJ	SV	Total de mouches capturées
Chambre d'Agriculture	9,78%	34,9%	13,7%	8,21%	912
M2I	24,9%	48,5%	40,3%	48,8%	2575
SENuRA	3,6%	46,3%	33,2%	18,2%	975

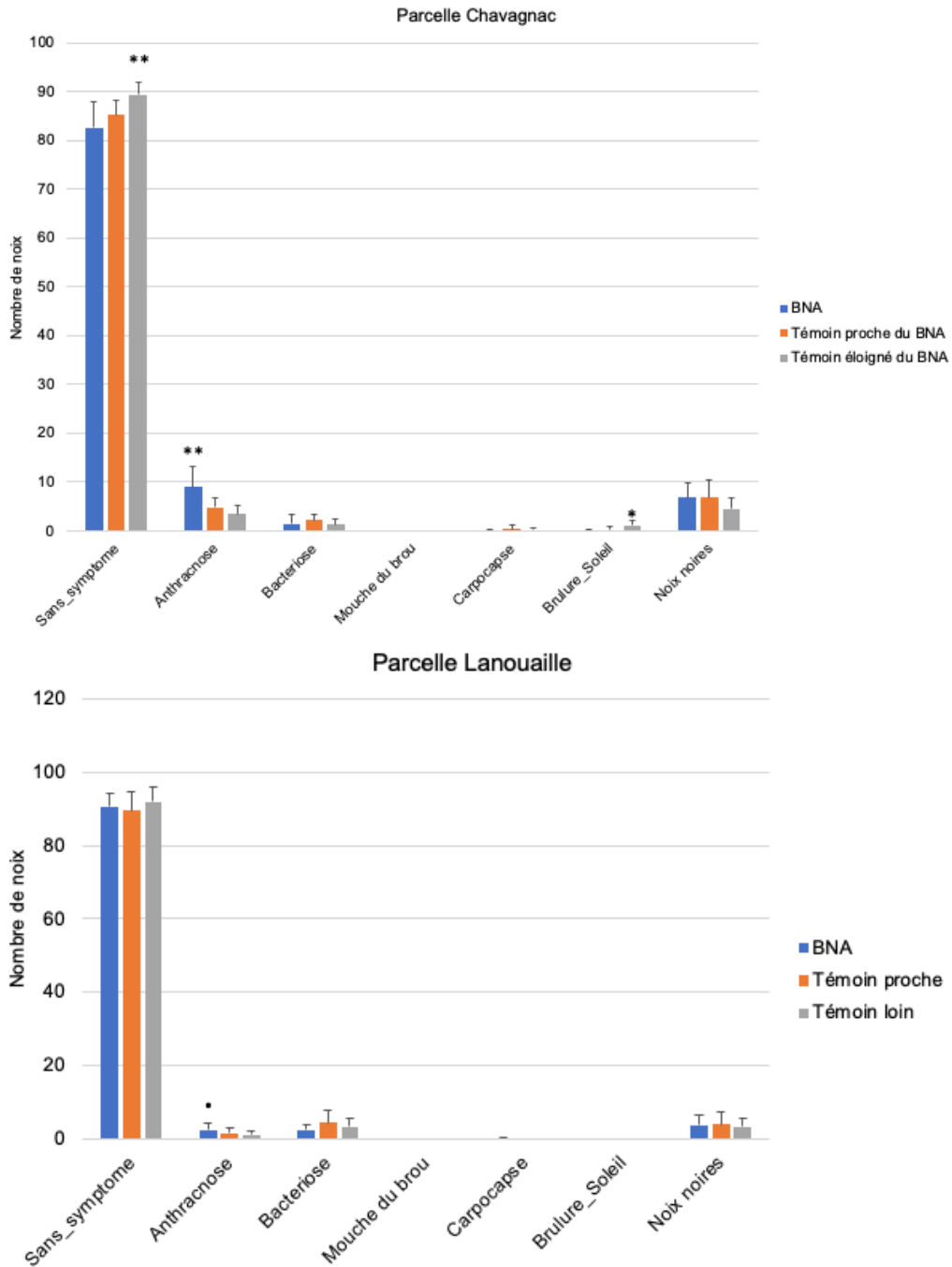
Dans les dispositifs de la Chambre d'Agriculture, les plaques engluées avec attractif ont capturé significativement plus de femelles que les trois autres pièges (p-valeur du test de Kruskal-Wallis $< 2,2 \cdot 10^{-16}$).

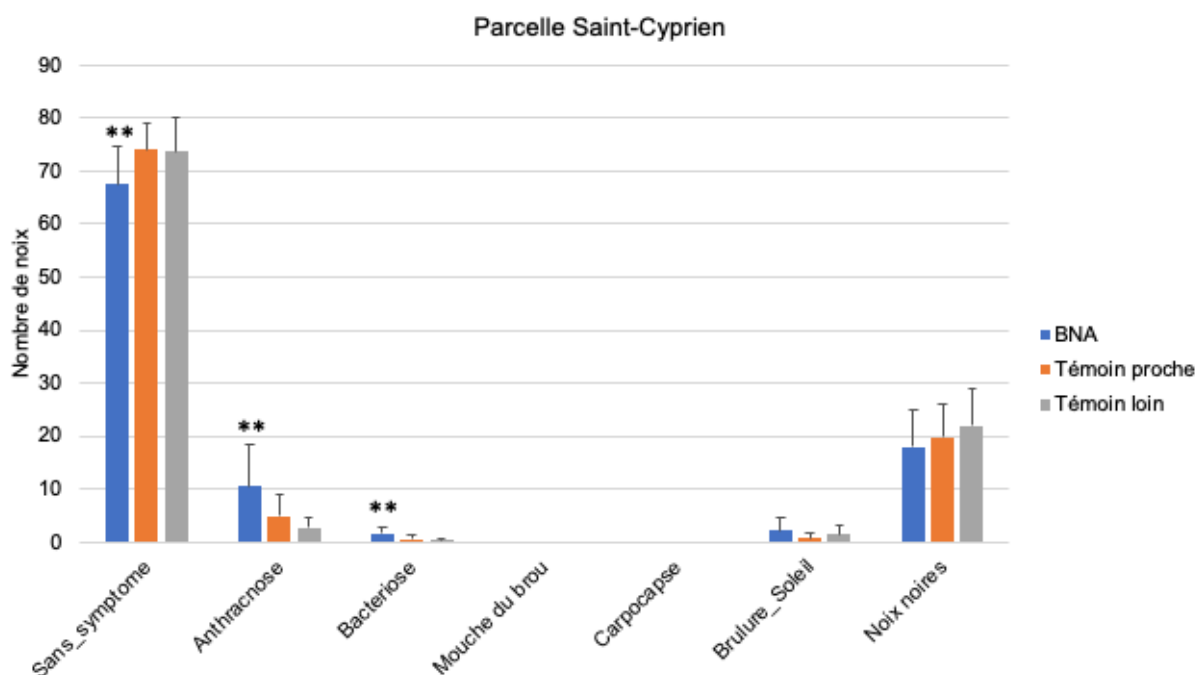
La plaque engluée avec capsule ainsi que les deux bols ont capturé significativement plus de femelles que la plaque jaune seule pour les dispositifs M2I (p-valeur du test de Kruskal-Wallis = 0,005).

Un autre résultat est donné par les dispositifs de capture de la SENuRA : la plaque jaune avec attractif et le piège bol jaune ont capturé significativement plus de femelles que la plaque seule et le bol vert (p-valeur du test de Kruskal-Wallis = $1,08 \cdot 10^{-15}$).

2) Évaluation de l'efficacité d'un produit blanchissant : le BNA pro®

La répartition des symptômes identifiés sur les noix est représentée sur la figure 17.





*Figure 17 : Répartition des noix entre chaque symptôme selon 3 modalités (Aurore Bouty).
Légende : ** = p-valeur < 0,01 ; . = p-valeur < 0,1
Chaque barre de l'histogramme correspond à la somme des noix présentant le symptôme indiqué.*

Les évaluations ont été réalisées le 4 et 5 Septembre 2023. Toutes les noix observées présentaient au moins une tâche liée à l'antracnose. Ainsi, celles identifiées comme étant « Sans symptômes » étaient celles pour lesquelles la tâche due au champignon était de très petite taille et sans conséquence pour la qualité des noix.

Des dégâts liés aux ravageurs n'ont pas pu être observés, soit parce que les noix avaient déjà chuté, soit parce que les symptômes n'étaient pas assez visibles.

Les comptages montrent que les noix situées dans les rangs traités au BNA® sont de moins bonne qualité que les noix situées dans les zones témoin : il y a moins de noix sans symptômes, et davantage de noix avec des symptômes de maladie. Le traitement au BNA® n'a pas d'effet sur le nombre de noix noires recensées.

Cependant, il a été observé que dans les rangs blanchis avec le lait de chaux, les chutes de feuilles liées à l'antracnose étaient moins importantes que pour les arbres non blanchis (fig. 18). De plus, le nombre de noix restées sur les arbres blanchis était également plus élevé.



Figure 18 : Les arbres ayant reçu du BNA® (à gauche) conservent davantage de feuilles et de fruits que les arbres de la zone témoin (à droite). Photos : Didier Méry et Aurore Bouty

3) Évaluation d'un dispositif de monitoring : le piège connecté Trapview

Les pièges Trapview testés ont capturé des individus (carpocapse et mouche du brou), en proportions variables suivant les parcelles (fig. 19).

Aucune différence de piégeage n'a été observée entre le piège mouche vertical et le piège mouche horizontal quant à l'efficacité du piégeage. Cependant, des chauve-souris ont été capturées à trois reprises sur le piège vertical, ce qui est un inconvénient car ces animaux sont des auxiliaires très utiles pour nos vergers.

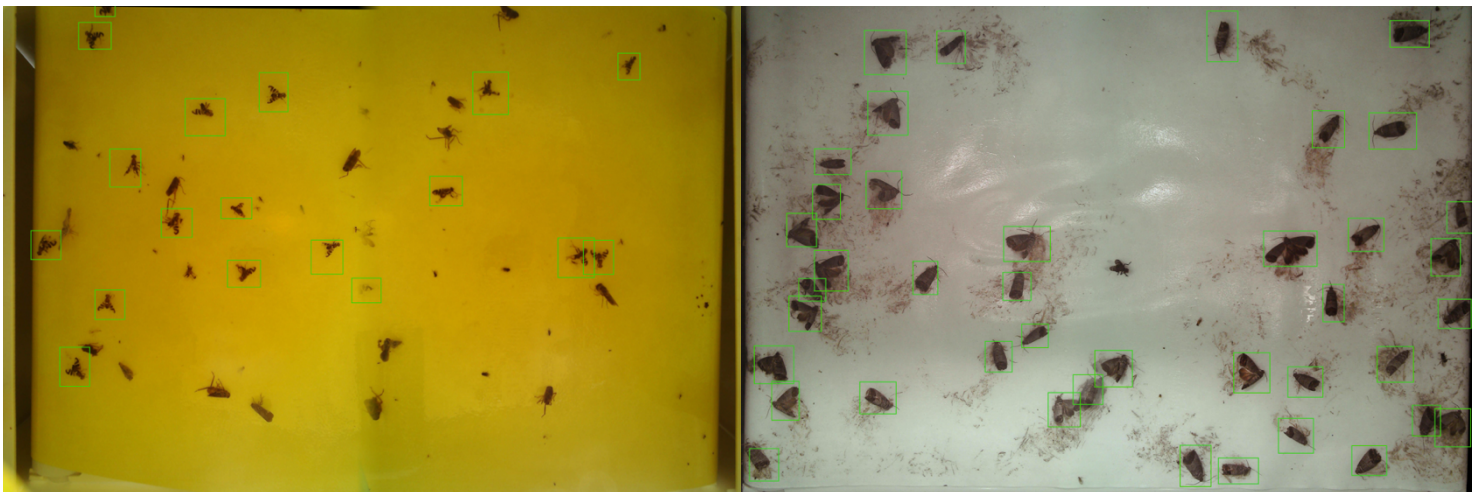


Figure 19 : Capture d'écran du logiciel Trapview. Image du piège mouche horizontal (à gauche) et du piège carpocapse (à droite). Source : Trapview.

Sur certaines parcelles, les pièges connectés ont piégé davantage que les pièges témoin (plaques de monitoring classiques). Cependant, aucun système de rotation n'a été mis en place, comme fait dans le cadre de l'évaluation des pièges, il n'y a donc aucun moyen de certifier que cette efficacité est due au fait que les Trapview étaient placés sur un arbre foyer.

IV) Discussion des résultats

1) Efficacité de chaque piège

Dispositif d'évaluation de performance de pièges

L'évaluation menée permet d'établir que l'ajout d'un attractif est primordiale pour la capture des mouches. En effet, les plaques engluées seules sont 5 fois moins efficaces que les plaques portant un attractif.

La forme du piège semble avoir une importance : en effet, la plaque rectangulaire jaune a piégé près de 13 fois plus de mouches au cours de la campagne (tous opérateurs confondus) que le piège bol jaune. Cela pourrait être expliqué par une mauvaise diffusion de la phéromone, en raison de son emplacement à l'intérieur du piège, au-dessus des ouvertures de celui-ci. Cependant, la couleur du piège n'a pas eu d'influence sur le nombre de captures. Il a toutefois été constaté une légère augmentation de captures dans les bols, en début et fin de vol de la mouche.

Ce constat est en accord avec les études de Riedl et Hislop (1985) ou encore de Riedl et al (1989), qui ont également détecté une influence de la couleur et de la forme du piège en fonction de la période. L'étude de 1985 a également montré que les pièges verts étaient plus efficaces en fin de vol. L'expérience de 1989 avait quant à elle établi que l'utilisation de plaques était plus efficace pour détecter l'émergence des mouches que les pièges bols.

Cette variation d'attractivité des bols en fonction de la période pourrait être intéressante à exploiter dans le cadre du monitoring. Dans ce cas, il serait indispensable d'établir une stratégie de monitoring propre à ces pièges : en effet, le seuil de déclenchement de traitement établi par le Groupe Technique Noix du Sud-Ouest, et confirmé par les études de Vraël Bernard (2022) est de 15 mouches capturées sur trois relevés consécutifs. Or, ce seuil a été dépassé de nombreuses fois par les plaques jaunes engluées, mais près de deux fois moins par les pièges bols. Si le déclenchement des traitements s'était appuyé sur ces pièges, les dégâts sur la récolte aurait sûrement été importants.

Les essais menés cette année par les trois opérateurs montrent des résultats différents quant à l'attractivité des pièges en fonction du sexe des individus. De manière générale, la plaque jaune engluée est le piège qui capture le plus de femelles. En revanche, l'attractivité sur les femelles des pièges bols est plus difficile à établir. Van Steewyk et al. (2014), avaient établi que les pièges positionnés le plus haut possible dans les arbres piégeaient davantage de femelles. Dans le protocole mis en place cette année, tous les pièges situés sur une même parcelle ont été positionnés à la même hauteur dans les arbres. Il pourrait être envisagé de tester l'attractivité des pièges sur les femelles en faisant varier la hauteur des pièges sur une même parcelle.

Efficacité des pièges connectés Trapview

Les pièges Trapview, qu'ils soient destinés à piéger le carpocapse ou la mouche du brou, ont tous capturés des individus.

Le carpocapse étant déjà connu de la société Trapview, les piégeages ainsi que la collecte des données météo ont permis la construction par le logiciel de modèles de prédictions de dynamique de développement (fig. 20). Ces modèles ont été comparés avec le modèle INOKI, utilisé par la FREDON et le Groupe Technique afin d'évaluer les périodes de pics de vols, de pontes et d'éclosions des larves. Il a été observé que les deux modèles étaient parfaitement en cohérence. Il est alors envisageable pour les organismes de conseil aux producteurs d'utiliser les pièges Trapview et les modèles qu'ils calculent comme des OAD, afin de positionner au mieux les traitements phytosanitaires.

Prenons un exemple concret : le modèle présenté en figure 20 indique qu'un pic d'éclosion pourrait avoir lieu le 30 Juillet (courbe jaune). Les larvicides utilisables pour les producteurs étant très efficaces à conditions d'être utilisés contre les larves très jeunes, l'analyse de cette courbe nous permet de préconiser une application de ce traitement un ou deux jours avant le pic, soit au plus tôt le 28 juillet.

Les pièges destinés à évaluer la pression en mouches du brou sur le verger sont efficaces, mais quelques améliorations peuvent être apportées, que la plaque engluée soit horizontale ou verticale : en effet, la plaque n'est pas protégée à l'intérieur du piège comme pour les pièges carpocapses. La conséquence de ceci est que la plaque attire un très grand nombre d'insectes en dehors des mouches du brou, elle est peu sélective et se salit donc très vite. Ainsi, des auxiliaires tels que des chauve-souris ou des coccinelles ont été capturés sur ces pièges.

Afin de ne plus capturer de chauves-souris, un grillage a été placé devant la plaque du piège vertical, de la même manière que les plaques de monitoring sont engrillagées pour éviter ces accidents. Il pourrait cependant s'avérer utile de revoir le positionnement de la plaque engluée, afin de la rendre moins visible par les autres insectes.

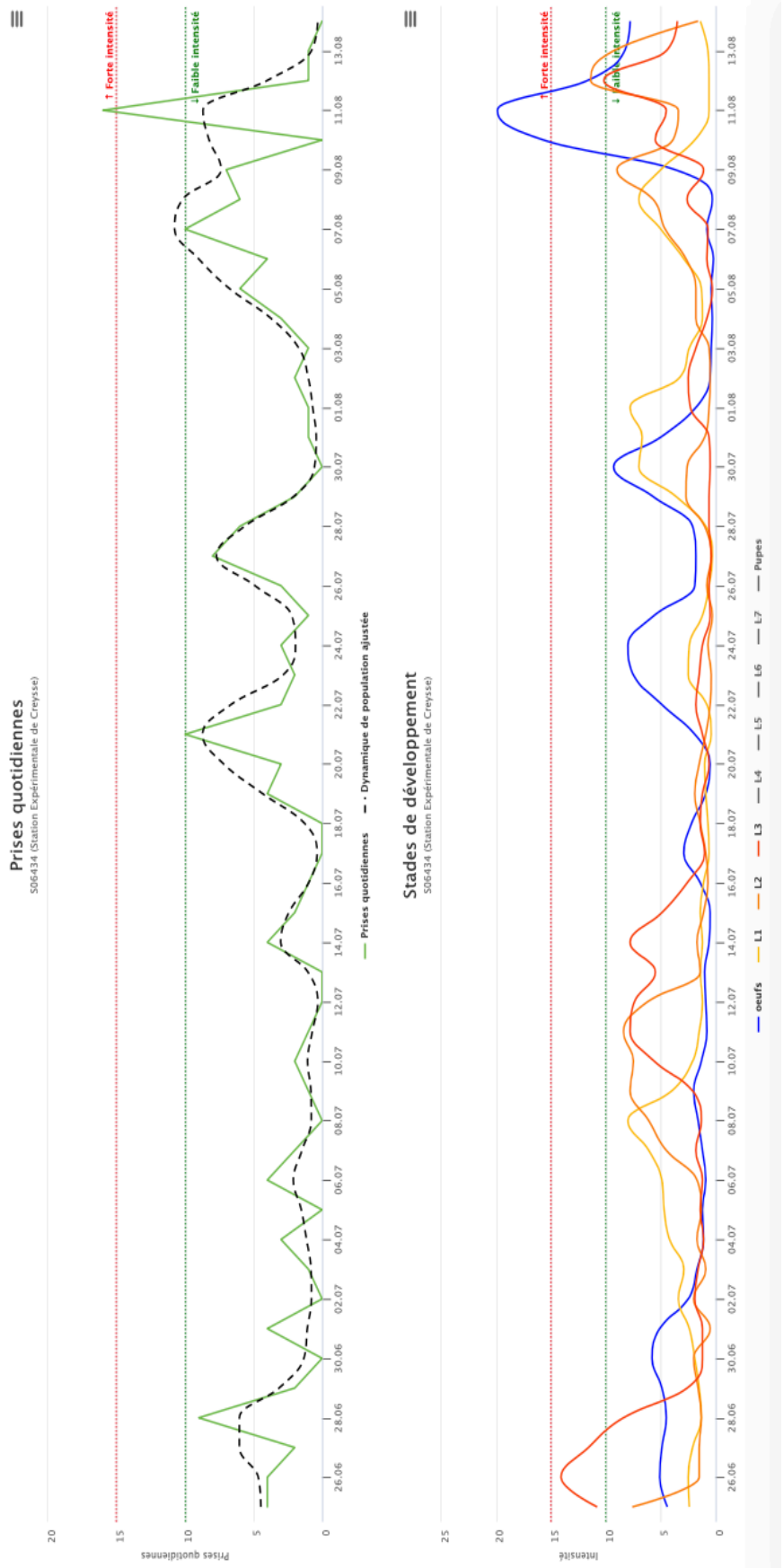


Figure 20 : Modèle de dynamique de développement du carpocapse. Source : Trapview.

2) Efficacité de l'application d'une barrière physique

L'efficacité de l'application du BNA® n'a pas été constatée sur les fruits. Les stratégies de blanchiment et d'utilisation de barrières physiques sont pourtant éprouvées depuis de longues années (Markó et al. 2008; Bernard 2022; Garcin 2009; Berud et al. 2013; Chambre d'Agriculture de la Dordogne 2015; Matteoni, Neely 1979; Prusky, Yakoby 2003). L'essai a néanmoins permis de constater que la chute des feuilles due à l'anthracnose était ralentie par le BNA®. Dans les zones témoins, le nombre de feuilles chutées était très important, et le nombre de noix beaucoup plus faible que dans la zone blanchie. L'application d'une barrière physique permettrait donc de limiter la chute des noix.

Les effets sur la bactériose ont été limités, car la contamination par cette bactérie se réalise lors du débourrement. De fait, une application de barrière physique au mois de juin est sans conséquence sur cette maladie.

L'année 2023 semble avoir été très favorable aux contaminations fongiques : de nombreux vergers ont été très affectés par l'anthracnose. La stratégie de trois passages obligatoires pour l'application de la barrière physique était peut-être trop faible pour assurer une couverture efficace des arbres ; un quatrième passage à 7% aurait pu être envisagé afin de préserver un maximum de feuilles dans un état sanitaire convenable.

Les effets sur les ravageurs n'ont pas pu être constaté lors de cet essai, presque aucun symptôme n'ayant été identifié quelle que soit la modalité. Cependant, un essai conduit par la Station Expérimentale de Creysse avec du BNA® dosé à 20% avait montré des résultats encourageants quant à l'effet répulsif du lait de chaux sur les ravageurs.

Un nouveau protocole pourrait donc être envisagé, avec un nombre de passages plus élevé et une bouillie plus concentrée en barrière physique, afin d'évaluer si on observe alors une diminution des dégâts, tous bioagresseurs confondus.

3) Faisabilité de chaque méthode d'un point de vue producteur

Utilisation des pièges à des fins de piégeage massif

La mise en place d'un dispositif de piégeage massif est une action contraignante pour le producteur : supposons que les plaques jaunes engluées, avec phéromones, soit le piège utilisé pour cela. Dans le cadre d'un piégeage massif, il est préconisé de positionner un piège par arbre (Chambre d'Agriculture Tarn-et-Garonne, Chambre d'Agriculture de Lot-et-Garonne 2022). Le producteur doit alors engrillager 100 plaques par hectare, qu'il devra ensuite positionner dans les arbres. Lorsque les plaques seront trop sales ou que leurs capacités collantes auront fortement diminué, il faudra les redescendre une à une, pour les remplacer, ce qui est très chronophage.

De plus, les fabricants de phéromones étant peu nombreux, le risque de voir l'approvisionnement en capsules réduit en cas de difficulté de l'un des fabricants existe.

Une étude précise pourrait être effectuée sur le nombre de ces pièges à disposer à l'hectare pour ne pas dépasser un niveau tolérable de perte de récolte tout en restant faisable pour un producteur.

Utilisation des pièges connectés

Le suivi à distance des pièges est très pratique, surtout étant donné que peu de producteurs effectuent un suivi régulier de leurs pièges.

Les pièges connectés Trapview ont cependant quelques défauts :

- Leurs systèmes d'accroche sont étudiés afin de positionner les pièges sur des piquets, à proximité des arbres dans des vergers de pommiers. Or, les pièges de monitoring des ravageurs de la noix sont classiquement placés en hauteur dans les arbres. Il faut donc utiliser de très nombreux cordages afin de fixer le piège convenablement et parvenir à le suspendre dans un arbre.
- Les batteries des pièges sont rechargées à l'aide de petits panneaux solaires. Ceux-ci doivent donc être correctement exposés pour garantir la charge. Dans les vieux vergers, dans lesquels les arbres atteignent des hauteurs supérieures à 15 mètres, la luminosité peut s'avérer insuffisante pour que le panneau fonctionne convenablement. L'utilisateur est alors contraint de décrocher le piège afin de le faire charger manuellement.

L'utilisation d'un tel piège n'est vraiment utile qu'à condition de l'exploiter totalement. Il faut donc consulter régulièrement les modèles de prédiction de dynamique de population afin de tirer tous les avantages de cet OAD.

Les modèles sont d'autant plus précis si les pièges fonctionnent en réseau : il s'agit alors de placer plusieurs pièges sur une même zone géographique, de surface variable. Les données des pièges sont mutualisées afin de construire des modèles plus précis. Mais cette démarche a alors un coût important, qui n'est pas envisageable pour un producteur seul. C'est pourquoi ce dispositif semble davantage adapté aux structures telles que les coopératives ou autres opérateurs, effectuant du conseil ou dans le cadre d'un réseau de suivi Bulletin de Santé du Végétal (BSV) par exemple.

Utilisation d'une barrière physique

Le BNA® pro permet de blanchir de manière efficace les arbres. Les passages répétés permettent de constituer plusieurs épaisseurs de couverture sur les feuilles, ce qui augmente l'efficacité des traitements.

L'utilisation de ce lait de chaux peut toutefois poser quelques difficultés : en effet, les particules de chaux sont seulement en suspension dans le liquide. Ces particules décanteront très vite, et forment une pâte très collante au fond du bidon. Il est impératif de remettre convenablement les particules en suspension, au risque de ne pas projeter suffisamment de chaux sur les arbres, ce qui rend le passage inutile. Si la stratégie devait être étendue à des surfaces plus grandes, il serait alors nécessaire pour les producteurs de stocker des quantités importantes de BNA®, ce qui rendrait ce problème encore plus important.

L'application de cette barrière physique nécessite de plus la disponibilité d'une personne et du matériel à des moments précis, afin de garantir une couverture permanente et correcte des arbres. De plus, les matériels de pulvérisation actuellement utilisés ne permettent pas d'appliquer correctement le produit sur le haut des arbres de grand développement (hauteur supérieure à 15 mètres).

Les trois méthodes décrites doivent également être confrontées aux difficultés économiques que rencontrent les nuciculteurs en cette période de crise. Ceux-ci sont nombreux à avoir réduit de manière drastique les interventions effectuées sur leurs vergers cette année. Aussi, disposer un nombre important de pièges par hectare, investir dans des pièges coûteux ou encore effectuer plusieurs passages de tracteur dans leurs rangs sont autant de décisions prises après de longues réflexions. Cette crise risquant de durer, les producteurs seront

sûrement tentés de restreindre leurs itinéraires techniques afin de limiter les dépenses, au détriment de la mise en place de méthodes alternatives, souvent plus coûteuses en temps et en mécanisation. Cependant, la totalité des acteurs économiques de la filière s'accordent sur le fait qu'une sortie de crise ne se fera que par la production de noix de qualité, cette qualité étant directement dépendante des interventions réalisées en verger...

V) Perspectives : la noix, une filière qui se modernise ?

1) Pose de confusion sexuelle par drone

La confusion sexuelle, méthode de lutte contre le carpocapse, est souvent utilisée dans nos noyeraies. Or, la pose à l'aide de perches dans des arbres de grand développement peut s'avérer ardue. De plus, cette méthode n'est efficace que si les diffuseurs sont placés le plus haut possible dans les arbres. Pour répondre à cette problématique, la société Drone Intec, basée dans le Périgord Noir, a conçu et construit un drone permettant de transporter une grande quantité de Ginko® Ring au-dessus des arbres (fig. 21). Lorsque le drone est à une hauteur suffisante, un Ginko® peut être lâché au sommet de la canopée. Il s'accroche alors dans les branches, et reste suspendu dans l'arbre.



Figure 21 : Drone transportant des Ginko® Ring. Photo : Didier Méry

2) Recherche de nouvelles méthodes de lutte reposant sur la prédation ou la perturbation du cycle de vie du ravageur

De nouveaux moyens de lutte sont à l'essai contre nos ravageurs : c'est le cas de la Technique de l'Insecte Stérile (TIS), testée contre le carpocapse, qui consiste à stériliser en laboratoire des individus de l'espèce ciblée pour les lâcher en grand nombre dans les vergers. Ces individus vont s'accoupler avec ceux déjà présents, mais cette union ne donnera que des œufs non viables. Cette technique permet de s'affranchir de l'utilisation d'insecticides, tout en garantissant la continuité des chaînes alimentaires dans nos parcelles. En effet, les papillons et leurs chenilles sont des proies de nombreux passereaux ou chauves-souris, leur disparition complète constituerait un déséquilibre important de l'écosystème « Verger » (Oliva, Verhaeghe 2021). La TIS est également en cours d'essais contre de nombreuses mouches des fruits.

Cependant, la mise en place de ces techniques nécessite une entente entre tous les bassins de production, afin que les lâchers puissent avoir lieu de manière simultanée et suffisante pour garantir la réussite de la lutte.

En raison de leur ressemblance supposée avec des araignées prédatrices (fig. 22), les mouches du genre *Rhagoletis* ne seraient la proie d'aucun des auxiliaires vivant dans nos vergers. Les lâchers d'auxiliaires ou l'aménagement de structures permettant de les sédentariser dans nos noyeraies est donc inutile.

Cependant, des études ont été menées sur de nombreuses espèces du genre *Rhagoletis*, quant à l'utilisation de nématodes entomopathogènes. Les résultats sont encourageants : des nématodes du genre *Steinernema* (famille des Steinernematidae) ont permis de réduire significativement les populations de *Rhagoletis indifferens*. Néanmoins, les nématodes sont efficaces contre les larves et les adultes de mouche, mais pas contre les pupes. Cela implique donc de correctement suivre les émergences grâce au monitoring, afin de garantir l'efficacité de la méthode (Legner, Goeden 1987; Monteith 1972; Verheggen et al. 2017; Medic et al. 2022).

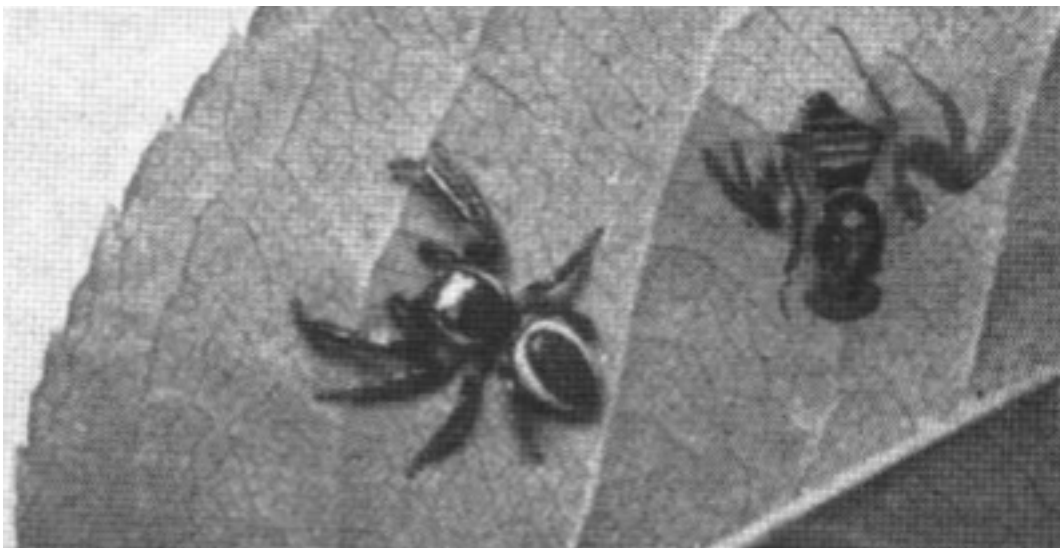


Figure 22 : Adulte *Rhagoletis pomonella* et araignée prédatrice *Paraphidippus marginatus* (fam. Salticidae) sur une feuille de pommier. Source : Monteith (1972).

3) Recherche de nouvelles variétés plus résistantes aux bioagresseurs

Il a été constaté que certaines variétés sont plus sensibles aux bioagresseurs que d'autres. Ainsi, les variétés précoces sont très sensibles aux attaques de carpocapse ; les variétés produisant de gros fruits semblent plus appétentes pour la mouche du brou ; d'autres variétés sont très sensibles à l'antracnose (Coates 2004; Guillén et al. 2011; Opp, Zermeno 2000).

Un des leviers pouvant être utilisé pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires est de planter des variétés plus résistantes aux bioagresseurs. Certaines variétés plus rustiques que les autres permettent de limiter cette utilisation, grâce à une tolérance plus élevée face aux pressions biotiques.

Ainsi, de nouvelles variétés en cours d'inscription répondent aussi à cette demande. En effet, la Station Expérimentale de Creysse a travaillé sur la sélection de nouvelles variétés, grâce aux subventions des régions Occitanie et Nouvelle-Aquitaine. Trois variétés ont ainsi été sélectionnées : il s'agit des variétés Germaine (croisement Franquette par Chandler), Charlette (croisement Fernor par Chandler) et Dorianne (croisement Fernor par Shinrei, variété japonaise). Ces variétés sont issues de programmes d'hybridation réalisés par Eric GERMAIN à la station INRAE de Toulence (33). Si Charlette reste une variété assez sensible aux bioagresseurs, ce n'est pas le cas des deux autres, qui restent tolérantes face aux maladies et ravageurs. Ces trois variétés possèdent des caractéristiques qui leur sont propres (date de maturité des fruits, date de défoliation, date de floraison...), ce qui permet aux producteurs de choisir quelle variété correspond le mieux à leur dynamique de production (fiches techniques de ces variétés en Annexe IX).

Ces variétés seront disponibles auprès des pépiniéristes en 2025.

De nombreuses méthodes de lutte alternative peuvent être mises en place dans les noyeraies afin de lutter contre les bioagresseurs. Cependant, les stratégies liées à ces méthodes doivent être affinées, afin de garantir leur efficacité. La mise en place des méthodes alternatives peut toutefois d'avérer coûteuse, le contexte de crise de la filière nucicole ne leur est donc pas favorable. Mais les effets néfastes sur les utilisateurs, les consommateurs et l'environnement des produits phytosanitaires rendent indispensable le recours aux méthodes alternatives.

Conclusion

Les expérimentations menées devaient permettre de :

- déterminer quel piège (forme et couleur) était le plus performant quant aux captures de mouches du brou,
- déterminer si la mise en place d'une stratégie d'application d'une barrière physique permettait de lutter contre les bioagresseurs du noyer,
- évaluer les performances et l'utilité d'un dispositif de monitoring connecté.

L'évaluation des pièges a permis de mettre en évidence le fait que l'utilisation d'un attractif performant est indispensable pour capturer des individus. Cependant, l'hypothèse selon laquelle les pièges bols de couleur verte seraient les plus efficaces a été totalement infirmée, puisque ce sont les plaques jaunes qui ont capturé le plus de mouches du brou.

L'application d'une barrière physique sur les noyers n'a pas permis de protéger les noix contre les maladies, puisqu'il a été relevé autant voire davantage de noix malades dans les rangs blanchis ; l'hypothèse selon laquelle les noix des arbres blanchis seraient moins touchées par les organismes pathogènes a été infirmée. Aucune observation n'a pu être réalisée quant à l'effet du BNA® sur les ravageurs. Toutefois, il a été observé (mais non quantifié) un effet sur les feuilles des arbres : les noyers blanchis conservent davantage de feuilles et pour une durée plus longue que les arbres non traités. Cela permet également à davantage de noix de rester sur les arbres.

L'utilisation d'un dispositif de monitoring connecté s'est avérée très utile, notamment grâce aux modèles créés par le logiciel. L'investissement nécessaire pour acquérir un tel piège est très élevé ; c'est pourquoi leur utilisation n'est pas envisageable à l'échelle d'une exploitation.

Les études menées cette année pourraient être poursuivies de la manière suivante :

- l'utilisation de pièges permettant une diffusion correcte de l'attractif pourra permettre de mettre en évidence une efficacité des pièges bols. Les résultats obtenus cette année pourraient permettre de réfléchir à des stratégies de piégeage massif : combien de pièges doivent être disposés à l'hectare ? Quelle distance doit-il y avoir entre chaque piège ? Dans quelle mesure les dégâts à la récolte sont-ils réduits avec cette stratégie ? Quelle est l'efficacité d'une telle stratégie en comparaison avec des applications d'insecticides ?
- il peut être envisagé de construire un protocole lié à l'utilisation d'une barrière physique, dans lequel il sera possible de quantifier la protection apportée aux feuilles grâce au BNA®. De plus, la stratégie d'application du lait de chaux pourrait être revue, aussi bien sur le nombre de passages à effectuer que sur les doses appliquées.

Toutes ces stratégies ayant un coût élevé, une étude économique approfondie pourrait être menée, dans le but d'évaluer quelles sont les stratégies les moins coûteuses, et quelles sont celles permettant de garantir une récolte de qualité, afin de rémunérer au mieux les producteurs.

Bibliographie

ANSES, 2014. *Demande d'analyse de risque phytosanitaire portant sur Rhagoletis completa* [en ligne]. 2014. [Consulté le 17 avril 2023]. Disponible à l'adresse :

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj4ubPtIbP-AhVXVaQEhdYqCI4QFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.anses.fr%2Ffr%2Fsystem%2Ffiles%2FVEG2013sa0094Ra.pdf&usg=AOvVaw3ibHNIO2cS3gkARLEoKAG3>

BARIĆ, B., PAJAČ ŽIVKOVIĆ, I., MATOŠEVIĆ, D., ŠUBIĆ, M., VOIGT, E. et TÓTH, M., 2015. *Rhagoletis completa* (Diptera: Tephritidae) distribution, flight dynamics and influence on walnut kernel quality in the continental Croatia. *Poljoprivreda*. 10 juin 2015. Vol. 21, n° 1, pp. 53-58. DOI 10.18047/poljo.21.1.9.

BERNARD, V., 2022. *Etude d'une lutte alternative par Push-Pull sur la mouche du brou (Rhagoletis completa) au sein du groupe DEPHY Ferme Noix du Sud-Ouest : association d'argile insectifuge et d'insecticide hyperlocalisé, avec monitoring sémiochimique*. ENSAT.

BERUD, M., WARLOP, F., LIBOUREL, G. et FILLERON, E., 2013. Argiles en Arboriculture - Pommier, Poirier, Cerisier, Olivier. [en ligne]. 2013. [Consulté le 7 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.grab.fr/wp-content/uploads/2014/03/Argiles-2014-01-20.pdf>

BUSH, M., OLSEN, J. et ANTONELLI, A., 2014. *Walnut Husk Fly* [en ligne]. 2014. [Consulté le 18 avril 2023]. Disponible à l'adresse :

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjZ4tLbi7P-AhXxT6QEHRFbB-QQFnoECBUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.libraries.wsu.edu%2Fesploro%2Foutputs%2Freport%2FWalnut-husk->

[fly%2F99900501627501842&usg=AOvVaw1xUPUOS5JKuGFhZ7nzP3Ff](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjZ4tLbi7P-AhXxT6QEHRFbB-QQFnoECBUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.libraries.wsu.edu%2Fesploro%2Foutputs%2Freport%2FWalnut-husk-fly%2F99900501627501842&usg=AOvVaw1xUPUOS5JKuGFhZ7nzP3Ff)

CASADO, D., GEMENO, C., AVILLA, J. et RIBA, M., 2008. Diurnal variation of walnut tree volatiles and electrophysiological responses in *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae): Walnut volatile emissions and *Cydia pomonella* antennal responses. *Pest Management Science*. juillet 2008. Vol. 64, n° 7, pp. 736-747. DOI 10.1002/ps.1551.

CHABRIER, C., MBOLIDI-BARON, H. et WICKER, E., 2007. Techniques de lutte alternative. . 8 février 2007.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA DORDOGNE, 2015. Mouche du brou - L'argile, une alternative à la lutte chimique. *INNOV'A*. 2015. pp. 25-27.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA DORDOGNE, 2017. Mouche du brou – Le piégeage massif, une méthode prometteuse. *INNOV'A*. 2017. pp. 14-16.

CHAMBRE D'AGRICULTURE TARN-ET-GARONNE et CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LOT-ET-GARONNE, 2022. *Guide Arbo 2023* [en ligne]. décembre 2022. [Consulté le 25 mars 2023]. Disponible à l'adresse : https://occitanie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Occitanie/Productions_techniques/guide_arbo_ca82_2023.pdf

COATES, W.W., 2004. *Walnut Husk Fly : varietal susceptibility and its impact on nut quality* [en ligne]. 2004. [Consulté le 27 avril 2023]. Disponible à l'adresse :

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=90a407f84e6eda6b884881754c1c1720bc3579c4>

COMITÉ D'ETUDES INTERPROFESSIONNEL DU NOYER ET DU CHÂTAIGNIER DU BAS-LIMOUSIN, 2023. Assemblée Générale du Comité d'Études Interprofessionnel du Noyer et du Châtaignier du Bas-Limousin. . 24 mars 2023.

- DE MEYER, M., 2013. *Use of attract and kill devices for fruit fly control* [en ligne]. 2013. [Consulté le 28 mars 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiWwaCxpP79AhX_TKQEHRCfAOoQFnoECBoQAQ&url=https%3A%2F%2Fnucleu.s.iaea.org%2Fsites%2Fnaipc%2Ftwd%2FNewsletters%2F13th%2520TEAM%2520Newsletter%2520Oct2013.pdf&usg=AOvVaw0YEwU3DnFvPMSYPhW8j30v
- EL-SAYED, A. M., SUCKLING, D. M., WEARING, C. H. et BYERS, J. A., 2006. Potential of Mass Trapping for Long-Term Pest Management and Eradication of Invasive Species. *Journal of Economic Entomology*. 1 octobre 2006. Vol. 99, n° 5, pp. 1550-1564. DOI 10.1093/jee/99.5.1550.
- GARCIN, A., 2009. L'argile kaolinite, une nouvelle méthode de lutte par barrière minérale protectrice contre le puceron vert du pêcher *Myzus persicae* Sulz. *Innovations Agronomiques*. 2009. N° 4, pp. 107-113.
- GERMAIN, E., PRUNET, J.-P. et GARCIN, A., 1999. *Le noyer*. Paris : CTIFL. Monographie. ISBN 978-2-87911-104-9. 634.5
- GUILLÉN, L., ALUJA, M., RULL, J., HÖHN, H., SCHWIZER, T. et SAMIETZ, J., 2011. Influence of walnut cultivar on infestation by *Rhagoletis completa*: behavioural and management implications: Differential infestation by *Rhagoletis completa*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. septembre 2011. Vol. 140, n° 3, pp. 207-217. DOI 10.1111/j.1570-7458.2011.01157.x.
- LEGNER, E. F. et GOEDEN, R. D., 1987. Larval parasitism of *Rhagoletis completa* (Diptera: Tephritidae) on *Juglans microcarpa* (Juglandaceae) in western Texas and southeastern New Mexico. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 1987. Vol. 89, pp. 739-743.
- LESPINASSE, J.-M., LESPINASSE, Y. et D'ARGENTRÉ, M., 2020. *Noyer. Société Nationale d'Horticulture de France* [en ligne]. 2020. [Consulté le 9 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.snhf.org/fiche-plante/noyer/>
- LESPINASSE, J.-M. et LETERME, E., 2011. *De la taille à la conduite des arbres fruitiers*. 3e éd. Rodez : Rouergue. ISBN 978-2-8126-0228-3. 634.044
- MARKÓ, V., BLOMMERS, L. H. M., BOGYA, S. et HELSEN, H., 2008. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. *Journal of Applied Entomology*. février 2008. Vol. 132, n° 1, pp. 26-35. DOI 10.1111/j.1439-0418.2007.01233.x.
- MATTEONI, J. A. et NEELY, D., 1979. *Gnomonia Leptostyla*: Growth, Sporulation, and Heterothallism. *Mycologia*. septembre 1979. Vol. 71, n° 5, pp. 1034-1042. DOI 10.1080/00275514.1979.12021107.
- MEDIC, A., HUDINA, M., VEBERIC, R., SOLAR, A., MEDIC, A., HUDINA, M., VEBERIC, R. et SOLAR, A., 2022. *Walnut Husk Fly (Rhagoletis completa Cresson), the Main Burden in the Production of Common Walnut (Juglans regia L.)* [en ligne]. IntechOpen. [Consulté le 12 avril 2023]. ISBN 978-1-80356-354-1. Disponible à l'adresse : <https://www.intechopen.com/chapters/82568>
- MÉRY, D., 2022. *Annexe 2 - Appel à projet réengagement DEPHY*. 2022.
- MÉRY, D., 2023. *Conduite raisonnée de la noyeraie*. 2 mars 2023.
- MIRANDA, M. A., ALONSO, R. et ALEMANY, A., 2001. Field evaluation of Medfly (Dipt., Tephritidae) female attractants in a Mediterranean agrosystem (Balearic Islands, Spain). *Journal of Applied Entomology*. juillet 2001. Vol. 125, n° 6, pp. 333-339. DOI 10.1046/j.1439-0418.2001.00548.x.

- MONTEITH, L. G., 1972. Status of predators of the adult apple maggot, *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae), in Ontario. *The Canadian Entomologist*. février 1972. Vol. 104, n° 2, pp. 257-262. DOI 10.4039/Ent104257-2.
- NAVARRO-LLOPIS, V., ALFARO, F., DOMÍNGUEZ, J., SANCHIS, J. et PRIMO, J., 2008. Evaluation of Traps and Lures for Mass Trapping of Mediterranean Fruit Fly in Citrus Groves. *Journal of Economic Entomology*. 1 février 2008. Vol. 101, n° 1, pp. 126-131. DOI 10.1093/jee/101.1.126.
- OLIVA, C. et VERHAEGHE, A., 2021. Intégrer la Technique de l'Insecte Stérile (TIS) dans les systèmes de protection des cultures fruitières en s'inspirant de l'étranger. . 29 janvier 2021.
- OPP, S. et ZERMENO, J., 2000. *Timing and susceptibility of walnut cultivars to walnut husk fly attack* [en ligne]. 2000. [Consulté le 7 juin 2023]. Disponible à l'adresse : <https://fruitsandnuts.ucdavis.edu/collaborators/california-walnut-board/reports/2000/2000-timing-and-susceptibility-walnut-cultivars>
- PAYRE, 2015. Le guide de la noix. [en ligne]. 2015. [Consulté le 24 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <http://saspayre.a.s.f.unblog.fr/files/2015/04/guide-technique-noyer-2015.pdf>
- PRUSKY, D. et YAKOBY, N., 2003. Pathogenic fungi: leading or led by ambient pH? *Molecular Plant Pathology*. novembre 2003. Vol. 4, n° 6, pp. 509-516. DOI 10.1046/j.1364-3703.2003.00196.x.
- RIEDL, H., BARNETT, W. W., COATES, W. W., COVIELLO, R., JOOS, J. et OLSON, W. H., 1989. Walnut Husk Fly (Diptera: Tephritidae): Evaluation of Traps for Timing of Control Measures and for Damage Predictions. *Journal of Economic Entomology*. 1 août 1989. Vol. 82, n° 4, pp. 1191-1196. DOI 10.1093/jee/82.4.1191.
- RIEDL, H. et HISLOP, R., 1985. Visual Attraction of the Walnut Husk Fly (Diptera: Tephritidae) to Color Rectangles and Spheres. *Environmental Entomology*. 1 décembre 1985. Vol. 14, n° 6, pp. 810-814. DOI 10.1093/ee/14.6.810.
- RIEDL, H. et HOYING, S. A., 1980. Seasonal Patterns of Emergence, Flight Activity and Oviposition of the Walnut Husk Fly in Northern California. *Environmental Entomology*. 1 octobre 1980. Vol. 9, n° 5, pp. 567-571. DOI 10.1093/ee/9.5.567.
- RIEDL, H. et HOYING, S. A., 1981. Evaluation of trap designs and attractants for monitoring the walnut husk fly, *Rhagoletis completa* Cresson (Diptera: Tephritidae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*. 1981. Vol. 91, n° 1-5, pp. 510-520. DOI 10.1111/j.1439-0418.1981.tb04509.x.
- SAMIETZ, J., SCHWIZER, T., HÖHN, H., LINDER, C., ALUJA, M. et GUILLEN, L., 2012. Noircissement des noix dû aux mouches et aux maladies : importance du choix variétal. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. 2012. N° 44, pp. 88-93.
- SARLES, L., BOULLIS, A., FASSOTTE, B., LOGNAY, G., VERHAEGHE, A., FRANCIS, F. et VERHEGGEN, F. J., 2017. Identification of walnut husk (*Juglans regia* L.) volatiles and the behavioural response of the invasive Walnut Husk Fly, *Rhagoletis completa* Cresson: Walnut volatiles and response of Walnut Husk Fly. *Pest Management Science*. octobre 2017. Vol. 73, n° 10, pp. 2100-2104. DOI 10.1002/ps.4584.
- SARLES, L., FASSOTTE, B., BOULLIS, A., LOGNAY, G., VERHAEGHE, A., MARKÓ, I. et VERHEGGEN, F. J., 2018. Improving the Monitoring of the Walnut Husk Fly (Diptera: Tephritidae) Using Male-Produced Lactones. *Journal of Economic Entomology*. 26 septembre 2018. Vol. 111, n° 5, pp. 2032-2037. DOI 10.1093/jee/toy169.
- SARLES, L., VERHAEGHE, A., FRANCIS, F. et VERHEGGEN, F. J., 2015.

Semiochemicals of Rhagoletis fruit flies: Potential for integrated pest management. *Crop Protection*. décembre 2015. Vol. 78, pp. 114-118. DOI 10.1016/j.cropro.2015.09.001.

SOLAR, A., STAMPAR, F., VEBERIC, R. et TRDAN, S., 2020. How much walnut husk fly (*Rhagoletis completa* Cresson) affects nut quality of different walnut cultivars? *European Journal of Horticultural Science*. 17 mars 2020. Vol. 85, n° 1, pp. 63-74. DOI 10.17660/eJHS.2020/85.1.7.

VAN STEENWYK, R.A., NOVOTNY, L.M., THAYER, L., WEISS, G.B., COATES, W.W., VERHAEGHE, A., GRANT, J.A. et HASEY, J.K., 2014. Evaluation of monitoring techniques for Walnut Husk Fly. *Acta Horticulturae*. août 2014. N° 1050, pp. 263-269. DOI 10.17660/ActaHortic.2014.1050.35.

VENIN, X., 2023. *Rapport d'étude - La châtaigne, la noix et la noisette - Caractérisation de la consommation et des achats*.

VERHAEGHE, A. et FRÉMONT, A., 2016. Situation pour les vergers de noyers - La mouche du brou continue à faire parler d'elle. *Infos CTIFL*. 2016. N° 318, pp. 38-47.

VERHAEGHE, A. et PRUNET, J.-P., 2011. Connaissance et maîtrise de la mouche du Brou du noyer. *Le Point sur les maladies et ravageurs*. 2011. N° 2, pp. 8.

VERHEGGEN, F., VERHAEGHE, A., GIORDANENGO, P., TASSUS, X. et ESCOBAR-GUTIÉRREZ, A., 2017. Walnut husk fly, *Rhagoletis completa* (Diptera: Tephritidae), invades Europe: invasion potential and control strategies. *Applied Entomology and Zoology*. février 2017. Vol. 52, n° 1, pp. 1-7. DOI 10.1007/s13355-016-0459-7.

ZAKA, S., 2023. Journée Portes Ouvertes de la Station Expérimentale de Creysse. . Station Expérimentale de Creysse. 5 juillet 2023.

Sitographie

AGRESTE, 2023. *Statistique agricole annuelle (SAA) - Séries longues depuis 2010* [en ligne]. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/SAA-SeriesLongues/detail/>

AOP NOIX DU PÉRIGORD, 2022a. *La noix en France* [en ligne]. 2022. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : [https://www.noixduperigord.com/assets/kcfinder/upload/sites/files/16/fichiers/la-noix-en-france-\(2\).pdf](https://www.noixduperigord.com/assets/kcfinder/upload/sites/files/16/fichiers/la-noix-en-france-(2).pdf)

AOP NOIX DU PÉRIGORD, 2022b. Toutes les Variétés de Noix du Périgord : faites votre choix ! [en ligne]. 2022. [Consulté le 24 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.noixduperigord.com/fr/noix-du-perigord/ses-varietes>

CHAMBRES D'AGRICULTURE FRANCE, 2023. *Les chiffres 2022 de l'agriculture française* [en ligne]. 2023. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/National/Plaque_chiffres_de_l_agriculture_VDEF.pdf

CTIFL, 2021. Fruits - Noix - Mémento Fruits et Légumes - CTIFL. [en ligne]. 29 novembre 2021. [Consulté le 16 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://memento.ctifl.fr/fiche/fruits/noix>

CTIFL, 2023. Production-Échange. [en ligne]. 2023. [Consulté le 15 septembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://production-echange.ctifl.fr/exch-fr/exch-fr-result>

DÉPARTEMENT DE LA DORDOGNE, 2018. Les vergers de Dordogne - Atlas des paysages de Dordogne. [en ligne]. 2018. [Consulté le 25 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://atlas->

paysages.dordogne.fr/spip.php?article18#:~:text=A%20l%27est%20du%20D%C3%A9partement,couvrant%20plus%20de%205400%20ha.

ECOPHYTOPIC, 2023. Réseau Fermes DEPHY Noix Dordogne. [en ligne]. 2023. [Consulté le 20 septembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://ecophytopic.fr/dephy/reseau-fermes-dephy-noix-dordogne>

FRANCEAGRIMER, 2023. *La noix en 2022-2023* [en ligne]. 2023. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : https://rnm.franceagrimer.fr/bilan_campagne?noix

GABELLE, A., 2021. Protection contre le carpocapse des pommes et des poires | Ecophytopic. [en ligne]. juin 2021. [Consulté le 31 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://ecophytopic.fr/pic/concevoir-son-systeme/protection-contre-le-carpocapse-des-pommes-et-des-poires>

GIRARD, L., 2023. Matières premières : « La noix s'est noyée, tandis que ses rivales viennent casser l'ambiance ». *Le Monde.fr* [en ligne]. 20 mai 2023. [Consulté le 21 mai 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.lemonde.fr/economie/article/2023/05/20/matieres-premieres-la-noix-s-est-noyee-tandis-que-ses-rivales-viennent-casser-l-ambiance_6174110_3234.html

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES et MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, 2022. Publication des données provisoires des ventes de produits phytopharmaceutiques en 2021. *Ministères Écologie Énergie Territoires* [en ligne]. 15 novembre 2022. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse :

<https://www.ecologie.gouv.fr/publication-des-donnees-provisoires-des-ventes-produits-phytopharmaceutiques>

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, 2018. *Plan Ecophyto II+* [en ligne]. 2018. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20ecophyto%20II%2B.pdf>

PHYTEIS, 2021. Carpocapse des pommes et des poires : cycle biologique et caractéristiques. [en ligne]. 14 juin 2021. [Consulté le 31 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://phyteis.fr/maladie/carpocapse-des-pommes-et-des-poires/>

REMONGIN, X., 2022. Le plan Écophyto, qu'est-ce que c'est ? *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire* [en ligne]. 7 février 2022. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-quest-ce-que-cest>

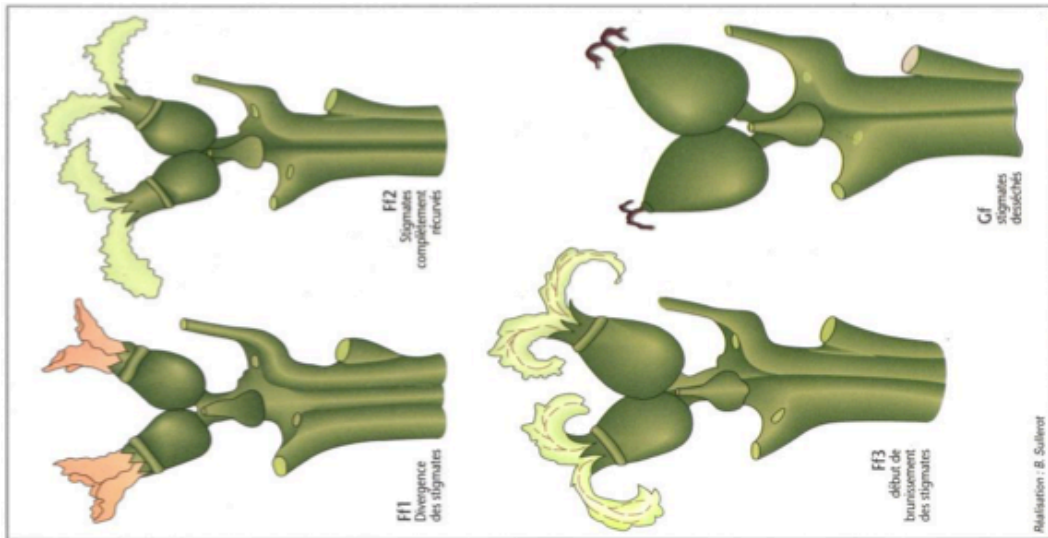
RIBARD, C., MAGDELAIN, B. et SARTHOU, J.-P., 2022. Agriculture alternative. [en ligne]. 10 juin 2022. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://dicoagroecologie.fr/dictionnaire/agriculture-alternative/>

SENURA, 2022. SENURA - Carpocapse. [en ligne]. 2022. [Consulté le 31 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://senura.com/recherche-scientifique/maladies-ravageurs-et-auxiliaires-en-verger-de-noyer/carpocapse>

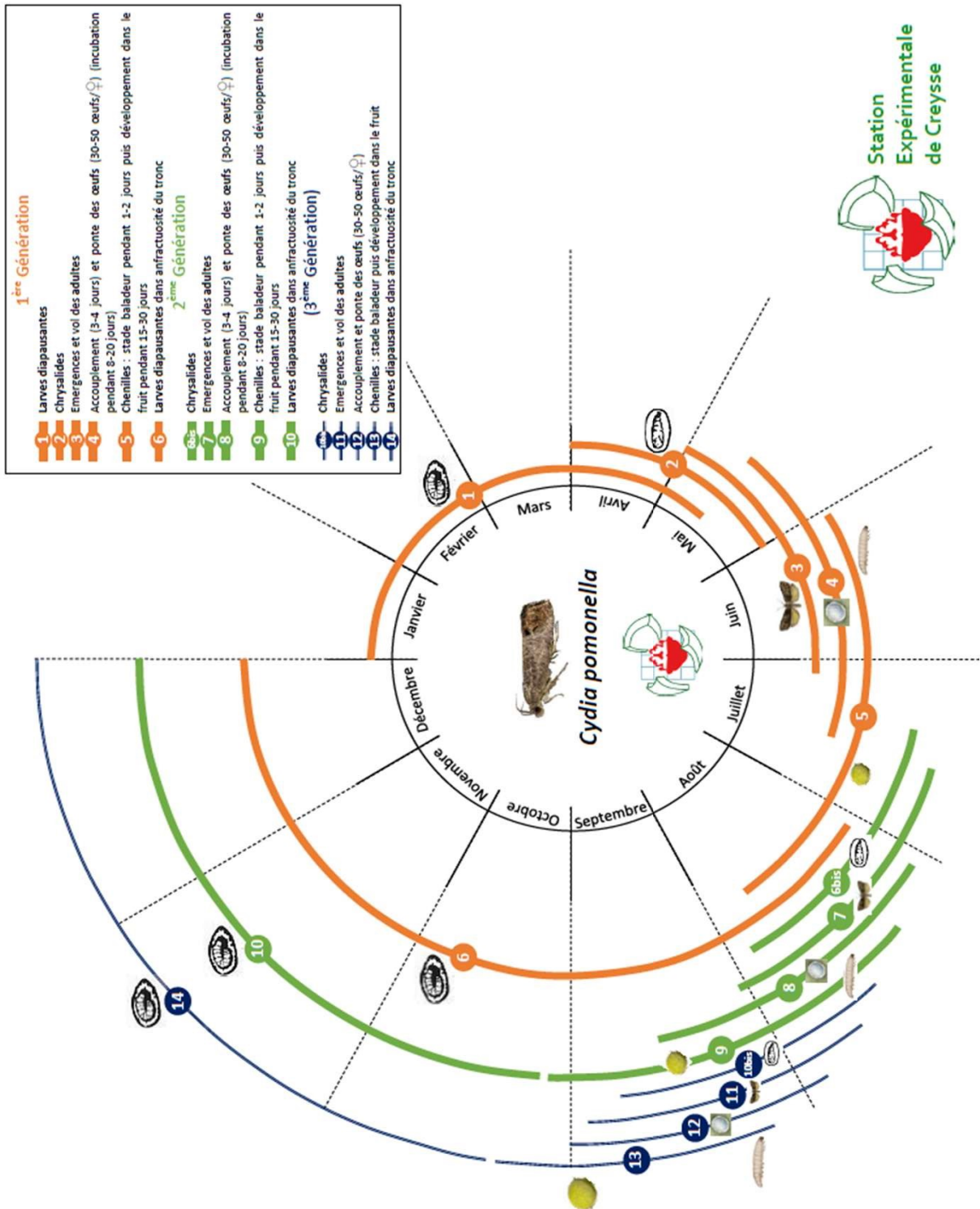
SORBONNE UNIVERSITÉ, 2020. Noix. [en ligne]. 2020. [Consulté le 11 septembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/noix.htm>

Annexes

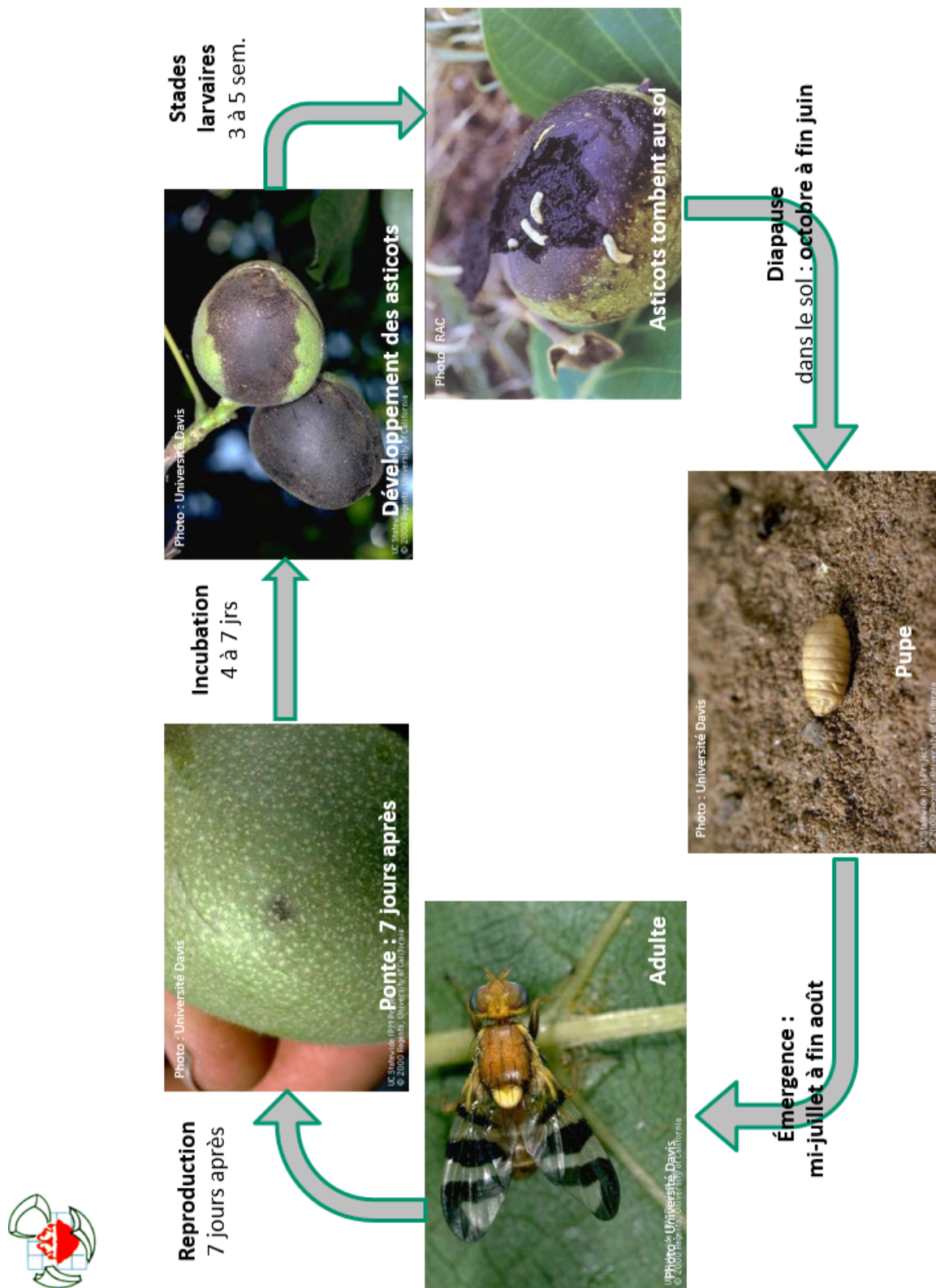
ANNEXE I : Stades phénologiques du noyer (Payre 2015)



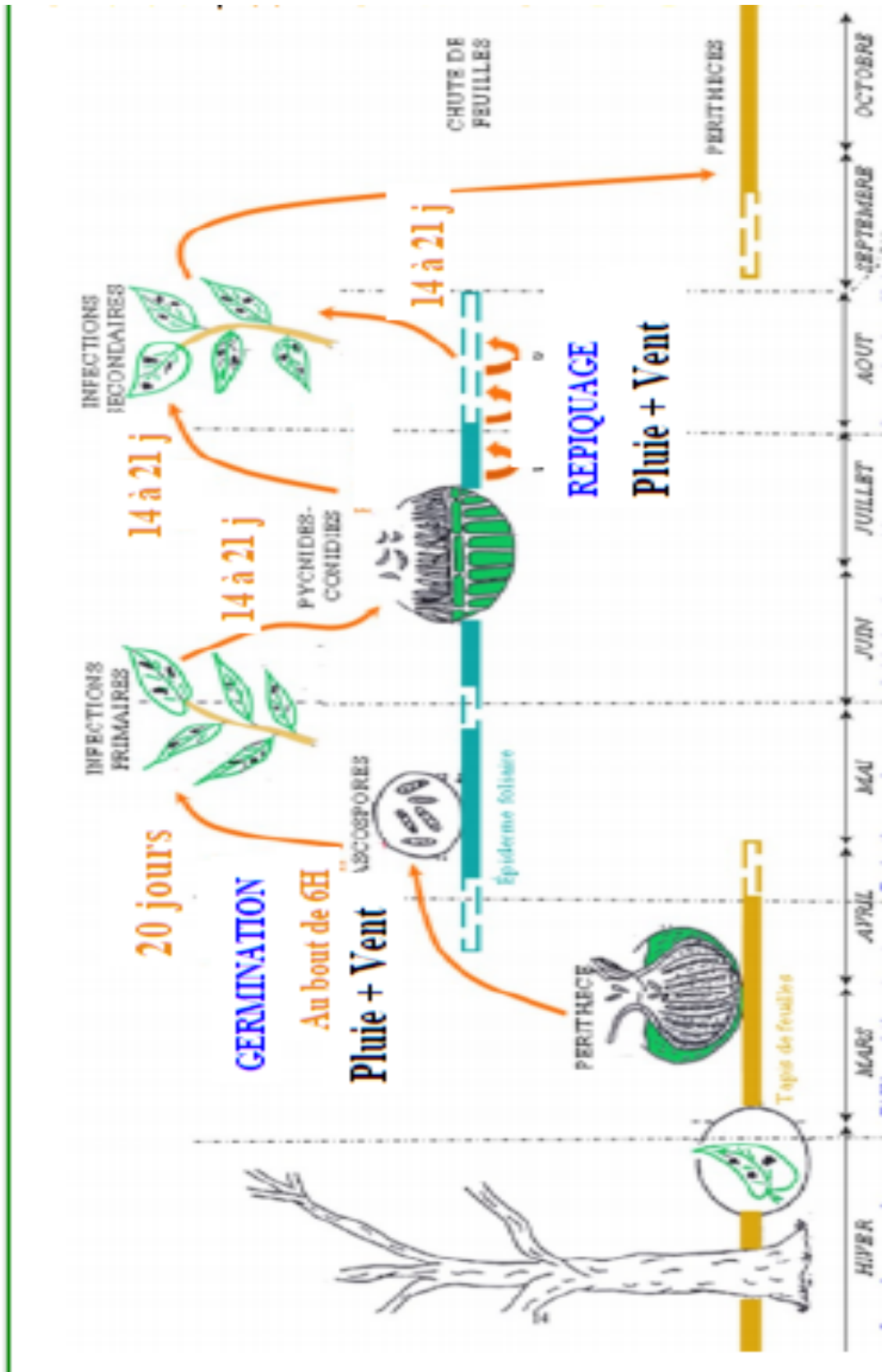
ANNEXE II : Cycle du carpocapse *Cydia pomonella*



ANNEXE III : Cycle de la mouche du brou



CYCLE DE L'ANTHRACNOSE



ANNEXE V : Fiche technique pièges Smart Trap®



PIÈGE MULTI-INSECTES

La configuration du piège Smart trap® peut être adaptée en fonction de l'insecte ciblé par le piégeage. Le piège a été breveté par M2i : N° dépôt = FR2013136 ; déposé le 14/12/2020.

④ Description des pièces constituant le piège

Quatre pièces (en polypropylène) peuvent venir constituer le piège, à savoir, le bol transparent, l'entonnoir vert, le toit vert et une réhausse (verte ou rouge). Une ficelle de 30 cm (également en polypropylène) est fournie pour permettre sa mise en place sur le terrain.

Le nombre de pièces constituant le piège final peut varier de 2 à 4 selon l'insecte ciblé par le piégeage (cf. *Tableau configurations possibles du piège*).



Bol



Entonnoir

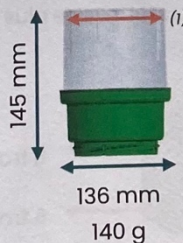
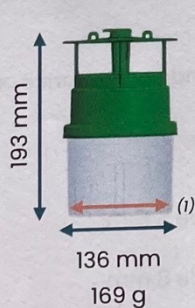
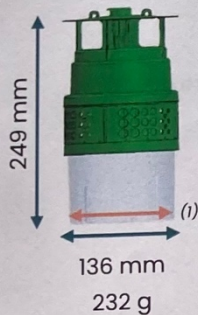


Toit

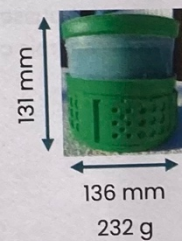
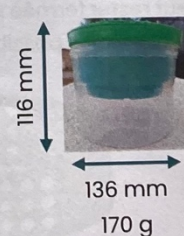


Réhausse
(verte ou rouge)

④ Dimensions et masse du piège





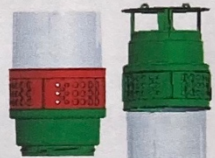
Piège en configuration rangée



(1) Diamètre intérieur du bol : **123,6 mm**

M2i Group - 112, Bureau de la Colline 92213 Saint Cloud cedex RCS Nanterre 801069428
contact@m2i-aroua.fr - www.m2i-lifesciences.com - N° Certiphoto : 9200007

Ⓜ Configurations possibles du piège*

<p>Le piège, dans sa version la plus simple, est composé d'un bol transparent et d'un entonnoir.</p>	
<p>Le toit sera ajouté lors d'une utilisation avec l'entonnoir vers le haut.</p>	
<p>Une réhausse sera ajoutée pour augmenter la sélectivité ou la contenance du piège et permettre la capture de certains ravageurs (ex. drosophiles aux ailes tachetées).</p>	

*Voir configuration détaillées dans la partie 'Evolution des solutions de piégeage M2i' ci-dessous.

Ⓜ Adaptations possibles des accessoires

En fonction de l'usage du piège, l'entonnoir peut rester fermé (drosophiles aux ailes tachetées), peut être ouvert à 16 mm (frelons asiatiques) ou à 32 mm (grandes mouches et grands papillons). Cette ouverture est facilitée grâce à une prédécoupe de l'opercule de fermeture de l'entonnoir.



Entonnoir
fermé

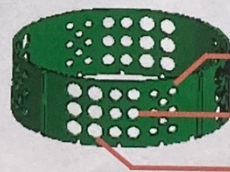


Entonnoir
ouvert à 16 mm



Entonnoir
ouvert à 32 mm

La réhausse peut rester fermée pour permettre une plus grande contenance ou être ouverte selon trois configurations possibles.


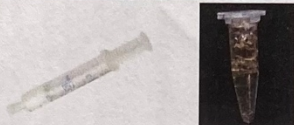


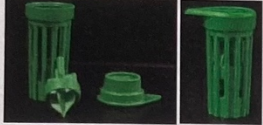
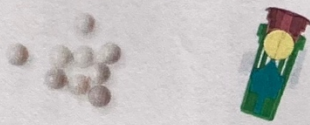


8 trous de 5 mm

6 trous de 8 mm

6 trous de 10 mm

Ⓜ Pièces supplémentaires pour fixer les attractants

Pièce supplémentaire	Format d'attractant utilisé
	
	
	

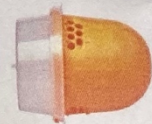



En format sachet, aucune pièce supplémentaire n'est nécessaire.





Smart trap[®]

Evolution des solutions de piégeage M2i*

Ancien piège	Configuration ST	Insectes cibles	Produits compatibles
	Entonnoir fermé Réhausse ouverte sur les trous de taille moyenne	Mouches < 4 mm Drosophile aux ailes tachetées	Bouteille avec anneau Droso Pro Classic [®]
	Entonnoir ouvert à 32 mm Pas de réhausse	Mouches > 4 mm Mouche orientale des fruits Mouche de l'olive Mouche méditerranéenne des fruits Mouche de la cerise	Sachet à mettre dans le funnel (ex : Rhagoletis Pro Caps [®] ; Olea Plus Pro Caps [®]) Tube à mettre dans la cage (ex : Batrocera Pro Drop [®] ; Cucurbitae Pro Drop [®])
	Entonnoir ouvert à 32 mm Pas de réhausse	Papillons > 30 mm d'envergure Bombyx disparate Processionnaire du pin Processionnaire du chêne Pyrale du buis Zeuzère du poirier	Seringue à vider dans la cage (ex : Pine T Pro Caps [®] ; Box T Pro Caps [®])
	Entonnoir ouvert à 16 mm Réhausse ouverte sur les trous de petite taille	Frelon asiatique	

*Pour plus de précisions sur le montage des pièges, voir les fiches techniques spécifiques à chaque configuration.



Date de création : avril 2022

M2i Group - 112, Bureau de la Colline 92213 Saint Cloud cedex RCS Nanterre 801069428
contact@m2i-group.fr - www.m2i-illesciences.com - N° Certiphyto : 9200007

4/4

ANNEXE VI : Fiche technique capsule Completa Pro Drop®

Completa Pro Drop®



SOLUTION DE PIEGEAGE A BASE DE PHEROMONE

Cette solution combine un piège Sticky et un diffuseur de phéromone pour capturer les mâles adultes de la mouche du brou

① La mouche du brou (*Rhagoletis completa*)

Plantes hôtes : La mouche du brou est une espèce présumée oligophage qui se nourrit de différentes espèces de noyers (*Juglans* sp.) telles que le noyer commun ou le noyer noir. Cependant, elle a également été rapportée sur pêcher.

Stade ravageur : Larve

Stade ciblé : **Adulte (mouche mâle)**


Emergence : juillet (varie selon les conditions climatiques)

Nombre de générations : 1 génération par an
1 femelle peut pondre entre 300 et 400 œufs par saison. Ils sont pondus par groupe de 20 œufs/fruit


Reconnaissance du ravageur :

- Adulte** : 4 - 6,5 mm de long ; point jaune sur le thorax, ailes transparentes avec 3 bandes brun foncé, la dernière étant en forme de L et commençant au bord de l'aile
- Larve** : jusqu'à 6 mm ; de couleur blanc jaunâtre, groupées dans le fruit

Reconnaissance des dégâts : coloration de la coque et noircissement des noix provoquant une chute prématurée de ces dernières.



Adulte *R. completa*

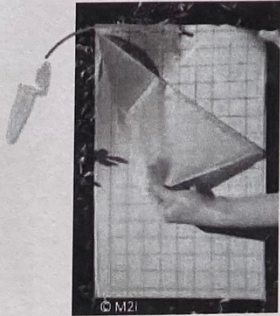


Dégât sur noix

② Mode d'emploi

Utilisation : tube Completa Pro Drop® + Sticky trap

Installation : Décoller le film de la plaque adhésive. Ouvrir le tube contenant la phéromone. Placer/attacher le tube ouvert sur la plaque collante. Les mouches attirées par la phéromone viennent se coller à la plaque engluée.



M2i Group - 112, Bureau de la Colline 92213 Saint Cloud cedex RCS Nanterre 801069428
contact@m2i-group.fr - www.m2i-lifesciences.com - N° Certiphyto: 9200007

112

Completa Pro Drop®



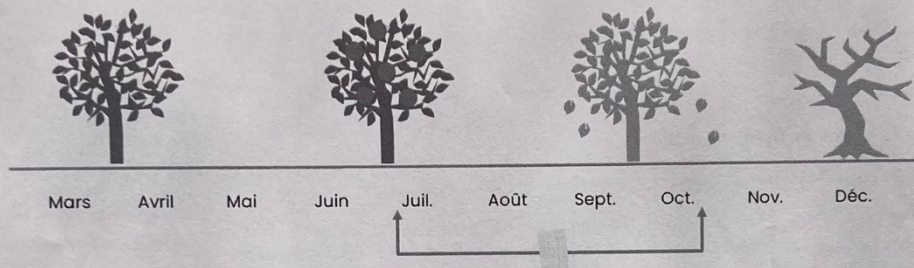
Caractéristiques du Completa Pro Drop®

Type de produit	Diffuseur de phéromone sexuelle
Conditionnement	Tube
Usage	Détection / Monitoring
Substance active	δ-Heptalactone
Poids de formulation	100 mg
Durée indicative de diffusion*	12 semaines
Rayon de diffusion estimé	Mouches attirées sur un rayon de 10 m

* selon les conditions climatiques, pour une température moyenne de 30 °C et en l'absence de vents forts.

Mise en place de la détection

Période de détection : De juillet à octobre



Positionnement du piège : **Suspendu dans la canopée de l'arbre (dans le tiers supérieur du feuillage)**

Densité recommandée pour du monitoring : 2 à 3 pièges / ha

☉ Stratégie de détection : le monitoring par phéromones

Les phéromones sont des substances secrétées par l'insecte qui agissent comme un message entre les individus d'une même espèce. Il existe différents types de phéromones : d'alarme, d'agrégation, sexuelles... Le monitoring par phéromones sexuelles est basé sur la mise en place d'un leurre mimant cette substance émise par la femelle à l'intérieur d'un piège. Le leurre attire les mâles qui sont alors capturés. Cela permet d'une part de détecter l'arrivée du ravageur et de suivre son niveau d'infestation. Dans les cas de forte pression, cela donne également la possibilité de déclencher à temps une intervention curative et/ou de mesurer l'efficacité d'un traitement.

☉ Avantages

Cette méthode est efficace, **sélective et inoffensive pour la faune, la flore, les opérateurs et les riverains**. Elle ne génère pas de résidus ni d'intrants ou encore de résistance. Elle est également compatible avec la loi Labbé et les **labels d'agriculture biologique**.

☉ Recommandations / Sécurité



Conserver hors de portée des enfants.
Conserver à l'écart des animaux domestiques.
Conserver à l'écart des aliments et boissons.
Conserver dans son emballage d'origine et respecter les usages, doses, conditions et précautions d'emploi mentionnés. Ne pas congeler.
Ne pas manger, ne pas boire et ne pas fumer pendant l'utilisation. Se laver les mains après manipulation.
Jeter les emballages vidés et rincés dans la poubelle ménagère.

☉ Premiers soins



En cas de contact avec les yeux, rincer à l'eau par mesure de précaution.
En cas de contact avec la peau, laver avec beaucoup d'eau.
En cas d'ingestion, ne pas faire vomir, rincer la bouche et consulter un médecin.
En cas de malaise, consulter un médecin et lui présenter l'étiquette.

ANNEXE VII : Fiche technique BNA® pro



BNA Pro®

Lait de chaux

RÈGLEMENT D'EXÉCUTION (UE) 2015/762 DE LA COMMISSION du 12 mai 2015 portant approbation de la substance de base «hydroxyde de calcium»

Conformément au règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, et modifiant l'annexe du règlement d'exécution (UE) no 540/2011 de la Commission.

RÈGLEMENT D'EXÉCUTION (UE) 2018/1584 DE LA COMMISSION du 22 octobre 2018 modifiant le règlement (CE) no 889/2008 portant modalités d'application du règlement (CE) no 834/2007 du Conseil relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques en ce qui concerne la production biologique, l'étiquetage et les contrôles

Disponibilité usine : SAUVETERRE

Composition : 600g/l de CaO sous forme hydroxyde
0 g/l de MgO sous forme

Finesse : Avant hydratation : d50 à 3,5µm (50% des particules sont ≤ 3,5µm)
d90 à 18µm (90% des particules sont ≤ 18µm)

pH : 12.4

Densité : 1.35

Conditionnement : Bidon de 220l ou IBC de 500l et 1 000l

Utilisable en AB : Oui

Préconisations :

Emploi : pour 1 ha : 200l à 500l de BNA Pro® dans un volume total de mélange de 600 à 1 000l.

Conseils d'utilisation :

Dès réception :

Brasser le produit pendant 15 à 30 minutes à l'aide d'une pompe vide cave.

Pour cela utiliser la pompe vide-cave avec entrée et sortie dans la cuve (sans brancher de tuyau d'évacuation).

Attention : cet usage a pour seul but de maintenir le produit en suspension.

Il ne peut en aucun cas permettre le brassage après une décantation prolongée.

Lors de l'utilisation :

Avant de procéder à la dilution, brassez BNA Pro® pendant quelques minutes pour obtenir une homogénéité parfaite.

Il est possible d'utiliser un tube relié à un compresseur pour injecter l'air directement au fond de la cuve. Dans ce dernier cas, utiliser le produit immédiatement.

Ne jamais stocker le produit ainsi traité.

Réaliser la dilution souhaitée et mélanger la bouillie dans le matériel de pulvérisation.

Conservation:

Dans son emballage d'origine et hors gel

En cas de retard d'application, à partir du 15ème jour après sa réception brasser le produit 2 fois par semaine pendant environ 30 minutes à l'aide d'une pompe vide cave.



Ce produit contient de l'oxyde de calcium et/ou de l'oxyde de magnésium. Ces substances sont classées en vertu du règlement (CE n°1272/2008) relatif à la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges (règlement CLP). Avant toute manipulation, toujours lire la fiche de données de sécurité étendue (FDS-e), les étiquettes des contenants, du produit spécifique, pour une utilisation sûre et avoir les informations sur les dangers physique et la santé.

Lhoist France Ouest
Le puy Clermont
03 800 Gannat
04 70 90 27 27
contact.agri@lhoist.com

BNA Pro®

15/02/2021

PHEROCON® CMDA COMBO™-P+AA

DETECT

WITH THE POWER OF DA



Attracts **BOTH** Female and Male Codling Moth, *Cydia pomonella*



PHEROCON® CMDA COMBO™-P+AA multi-gender attractant will give you a definite edge in your battle against the Codling Moth, your toughest competition in apples, pears and walnuts.

- Higher capture in Mating Disrupted and Conventional orchards
- Better results in Mating Disrupted orchards than septa-based CMDA COMBO™
- Ultra-long lasting – 12 weeks+



APPLES

PEARS

WALNUTS

More Attractive... More Dependable... Best Codling Moth Trapping System!

Features:

- Synergistic – CM MD Orchards
- 10 X MORE Female capture than CMDA COMBO™-S or -P
- 1.5 X MORE total adult capture than CMDA COMBO™-S + AA
- Use like CM pheromone
- Long lasting – more than two months

Benefits:

- Highest capture rate
- Higher adult detection and reduction
- Higher adult detection and reduction
- Easy to use
- Labor savings

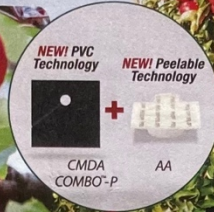


TRÉCÉ
INCORPORATED
INSECT PHEROMONE & KAIROMONE SYSTEMS
Your Edge – And Ours – Is Knowledge.

PHEROCON CMDA COMBO-P+AA





PHEROCON VI DELTA Trap



Guidelines For Use:

PHEROCON CMDA COMBO™-P+AA:

1. Install before spring emergence or at bud break for pome fruit or pre-catkins for walnuts
2. Place within orchard in a grid pattern and 10 – 20 meters (30 – 60 feet) apart
 - In orchards, also place traps to accommodate for differences due to tree spacing, age, size or cultivar, and problem "hot spots" or borders
 - High within tree, at >12 feet (>4 meters), in walnuts; in apples within the upper third of the canopy. (Use an extension pole or rope line for higher trap placement)
 - Within outer canopy, on an open limb, not blocked by leaves or developing fruit

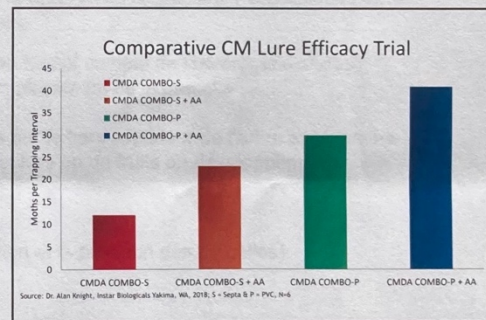
TRAP DENSITY			
Walnuts			
Number of Traps		Acres	Hectares
Minimum of 2		≤10	≤4
One trap per 15 acres or 6 ha		>100	>40
Apples & Pears			
Number of Traps		Acres	Hectares
Minimum of 2		≤10	≤4
One trap per 5 acres or 2 ha		11-100	4-40
One trap per 15 acres or 6 ha		>100	>40

3. Remove insects and stir glue when checking
 - Replace CMDA COMBO™-P+AA lures every 12 weeks, avoid contamination with other pheromone lures
 - Replace traps or liners every 4 weeks or when fouled with dust or insect debris (trap efficiency goes down after 50 or more moths have been caught)

NOTE: Please contact your PCA, University of California Farm Advisor, and/or refer to University of California Extension literature for additional information.

Storage Recommendations:

- Keep unopened factory-sealed packages in a cool place (< 75° F or 24° C maximum) for short periods until used. Refrigerate or freeze unused packages.
- Refrigerate or freeze unopened packages to carry over for annual storage.



Visit our website or call toll-free:
1-866-785-1313



www.trece.com

PHEROCON® Carpocapse

PHEROMONES : CARPOCAPSE
Arbres fruitiers : **Pommes, Poires, Noix**



Description du produit :



PHEROCON®CM-DA COMBO, est une capsule de phéromones pour la surveillance de la population de carpocapse sur les arbres fruitiers. Issu de la recherche et développement de la société TRECE Inc. les capsules de phéromones sont conçues pour maximiser l'attraction et la diffusion des phéromones et attractifs dans les parcelles.

Caractéristiques	Avantages
Synergistes DA (option AA)	Taux de capture plus élevé
Taux de capture important 2 nd génération	Couvre toute la campagne de culture
Mâle et femelle	Large spectre d'action
Installation delta	Facile d'utilisation
Meilleure efficacité que la phéromone seule	Meilleure rentabilité
Spécifique du carpocapse	Facilite le comptage
Conforme aux exigences d'exportations de pommes vers TAIWAN	Garantir une traçabilité aux clients

Guide d'utilisation :



- 1 installer les pièges avant le printemps.
- 2 installer les pièges dans la parcelle en respectant 1 espacement de 10 à 20 mètres entre les pièges.
 - Poser les pièges en tenant compte de l'hétérogénéité des parcelles : densité, âge, emplacement de la parcelle ...
 - Installer les pièges sur le tiers supérieur de l'arbre sur branche ouverte non obstruée de feuilles ou de fruits en développement.

Densité

- 2 pièges par verger (adapter selon la configuration et la pression des parcelles).

Maintenance

- Remplacer CM-DA COMBO™ toute les 12 semaines, éviter de mélanger avec d'autres phéromones d'attraction.
- Remplacer le piège ou la plaque collante toutes les 4 semaines ou quand il est sale ou saturé de débris d'insectes. L'efficacité des pièges diminue après la capture de 50 carpocapses et plus.

Stockage : Conserver PHEROCON®CM-DA COMBO dans son emballage d'origine, hermétiquement fermé à l'abri de la lumière, dans un endroit sec. Le produit peut être congelé durant 1 an et plus.

ANNEXE IX : Fiches techniques des variétés Germaine, Charlette et Dorianne

Station
Expérimentale
de Creyssel

- Perennial, 46600 Creyssel -
Contact : station@stationcreyssel.fr
Version du 27/06/2023

Variété en cours d'inscription

Germaine

Croisement 99-108
Franquette x Chandler

Plantation Creyssel : 2004 (8 x 6 m)
Nombre d'arbres : 2
Porte-greffe : 1/RA611
1/NG23xRA
Témoins : Lara et Fernor

AIRBRE

PORT : demi-étalé

YIGUEUR : moyenne à forte

TYPE FRUCTIFICATION : latérale

STADES PHÉNOLOGIQUES

	Cf	Fm	Fms	Gm	Ff	Fg
Germaine	25-avr	30-avr	4-mai	8-mai	13-mai	30-mai
Lara	10-avr	16-avr	20-avr	25-avr	29-avr	6-mai
Fernor	21-avr	25-avr	30-avr	5-mai	7-mai	13-mai

DICHOGAMIE : Très protractée

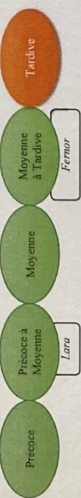
POLLINISATEUR RECOMMANDÉ : Fertignac

SENSIBILITÉ MALADIES

Bactériose	+	Mouche du brou	-+
Gnomonia	-	Carpocapse	-
Autres maladies fongiques			

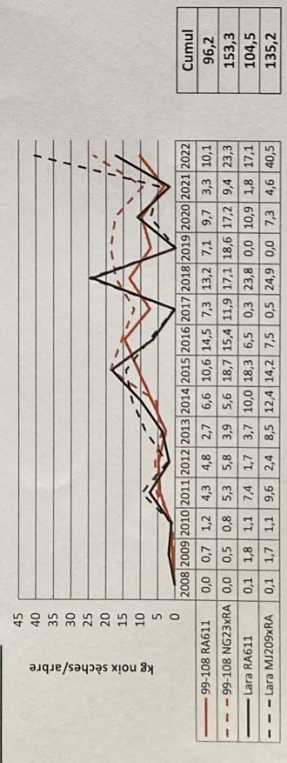
- = tolérant, -+ = plutôt tolérant, + = assez sensible, ++ = plutôt sensible, +++ = très sensible

MATURITÉ FRUITS : 7 octobre



ÉPOQUE DÉFEUILLELAISSON : tardive (type Lara)

PRODUCTION



Variété en cours d'inscription

Germaine

Croisement 99-108
Franquette x Chandler

Plantation Creyssel : 2004 (8 x 6 m)
Nombre d'arbres : 2
Porte-greffe : 1/RA611
1/NG23xRA
Témoins : Lara et Fernor

FRUIT

FORME : De face : trapézoïdale
De profil : trapézoïdale

HOMOGÉNÉITÉ FORME : homogène

SOUDURE VALVÉ : moyenne à forte

ÉPAISSEUR COULE : moyenne à épaisse

CALIBRE

	100 noix (en g)	< 30 mm	> 32 mm	> 34 mm	> 36 mm
Germaine	1050,8	10,9%	68,7%	35,4%	9,9%
Lara	1389,2	0,8%	97,8%	91,8%	76,7%
Fernor	1106,8	6,1%	76,7%	37,8%	7,3%

CERNEAU

ÉNOISAGE : aisé

QUALITÉ

	Rendement cassage commercial	Extra	Déchets
Germaine	45,9%	83,2%	6,3%
Lara	39,8%	47,1%	15,4%
Fernor	41,9%	65,3%	7,6%

GOÛT : savoureux

APPRECIATION GÉNÉRALE

- Cycle tardif
- Sensibilité aux bruyagesseurs très faible
- Niveau de productivité équivalent à Lara
- Calibre moyen
- Fruit d'aspect agréable et sain
- Très bonne qualité de cerneaux
- convient aux marchés de la noix coque et du cerneau

REMARQUE

Données issues du niveau 1, hybride implanté en niveau 2 à l'hiver 2017. Variété disponible en 2025

Station
Expérimentale
de Creyssel

Plantation Creyssel : 2004 (8 x 6 m)
Nombre d'arbres : 2
Porte-greffe : 1/RA611
1/NG23xRA
Témoins : Lara et Fernor

Variété en cours d'inscription

Charlotte

Croisement 118-13
Fernor x Chandler

- Perrier, 46600 Creyssel -
Contact : santon@stationcreyssel.fr
Version du 27/06/2023

ARBRE

PORT : demi-étalé

VIGUEUR : forte

TYPE FRUCTIFICATION : latérale

STADES PHÉNOLOGIQUES :

CT	Fm1	Fm2	Gm	Ff1	Ff2	Ff3
Charlotte	22-avr	1-mai	4-mai	10-mai	16-mai	27-mai
Lara	10-avr	16-avr	25-avr	29-avr	6-mai	16-mai
Fernor	21-avr	25-avr	30-avr	5-mai	13-mai	25-mai

DICHOGAMIE : Protandre à très protandre

POLLINISATEUR RECOMMANDÉ : Fertignac

SENSIBILITÉ MALADIES :

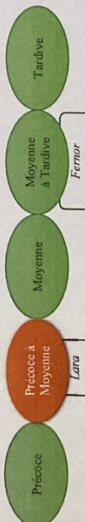
Bactériose : + Mouche du brou : ++

Gnomonia : + Carpocapse : -

Autres maladies fongiques : ++

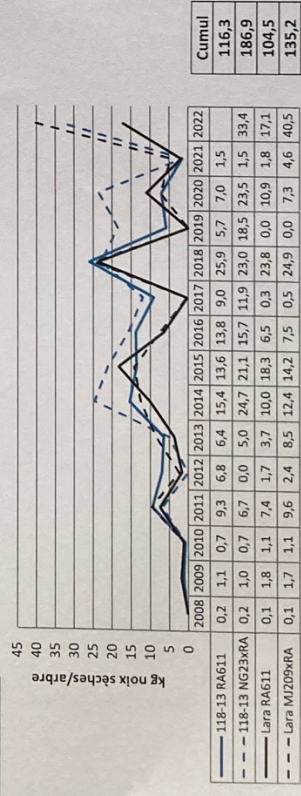
- = tolérant, + = plutôt tolérant, ++ = assez sensible, +++ = très sensible

MATURITÉ FRUITS : 2 octobre



ÉPOQUE DÉFEUILLELON : tardive (type Lara)

PRODUCTION :



Variété en cours d'inscription

Charlotte

Croisement 118-13
Fernor x Chandler

Plantation Creyssel : 2004 (8 x 6 m)

Nombre d'arbres : 2

Porte-greffe : 1/RA611

1/NG23xRA

Témoins : Lara et Franquette

FRUIT

FORME :

De face : trapézoïdale

De profil : trapézoïdale

HOMOGÉNÉITÉ FORME : assez homogène

SOUDURE VALVÉ : forte

ÉPAISSEUR COQUE : moyenne

CALIBRE :



	100 noix (en g)	< 30 mm	> 32 mm	> 34 mm	> 36 mm
Charlotte	1087,8	5,7%	85,8%	67,7%	37,3%
Lara	1389,2	0,8%	97,8%	91,8%	76,7%
Fernor	1106,8	6,1%	76,7%	37,8%	7,3%

CERNEAU

ÉNOISAGE : aisé

QUALITÉ :

	Rendement casilage commercial	Extra	Déchets
Charlotte	40,8%	77,4%	5,8%
Lara	39,8%	47,1%	15,4%
Fernor	41,9%	65,3%	7,6%

GOÛT : savoureux

APPRECIATION GENERALE

- Cycle tardif, très similaire à celui de Fernor mais récolte avec Lara
- Peu sensible pour l'ensemble des bioagresseurs
- Production supérieure à Lara
- Boîse à fruit rapide
- Gros calibre
- Bonne qualité de cerneaux

REMARQUE

Données issues du niveau 1, hybride implanté en niveau 2 à l'hiver 2017. Variété disponible en 2025
Charlotte/RA611 : dépense suite propagation *Phytophthora* dans la parcelle

Station Expérimentale de Creyssel
- Ferrière, 46600 Creyssel -
Contact : contact@stationcreyssel.fr
Version du 27/06/2023

Variété en cours d'inscription

Dorienne

Croisement 131-61
Femor x Shirnei

Plantation Creyssel : 2007 (8 x 6 m)
Nombre d'arbres : 2
Porte-greffe : 2/RA611
Témoins : Lara et Franquette

ARBRE

PORT : demi-étalé
VIGUEUR : moyenne
TYPE FRUCTIFICATION : latérale
STADES PHÉNOLOGIQUES

	CF	Fmi	Fmz	Gm	Ffi	Fft	Ffa
Dorienne	9-avr	16-avr	20-avr	24-avr	27-avr	4-mai	14-mai
Lara	11-avr	18-avr	21-avr	25-avr	29-avr	6-mai	17-mai
Franquette	18-avr	24-avr	29-avr	4-mai	4-mai	10-mai	21-mai

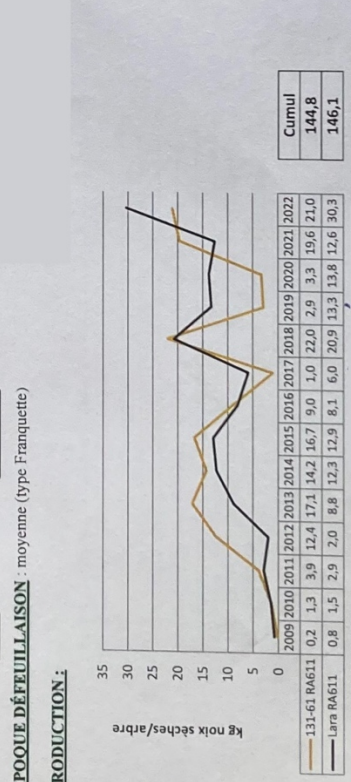
DICHOGAMIE : Très prothandre
POLLINISATEUR RECOMMANDÉ : Franquette, Femor, Fernette

SENSIBILITÉ MALADIES

Bactériose	-+	Mouche du brou	-+
Gnomonia	+	Carposse	+
Autres maladies fongiques	-+		

- = tolérant, + = plutôt tolérant, ++ = assez sensible, +++ = très sensible

MATURITÉ FRUITS : 4 octobre



Variété en cours d'inscription

Dorienne

Croisement 131-61
Femor x Shirnei

Plantation Creyssel : 2007 (8 x 6 m)
Nombre d'arbres : 2
Porte-greffe : 2/RA611
Témoins : Lara et Franquette

FRUIT

FORME :
De face : elliptique
De profil : ovale

HOMOGÉNÉITÉ FORME : homogène
SOLIDURE VALVE : moyenne à forte
ÉPAISSEUR COQUE : moyenne
CALIBRE

	< 30 mm	> 32 mm	> 34 mm	> 36 mm
Dorienne	1.2%	95.1%	84.6%	56.8%
Lara	0.8%	97.4%	92.1%	76.0%
Franquette	17.4%	54.4%	17.9%	2.1%

100 noix (en g) Calibre (en % du poids sec)

CERNEAU

ÉNOISAGE : assez aisé à plutôt malaisé
QUALITÉ

Rendement caissage commercial

	Extra	Déchets
Dorienne	78.3%	5.0%
Lara	46.9%	9.1%
Franquette	75.7%	5.1%

GÔUT : moyen à savoureux

APPRECIATION GÉNÉRALE

- Cycle long avec un débournement proche l'air et une maturité de fruit proche Franquette
- Arbre se structurant naturellement en axe
- Très peu sensible à la bactériose
- Productivité supérieure à Lara
- Pas d'impact du gel printanier en 2012 et en 2021 mais fort impact en 2017 et 2019
- Mise à fruit rapide
- Gros calibre et noix d'un bel aspect s'écalant facilement
- Bonne qualité de cerneaux
- Certaines années, enoissage très difficile car cerneaux encastrés dans la cloison

REMARQUE

Données issues du niveau 1, hybride implanté en niveau 2 à l'hiver 2017. Variété disponible en 2025.

ANNEXE X : Brochure distribuée aux participants de la Journée Technique du Réseau DEPHY du 7 Septembre 2023



Journée technique du Réseau DEPHY Noix du Sud-Ouest
Jeudi 7 Septembre 2023 à 14h



Les méthodes alternatives de gestion des ravageurs du noyer

Localisation



Suivre le fléchage « Journée DEPHY »



Chez Alain Pouquet
Lieu-dit Le Puy
24270 Lanouaille

Coordonnées GPS de la parcelle : 45.381587, 1.161838

Journée ouverte à TOUS !

Thèmes abordés

- Performance de différents types de pièges
- Efficacité d'une barrière physique contre les maladies et les ravageurs
- Evaluation d'un outil de monitoring
- Démonstration de poses par drone



Interventions



Avec la collaboration du Groupe Technique Noix du Sud-Ouest

Contacts pour tout renseignement :

Didier Méry
Conseiller arboriculture
Chambre d'Agriculture 24
Animateur réseau DEPHY

06.43.48.47.51
didier.mery@dordogne.chambagri.fr

Aurore Bouty
Ingénieur Stagiaire
Chambre d'Agriculture 24

06.50.96.88.29
btva37@gmail.com


GOUVERNEMENT
Liberté
Égalité
Fraternité


OFB
Office Français de la Biodiversité

Sommaire

Les bioagresseurs du noyer	3
Le carpocapse, <i>Cydia pomonella</i>	3
La mouche du brou, <i>Rhagoletis completa</i>	3
La bactériose.....	3
L'antracnose.....	4
Les moyens de lutte chimique.....	4
Adaptation du monitoring	4
Un autre moyen de suivre les populations de ravageurs	10
Les méthodes de lutte alternatives	10
Protocoles mis en place durant l'été 2023	11
Lutte contre la mouche du brou : évaluation de performances de différents pièges	11
Lutte contre différents bio-agresseurs : évaluation de l'efficacité d'une barrière physique, le BNA Pro®.....	13
Bibliographie.....	15

Les bioagresseurs du noyer

Le carpocapse, Cydia pomonella



Le carpocapse est un papillon à activité crépusculaire, pouvant faire entre 2 et 3 générations par an. Il s'agit du même ravageur causant d'importants dégâts sur les récoltes de pommes.

Les adultes commencent à voler lorsque les températures de fin de journée sont supérieures à 15°C, c'est-à-dire lors des mois d'avril-mai. Après accouplement, la femelle pond ses œufs sur les feuilles. Une fois les œufs éclos, les larves se déplacent sur les feuilles en direction des fruits,

pendant une période appelée **stade baladeur**. Une fois la noix atteinte, la larve perce le brou et entre à l'intérieur du fruit. Les noix ainsi contaminées chuteront (Gabelle 2021; Phyteis 2021).

En vergers non traités, le carpocapse peut entraîner des pertes de récolte s'élevant jusqu'à 40% (SENuRA 2022).

La mouche du brou, Rhagoletis completa

La mouche du brou est originaire des Etats-Unis. Arrivée en France en 2007, elle a été piégée pour la première fois en Dordogne en 2011.

Cette mouche des fruits, spécifique du noyer, peut engendrer des pertes de récolte de 80% lorsqu'aucune lutte n'est mise en place (ANSES 2014; Medic et al. 2022).

Les adultes émergent pendant les mois de juillet et août. Les femelles déposent les œufs dans le brou des noix. Une fois éclos, le développement des larves entraîne un noircissement du brou. En fonction de la précocité de l'attaque, l'importance des dégâts varie. En cas d'attaque précoce, le cerneau peut être atteint et la noix chute. Si l'attaque est plus tardive, seule la coque de la noix est noircie, mais la commercialisation en coque n'est plus envisageable. Lorsque les noix chutent, le brou éclate, l'asticot s'enterre alors pour passer l'hiver dans le sol sous forme de **pupe**. La majorité des pupes donneront naissance à des adultes l'année suivante, tandis qu'une partie des pupes restera en dormance dans le sol pour une année supplémentaire (Barić et al. 2015; Samietz et al. 2012; Verhaeghe, Frémont 2016).



La bactériose

La bactériose, aussi appelée nécrose apicale de la noix, est provoquée par une **bactérie**. Cette bactérie pénètre dans les **bourgeons** au cours de l'été, et reste protégée par les écailles de ceux-ci pendant l'hiver. L'infection du rameau a ensuite lieu lors du débournement. Les noix contaminées chutent bien avant la récolte (Germain, Prunet, Garcin 1999).

L'antracnose

Cette maladie est causée par un **champignon**. Le champignon est conservé pendant l'hiver dans les feuilles tombées au sol. Les pluies printanières ainsi que des températures favorables permettent la **projection des spores** du champignon et son développement sur les arbres. Les noix contaminées chutent avant la récolte, ou bien présentent une coquille très fortement noircie (Germain, Prunet, Garcin 1999).

Les moyens de lutte chimique

Les producteurs disposent de quelques **produits phytosanitaires** afin de lutter contre les bio-agresseurs décrits dans le paragraphe précédent :

	Conventionnel	Agriculture Biologique
Carpocapse	Coragen Confirm	Madex PRO Madex TWIN Carpovirusine 2000 Carpovirusine EVO2
Mouche du brou	Success 4 Synéis Appât	
Bactériose	Cuivre	
Anthraxnose	Delan WG Alcoban Horizon arbo Signum	Prophylaxie : broyage des feuilles mortes

D'après (Chambre d'Agriculture Tarn-et-Garonne, Chambre d'Agriculture de Lot-et-Garonne 2022).

L'utilisation de **produits blanchissants** est également possible : en plus de limiter les brûlures liées au soleil, ces produits désorientent les insectes dans le verger, et réduisent donc les dégâts causés sur les fruits.

Il est également possible de lutter contre le carpocapse grâce à la **confusion sexuelle**.

Adaptation du monitoring

La date de déclenchement d'un produit phytosanitaire est primordiale pour assurer son efficacité. Ces dates dépendent des quantités de spores projetées dans le cadre d'une lutte antifongique, des pics de vol ou des dates de franchissement de seuils de piégeage dans le cas des luttés insecticides.

Le suivi régulier des parcelles ainsi que des pièges de monitoring est donc primordial. Des fiches de suivi des captures de mouche du brou ont été fournies aux producteurs du Réseau DEPHY Noix du Périgord :

Fiche de relevé pièges mouche du brou

Coordonnées du producteur & pose du piège

Nom, Prénom :

Commune :

Numéro de téléphone et/ou adresse mail :

Personne(s) en charge du suivi du/des piège(s) :

Date de pose du piège :

Emplacement du piège :

Pose des pièges

Le piège de monitoring est constitué d'une plaque engluée jaune Econex et d'une capsule de phéromones M2I (Completa Pro Drop®).

Avant leur pose, il n'est pas nécessaire de conserver les capsules de phéromones au frais.

Il est conseillé d'installer les phéromones au cours de la troisième semaine de juin.

Méthode pour la pose des capsules :

Décoller le film de protection de la plaque engluée.

Effectuer une encoche au milieu de la plaque, et y glisser la capsule de phéromones ouverte.

Pensez à mettre du grillage autour de la plaque engluée, pour éviter la capture de chauve-souris ou d'oiseaux !

Enlever les mouches collées à chaque comptage.



*Capsule de phéromones
placée sur une plaque engluée*

Les plaques doivent ensuite être suspendues le plus haut possible dans les arbres (tiers supérieur de la canopée si possible).

Il n'est pas nécessaire de remplacer la capsule au cours de la saison, la durée de la diffusion de la phéromone étant de 12 semaines. Les plaques doivent en revanche être remplacées dès qu'elles sont trop sales ou que leurs capacités collantes sont trop faibles pour permettre des captures efficaces.

Reconnaissance de la mouche du brou

La mouche du brou *Rhagoletis completa* mesure environ 4 à 8 millimètres de longueur. Elle possède un thorax brun, à la base duquel est situé un point jaune. Les ailes sont transparentes, et possèdent des bandes épaisses et noires, la dernière ayant une forme de « L ».

Point jaune situé en bas du thorax brun

Trait en forme de L



Il est possible de différencier les mâles et les femelles grâce à un dimorphisme sexuel visible :

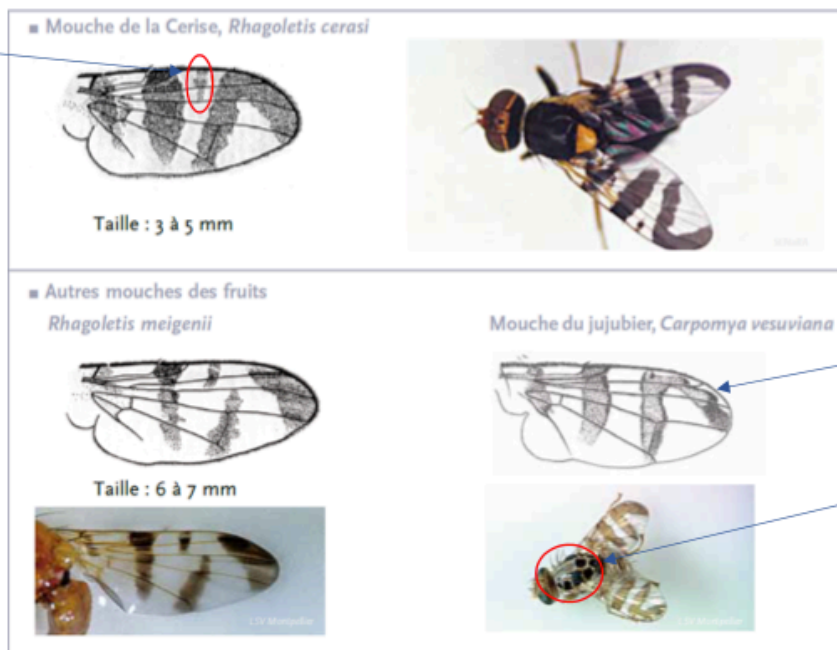


Il existe d'autres mouches des fruits, ressemblant fortement à la mouche du brou :

Journée Technique Réseau DEPHY Noix du Périgord
7 Septembre 2023
Lanouaille

6

Trait supplémentaire sur les ailes



Dessins identiques à ceux de la mouche du brou, mais couleur plus claire

La différenciation avec la mouche du brou se fait grâce au thorax

Seuil d'intervention

Auparavant, il était retenu comme seuil d'intervention 3 mouches capturées sur 3 relevés consécutifs, les 3 relevés ayant été effectués en 7 jours. Cependant, les capacités d'attraction de la capsule de phéromones étant élevées, ce seuil est revu à la hausse. Ainsi, il est conseillé de déclencher un traitement une fois le seuil de **15 mouches sur 3 relevés consécutifs** franchi.

Lutte contre la mouche du brou :

Piégeage massif	Decis Trap MB Flypack Completa
Bio-insectifuge	Sokalciarbo / Baikal NV
Barrière physique	BNA pro CALSUN / CALSHIELD (1)
Insecticide (Spinosad)	SUCCESS 4 / MUSDO SYNEIS Appât

(1) Non utilisable en AB

Traitements effectués

Date	Produit utilisé Quantité	Parcelle traitée	Commentaires

Contacts pour la transmission des résultats ou en cas d'interrogations

Les comptages devront nous être transmis chaque semaine, **même en cas d'absence de captures** (tableau en fin de document).

Aurore Bouty (stagiaire Chambre d'Agriculture) 06.50.96.88.29
btva37@gmail.com

Aline Bez (FREDON) 06.24.47.05.07
aline.bez@fredon-na.fr

Didier Méry (Chambre d'Agriculture) 06.43.48.47.51
didier.mery@dordogne.chambagri.fr

Comptage des captures

Date	Piège 1	Piège 2	Date	Piège 1	Piège 2	Date	Piège 1	Piège 2
25-juin			07-août			19-sept		
26-juin			08-août			20-sept		
27-juin			09-août			21-sept		
28-juin			10-août			22-sept		
29-juin			11-août			23-sept		
30-juin			12-août			24-sept		
01-juil			13-août			25-sept		
02-juil			14-août			26-sept		
03-juil			15-août			27-sept		
04-juil			16-août			28-sept		
05-juil			17-août			29-sept		
06-juil			18-août			30-sept		
07-juil			19-août					
08-juil			20-août					
09-juil			21-août					
10-juil			22-août					
11-juil			23-août					
12-juil			24-août					
13-juil			25-août					
14-juil			26-août					
15-juil			27-août					
16-juil			28-août					
17-juil			29-août					
18-juil			30-août					
19-juil			31-août					
20-juil			01-sept					
21-juil			02-sept					
22-juil			03-sept					
23-juil			04-sept					
24-juil			05-sept					
25-juil			06-sept					
26-juil			07-sept					
27-juil			08-sept					
28-juil			09-sept					
29-juil			10-sept					
30-juil			11-sept					
31-juil			12-sept					
01-août			13-sept					
02-août			14-sept					
03-août			15-sept					
04-août			16-sept					
05-août			17-sept					
06-août			18-sept					



Journée Technique Réseau DEPHY Noix du Périgord
7 Septembre 2023
Lanouaille

9

Un autre moyen de suivre les populations de ravageurs

Des outils plus modernes permettent également de suivre les populations de ravageurs. C'est le cas des pièges connectés Trapview. Un attractif spécifique permet d'attirer dans le piège le ravageur cible. Une intelligence artificielle analyse les photos prises par la caméra intégrée au piège, et comptabilise le nombre d'individus capturés. Les comptages, couplés aux données climatiques (températures et humidité) récoltées par la station météo du piège, permettent d'établir des modèles de prédiction de stades de développement des insectes (éclosions, développement des larves...). La consultation de ces modèles permet d'optimiser les dates d'applications des traitements :



D'après ce modèle de développement des populations de carpocapse, en cas d'utilisation d'un larvicide, il faudrait effectuer un traitement le 06/08 environ, afin de toucher les larves les plus jeunes possibles.

Les méthodes de lutte alternatives

Actuellement, de nombreuses molécules sont utilisables uniquement grâce au fait qu'elles bénéficient d'une **dérogation**. C'est par exemple le cas du Spinosad, utilisé dans la lutte contre la mouche du brou, soumis à dérogation depuis 11 ans ! Le risque de se voir interdire ces molécules existe. De plus, les contraintes réglementaires poussent les agriculteurs à réduire leur usage des produits phytosanitaires (Remongin 2022). Il est alors nécessaire de trouver de nouvelles techniques de lutte contre les bio-agresseurs de la noix. Cet objectif est d'ailleurs l'axe de travail principal du groupe DEPHY Noix du Périgord.

Les méthodes de lutte alternatives permettent de réduire l'usage des produits phytosanitaires, afin de préserver les composantes des vergers (ex : sol, eau...). Ces méthodes reposent sur des pratiques favorisant la vie du sol, sur l'utilisation de substances agissant sur le comportement des ravageurs (ex : phéromones), ou encore sur l'implantation d'espèces auxiliaires dans les vergers (Ribard, Magdelaine, Sarthou 2022; Chabrier, Mbolidi-Baron, Wicker 2007).

Dans le cas de la lutte contre un ravageur, les produits insecticides pourraient être remplacés par des pièges, afin d'effectuer un **piégeage massif** des insectes (El-Sayed et al. 2006). En effet, si suffisamment de ravageurs peuvent être capturés dans ces pièges, il devient alors inutile d'appliquer un produit phytosanitaire. Pour que cette lutte soit efficace, il est nécessaire d'utiliser un attractif puissant, ainsi qu'une forme et une couleur de piège attirant le ravageur (Riedl, Hislop 1985; Riedl, Hoying 1981).

Actuellement, les pièges Decis Trap MB® ou les Flypack® Completa peuvent être utilisés (même en AB) dans le cadre d'une lutte par piégeage massif contre la mouche du brou.

Dans le cas d'une lutte fongicide, l'objectif est de créer un environnement hostile au champignon. Comme tous les organismes vivants, les champignons se développent dans des conditions qui leurs sont optimales. Ainsi, pour l'antracnose, causée par le champignon *Gnomonia leptostyla*, les conditions optimales de développement sont :

	Température	pH
Croissance	22°C	5,4
Sporulation	26°C	6,8

D'après (Matteoni, Neely 1979).

La modification de l'environnement de croissance du champignon pourrait alors limiter son développement, et donc réduire les dégâts sur la récolte, sans utiliser de fongicide.

Au cours de la campagne 2023, au sein du Réseau DEPHY, différents pièges ont été testés afin d'évaluer leurs performances de piégeage de la mouche du brou, ainsi qu'une stratégie d'application d'un produit blanchissant contre de nombreux facteurs de dégradation de la qualité des noix.

Protocoles mis en place durant l'été 2023

Lutte contre la mouche du brou : évaluation de performances de différents pièges

Objectifs de l'essai

Le but de cet essai est d'évaluer et de comparer l'efficacité de plusieurs pièges, dans le cadre de la lutte contre la mouche du brou par piégeage massif. Cette évaluation reposera sur deux critères :

- Lequel des pièges utilisés permet de capturer le plus de mouches ?
- Etant donné que les dégâts sont causés par la ponte par les femelles dans le brou, lequel de ces pièges capture le plus de femelles ?

Dispositif expérimental

De nombreuses études montrent l'importance de la couleur et de la forme du piège de le cadre de la lutte par piégeage massif contre de nombreux insectes, dont la mouche du brou (El-Sayed et al. 2006; Riedl, Hislop 1985; Riedl, Hoying 1981). Ainsi, les modalités testées dans cet essai sont les suivantes :

- Plaque jaune engluée seule (témoin)
- Plaque jaune engluée sur laquelle est placée une capsule de phéromone M2I (Completa Pro Drop ®)
- Piège Smart Trap de couleur jaune, dans lequel est placée une capsule Completa Pro Drop ®
- Piège Smart Trap de couleur verte, dans lequel est placée une capsule Completa Pro Drop ®

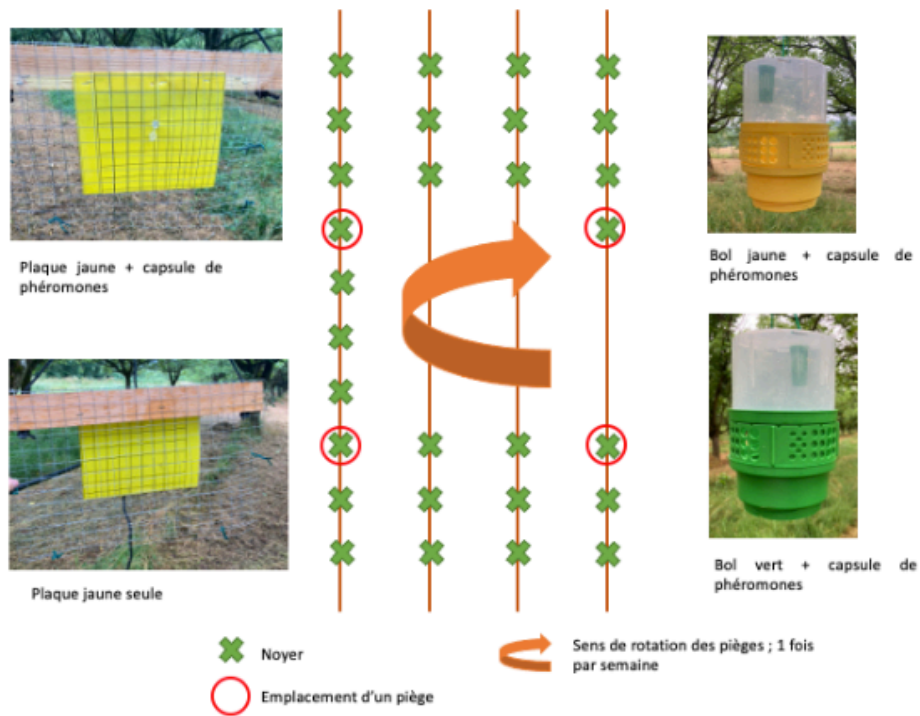
Les pièges doivent être placés au minimum à 30 mètres les uns des autres, afin d'éviter les effets d'interactions entre eux. De plus, les pièges doivent être placés le plus haut possible dans les arbres (Navarro-Llopis et al. 2008)(SENuRA, communication personnelle, M21, communication personnelle). Ils seront suspendus à l'aide d'un dispositif de va et vient, afin de pouvoir y accéder facilement lors des comptages et des rotations. Dans tous les cas, les rangs de bordure ne seront pas utilisés pour la pose des pièges. 2 répétitions ont été effectuées par parcelle.

Fréquence de rotation et de comptage

Afin d'éviter les effets de foyer arbre-dépendant, une rotation sera effectuée entre les pièges. Ce changement d'emplacement est effectué **une fois par semaine**.

Le comptage des mouches capturées est effectué **deux fois par semaine** : une fois le mardi lors de la rotation des pièges, et une seconde fois le vendredi.

Le comptage permettra de noter combien de mouches du brou ont été capturées depuis la pose du piège. De plus, puisque l'on peut considérer que les dégâts sont causés par les femelles lors de la ponte, il faudra comptabiliser le nombre de mâles et de femelles capturés, afin d'établir un sex-ratio.



Schématisation du dispositif expérimental

Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
Aucune matière active n'est libérée dans le verger	Les pièges ne sont pas 100% spécifiques (captures d'autres espèces en dehors de la mouche du brou)
En dehors des plaques engluées, il n'est pas nécessaire de changer/renouveler les dispositifs au cours de la campagne	Aspect pratique : il faut régulièrement remettre un peu d'eau dans le piège

Lutte contre différents bio-agresseurs : évaluation de l'efficacité d'une barrière physique, le BNA Pro®

Le BNA est un lait de chaux, fabriqué par l'entreprise Lhoist.

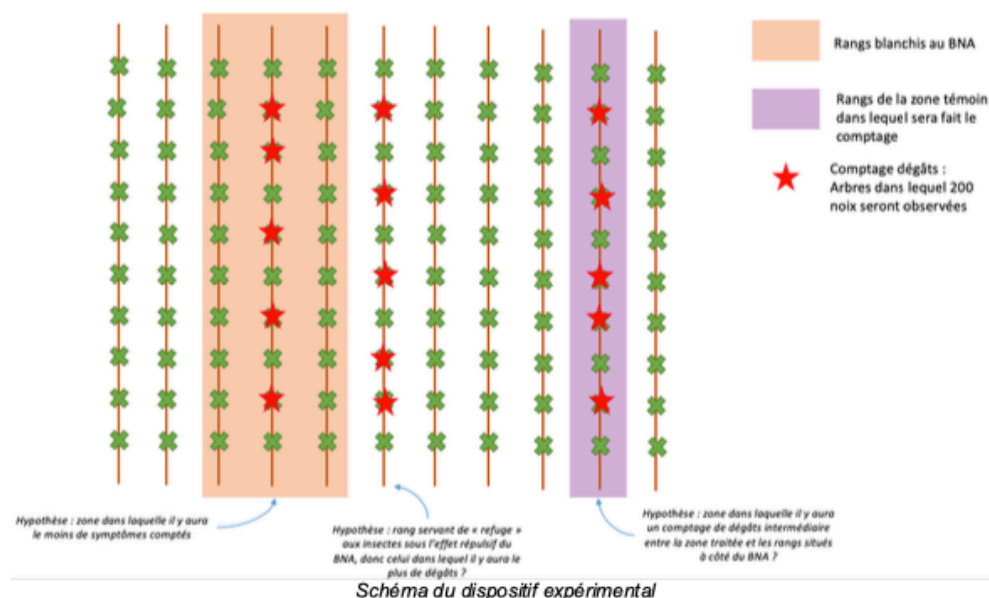
Objectifs de l'essai

Le but de cet essai est d'évaluer l'efficacité du BNA en tant que barrière physique contre les maladies fongiques, mais également contre des ravageurs tels que la mouche du brou ou le carpocapse. En effet, le BNA possède un pH de 12,4, qui est très éloigné des valeurs de pH optimales pour le développement de l'antracnose (Lhoist 2021; Matteoni, Neely 1979). Or, la modification du pH peut perturber l'évolution des maladies fongiques (Prusky, Yakoby 2003). De plus, l'application de blanchissants (du type argiles) sur les arbres dans le but de perturber les insectes est une pratique acquise depuis de nombreuses années (Berud et al. 2013; Garcin 2009). L'application d'un lait de chaux, produit également blanc, devrait avoir les mêmes avantages.

Le BNA montrant une résistance à 150 millimètres au lessivage, le nombre d'applications à effectuer au cours de la campagne pourra rester restreint.

Dispositif expérimental

L'application du BNA au sein de la parcelle s'est faite de la manière suivante :



Deux périodes seront à distinguer pendant l'essai pour l'application du BNA:

- Du 1^{er} Juin 2023 au 1^{er} Juillet 2023, 3 traitements obligatoires seront à réaliser. Durant cette période, le BNA sera dosé à 7%. Ces passages permettront de couvrir un maximum de pousses ainsi que toute la surface des noix, au rythme de la croissance de la végétation.
- Du 2 Juillet au 1^{er} Septembre 2023, des traitements facultatifs pourront être réalisés en fonction de la pluviométrie. Le BNA sera alors dosé à 5%.

Comptage de dégâts (voir schéma)

1000 noix sont évaluées par modalité (traitement au BNA, zone lointaine non traitée au BNA et zone très proche du traitement BNA). Tous les symptômes possibles sont identifiés (dégâts de carpocapse, dégâts de mouche du brou, anthracnose, bactériose, coup de soleil).

200 noix sont observées sur 5 arbres tirés au sort dans chaque zone, les noix portant un quelconque symptôme sont comptabilisées.

Cela permet d'établir le pourcentage de noix saines, ainsi que le pourcentage de noix présentant des dégâts entre la zone traitée, la zone située à proximité, et la zone éloignée du traitement.

Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
Bonne couverture de la végétation	Difficulté d'utilisation : très dense et très collant
Très bonne résistance au lessivage	

Bibliographie

- ANSES, 2014. *Demande d'analyse de risque phytosanitaire portant sur Rhagoletis completa* [en ligne]. 2014. [Consulté le 17 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj4ubPtIbP-AhVXVaQEhdYqCI4QFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.anses.fr%2Ffr%2Fsystem%2Ffiles%2FSVEG2013sa0094Ra.pdf&usg=AOvVaw3ibHNIO2cS3gkARLEoKAG3>
- BARIĆ, Božena, PAJAČ ŽIVKOVIĆ, Ivana, MATOŠEVIĆ, Dinka, ŠUBIĆ, Milorad, VOIGT, Erzsébet et TÓTH, Miklós, 2015. *Rhagoletis completa* (Diptera: Tephritidae) distribution, flight dynamics and influence on walnut kernel quality in the continental Croatia. *Poljoprivreda*. 10 juin 2015. Vol. 21, n° 1, pp. 53-58. DOI 10.18047/poljo.21.1.9.
- BERUD, Myriam, WARLOP, François, LIBOUREL, Gilles et FILLERON, Emmanuelle, 2013. *Argiles en Arboriculture - Pommier, Poirier, Cerisier, Olivier*. [en ligne]. 2013. [Consulté le 7 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.grab.fr/wp-content/uploads/2014/03/Argiles-2014-01-20.pdf>
- CHABRIER, Christian, MBOLIDI-BARON, Hélène et WICKER, Emmanuel, 2007. *Techniques de lutte alternative*. 8 février 2007.
- CHAMBRE D'AGRICULTURE TARN-ET-GARONNE et CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LOT-ET-GARONNE, 2022. *Guide Arbo 2023* [en ligne]. décembre 2022. [Consulté le 25 mars 2023]. Disponible à l'adresse : https://occitanie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Occitanie/Productions_techniques/guide_arbo_ca82_2023.pdf
- EL-SAYED, A. M., SUCKLING, D. M., WEARING, C. H. et BYERS, J. A., 2006. Potential of Mass Trapping for Long-Term Pest Management and Eradication of Invasive Species. *Journal of Economic Entomology*. 1 octobre 2006. Vol. 99, n° 5, pp. 1550-1564. DOI 10.1093/jee/99.5.1550.
- GABELLE, A., 2021. *Protection contre le carpocapse des pommes et des poires | Ecophytopic*. [en ligne]. juin 2021. [Consulté le 31 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://ecophytopic.fr/pic/concevoir-son-systeme/protection-contre-le-carpocapse-des-pommes-et-des-poires>
- GARCIN, A., 2009. L'argile kaolinite, une nouvelle méthode de lutte par barrière minérale protectrice contre le puceron vert du pêcher *Myzus persicae* Sulz. *Innovations Agronomiques*. 2009. N° 4, pp. 107-113.
- GERMAIN, Éric, PRUNET, Jean-Pierre et GARCIN, Alain, 1999. *Le noyer*. Paris : CTIFL. Monographie. ISBN 978-2-87911-104-9. 634.5
- LHOIST, 2021. *BNA pro®*. 2021.
- MATTEONI, James A. et NEELY, Dan, 1979. *Gnomonia Leptostyla: Growth, Sporulation, and Heterothallism*. *Mycologia*. septembre 1979. Vol. 71, n° 5, pp. 1034-1042. DOI 10.1080/00275514.1979.12021107.
- MEDIC, Aljaz, HUDINA, Metka, VEBERIC, Robert, SOLAR, Anita, MEDIC, Aljaz, HUDINA, Metka, VEBERIC, Robert et SOLAR, Anita, 2022. *Walnut Husk Fly (Rhagoletis completa Cresson), the Main Burden in the Production of Common Walnut (Juglans regia L.)* [en ligne]. IntechOpen. [Consulté le 12 avril 2023]. ISBN 978-1-80356-354-1. Disponible à l'adresse : <https://www.intechopen.com/chapters/82568>
- NAVARRO-LLOPIS, Vicente, ALFARO, Fernando, DOMÍNGUEZ, Javier, SANCHIS, Juan et PRIMO, Jaime, 2008.

Evaluation of Traps and Lures for Mass Trapping of Mediterranean Fruit Fly in Citrus Groves. *Journal of Economic Entomology*. 1 février 2008. Vol. 101, n° 1, pp. 126-131. DOI 10.1093/jee/101.1.126.

PHYTEIS, 2021. Carpopapse des pommes et des poires: cycle biologique et caractéristiques. [en ligne]. 14 juin 2021. [Consulté le 31 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://phyteis.fr/maladie/carpocapse-des-pommes-et-des-poires/>

PRUSKY, Dov et YAKOBY, Nir, 2003. Pathogenic fungi: leading or led by ambient pH? *Molecular Plant Pathology*. novembre 2003. Vol. 4, n° 6, pp. 509-516. DOI 10.1046/j.1364-3703.2003.00196.x.

REMONGIN, Xavier, 2022. Le plan Écophyto, qu'est-ce que c'est ? *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire* [en ligne]. 7 février 2022. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-quest-ce-que-cest>

RIBARD, Chloé, MAGDELAINE, Blanche et SARTHOU, Jean-Pierre, 2022. Agriculture alternative. [en ligne]. 10 juin 2022. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://dicoagroecologie.fr/dictionnaire/agriculture-alternative/>

RIEDL, Helmut et HISLOP, R., 1985. Visual Attraction of the Walnut Husk Fly (Diptera: Tephritidae) to Color Rectangles and Spheres. *Environmental Entomology*. 1 décembre 1985. Vol. 14, n° 6, pp. 810-814. DOI 10.1093/ee/14.6.810.

RIEDL, Helmut et HOYING, S. A., 1981. Evaluation of trap designs and attractants for monitoring the walnut husk fly, *Rhagoletis completa* Cresson (Diptera: Tephritidae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*. 1981. Vol. 91, n° 1-5, pp. 510-520. DOI 10.1111/j.1439-0418.1981.tb04509.x.

SAMIETZ, Jörg, SCHWIZER, Thomas, HÖHN, Heinrich, LINDER, Christian, ALUJA, Martin et GUILLEN, Larissa, 2012.

Noircissement des noix dû aux mouches et aux maladies: importance du choix variétal. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. 2012. N° 44, pp. 88-93.

SENURA, 2022. SENURA - Carpopapse. [en ligne]. 2022. [Consulté le 31 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://senura.com/recherche-scientifique/maladies-ravageurs-et-auxiliaires-en-verger-de-noyer/carpocapse>

VERHAEGHE, Agnès et FRÉMONT, Auria, 2016. Situation pour les vergers de noyers - La mouche du brou continue à faire parler d'elle. *Infos CTIFL*. 2016. N° 318, pp. 38-47.

Document réalisé par :

Aurore Bouty

Ingénieur Stagiaire à la Chambre d'Agriculture de la Dordogne
06.50.96.88.29

btva37@gmail.com

16



Notes





DEPHY NOIX en Dordogne

Axes de travail 2022-2026

1. **Tester, expérimenter, mettre en application des méthodes de lutte alternatives et/ou de biocontrôle dans la gestion des ravageurs (mouche du brou et carpocapse).**
2. **Utiliser toutes les formes possibles de transfert des connaissances et des acquis des vergers conduits en culture biologique pour les appliquer aux vergers en conduite « conventionnelle ».**
3. **Mettre en œuvre des appareils induisant une application très localisée et donc avec peu ou pas de dérive.**
4. **Recours à de nouvelles méthodes d'application (drone, paintball...)**



12 producteurs
dont 5 exploitations en AB
 Dordogne : 30 % de la superficie
 et 25 % des volumes de
 production de noix française et de
 2008 à 2022 : plus de 2000 ha de
 nouvelles plantations.

Coopération : les 2 principales
 coopératives présentes en
 Dordogne totalisent plus de 1200
 nuciculteurs.



Jean-François GAZARD-MAUREL,
 responsable Professionnel Pôle Productions Végétales à la Chambre d'agriculture de Dordogne

« Nos exploitations poursuivent leurs efforts vers une agriculture la plus autonome et économe en intrants possible. Elles sont également soucieuses de limiter le plus possible l'impact de leur activité sur les milieux. Les acquis du réseau contribuent à améliorer les connaissances qui vont accompagner nos agriculteurs dans cette direction. Pour la Chambre d'agriculture, animer un groupe Dephy s'inscrit tout naturellement dans la démarche tournée vers l'agroécologie engagée dans toutes les filières depuis plusieurs années en Dordogne. »

Contact

Didier MÉRY
 Conseiller arboriculture fruitière
 Tél. 06 43 48 47 51
 didier.mery@dordogne.chambreagri.fr



dordogne.chambre-agriculture.fr



ANNEXE XI : Fiche de suivi du carpocapse (monitoring) distribuée en début de saison aux producteurs du Réseau DEPHY



Fiche de relevé pièges carpocapse



Coordonnées du producteur & pose du piège

Nom, Prénom :

Commune :

Numéro de téléphone et/ou adresse mail :

Personne(s) en charge du suivi du/des piège(s) :

Date de pose du piège :

Date de remplacement de la phéromone :

Emplacement du piège :

Pose des pièges

Avant leur pose, il n'est pas nécessaire de conserver les pipettes M2I au frais.

Il est conseillé d'installer les phéromones au début du mois de mai. Quelle que soit la date d'installation, il faudra remplacer la phéromone **deux mois après la date de pose**.

La pose de la phéromone se réalise directement grâce à la pipette. Il est utile de prévoir un couteau afin de couper l'extrémité de la seringue.

Méthode pour la pose des phéromones :

Ouvrir la plaque engluée, et la déposer dans la petite « cabane » en plastique.

Coller un bouchon de bouteille plastique sur la plaque engluée du piège.

Verser la phéromone dans le bouchon. Attention, il faut être délicat avec le piston de la seringue, sinon on met de la phéromone partout !

Le piège doit être placé dans la partie haute des arbres, suspendu avec un système de va-et-vient facilitant la vérification des prises.



*Pipette M2I de phéromones
placée sur la plaque engluée du
piège*

Reconnaissance du carpocapse

Le carpocapse (*Cydia pomonella*) est un papillon à activité crépusculaire. D'une envergure de 15 à 22 mm environ, il est d'une couleur grisâtre sur les ailes antérieures, qui sont striées de fines lignes sombres. L'extrémité de ses ailes antérieures possède une tache brune bordée de liserés bruns dorés et brillants. Les ailes postérieures sont d'une couleur brun-cuivré.



Cydia pomonella



Carpocapses sur une plaque engluée.
Photo : Didier Méry

Comptage des captures

Date	Piège n°1	Piège n°2 (facultatif)

Lutte contre le carpocapse :

- Installation de la confusion sexuelle (utilisable en AB).
- Carpovirusine EVO2 lors du 1^{er} vol du carpocapse (stade Gf) (utilisable en AB).
- MADEX Pro lors du 2^{ème} vol (juillet-août) (utilisable en AB).
- CONFIRM avec 3 applications par an maximum.
- CORAGEN : produit sous dérogation, avec une AMM délivrée du 1^{er} mai au 29 août 2023. 1 application par an maximum.

L'alternance des molécules permet d'éviter les risques d'apparition de résistance au produit chez l'insecte.

Traitements effectués

Date	Produit utilisé Quantité	Parcelle traitée	Commentaires

Contacts pour la transmission des résultats ou en cas d'interrogations

Les comptages devront nous être transmis chaque semaine, **même en cas d'absence de captures.**

Aurore Bouty (stagiaire Chambre d'Agriculture) 06.50.96.88.29
btya37@gmail.com

Aline Bez (FREDON) 06.24.47.05.07
aline.bez@fredon-na.fr

Didier Méry (Chambre d'Agriculture) 06.43.48.47.51
didier.mery@dordogne.chambagri.fr

Améliorer la protection des noyers

ENVIRONNEMENT. La Chambre d'agriculture mène, depuis 2016, des expérimentations de lutte contre les ravageurs de la noix. Ces travaux visent à tester plusieurs dispositifs sans l'utilisation d'insecticides.

Dans un contexte de réduction progressive des produits phytosanitaires, la Chambre d'agriculture de Dordogne mène des travaux pour étudier les différentes possibilités de gestions des ravageurs sur les noyers. Deux axes d'études sont privilégiés : la lutte contre la mouche du brou et le carpocapse. Désormais, les expérimentations menées par ce réseau tentent de s'affranchir des insecticides.

« Pour la mouche du brou, nous testons plusieurs types de pièges en y ajoutant des phéromones. Le premier d'entre eux se présente sous la forme d'un bol vert. La couleur a son importance car les mouches sont davantage attirées par le vert plutôt que le jaune initialement utilisé. L'intérêt de ces tests est de tendre vers l'arrêt des traitements », indique Aurore Bouty, ingénieure stagiaire à la Chambre d'agriculture de Dor-



Aurore Bouty, ingénieure stagiaire (à droite), teste un dispositif de piège connecté chez François Baron, un producteur. (Ph. CA 24)

dogne. Des pièges de ce type ont été posés, il y a quelques jours, dans des vergers test. Ils resteront en place durant toute la période de reproduction de ces mouches, jusqu'à la fin du mois d'août. « Le problème, c'est qu'elles pondent dans le brou des noix. Ce qui peut entraîner soit la chute du fruit en cas d'attaque précoce, soit un noircissement important de la coque », précise l'étudiante qui intervient dans le service de Didier Mery, conseiller arboricul-

ture et protection phytosanitaire à la Chambre d'agriculture de la Dordogne.

La technologie au service des producteurs

La nouveauté, cette année, est l'utilisation de pièges connectés via l'entreprise Trapview. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision (OAD) qui permet de déterminer avec précision la période idéale pour traiter les noyers. Il est utilisé aussi bien pour la mouche du brou que pour le carpocapse.

« Il s'agit d'une plaque engluée d'une phéromone surmontée d'un appareil photo qui prend un cliché par jour de cette plaque. Cette photo est ensuite envoyée sur une application et analysée par une intelligence artificielle. Le producteur peut ainsi quotidiennement avoir le comptage des mouches capturées par jour », détaille Aurore Bouty. L'outil est couplé avec une station météo qui per-

met, avec le résultat des comptages de mouches, d'obtenir des données chiffrées de dynamiques de population. On peut ainsi avoir un retour sur la ponte ou l'éclosion des larves. De plus, ce dispositif est alimenté via des panneaux solaires, ce qui permet un fonctionnement en autonomie. « Trapview attend beaucoup de nos travaux sur la mouche du brou. Car l'entreprise a très peu de recul sur ce ravageur », précise Didier Mery.

Plus classiquement, lui et sa collègue testent des produits blanchissants à base de chaux. « Nous travaillons sur le niveau d'humidité et sur le pH pour éviter le développement de champignons et détourer la mouche du brou via le blanchiment des arbres. Si ces produits fonctionnent, nous pourrions lutter contre les maladies fongiques et certains ravageurs », indique Aurore Bouty.

Théophile Mercier

ANNEXE XIII : Article paru le 30 Juin dans « Réussir le Périgord », évoquant une intervention réalisée lors de la manifestation « Élevage et Territoire »

11 Réussir le Périgord - Vendredi 30 juin 2023

PROMOTION

Quand l'agriculture s'adapte

ÉLEVAGE ET TERRITOIRE. La manifestation s'est déroulée le 24 juin à Eyzerac, près de Thiviers, avec au programme des démonstrations de matériel, la présentation de techniques et technologies innovantes.

Le soleil était bien au rendez-vous d'Élevage et territoire, le 24 juin, à Eyzerac, près de Thiviers : le public, lui, moins. La tonte à la chaleur ou aux foins qui se terminaient ? L'événement organisé par la Fédération des Cuma et la Chambre d'agriculture de la Dordogne constitue un moment de rencontre et d'échange entre les acteurs du monde agricole.

La manifestation est aussi une vitrine des pratiques en agriculture, en constante évolution dans un monde qui ne cesse de bouger. La journée était bien chargée en nouveautés et innovations en arboriculture, transmission, énergies et machinisme avec comme thématique générale de cette édition : "Le bon sens paysan pour des économies".

Changer pendant la crise
Inflation des matières premières, hausse des charges, impératifs environnementaux, l'agriculture s'adapte, comme elle l'a toujours fait. Le marché de la noix connaît un contexte



Un élu, un cédant et un jeune installé ont témoigné sur le stand du pôle transmission de la Chambre d'agriculture. (Ph. A. Merlingeas)

difficile avec 15 000 t en stock et des prix au plus bas, environ 1,50 €/kg. « Il faut revoir la façon de produire des noix », a lancé Bertrand Langlois, directeur de la Fédération départementale des Cuma. Les périodes de crise constituent des moments opportuns pour changer les pratiques.

Didier Méry, conseiller arboriculture de la Chambre d'agriculture, et Jérôme Allègre, conseiller machinisme à la Fédération des Cuma, sont intervenus pour parler restructuration du verger, de la taille et de la gestion de l'enherbement. En matière d'innovation, Aurore Bouty, stagiaire à

la Chambre d'agriculture, a présenté un piège connecté pour lutter contre les insectes ravageurs.

Sur le stand du Pôle accueil installation et transmission (PAIT) de la Chambre d'agriculture, Pascal Chabaud, responsable du Pôle installation à la Chambre d'agriculture, a accueilli diffé-

rents témoins comme Philippe François, qui a cédé son exploitation à une personne hors cadre familial. Simon Tarrade a réalisé un stage parrainage avant de s'installer, une pratique de plus en plus utilisée pour une intégration progressive et réussie. Enfin, le vice-président de la Communauté de communes Périgord-Limousin, Frédéric Desolles, a parlé du partenariat avec la Chambre d'agriculture, avec la création d'un comité local installation transmission.

L'après-midi, il fut question de production d'énergie à la ferme : bois, photovoltaïque et gaz. Les visiteurs ont pu observer le tracteur de la ferme laitière de la famille Guérin, à Nojals-et-Clotte, qui fonctionne avec du bioGNV produit par le méthaniseur de l'exploitation. La gestion et la diversification des espèces dans une prairie ont été évoquées en partant de l'exemple de la parcelle prêtée par Guillaume Farcy pour la manifestation.

Alexandre Merlingeas



Jérôme Allègre, conseiller machinisme aux Cuma, a présenté le banc d'essai moteur de Top machine Aquitaine.



Les animaux d'élevage font le bonheur des plus petits.



Aurore Bouty et Didier Méry, de la Chambre d'agriculture, présentent un piège connecté pour lutter contre les ravageurs des noyers.




Le tracteur au bioGNV alimenté par le méthaniseur de l'exploitation de la famille Guérin, à Nojals-et-Clotte, était en exposition.



Les participants ont assisté à une démonstration de fauchage de l'herbe dans les noyers pour gérer l'enherbement. (Photos A. Merlingeas)

Fiche résumé

	Diplôme : Ingénieur en Horticulture Spécialité : Horticulture Spécialisation / option : I2PH Enseignant référent : Yann Tricault
Auteur(s) : Aurore Bouty Date de naissance* : 23/11/1999	Organisme d'accueil : Chambre d'Agriculture de la Dordogne Adresse : 295 Boulevard des Saveurs Cré@Vallée Nord 24660 COULOUNIEIX-CHAMIERES
Nb pages : 34 Annexe(s) : 41	
Année de soutenance : 2023	Maître de stage : Didier Méry
Titre français : Évaluations de l'efficacité de méthodes alternatives dans la lutte contre plusieurs bioagresseurs de la noix au sein du Réseau DEPHY Noix du Périgord	
Titre anglais : Evaluation of the efficiency of alternative methods in the control of several walnut pests within the DEPHY Noix du Périgord network	
Résumé :	
<p>Les contraintes réglementaires, la demande sociétale ou encore les problématiques de santé environnementale ainsi que des utilisateurs mettent en évidence le besoin de recourir à de nouveaux moyens de lutte dans les vergers. Des pièges ont été testés afin de déterminer lequel piégeait le plus de mouches du brou et la nécessité d'utiliser un attractif, ainsi que l'efficacité des plaques engluées jaunes a été mise en évidence par cette évaluation. L'application de lait de chaux afin de blanchir les noyers pour repousser les insectes, et former une barrière physique contre les maladies n'a pas permis de protéger les noix de manière concluante. Cependant, cela a permis de conserver davantage de feuilles et de fruits sur les arbres que dans les rangs témoins. L'utilisation des nouvelles technologies dans les noyeraies permet de garantir un suivi précis et régulier des ravageurs, ce qui permet au producteur de déclencher l'application des traitements phytosanitaires au moment opportun. Le nombre de passages est alors diminué et chaque traitement est plus efficace. La mise en place de ces méthodes alternatives peut s'avérer difficile pour les nuciculteurs, en raison de la grave crise économique les concernant.</p>	
Abstract:	
<p>Regulatory constraints, societal demand and environmental and user health issues all point to the need for new means of control in orchards. Traps were tested to determine which captured the most walnut husk flies, and the need to use an attractant, as well as the effectiveness of yellow sticky plates, was highlighted by this evaluation. The application of lime milk to whiten the walnut trees to repel insects and form a physical barrier against disease did not provide conclusive protection for the walnuts. However, it did preserve more leaves and fruit on the trees than in the control rows. The use of new technologies in walnut orchards guarantees precise and regular monitoring of pests, enabling the grower to trigger phytosanitary treatments at the right time. In this way, the number of treatments is reduced, and each treatment is more effective. Implementing these alternative methods may prove difficult for walnut growers, given the severe economic crisis affecting them.</p>	
Mots-clés : mouche du brou, carpocapse, anthracnose, bactériose, pièges, lait de chaux, monitoring Key Words: walnut husk fly, codling moth, anthracnose, bacterial blight, traps, lime milk, monitoring	