



**Fraise**  
**Protection Biologique Intégrée**  
**en culture sous abri**  
**Projet FragaSyst**  
**Bilan 2018-2023**



Anthony GINEZ, APREL

Laurent CAMOIN, Lucas TOSELLO, Justine POMET, Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône (13)

Essai réalisé dans le cadre du projet DEPHY ECOPHYTO FragaSyst : Création de systèmes agroécologiques de production de fraises de printemps hors-sol avec utilisation de pesticides de synthèse seulement en ultime recours et garantissant une rentabilité économique aux producteurs. Partenaires : Invenio, APREL, CA41, Saveol Nature, Rougeline.

## 1- Thème de l'essai

La production de fraises est confrontée à une diversité importante de bioagresseurs aériens et nécessite de fréquentes interventions phytosanitaires. Depuis plusieurs années, en Provence, des producteurs de fraise mettent en place des stratégies de Protection Biologique Intégrée (PBI) dans leurs cultures. Dans l'état actuel des pratiques des producteurs, les résultats sont très variables, notamment dans la protection contre les pucerons, ce qui rend la PBI difficile.

Le projet FragaSyst a pour ambition de faire évoluer les systèmes de production actuels vers des systèmes de production de fraise hors-sol agroécologiques n'utilisant des pesticides de synthèse qu'en ultime recours pour s'approcher d'un IFT O tout en garantissant une rentabilité économique pour les producteurs. Pour atteindre cet objectif, divers leviers sont étudiés dans une approche systémique en reconception : le matériel végétal, le biocontrôle, la biodiversité fonctionnelle, la lumière et le ferti-irrigation.

Le projet fait suite au projet DEPHY EXPE fraise (2013-2018) et rassemble cinq partenaires situés dans les principales régions de production de fraise de printemps (Sud-Ouest, Bretagne, Centre, Région Sud – PACA).

## 2- But de l'essai

Les leviers travaillés par l'APREL, en partenariat avec la Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône, sont le biocontrôle et la biodiversité fonctionnelle. L'ensemble des bio-agresseurs est pris en compte avec une attention particulière pour les pucerons, principaux ravageurs en culture de fraisiers.

En début de projet, lors d'un atelier de co-conception, des objectifs ont été définis pour le site suivi par l'APREL et la Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône en accord avec le producteur :

- Produire une fraise sans produits de synthèse ;
- Maintenir le rendement ;
- Mesurer les coûts/surcoûts des leviers étudiés.

## 3- Facteurs et modalités étudiés

L'ensemble des bioagresseurs et des auxiliaires présents sur la culture est suivi. L'objectif est de mesurer l'efficacité d'une stratégie globale de protection en culture de fraisiers.

## 4- Matériel et méthodes

### 4.1- Site d'implantation

Le site d'essai correspond au site DEPHY 1 suivi dans le projet DEPHY EXPE fraise.

Lieu de l'essai	Verquières (13)
Type d'abri	Multichapelle plastique 3600m <sup>2</sup>
Variété	Gariguettes/Ciflorette/Dream
Type de plant	Trayplant (Gouttières)
Origine des plants	Mazzoni/Angier/Planasa/Provence plants
Date de plantation	décembre
Densité	12 plants/ml
Surface de la parcelle d'essai	1 000 m <sup>2</sup>
Fournisseur d'auxiliaires	Bioline Agrosociences, Koppert, Bioplanet
Mode de traitement	Pulvérisateur

## 4.2- Dispositif expérimental

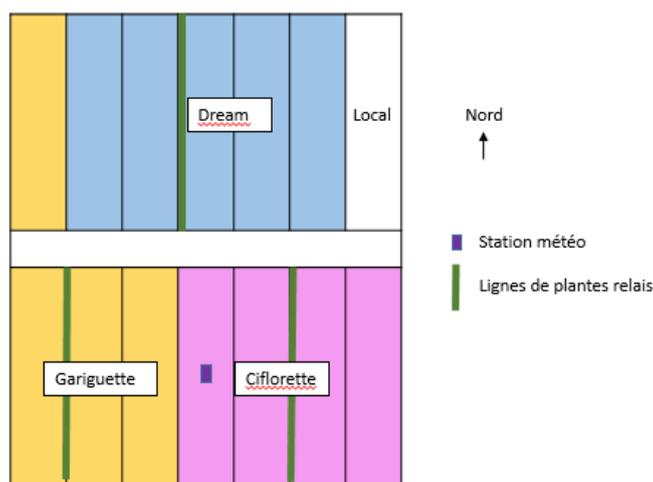


Figure 1 : Schéma de la multichapelle suivie

## 4.3- Observations et mesures

- Au minimum **en début et fin de culture**, plans et photos de l'organisation spatiale des plantes au sein de l'abri, plan d'organisation spatiale des alentours de l'abri permettant de visualiser l'aspect général de l'abri et de son environnement.
- **Observations hebdomadaires de la culture** :
  - Sur 25 fraisiers minimum par parcelle au hasard, par fraisier, observation d'une vieille feuille, d'une jeune feuille, du cœur, d'une hampe, d'une fleur, d'un fruit vert/blanc et si présence d'un fruit rosé/rouge :
    - Pour les pucerons, acariens et aleurodes, classe d'intensité d'attaque sur l'ensemble de la plante :
      - 1 : faible présence, jusqu'à 5 individus et/ou pas de dégât
      - 2 : présence moyenne, jusqu'à 20 individus et/ou dégâts supportables
      - 3 : présence élevée supérieure à 20 individus et/ou dégâts élevés miellat
    - Pour les thrips, dénombrement des adultes et larves de thrips sur fleurs
    - Pour les pucerons, identification des espèces présentes
    - Pour les maladies, présence / absence sur l'ensemble de la plante et localisation des organes touchés
    - Pour les auxiliaires, classe d'intensité de présence sur l'ensemble de la plante (mêmes classes que pour les ravageurs)
      - Pour les acariens prédateurs type phytoseiides notation par organe
      - indication du type de momie (Praon, dorées Aphidius, noires Aphelinus)
  - Dénombrement de la quantité de fleurs, sur 5 fraisiers consécutifs et sur 4 placettes différentes.
  - Sur plantes relais, sur 10 plantes ou 10 points d'observation de 20 cm de plantes relais :
    - notation par classe des ravageurs présents
      - 1 : faible présence, jusqu'à 20 individus,
      - 2 : présence moyenne, jusqu'à 100 individus,
      - 3 : présence élevée supérieure à 100 individus

- notation par classe des auxiliaires présents
    - 1 : 1 à 3 individus,
    - 2 : 4 à 10 individus,
    - 3 : 11 à 30 individus,
    - 4 : plus de 30 individus.
  - Auxiliaires: renseignements des stades majoritairement observés (œuf, larves, adultes) et type de momies (Praon, dorées Aphidius et noires Aphelinus)
- Autres enregistrements :
    - Températures et hygrométries dans abri enregistrées à l'aide d'un Hobo
    - Apports d'auxiliaires, traitements, nettoyage manuel des plants et autres actions liées à la mise en place des leviers, enregistrement de la date, quantité, temps de travaux en h

#### 4.4- Conduite de l'essai

L'essai est suivi de la plantation à la fin des récoltes. Les observations ont lieu toutes les semaines et sont réalisées par l'APREL et la chambre d'Agriculture des Bouches-du-Rhône. Après chacune des visites, une synthèse des observations et un bilan oral sont réalisés en présence du producteur. Ils permettent d'optimiser les stratégies en affinant le programme de protection au travers d'échanges sur la date et/ou le choix d'une éventuelle intervention : lâchers d'auxiliaires, traitement (produit, dose, date, localisation...).

#### 4.5- Traitement statistique des résultats

Dans cette expérimentation en protection biologique intégrée, l'analyse statistique ne se justifie pas dans la mesure où les données étudiées permettent de caractériser les dynamiques des populations des ravageurs, l'incidence des auxiliaires et de contrôler la rapidité de progression d'une maladie. L'objectif est d'obtenir un contrôle des ravageurs et une qualité des fruits au moins équivalents à ceux observés en protection conventionnelle, avec une diminution du nombre de traitements phytosanitaires. Les données étudiées sont donc l'évolution des populations des ravageurs et des auxiliaires. Diverses observations sont également réalisées pour bien connaître le contexte de l'essai (nombre de fleurs, présence d'autres ravageurs et de maladies, conditions climatiques...).

### 5- Résultats

#### 5.1- Protection contre les ravageurs

##### 5.1.1- Pucerons

Année / Pucerons majoritaires	Auxiliaires	Produits de biocontrôle / Autres produits alternatifs	Biodiversité fonctionnelle
2019 <i>A. malvae</i> <i>R. porosum</i>	larves de chrysopes parasitoïdes → A l'apparition des premiers pucerons	Flipper	Semis avoine en février puis infestation en pucerons <i>R. padi</i> et <i>S. avenae</i>
2020 <i>M. euphorbiae</i>	13 lâchers de pupes de syrphes <i>S. rueppellii</i> chaque semaine à partir de début mars 1 lâcher de parasitoïdes <i>A. abdominalis</i> en mai	Eradicoat Nori Pro	Semis avoine en septembre 2019 puis janvier 2020. Infestation avec <i>S. avenae</i> en janvier 2020 Plantation <i>Lobularia maritima</i>
2021 <i>M. euphorbiae</i>	14 lâchers de pupes de syrphes <i>S. rueppellii</i> chaque semaine dès mi-février larves de syrphes sur foyers	Nori Pro	Semis avoine en octobre 2020 et janvier 2021 puis blé en février. Infestation avec <i>S. avenae</i> et <i>R. padi</i> Plantation <i>Lobularia maritima</i> fin février

Année / Pucerons majoritaires	Auxiliaires	Produits de biocontrôle / Autres produits alternatifs	Biodiversité fonctionnelle
2022	3 apports de pupes de syrphes <i>S. rueppellii</i> en février et mars 2 lâchers de syrphes <i>E. corrolae</i> en avril et mai 5 apports d'œufs de chrysopes chaque semaine à partir de début avril	-	Semis avoine en décembre 2021 puis infestation en pucerons <i>S. avenae</i> en janvier et février 2022 Plantation d'achillée, alysse et féverole en février
2023	13 apports d'œufs de chrysopes chaque semaine à partir de mi-février 3 apports d' <i>A. abdominalis</i> en avril et mai	-	Achillée déjà en place depuis 2022 Semis de blé, bourrache, lotier, alysse en décembre 2022 Infestation du blé avec <i>S. avenae</i> en janvier et février

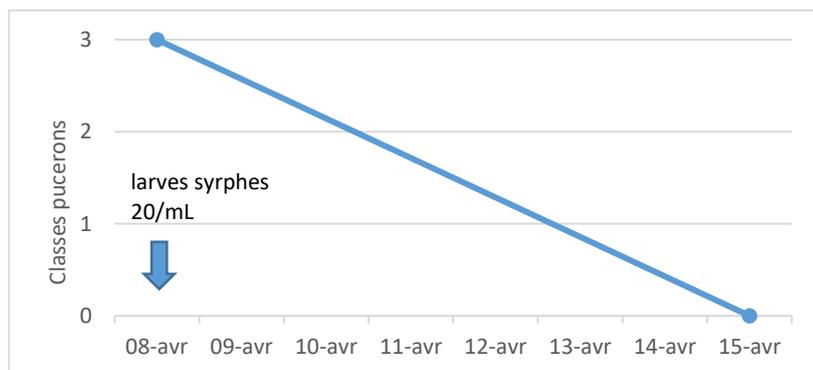
- Efficacité des auxiliaires

En début de projet, les lâchers d'auxiliaires sont faits avec des larves de chrysopes et des parasitoïdes *Aphidius ervi* et *Aphidius abdominalis*. Les résultats montrent une efficacité insuffisante de ces auxiliaires pour gérer le développement des pucerons.

Pour les essais suivants ce sont les syrphes qui ont été évalués, notamment l'espèce *Sphaerophoria rueppellii* et un essai avec *Eupeodes corrolae*. Malgré des stratégies avec de fréquents lâchers de *S. rueppellii* (0,14 individus/m<sup>2</sup> par lâcher), destinés à apporter une protection préventive généralisée sur l'ensemble de l'abri grâce à la capacité de prospection de l'auxiliaire, les introductions de pupes de syrphes ne montrent pas d'efficacité suffisante pour contrôler les pucerons. L'auxiliaire est très peu observé sur les plantes. Une observation des points de lâcher confirme la bonne émergence des syrphes. Les résultats sont similaires avec *E. corrolae* mais cette espèce n'a été introduite qu'en 2 apports (0,22 ind./m<sup>2</sup> par apport) et à une période où les pucerons se développent rapidement (avril/mai).



Photos 1, 2, 3 : larves (à gauche), boîte lâcher de pupes (au centre), adultes (à droite)



Des lâchers de larves de syrphes sur foyers de pucerons montrent un bon contrôle du ravageur avec observation de nettoyage complet sur certains foyers (figure 1). Les lâchers ont été fait à une dose de 20 larves par mètre linéaire. La stratégie reste néanmoins coûteuse.

Figure 1 : Evolution des classes de pucerons sur un foyer (classe 1 = 1 à 5 pucerons ; classe 2 = 6 à 20 puc. ; classe 3 = plus de 20 puc.)

Les œufs de chrysopes ont été travaillés sur les 2 dernières années du projet. Ils sont apportés sur la culture au moyen d'une pulvérisation avec un pulvérisateur à pression préalable à la dose de 100 œufs par mètre linéaire et par apport. Les lâchers réalisés ne montrent pas d'efficacité mais il est probable qu'un problème de bouchage ait fortement réduit le nombre d'œufs apportés à chaque lâcher. De nouveaux essais sont nécessaires pour évaluer correctement cet auxiliaire.

Les apports de parasitoïdes *Aphelinus abdominalis* ne montrent pas d'installation de l'auxiliaire.



Photo 4 : Œufs de chrysopes

- Efficacité des produits de biocontrôle et autres produits alternatifs

Deux produits de biocontrôle ont été travaillés dans le projet mais n'ont été testés qu'une seule fois. Flipper n'a pas montré d'efficacité pour une application en mai. A cette période de forte progression des pucerons l'application n'a pas été renouvelée et un produit de synthèse a été fait. Eradicoat a été appliqué en février mais là aussi une seule application a été faite. Les pucerons augmentent la semaine suivante. Pour ces produits de biocontrôle des applications répétées seraient nécessaires pour correctement évaluer les produits. Or, la rapide progression des pucerons a dû nécessiter le passage rapide à une application de produits de synthèse pour éviter de prendre un risque qui aurait pu pénaliser la production du producteur.

Nori Pro a été appliqué en 2020 et 2021. Le produit permet de limiter la progression des pucerons qui reprend rapidement à l'arrêt des applications. Les traitements semblent impacter les auxiliaires introduits, notamment *Amblyseius swirkii* utilisé contre thrips.

- Efficacité des plantes de service

Les plantes de service de céréales s'installent bien. La levée est rapide et l'infestation en pucerons peut rapidement être faite. Le semis est réalisé dans des bacs remplis de substrat et positionnés sous les gouttières de culture. Ces plantes de service on surtout vocation à fournir des proies de substitution aux prédateurs et parasitoïdes et ainsi assurer une présence précoce de cette faune utile. Les pucerons *Sitobion avenae* et *Rhopalosiphum padi* sont observés sur les céréales soit par des infestations artificielles (pucerons disponibles chez les fournisseurs d'auxiliaires) soit par des infestations naturelles. L'infestation artificielle permet une colonisation plus rapide des céréales. De nombreux auxiliaires sont retrouvés : parasitoïdes, coccinelles, syrphes, Aphidoletes... Or le transfert de cette faune utile vers la culture ne se fait que très peu. Il est toutefois possible de forcer ce transfert en prélevant des fragments de céréales portant des auxiliaires et les transférer dans la culture sur des foyers de pucerons. Il faut être vigilant en cas de traitement aphicide sur la culture notamment en début de saison car le traitement peut également affecter les pucerons des céréales.

Les autres plantes de services sont diverses. *Lobularia maritima* est plantée pour favoriser l'installation des syrphes introduits. En effet *L. maritima* fournit une ressource alimentaire aux adultes de syrphes. L'achillée, la féverole, la bourrache et le lotier permettent, comme pour les céréales, d'attirer des proies alternatives pour les prédateurs et parasitoïdes de pucerons. On y retrouve des pucerons spécifiques sur féverole mais cette plante devient rapidement envahissante et gêne le passage pour les récoltes. Elle est plutôt à envisager en bordure de parcelle. L'achillée à l'avantage d'être vivace et de pouvoir rester en place plusieurs saisons. La bourrache doit quant à elle être ressemée chaque année. On retrouve sur ces 2 plantes des pucerons spécifiques et des auxiliaires nombreux. Le lotier n'a pas montré d'intérêt car son développement est lent et aucun auxiliaire n'y a été observé.



Photos 5 et 6 : Ligne de plantes de service, céréales (à gauche), plantes à fleurs (à droite)

## 5.1.2- Thrips

Année	Auxiliaires	Produits de biocontrôle / Autres produits alternatifs
2019		-
2020	<i>N. cucumeris</i> mi-février (1 sachet pour 2 ml) puis <i>A. swirskii</i> mi-avril à la même dose	-
2021		-
2022		-
2023	<i>N. cucumeris</i> mi-février (1 sachet pour 2 ml) puis <i>A. swirskii</i> mi-avril à la même dose <i>O. laevigatus</i> , 3 apports à 1 individu/m <sup>2</sup> en mai et juin	-

La protection contre les thrips fonctionne bien avec des lâcher préventifs d'acariens prédateurs. *Neoseiulus cucumeris* est introduit en sachets mi-février à la dose d'un sachet pour 2 mètres linéaires. Un apport d'*Amblyseius swirskii* en sachets est fait mi-avril à la même dose. Les auxiliaires s'installent bien et les thrips n'occasionnent pas de dégâts.

En 2020, une baisse de la population des acariens prédateurs est observée au moment des applications de Nori Pro. S'en suit une augmentation des thrips sur la culture (figure 2). Une vigilance est à apporter aux traitements appliqués qui peuvent impacter les auxiliaires et entraîner des problèmes avec d'autres ravageurs. En 2023, l'installation des acariens prédateurs a été mauvaise. La population de thrips a fortement augmenté en mai, dépassant le seuil de déclenchement des traitements fixé à 1,5 thrips par fleurs. Trois apports d'*Orius* à 1 individu/m<sup>2</sup> par lâcher permet une bonne installation de l'auxiliaire et un contrôle des thrips dont la population redescend sous le seuil de traitement (figure 3).

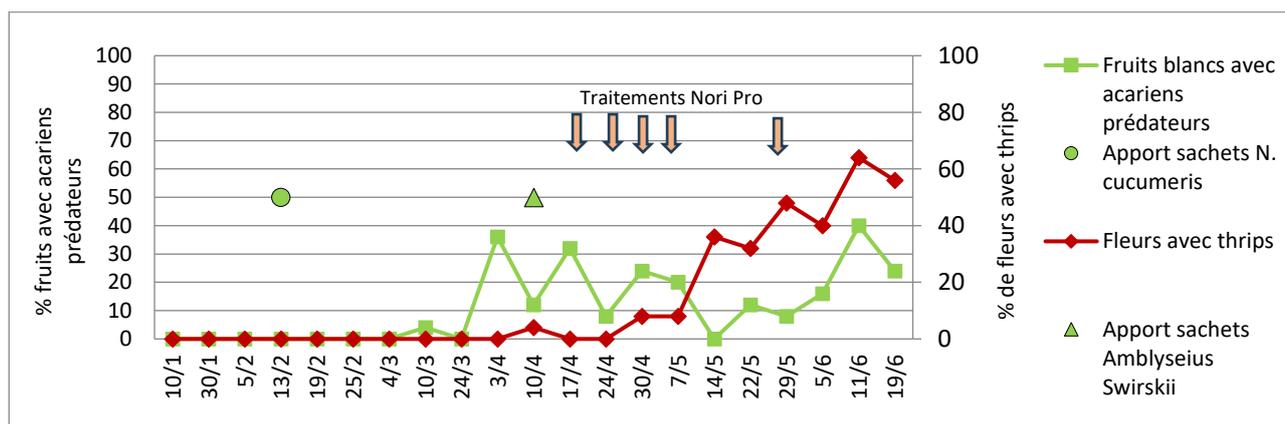


Figure 2 : Evolution des thrips et des acariens prédateurs sur la variété Dream dans l'essai de 2020

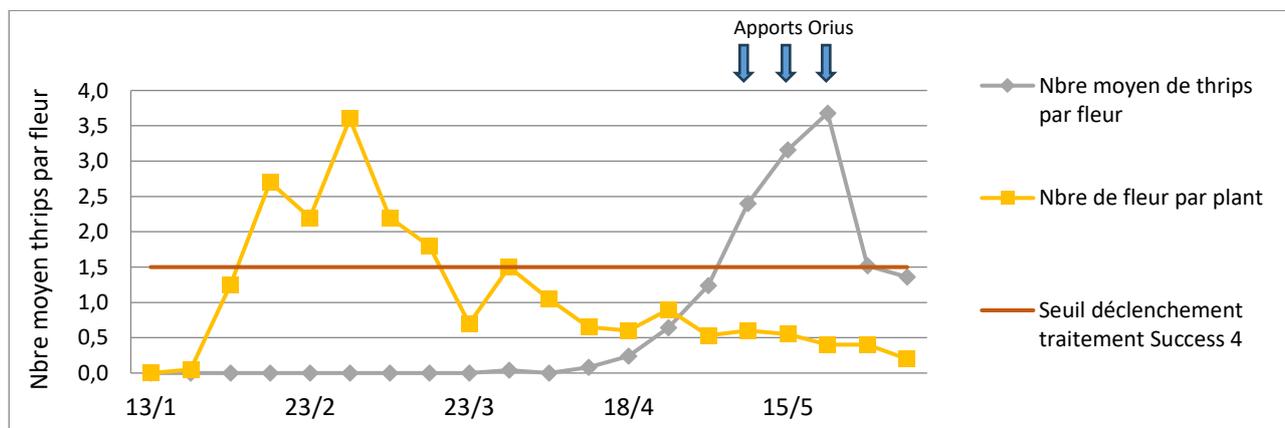


Figure 3 : Evolution des thrips sur fleurs sur la variété Dream dans l'essai de 2023

## 5.1.3- Acariens tétranyques

Année	Auxiliaires	Produits de biocontrôle / Autres produits alternatifs
2019	<i>A. andersonii</i> en sachets (1 sachet pour 2 ml) début mars <i>P. persimilis</i> sur foyer fin mars début avril.	Naturalis (+ mouillant Squad), 2 applications sur début d'attaque
2020	-	-
2021	<i>N. californicus</i> en sachets (1 sachet pour 2ml) fin février	-
2022	<i>N. californicus</i> en vrac, 2 lâchers à 25 ind./m <sup>2</sup> en avril et mai quand les acariens commencent à s'installer	-
2023	<i>N. californicus</i> en vrac, 1 lâcher à 25 ind./m <sup>2</sup> puis 1 second lâcher à 50 ind./m <sup>2</sup> à l'observation du premier acarien en mai	-

De manière générale, les auxiliaires introduits ne suffisent pas à gérer les acariens tétranyques. L'arrivée du ravageur sur la culture est plus ou moins précoce selon les saisons, de janvier à avril pour les arrivées plus tardives. C'est uniquement pour une infestation précoce qu'un contrôle de foyers d'acariens a été permise grâce à un apport de *Phytoseiulus persimilis*. A cette saison, les conditions climatiques sont favorables à un faible développement de l'acariens tétranyque et une bonne installation de l'auxiliaires (hygrométrie plus importante qu'au printemps). En revanche, pour les infestations qui ont lieu au printemps, les conditions chaudes et sèches sont favorables à un fort développement des acariens tétranyques qui ne peut être contenu par les auxiliaires.

Naturalis qui a été appliqué 2 fois à une semaine d'intervalle dès colonisation sur 20% des plantes n'a pas permis de gérer l'acarien. Les applications auraient certainement dû être anticipées dès l'observation du tout premier acarien.

Chaque année un traitement acaricide a été nécessaire en fin de saison afin de faire baisser les acariens tétranyques sur la culture pour les dernières semaines de récolte.

## 5.1.4- Aleurodes

Il n'y a pas d'aleurode sur la parcelle.

## 5.2- Protection contre les maladies

## 5.2.1- Oïdium

Année	Produits de biocontrôle / Autres produits alternatifs
2019	Amylo X, Armicarb, Essen'ciel, Soufre mouillable
2020	Armicarb, soufre mouillable
2021	Amylo X et Rhapsody alternés tous les 7 jours de début mars à fin mai
2022	Amylo X et Sonata
2023	Amylo X, Armicarb, Carbo basic

L'effet de chaque traitement de biocontrôle est difficilement évaluable puisqu'il s'agit d'une stratégie alternant différents produits. Pour toutes les années de 1 à 3 traitements de synthèse ont été nécessaires à la stratégie pour assurer une protection correcte contre l'oïdium. En 2021, où la pression a été plutôt faible, aucun traitement de synthèse n'a été nécessaire. Les traitements de biocontrôle ont un intérêt notamment en début de culture pour remplacer des traitements de synthèse à une période de moindre développement du bioagresseur. Par rapport aux résultats obtenus dans le précédent projet DEPHY EXPE fraise (2013-2018), les traitements de synthèse ont été fortement réduits grâce à l'utilisation du biocontrôle tout en apportant une protection satisfaisante n'entraînant pas de perte de récolte.

Seule l'année 2023 a été difficile concernant la gestion de l'oïdium. En effet la variété Gariguette a été infestée dès le mois de mars et malgré l'utilisation de traitement de synthèse et traitement de biocontrôle le champignon n'a pas pu être maîtrisé et a entraîné d'importantes pertes de récoltes.

### 5.2.2- Botrytis

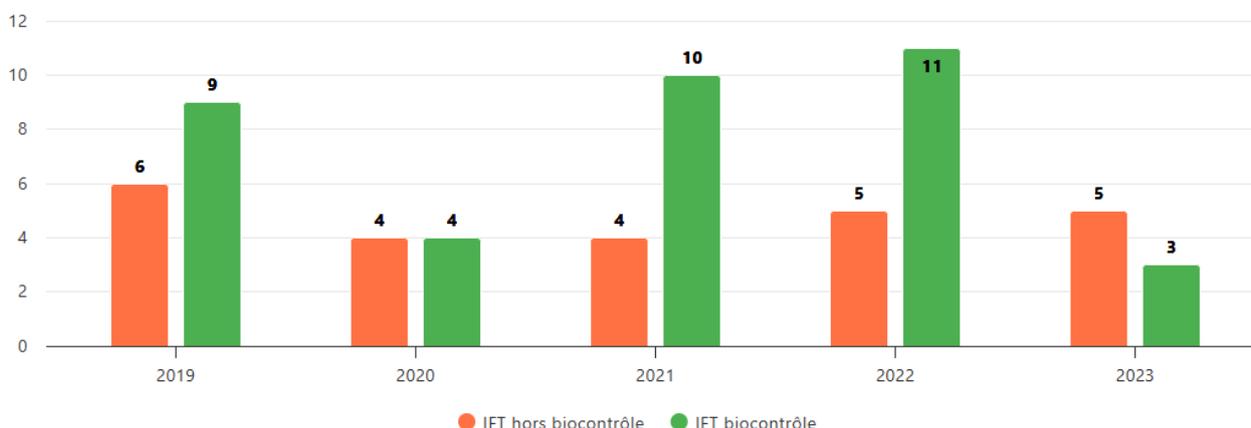
Le *Botrytis* est géré grâce à une bonne aération de l'abri et un entretien régulier des plantes. Aucun traitement spécifique n'a été nécessaire.

### 5.2.3- Autres maladies

Il n'y a pas d'autre maladie observée.

### 5.3- Évaluation des objectifs

Indicateurs permettant de répondre aux objectifs	Moyen évaluation/objectifs	Résultats 2019-2023
IFT Hors biocontrôle	IFT hors biocontrôle = 0	IFT hors biocontrôle = 4 à 6
IFT Biocontrôle	Pas de limitation	IFT biocontrôle = 3 à 11
Rendement commercial	Pas de perte de rendement commercial par rapport à moyenne rendement obtenu de 2013 à 2018 parcelle DEPHY = 4,5 kg/m <sup>2</sup>	Rendement = 4,5 à 5,8 kg/m <sup>2</sup> 3,5 kg/m <sup>2</sup> en 2022 mais lié à la qualité des plants
Marge brute	Synthèse 2013-2018 : marge brute de référence de 8,44 euros/m <sup>2</sup> Comparaison de la marge brute obtenue par année à cette référence, évaluation du surcoût engendré par les nouveaux leviers	Marge brute = 10,45 à 23 €/m <sup>2</sup>
Temps de travaux	Synthèse 2013-2018 : main d'œuvre total parcelle DEPHY = 6270 h/ha	Main d'œuvre = 5621 à 7694 heures/ha



\*IFT : Indice de Fréquence de Traitement = indicateur qui permet de suivre l'évolution de l'application de produits phytosanitaires (1 IFT = 1 application de produit à la dose homologuée pour 1 ha).

L'objectif du projet est de tendre vers un IFT de synthèse de 0. Une forte baisse de l'IFT de synthèse a été observée lors du 1<sup>er</sup> projet DEPHY EXPE Ecophyto fraise grâce au remplacement de traitements de synthèse par des produits de biocontrôle. Dans le projet FragaSyst, les acquis du précédent projet ont été maintenus. La substitution totale des traitements de synthèse par du biocontrôle semble encore difficile car des interventions restent nécessaires notamment au milieu du printemps quand les bioagresseurs deviennent plus difficiles à gérer avec le biocontrôle

## 6- Conclusion

La gestion des bioagresseurs sur fraise est difficile mais de bons résultats sont observés sur thrips grâce à l'utilisation d'acariens prédateurs. Contre les acariens, les auxiliaires montrent des efficacités insuffisantes pour contrôler le ravageur. C'est également le cas contre les pucerons et il reste difficile de se passer de l'application de produits de synthèse. Ceux-ci sont néanmoins appliqués en derniers recours, lorsque le biocontrôle ne suffit plus à freiner leur progression.

Contre les maladies, le biocontrôle permet de réduire efficacement les applications de traitements de synthèse même si quelques applications restent nécessaires contre l'oïdium.

La gestion des plantes relais reste à améliorer de manière à assurer un transfert efficace des auxiliaires attirés et pouvoir profiter du potentiel de ces aménagements en termes de fourniture précoce d'une faune indigène utile contre les pucerons (utilisation pour de la gestion de foyers, fauche de tout ou partie des plantes de service chargées d'auxiliaires).

Au niveau des auxiliaires introduits, des nouveaux candidats à la protection contre les pucerons sont mis sur le marché et sont à travailler pour les intégrer dans les stratégies. Il en est de même avec les nouveaux produits de biocontrôle.

Un nouvel enjeu réside dans la gestion des acariens tétranyques dont la gestion se complexifie avec les évolutions réglementaires et le réchauffement climatique. La gestion du climat, des abris, et l'évaluation de nouveaux auxiliaires et produits de biocontrôle sont à évaluer et combiner pour réduire la prolifération rapide de ce ravageur.

---

Renseignements complémentaires auprès de :

Action A445

A. GINEZ, APREL, 13210 St Rémy de Provence, tel 04 90 92 39 47, ginez@aprel.fr

<p>Réalisé avec le soutien financier de :</p>	 <p>Action du plan Ecophyto piloté par les ministères en charge de l'agriculture, de l'écologie, de la santé et de la recherche, avec l'appui technique et financier de l'Office français de la Biodiversité</p>
---	--