



**HAL**  
open science

## Réduire l'emploi des produits phytosanitaires en culture de fraisiers hors sol : Projet DEPHY Fraise 2013 - 2018

Marion Turquet, A. Geny, Anthony Ginez, R. Souriau, Christophe Carmagnat

### ► To cite this version:

Marion Turquet, A. Geny, Anthony Ginez, R. Souriau, Christophe Carmagnat. Réduire l'emploi des produits phytosanitaires en culture de fraisiers hors sol : Projet DEPHY Fraise 2013 - 2018. *Innovations Agronomiques*, 2019, 76, pp.3-16. <10.15454/elo9me>. <hal-02475158>

**HAL Id: hal-02475158**

**<https://hal.science/hal-02475158v1>**

Submitted on 11 Feb 2020

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

## Réduire l'emploi des produits phytosanitaires en culture de fraisières hors sol : Projet DEPHY Fraise 2013 - 2018

Turquet M.<sup>1</sup>, Geny A.<sup>2</sup>, Ginez A.<sup>3</sup>, Souriau R.<sup>4</sup>, Carmagnat C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INVENIO, Maison Jeannette, F-24140 Douville

<sup>2</sup> LCA Légumes Centre Actions, Le Riou, F-41250 Tour en Sologne

<sup>3</sup> APREL, route de Mollégès, RD31, F-13210 Saint Remy de Provence

<sup>4</sup> C.M.O. (Savéol), 77 rue du Père Gwénael, F-29470 Plougastel Daoulas

**Correspondance** : m.turquet@invenio-fl.fr

### Résumé

La production de fraise sous abris est confrontée à une diversité importante de bioagresseurs aériens, qui nécessite un grand nombre d'interventions phytosanitaires. L'objectif de ce projet est de pouvoir proposer aux producteurs de fraises des stratégies alternatives globales, permettant une réduction d'au minimum 50% de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) hors biocontrôle, fiables et réalistes sur le plan technico-économique. Afin d'identifier ces stratégies alternatives, dites « DEPHY », sur les 6 années du projet et les 5 sites, sur l'ensemble des bioagresseurs du fraisier, des stratégies combinant les solutions de biocontrôle (auxiliaires et produits de biocontrôle) et des produits phytosanitaires de synthèse ont été évaluées en comparaison d'une stratégie de référence producteur. L'objectif de réduction de 50% l'IFT chimique a été atteint dans 75% des cas sur culture précoce chauffée (variété Gariguette) et dans 50% des cas sur culture de fraises remontantes (variété Charlotte). En ce qui concerne les rendements commerciaux, en moyenne sur les 6 années du projet, il n'y a pas eu de différence de rendement entre les parcelles dite DEPHY et les parcelles de référence. Cependant le coût des stratégies DEPHY de 2013 à 2018, est plus élevé que la stratégie de référence, en moyenne 6,4 fois sur Gariguette et 4,4 fois sur Charlotte. Les stratégies de biocontrôle mises en œuvre dans ce projet ont permis la mesure de l'efficacité de nombreux auxiliaires et produits de biocontrôle. Mais les résultats de ces évaluations ne permettent pas pour l'instant de proposer des stratégies alternatives fiables pour l'ensemble des bioagresseurs du fraisier, notamment pour les pucerons et l'oïdium, car trop coûteuses. Néanmoins au fil des années de cette étude, les performances technico-économiques des stratégies DEPHY expérimentées ont nettement progressé.

**Mots-clés** : Fraisier, Expérimentation système, Bioagresseurs, Auxiliaires, Produits de biocontrôle

### Abstract : Reduce the use of phytosanitary products in off-ground strawberry growing. Project DEPHY Fraise 2013-2018

Sheltered strawberry production is confronted with a significant diversity of aerial pests, which requires a large number of phytosanitary interventions. The objective of this project is to offer to strawberry producers an global strategies, allowing a reduction of at least 50% of the chemical Frequency of Treatment Index (FTI), reliable and technically realistic. In order to identify these strategies, named "DEPHY", on the 6 years of the project and the 5 sites, on all strawberry pests, strategies combining biocontrol solutions (beneficials and biocontrol products) and products phytosanitary measures have been evaluated in comparison with a producer reference strategy. The objective of 50% reduction of the chemical FTI was reached in 75% of the cases on early culture (Gariguette variety) and in 50% of the cases on everbearer's (Charlotte variety). With regard to commercial yields, on average over the 6 years of the project, there was no difference in yield between the DEPHY plots and the reference plots.

The cost of the DEPHY strategies from 2013 to 2018, is higher than the reference strategy, on average 6.4 times on Gariguet and 4.4 times on Charlotte. The biocontrol strategies implemented in this project have led to the evaluation of numerous biocontrol beneficials and products. Results of these evaluations do not make it possible to propose reliable alternative strategies for all strawberry pests (in particular aphids and powdery mildew). Nevertheless, the technical and economic performances of the strategies have been progressed.

**Keywords:** Strawberry, Experimentation system, Pests, Beneficial organisms, Biocontrol products

## 1. Contexte

La diminution des interventions chimiques en culture de fraisiers est une volonté des producteurs, suite à une demande de plus en plus marquée des consommateurs pour des produits plus sains. Les objectifs de réduction des traitements définis dans le cadre du plan EcoPhyto 2018 ne sont donc pas considérés comme une contrainte mais bien comme une opportunité. D'abondants travaux ont été réalisés en France et au niveau international depuis les années 1980, pour rechercher et mettre au point des stratégies de lutte alternatives vis-à-vis de chacun des bioagresseurs aériens majeurs de cette culture. Cependant, des verrous technico-économiques à une diminution maximale des interventions chimiques restent à lever avant d'aboutir à des stratégies globales fiables et économiquement réalistes. La première difficulté en matière de protection sanitaire du fraisier est liée au nombre des bioagresseurs. L'oïdium (*Podosphaera aphanis*) est la principale maladie à combattre ; de nombreux insectes ravageurs sont également très problématiques, avec en particulier les pucerons (avec une dizaine d'espèces recensées), le thrips *Frankliniella occidentalis*, et depuis 2011 le développement de la mouche *Drosophila suzukii*. De même, les acariens nuisibles sont très présents sur la culture : l'acarien tétranyque (*Tetranychus urticae*) et le tarsonème (*Phytonemus pallidus*).

De ce fait, les IFT hors biocontrôle constatés en 2011 sur un panel de producteurs aquitains montrent qu'il y a en moyenne 15 traitements phytosanitaires réalisés en culture précoce et 21 en culture remontante (source : projet DEPHY Ferme fraises 2011, CA24). Ces IFT élevés sont le reflet d'une pression phytosanitaire constante et indiquent bien un besoin de méthodes alternatives de protection performantes.

Pour la plus grande partie des exploitations agricoles produisant de la fraise, cette dernière est la culture qui assure la viabilité économique de l'entreprise. Elle repose sur sa capacité à offrir aux consommateurs une fraise de qualité permettant de justifier les écarts de prix parfois importants par rapport aux fraises d'importation.

Ainsi, la reconnaissance d'un produit ayant moins recours aux produits phytosanitaires de synthèse répondeurait à une attente sociétale, et renforcerait la place sur le marché de la filière française.

## 2. Objectifs

Les objectifs du projet sont :

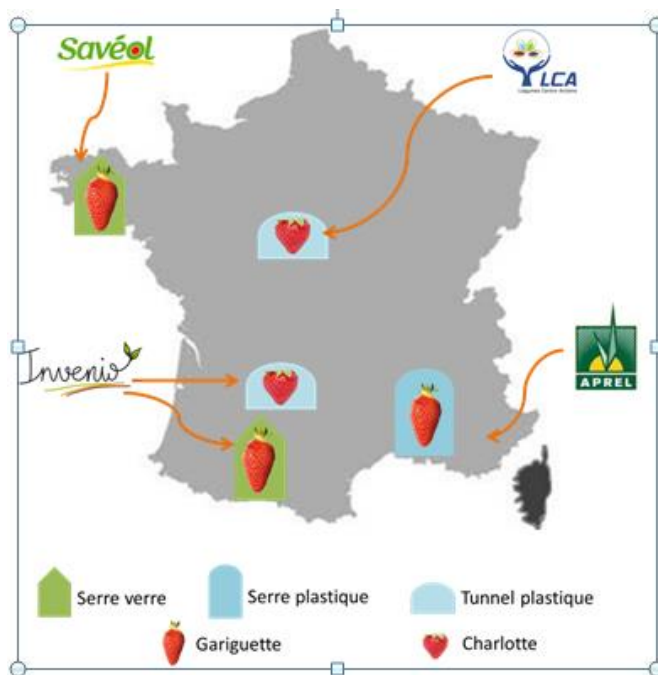
- D'identifier les stratégies alternatives permettant une réduction de minimum de 50% de l'IFT chimique,
- De comparer le niveau de contrôle des bioagresseurs aériens entre une stratégie de référence (pratique producteur) et une stratégie alternative globale (stratégie DEPHY) avec au minimum - 50% d'intrants phytosanitaires chimiques,
- De vérifier la compatibilité entre les diverses méthodes de protection phytosanitaire mises en œuvre dans la stratégie DEPHY,
- D'évaluer Les conséquences économiques de la mise en place de ces stratégies.

La finalité de ce projet est de pouvoir proposer aux producteurs de fraise des stratégies alternatives globales, fiables et réalistes sur le plan technico-économique, s'insérant correctement dans leur système de culture et répondant à l'évolution de la demande sociétale.

### 3. Méthodologie et conditions d'expérimentation

#### 3.1 Le dispositif

Un réseau de 5 sites expérimentaux de fraisiers cultivés en hors-sol sous abris a été mis en place sur les deux principaux créneaux de production, les fraises précoces (3 sites) et les fraises remontantes (2 sites). Les principaux bassins de production de fraises en France sont ainsi représentés, Sud-Ouest, Sud-Est, Centre et Bretagne (Figure 1). Sur chaque site, une stratégie de référence (pratique producteur) et une stratégie alternative globale (dite stratégie DEPHY) sont mises en place, et ce sur des parcelles comparables (même variété, type de plant, date de plantation, localisation) sur 4 sites sur 5. Pour l'Aprel, les deux stratégies sont réalisées sur des sites distants géographiquement rendant la comparaison impossible. De plus, le site choisi comme site de référence au début du projet a finalement mis en œuvre des solutions de biocontrôle. Les deux sites de l'APREL sont donc considérés comme des sites DEPHY.



**Figure 1** : Localisation et caractéristiques des 5 sites du réseau DEPHY EXPE Fraises 2013-2018

#### 3.2 Les leviers étudiés

Avant chaque campagne, des règles de décision communes au réseau sont établies pour construire les stratégies de protection, le choix des leviers mis en œuvre restant spécifique à chaque site.

Sur les parcelles en stratégie DEPHY qui visent une réduction de l'IFT, les leviers étudiés pour la gestion **de l'oïdium** sont :

- Les outils d'aide à la décision : Les OAD proposent une gestion des interventions sur la base d'un suivi cultural et de deux modèles de prévision du risque développée par le CTIFL et la société Promété. Ces modèles, évalués en début de projet, n'ont pas donné satisfaction. Les remarques réalisées par l'ensemble des partenaires du projet pour l'amélioration de ces modèles n'ont pas pu être prises en compte, ainsi ces OAD n'ont plus été étudiés par la suite.

- L'application des produits de biocontrôle (inscrits sur la liste des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle et bénéficiant d'une homologation sur fraisier) en substitution d'un fongicide de synthèse. Les produits de biocontrôle homologués suivants ont été évalués : Armicarb (bicarbonate de potassium, 850g/kg), Essentiel (huiles essentielles d'orange douce, 60g/l) et plusieurs spécialités de soufre mouillable. Un Stimulateur de Défense des Plantes (SDP), homologué depuis 2017, a également été testé, le Bastid (COS OGA, 12.5g/l).

Les stratégies de protection vis-à-vis des **pucerons, thrips, acariens tétranyques** s'appuient, selon les sites et les années, sur :

- Des apports d'insectes ou acariens auxiliaires (*Aphidoletes aphidimyza*, syrphes, hyménoptères parasitoïdes de pucerons, chrysopes, acariens prédateurs),
- La mise en place de plantes relais (attraction et développement des auxiliaires commerciaux et indigènes),
- L'application de produits de biocontrôle, uniquement depuis 2017 (nouvelles homologations), en substitution des produits insecticides et acaricides de synthèse. Les produits de biocontrôle, Eradicoat (maltodextrine, 597,8g/l) et Flipper (sels potassiques d'acides gras, 479.8g/l) ont été évalués en 2017 et 2018.

### 3.3 Le choix des indicateurs agronomiques et économiques

Pour évaluer la réduction d'emploi des produits phytosanitaires et mesurer la performance des systèmes, différents indicateurs sont calculés.

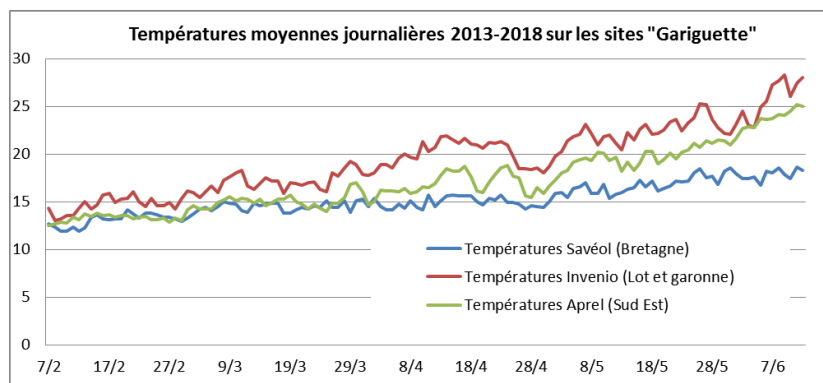
- **La maîtrise des populations de bioagresseur** est évaluée et caractérisée par site et par stratégie avec un même protocole d'observation.
- **L'IFT = Indice de Fréquence de Traitement.** Il exprime le nombre de traitements réalisés et prend en compte la dose d'application par rapport à la dose homologuée minimale sur une culture donnée ainsi que la surface d'application (à l'échelle de la parcelle). Il est calculé pour l'ensemble des traitements, qu'ils soient dits « chimiques = hors biocontrôle » ou de « biocontrôle », et déclinés selon les usages.
- **Les charges liées aux intrants phytosanitaires.** Il s'agit du coût des auxiliaires et des produits phytosanitaires chimique et de biocontrôle.
- **Les charges de main d'œuvre liées aux stratégies phytosanitaires** mises en œuvre. Un coût horaire forfaitaire de 12 €/h de main d'œuvre a été utilisé.
- **Rendement commercial en g/plant ou en kg/m<sup>2</sup>**

## 4. Les résultats sur six campagnes de production

### 4.1 Bilan des conditions climatiques

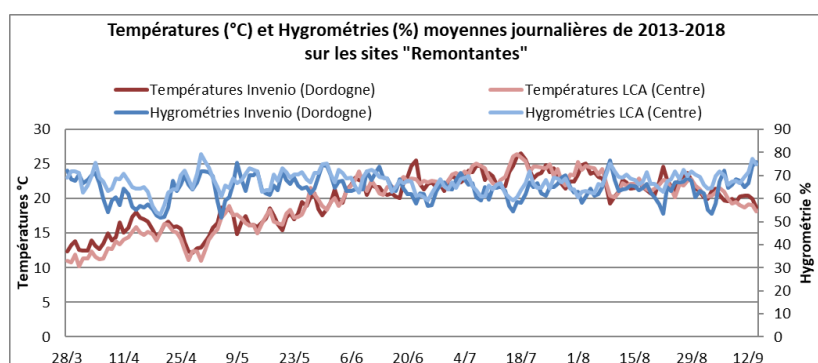
Les données de température et d'hygrométrie sont enregistrées sur les 5 sites à l'aide de sondes identiques de la société Promété, soumises à une vérification annuelle avec ré-étalonnage éventuel.

Au niveau des températures, les 3 sites de Gariguet se distinguent (Figure 2). Le site le plus chaud est celui d'Invenio (Lot et Garonne). Jusqu'à fin mars, il y a peu de différence entre le site de l'Apré (Sud Est) et le site de Savéol (Bretagne). A partir de fin mars, le site de l'Apré présente des températures moyennes intermédiaires entre celles du site de Savéol en Bretagne et celles du site d'Invenio (Lot et Garonne).



**Figure 2** : Températures moyennes journalières de 2013 à 2018 sur les sites « Gariguette »

Les deux sites de culture de fraises remontantes, site du LCA (Centre) et le site d'Invenio (Dordogne), présentent des conditions climatiques très proches avec des températures et des hygrométries moyennes de 2013 à 2018 quasi similaires (Figure 3).



**Figure 3** : Températures et Hygrométries moyennes journalières de 2013 à 2018 sur les sites « Remontantes »

## 4.2 Les enseignements sur les stratégies DEPHY par bioagresseur

### 4.2.1 Thrips (principalement *Frankliniella occidentalis*)

Sur Gariguette, sur les sites de l'Aprel et d'Invenio, les stratégies basées sur 1 apport en sachet de *Neoseiulus cucumeris* (1 sachet tous les 2 mètres linéaires) en février uniquement, ou associé avec 1 apport en sachet d'*Amblyseius swirskii* en avril (1 sachet tous les 2 mètres linéaires) présentent une bonne efficacité vis-à-vis des thrips et une bonne installation des acariens prédateurs. Sur le site de Savéol, la stratégie basée sur des apports d'*A. swirskii* en sachet à partir d'avril n'a pas permis une bonne installation des acariens prédateurs en 2013, 2014, 2015 et 2017. En 2016, suite à l'apport d'*A. swirskii* réalisé fin mai, une faible installation des acariens prédateurs est observée 3 semaines après l'apport (20-30% de fruits blancs avec acariens prédateurs). En 2018, suite à l'apport de sachets d'*A. swirskii* mi-mai, les acariens prédateurs se sont très bien installés et ont été observés sur plus de 80% des fruits blancs à partir de mi-juin. Afin de comprendre ce phénomène, une analyse précise des conditions climatiques suite aux apports de cet auxiliaire serait nécessaire. D'après Lee, 2011, la température minimale pour le développement des *A. swirskii* est de 20°C et l'optimale est de 30.1°C. Cette température optimale est rarement enregistrée sous la serre suivie par Savéol en Bretagne sauf en 2018 suite à l'apport d'*A. swirskii*.

Sur fraises remontantes Charlotte, sur les deux sites LCA et Invenio, les stratégies sont basées sur des apports en sachets de *N. cucumeris* et *A. swirskii* à raison de 0.5 et 1 sachet par mètre linéaire. Le nombre d'apports adapté à la pression en thrips est variable selon les sites et les années. Les stratégies adoptées se sont souvent montrées insuffisantes lors des fortes pressions en thrips des mois de juin-juillet malgré une bonne installation des acariens prédateurs sur la culture. Il faut attendre l'arrivée des *Orius sp* indigènes (à partir de fin juin) pour que les populations de thrips soient contrôlées.

Les apports d'*Orius laevigatus* proposés par les firmes commercialisant les auxiliaires n'ont pas donné de résultats aussi satisfaisants que les punaises indigènes.

Sur les 5 sites, globalement, malgré les difficultés préalablement explicitées, ces stratégies à base d'acariens prédateurs permettent une meilleure protection des fruits vis-à-vis des thrips que la stratégie de référence à base d'insecticides. Ce phénomène peut être mis en relation avec la diminution des spécialités homologuées pour l'usage Thrips sur Fraisier et à l'apparition de résistances.

#### **4.2.2 Acariens tétranyques (*Tetranychus urticae*)**

Les stratégies DEPHY évaluées reposent sur des apports d'acariens prédateurs en curatif et /ou en préventif, associés si nécessaire à un traitement acaricide de rattrapage (Floramite, s.a : bifénazate 240g/l), compatible avec les acariens prédateurs.

L'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis* est le plus fréquemment apporté en curatif ; son installation est lente et son efficacité est variable en fonction de la dynamique de population des acariens tétranyques.

L'acarien prédateur *Neoseiulus californicus* a été apporté en préventif ou en curatif. En préventif, l'apport de *N. californicus* ne semble pas permettre de retarder l'arrivée des acariens tétranyques. En curatif, il n'a été testé que dans une seule situation, qui semblait prometteuse (Invenio en 2016). Cette expérimentation doit être reconduite pour confirmer les résultats obtenus.

L'acarien prédateur *Amblyseius andersonii* a été testé dans 3 situations (LCA 2014, APREL 2018 et Savéol 2018) en préventif ; dans les trois cas, cet auxiliaire semble retarder l'arrivée des acariens tétranyques. L'expérimentation est donc à poursuivre.

L'évaluation des produits de biocontrôle, Flipper (sels potassiques d'acides gras, 479.8g/l) et Eradicoat (maltodextrine, 597,8g/l), n'a pu être réalisée que depuis 2017. Actuellement, le Flipper a été appliqué dans 3 situations et l'Eradicoat dans une situation, seul un cas de traitement avec le Flipper a montré une efficacité sur acariens tétranyques. L'évaluation de ces produits vis-à-vis des acariens tétranyques doit être poursuivie.

#### **4.2.3 Tarsonèmes (*Phytonemus pallidus*)**

Les tarsonèmes ont été problématiques sur remontante Charlotte en 2018 à Invenio. Les plants étaient infestés de tarsonèmes dès la plantation mais ce n'est qu'un mois après plantation, lorsque les jeunes feuilles sont sorties des cœurs, que les symptômes sont apparus. Sur la stratégie DEPHY, des apports répétés de *N. cucumeris* en vrac et en sachets ont été réalisés afin d'endiguer leur développement. Sur la stratégie de Référence, des traitements acaricides ont été réalisés. Les plants de la stratégie DEPHY ont été plus impactés par les tarsonèmes en début de production de fraises que les plants de la stratégie de référence. Les applications d'acaricides ont eu un effet choc sur les tarsonèmes que n'ont pas eu les apports de *N. cucumeris*. De ce fait, le rendement de la stratégie DEPHY a été impacté sur le 1<sup>er</sup> pic de production. Sur le long terme, c'est sur la stratégie DEPHY que les populations de tarsonèmes ont été les mieux maîtrisées.

#### **4.2.4 Pucerons**

5 principales espèces de pucerons sont observées sur les 5 sites et les 6 années du projet : *Acyrtosiphon malvae*, *Rhodobium porosum*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Chaetosiphon fragaefolii* et *Aphis* sp. Ces espèces de pucerons correspondent à celles observées également chez les producteurs de Fraises (Postic et al, 2018).

Le Tableau 1 présente une synthèse des solutions de biocontrôle testées au cours des 6 années et sur les 5 sites vis-à-vis des pucerons.

**Tableau 1** : Synthèse des solutions de biocontrôle testées au cours des 6 années et sur les 5 sites vis-à-vis des pucerons.

		Nombre de situations testées	Efficacité	Perspectives
<b>Apports auxiliaires commercialisés</b>	<i>Hyménoptères parasitoïdes pucerons</i>	12	Si installation, toujours insuffisante	Non intégré dans les stratégies sauf nouveautés
	<i>Pupes Aphidoletes aphidimyza</i>	8	Ne s'installe pas	
	<i>Pupes de Syrphes (Sphaerophoria rueppelli)</i>	5	Ne s'installe pas	
	<i>Larves de chrysope (Chrysoperla carnea)</i>	26	38% des cas efficaces, 46% des cas insuffisants	Poursuite des apports de larves de chrysope pour stabiliser population de pucerons
	<i>Larves de coccinelle (Adalia bipunctata)</i>	1	insuffisant	Evaluation à poursuivre
<b>Plantes relais : Triticale - seigle + Rhopalosiphum padi + parasitoïdes</b>		3	insuffisant mais permet présence importante d'auxiliaires indigènes	Poursuite des expérimentations dans l'objectif d'avoir à porter de mains une réserve d'auxiliaires pouvant être déposés dans les foyers de pucerons
<b>Traitements produits de Biocontrôle</b>	<i>Flipper</i>	2	Efficaces sur <i>Acyrtosiphon malvae</i>	Evaluation à poursuivre sur d'autres espèces de pucerons + voir impact sur auxiliaires
	<i>Eradicoat</i>	2		

Beaucoup de solutions de biocontrôle ont été évaluées dans le cadre de ce projet, vis-à-vis des pucerons. Malgré cela, aucune stratégie fiable et réaliste vis-à-vis de ces ravageurs ne peut actuellement être proposée aux producteurs. Parmi les auxiliaires apportés, seules les larves de chrysopes donnent satisfaction (Lascaux, 2010 ; Lorin, 2007). Les plantes relais comme réservoirs d'auxiliaires indigènes, et les produits de biocontrôle sont des pistes intéressantes à travailler. Un travail considérable sur la qualité et la pertinence des auxiliaires utilisés reste encore à établir.

#### **4.2.5 Drosophila suzukii**

Sur Gariguet, sur les 3 sites et les 6 années du projet, aucun dégât de *D. suzukii* n'a été relevé.

Sur fraises Remontantes (Charlotte), la stratégie contre *D. suzukii* repose sur la prophylaxie (2 récoltes par semaine de tous les fruits, évacuation et destruction des fruits pourris). Des traitements insecticides, bénéficiant d'une homologation pour cet usage, ont été réalisés en cas de dégâts. De 2013 à 2015, la prophylaxie seule a suffi à contrôler ce ravageur. Depuis 2016, les dégâts devenant trop préjudiciables, la réalisation de 1 à 2 traitements insecticides s'est avérée nécessaire. En 2018, sur les sites LCA et Invenio 24, les plants de basilic camphré positionnés dans l'abri et entre les fraisiers, n'ont pas eu l'effet répulsif escompté vis-à-vis de *D. suzukii* ni même vis-à-vis des thrips.

#### **4.2.6 Oïdium (Podosphaera aphanis)**

Sur Gariguet précoce chauffée, on observe une pression en oïdium très variable selon les sites et les années. Globalement sur Gariguet, la maîtrise de l'oïdium est possible avec uniquement des produits de biocontrôle (spécialités à base de soufre mouillable, Armicarb, Essen'ciel, Bastid, évaporateur à soufre), si la pression en oïdium est faible.

Sur fraises remontante (Charlotte), la pression en oïdium est variable selon les années mais globalement accrue à partir du mois de juillet. Sur ce créneau d'été, avec une production jusqu'en septembre, la pression de cette maladie est telle que les produits de biocontrôle utilisés seuls (soufre, Armicarb, Essen'ciel, Bastid) ont une efficacité insuffisante. La répétition des traitements à base de soufre, Armicarb ou Essen'ciel provoque un dessèchement de l'épiderme des feuilles et une perte de vigueur des plants, pouvant entraîner une perte de rendement commercial.

### 4.3 Compatibilité entre les solutions de biocontrôle

Au cours des 6 années du projet et sur les 5 sites, ont été relevés 2 cas d'incompatibilité entre les diverses méthodes de protection phytosanitaire mises en œuvre dans la stratégie DEPHY :

- Sur un site en 2015, installation plus lente des hyménoptères parasitoïdes des pucerons du genre *Praon* suite à un traitement au soufre (5kg/ha) en pulvérisation foliaire en tout début d'installation de cet auxiliaire ;
- Sur un site en 2018, baisse de la fréquence des acariens phytoséiides sur fruits blancs suite à un traitement au Flipper à 2%.

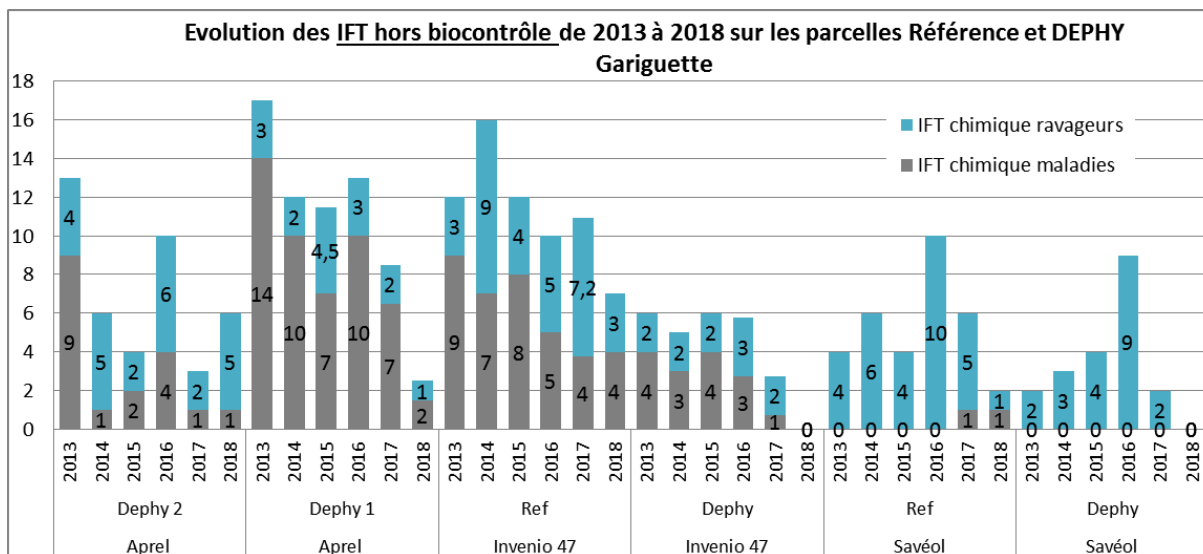
Au cours des 6 années du projet et sur les 5 sites, ont été relevées des compatibilités entre les diverses méthodes de protection phytosanitaire mises en œuvre dans la stratégie DEPHY :

- Sur un site, de 2013 à 2018, l'utilisation des lampes à soufre de nuit sous serre verre n'a pas eu d'impact négatif sur l'installation des *Neoseiulus cucumeris*.
- Sur 3 sites, de 2013 à 2018, les applications répétées des produits de biocontrôle Armicarb et/ou Essen'ciel n'ont pas eu d'impact négatif sur l'installation des acariens phytoséiides *Neoseiulus cucumeris* et *Amblyseius swirskii*.

### 4.4 Evolution de l'IFT hors biocontrôle et de l'IFT biocontrôle

Les apports d'auxiliaires des cultures (macro- organismes) ne sont pas comptabilisés dans les IFT proposés ce dessous.

#### 4.4.1 Sur les 3 sites « Gariguette » précoce chauffée



**Figure 5 :** Evolution des IFT hors biocontrôle (chimique) de 2013 à 2018 sur les sites Gariguette

On observe des différences d'IFT hors biocontrôle entre les sites qui sont liées principalement aux pressions en bioagresseurs (Figure 5). On constate en effet que le site de Savéol (Bretagne) n'ayant que peu de pression en oïdium, ne nécessite pas d'application de produits fongicides et présente des IFT plus bas que les sites de l'Aprel (Sud Est) et Invenio (Lot et Garonne).

Globalement, entre 2013 et 2018, on observe une diminution des IFT hors biocontrôle quelque soit la stratégie (DEPHY ou référence). La baisse la plus importante de l'IFT est observée sur la parcelle DEPHY 1 de l'Aprel, passant d'un IFT hors biocontrôle de 17 en 2013 à un IFT de 3 en 2018. Cette baisse est liée à une substitution importante des traitements de synthèse par des produits de

biocontrôle tels que l'Arnicarb contre l'oïdium, du Prestop (*Gliocladium catenulatum* strain J1446 , 320g/kg) contre le Botrytis et en 2018 du Flipper (sels potassique d'acides gras, 479,8g/l) contre les pucerons (Figure 5).

Sur les sites Gariguette, on observe une augmentation de l'utilisation des produits de biocontrôle depuis 2017 (Figure 6) liée à l'inscription de l'Essen'ciel (huiles essentielles d'orange douce, 60g/l) sur la liste des produits de biocontrôle réglementaires, à l'homologation des produits Flipper, Eradicoat, Bastid, des spécialités à base de soufre et à l'autorisation des évaporateurs à soufre.

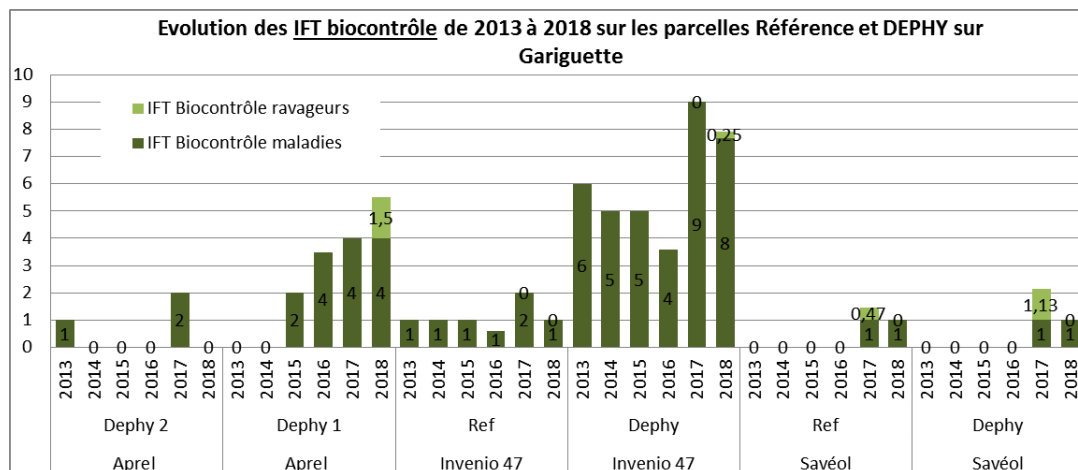


Figure 6 : Evolution des IFT biocontrôle de 2013 à 2018 sur les sites Gariguette

#### 4.4.2 Sur les 2 sites « Charlotte » remontantes

Comme dans le cas précédent pour la variété Gariguette, on observe globalement une diminution de l'IFT hors biocontrôle sur les deux stratégies DEPHY et référence sur les deux sites (Figure 7). Cette diminution est liée notamment à l'homologation et à l'utilisation depuis 2016 d'un fongicide particulièrement efficace, le Luna sensation (association de fluopyram, 250g/l et trifloxystrobine, 250g/l).

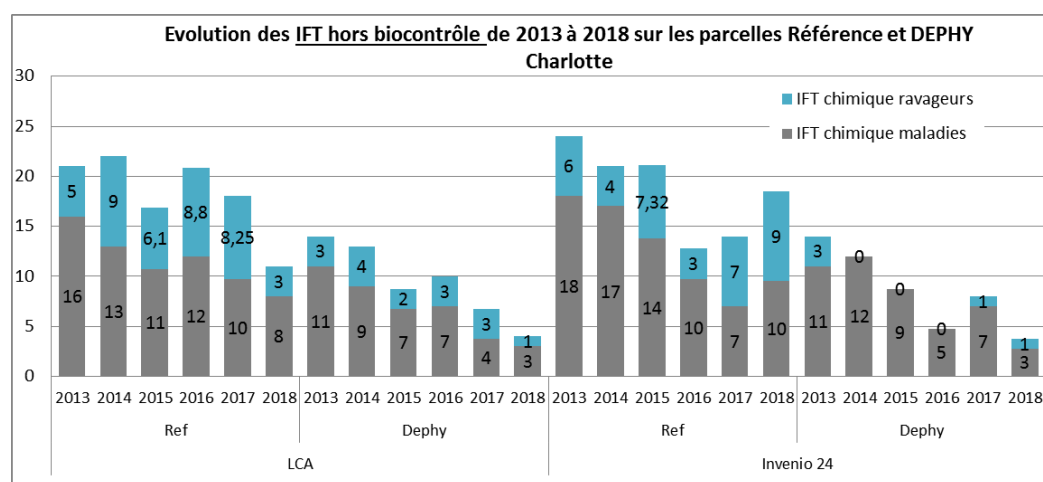


Figure 7 : Evolution des IFT hors biocontrôle de 2013 à 2018 sur les sites Charlotte

Sur les sites cultivés avec la variété Charlotte, on observe depuis 2013 une utilisation stable des produits de biocontrôle vis-à-vis des maladies (Figure 8). Sur le site LCA, stratégie DEPHY, on observe une baisse de l'application des produits de biocontrôle entre 2013 et 2014, passant de 11 à 6. Les applications répétées des produits Arnicarb (bicarbonate de potassium) et Essen'ciel (huiles

essentielles d'orange douce) ont provoqué, en 2013, sur les deux sites, un durcissement de la cuticule des feuilles et une perte de vigueur des plants. De ce fait, il a été décidé en 2014 de limiter leur utilisation. Sur le site LCA, en 2018, des produits de biocontrôle (Flipper (sels potassique d'acides gras) et Eradicoat (maltodextrine) ont été appliqués avec une efficacité plutôt satisfaisante sur certains ravageurs, notamment les pucerons.

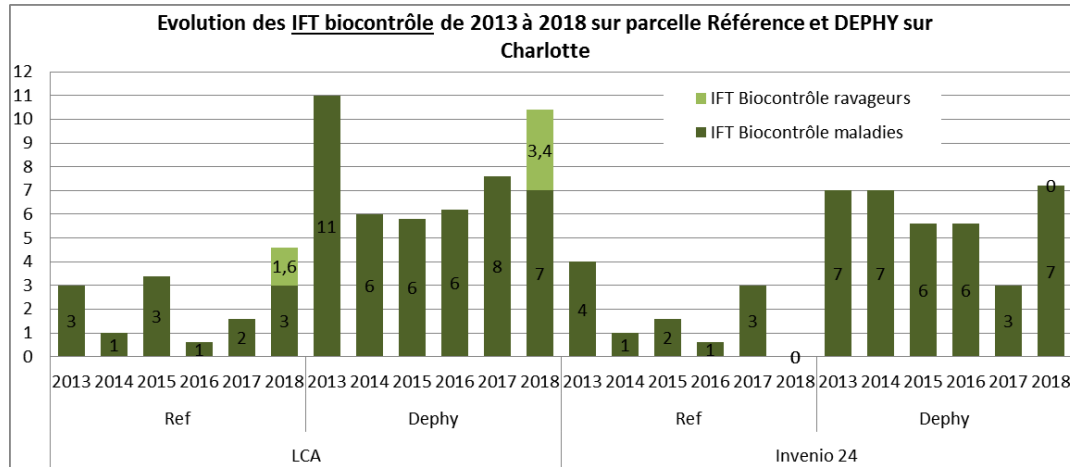


Figure 8 : Evolution des IFT biocontrôle de 2013 à 2018 sur les sites Charlotte

#### 4.5 Réduction de l'IFT hors biocontrôle total

La réduction d'emploi des produits phytosanitaires est mesurée avec l'indicateur « IFT hors biocontrôle » en comparant les parcelles DEPHY aux parcelles de référence par site. Comme signalé précédemment, les sites de l'Aprel n'étant pas comparables, la réduction de l'IFT hors biocontrôle n'est pas calculée pour ce partenaire.

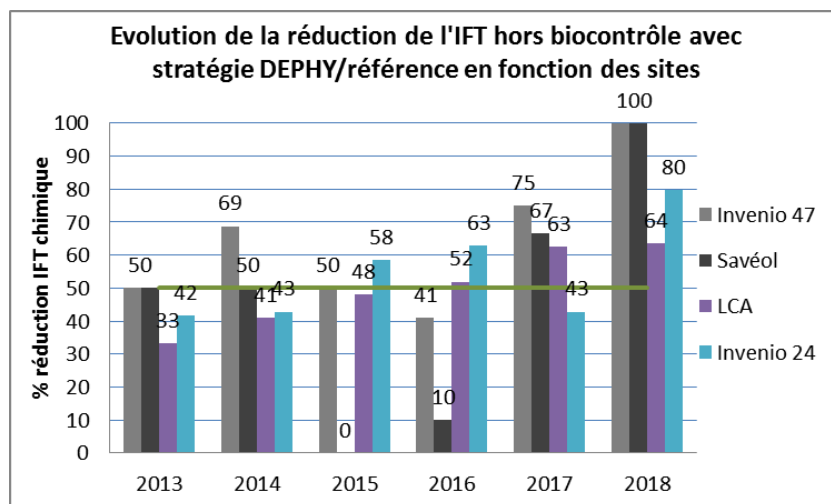
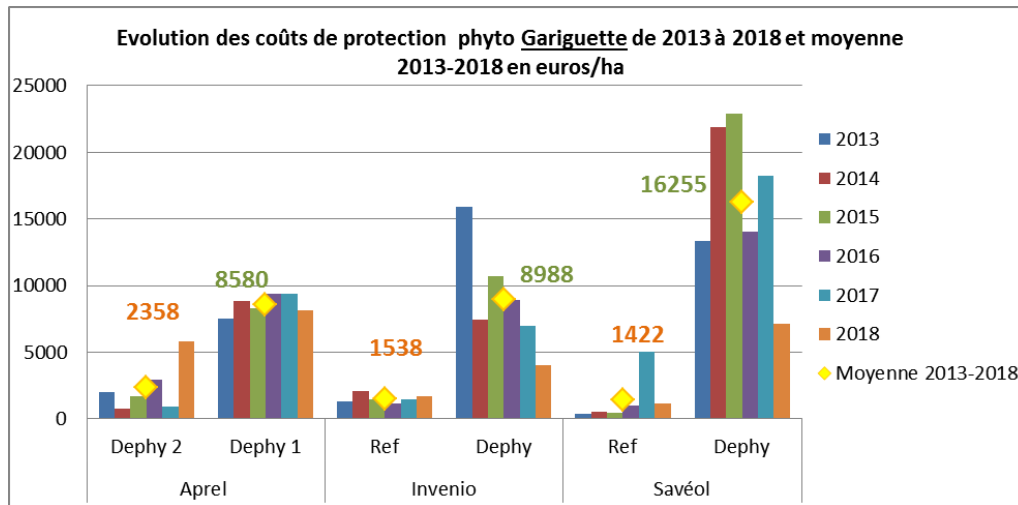


Figure 9 : Evolution de la réduction de l'IFT hors biocontrôle (chimique) avec la stratégie DEPHY/ référence en fonction des sites.

Sur Gariguette, sur les sites Savéol et Invenio 47, la diminution d'au moins 50% de l'IFT chimique de synthèse est réalisée dans 75% des cas (1 cas = 1 site x 1 année) (Figure 9). Sur les sites Charlotte, LCA et Invenio 24, la diminution d'au moins 50% de l'IFT chimique de synthèse est réalisée dans 50% des cas (1 cas = 1 site x 1 année). Pour les autres 50%, cette réduction est d'au moins 30%.

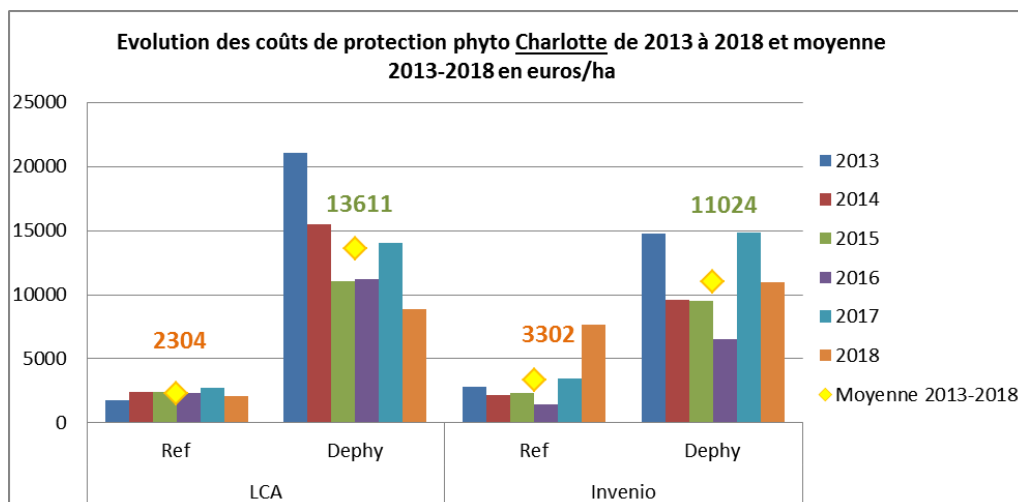
#### 4.6 Coût de la protection phytosanitaire

Le coût de la protection phytosanitaire comprend le coût des intrants (coût des auxiliaires et des produits phytosanitaires chimiques et de biocontrôle) et les charges de main d'œuvre liées à l'application des produits et aux apports des auxiliaires.



**Figure 10 :** Evolution des coûts de protection phytosanitaire sur Gariguette de 2013 à 2018 en euros/ha

Sur le créneau précoce Gariguette, le coût moyen des stratégies DEPHY de 2013 à 2018 varie de 8580 à 16255 euros/ha. Sur le site de Savéol, le coût des stratégies DEPHY est très élevé du fait des nombreux apports d'auxiliaires réalisés sans résultat satisfaisant. Les coûts moyens des stratégies DEPHY réalisées sur le site de l'Aprel et Invenio 47 (entre 8500 et 9000 euros/ha) sont représentatifs de ce qui est fait chez les producteurs apportant des auxiliaires (données issues des visites de parcelles de fraises utilisant des auxiliaires organisée par la chambre d'agriculture du Lot et Garonne en 2016 et 2018). Les stratégies ont évolué au cours du projet, stratégies DEPHY (suppression de certains apports d'auxiliaires inefficaces) et stratégies de référence (apport d'auxiliaires vis-à-vis des thrips ou des acariens tétranyques). Ces évolutions des stratégies ont une répercussion sur les coûts. Sur les 3 premières années du projet (2013 à 2015), le coût moyen des stratégies DEPHY sur Gariguette est 10.9 fois plus élevé que le coût moyen des stratégies de référence tandis que sur les 3 dernières années du projet (2016-2018), ce coefficient est passé à 4.1.



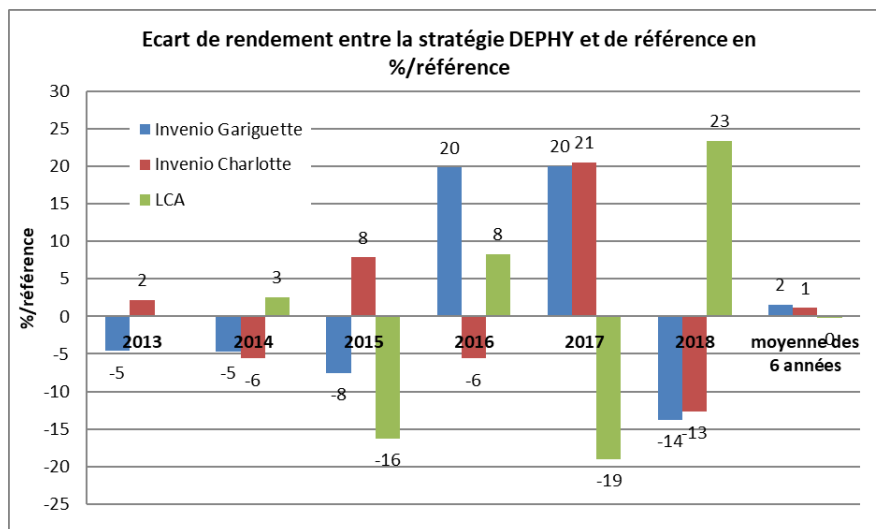
**Figure 11 :** Evolution des coûts de protection phytosanitaire sur Charlotte de 2013 à 2018 en euros/ha

En culture de fraises remontante de la variété Charlotte, le coût moyen des stratégies DEPHY de 2013 à 2018 est supérieur à 11000 euros/ha. Comme pour la variété Gariguette, les stratégies ont évolué au cours du projet et les coûts ont globalement baissé sur les stratégies DEPHY et augmenté sur les stratégies de référence. Sur les 3 premières années du projet (2013 à 2015), le coût moyen des stratégies DEPHY sur Charlotte est 5.9 fois plus élevé que le coût moyen des stratégies de référence tandis que sur les 3 dernières années du projet (2016-2018), ce coefficient est de 3.4.

#### 4.7 Les rendements

Les rendements commerciaux ont pu être enregistrés de façon précise entre les deux stratégies sur les sites présents sur des stations d'expérimentation, à savoir LCA, Invenio 24 et Invenio 47.

Sur les 3 sites, la variation de rendement avec la stratégie DEPHY varie de -19% à +23% de rendement par rapport à la stratégie de référence (Figure 12), avec une très forte variabilité selon les années et les sites. Néanmoins, sur les 6 années d'expérimentation, la moyenne des rendements est identique entre les deux stratégies.



**Figure 12 :** Ecart de rendement entre la stratégie DEPHY et la stratégie de référence en % par rapport à la référence sur les sites Invenio Gariguette, Invenio Charlotte et LCA

### Conclusion et Perspectives

Les 6 années d'expérimentation sur les 5 sites de cultures de fraisier ont permis d'évaluer de nombreuses solutions de biocontrôle homologuées vis-à-vis des principaux bioagresseurs du fraisier en hors sol. Les différences climatiques sur les 3 sites de Gariguette ont eu des conséquences différentes selon les sites sur l'installation des auxiliaires notamment les phytoséides contre les thrips.

L'objectif de réduction de 50% l'IFT hors biocontrôle a été atteint dans 75% des cas sur culture précoce chauffée Gariguette et dans 50% des cas sur culture de fraises remontantes (variété Charlotte).

Les rendements commerciaux, en moyenne sur les 6 années du projet, ont été identiques entre les parcelles dite DEPHY (objectif réduction de 50% IFT hors biocontrôle) et les parcelles de référence.

Le coût des stratégies DEPHY, basées sur des apports d'auxiliaires et/ou des applications de produits de biocontrôle, est en moyenne, de 2013 à 2018, 6,4 fois plus chère que la stratégie de référence sur Gariguette et 4,4 fois plus chère en Charlotte. Le coût des stratégies DEPHY a nettement diminué au cours du projet du fait de la suppression de certains apports d'auxiliaires n'ayant pas présenté d'intérêt dans les premières expérimentations. Le type d'auxiliaire ou la fréquence d'apport étaient inadaptes. A

l'inverse, le coût des stratégies de référence a eu tendance à augmenter du fait de l'utilisation d'auxiliaires en routine (notamment vis-à-vis des thrips ou des acariens tétranyques) pour pallier à l'inefficacité ou au retrait du marché de certaines molécules chimiques.

L'objectif final du projet de « proposer aux producteurs de fraises des stratégies alternatives globales, fiables et réalistes sur le plan technico-économique » est-il atteint ? Afin de répondre à cette question, le Tableau 2 ci-dessous récapitule les résultats obtenus au cours de ce projet par bioagresseur.

**Tableau 2** : Résultats obtenus par bioagresseur au cours du projet

	Fiabilité stratégie biocontrôle?		Efficacité?		Perspectives ou point de vigilance
	Fiable	Pas encore	Apports auxiliaires	Produits biocontrôles	
<b>Thrips</b>	X		Oui	En cours d'évaluation	*Qualité des sachets *Recherche des paramètres impliqués dans les installations difficiles de Phytoséides observées en Bretagne
<b>Acariens</b>		X	Oui mais parfois insuffisant	En cours évaluation, - -Eradicoat (1 cas) pas efficace et - Flipper (3 cas), 2 sans efficacité	*Poursuite évaluation produits biocontrôle *Poursuite évaluation intérêt des apports en préventif ou curatif des <i>A. californicus</i> et <i>A. andersonii</i>
<b>Pucerons</b>		X	Non sauf larves de chrysopes	En cours évaluation, Flipper et Eradicoat efficaces sur <i>Acyrtosiphon malvae</i> , qu'en est-il sur d'autres espèces de pucerons?	* Poursuite évaluation produits biocontrôle * Travaux d'Estelle Postic portant sur les parasitoïdes des pucerons du fraisier (thèse AOPn Fraises de France/ INRA Rennes)
<b><i>Drosophila suzukii</i></b>		X	Prophylaxie: minimum 2 récoltes par semaine, récolte de tous les fruits et évacuation des fruits infestés de la parcelle		*Vigilance accrue vis-à-vis de ce ravageur présent de plus en plus tôt en été
<b>Oïdium</b>		X		Oui, si faible pression en oïdium Insuffisant si forte pression en oïdium Problème accru en remontante sur un créneau de production long.	*A consolider stratégie avec traitements SDP en préventif

Les stratégies de biocontrôle mises en œuvre dans ce projet ont permis l'évaluation de nombreux auxiliaires et produits de biocontrôle. Les résultats de ces évaluations ne permettent pas actuellement de proposer une stratégie alternative régulièrement fiable pour l'ensemble des bioagresseurs du fraisier. Le tableau précédent résume les points de vigilances à connaître pour mettre en œuvre les solutions de biocontrôle.

Afin de poursuivre ces expérimentations et dans l'objectif d'atteindre un IFT hors biocontrôle de 0, tout en garantissant une rentabilité économique de la production, un nouveau projet DEPHY Expé nommé FragaSyst a débuté en septembre 2018. Celui-ci propose de travailler sur des combinaisons de leviers agronomiques innovants (lumière, matériel végétal, fertigation) avec pour base les solutions de biocontrôle validées dans le cadre de ce premier projet.

### Références bibliographiques

Postic E., Outreman Y., Le Ralec A., 2018. Unravelling trophic webs between aphids and parasitoids in strawberry greenhouses to improve a biological control program. Presented at the 9th International Workshop of the IOBC-WPRS Working Group "Integrated Plant Protection in Fruit Crops" - Sub Group "Soft Fruits", Riga, Latvia.

Lee H.S., Gillespie D.R., 2011. Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. Exp Appl Acarol (2011) 53: 17.

Lorin G., Turquet M., 2007- Biological control of aphids with *Chrysoperla carnea* on strawberry crop. IOBC Working Group "Integrated Plant Protection in Fruit Crops", Sub Group "Soft Fruits", 6th Meeting at East Malling Research, Kent, UK.

Lascaux E., 2010. Integrated Pest Management against aphids in strawberry crops: 5 years of experience in France. IOBC Working Group "Integrated Plant Protection in Fruit Crops", Sub Group "Soft Fruits", 7th Meeting in Budapest (Hungary): 20 - 23 September 2010.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou DOI).