

# CO-CONCEPTION ET ÉVALUATION DE SYSTÈMES DE CULTURE AGROÉCOLOGIQUES EN MILIEU TROPICAL

ÎLE DE LA RÉUNION  
2018-2023



**RETOUR D'EXPÉRIENCE DU PROJET «STOP»**  
Systèmes de culture Tropicaux Zéro Pesticide de synthèse







## RÉALISATION DE L'OUVRAGE

### ÉQUIPE PROJET

#### Rachel Graindorge

ARMEFLHOR (Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Économie Fruitière, Légumière et Horticole)

#### Luc Vanhuffel

CHAMBRE D'AGRICULTURE de La Réunion

#### Joël Huat

CIRAD (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement)

#### Clarisse Clain

FDGDON (Fédération Départementale des Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles)

#### Josian Delaunay et Sophie de La Brière

EPLEFPA - Forma'Terra (Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Agricole)

### COORDINATION - RÉALISATION

Rachel Graindorge (Armefflor) et Luc Vanhuffel (Chambre d'agriculture de La Réunion)

### PHOTOS

Romuald Fontaine (RF), Camille BORTOLI, Rachel Graindorge (RG), Luc Vanhuffel (LV), Yannick AH-HOT (YA), Dominique Traullé (DT), Joël Huat (JH)

### REMERCIEMENTS

Un grand merci aux agricultrices et agriculteurs ayant participé et suivi le projet :

D. Alma, I. Avril, R.-C. Barret, S. Baud, S. Bellemène, C. Bellemène, S. Budel, Y. Clotagatide, C. Coze, C. Dabreville, J.-C. de Cambiaire, R. de Lavison, J. Dena, E. Dena, P. Dijoux, M. Fontaine, D. Fontaine, P. Fontaine, A. Francomme, C. Grondin, E. Grondin, J. Guichard, C. Hoarau, A. Hoareau, J.-C. Hoareau, T. Hubert, J.-A. Iafare, S. Ladrangé, J. Lebreton, L. Lebreton, G. Lechnig, R.-P. Lepinay, F. Lépinay, P. Lorion, P. Lucas, J.-L. Maillot, S. Maillot, R. Malet, J.-P. Mezino, T. Mezino, J. Morel, B. Morel, F. Morin, M. Morin, D. Morin, I. Mouttan, M. Moutama, L. Mussard, A. Mussard, F. Payet, E. Payet, L. Piccin, Y. Puylaurent, P. Ringwald, B. Rivière, G. Sauveur, D. Sinan-Moutou, F. Tibere, P. Tiveau, J. Velle, A. Velle, D. Vidot, L. Yebo, R.-C. Barret, H. Payet.

### L'ÉQUIPE PROJET REMERCIÉ ÉGALEMENT

A. Alaphilippe (Inrae), A. Allabert (VSC Forma'Terra), J.-N. Aubertot (Inrae), J.-M. Barbier (Inrae), C. Baret (Armefflor), L. Basnonville (VSC Armefflor), C. Brunel (Cirad), A. Chailleux (Cirad), P. Deschamps (FDGDON), T. Deslandes (Armefflor), N. Dodet (Cirad), J. Dulat (stagiaire Cirad), J. Fillatre (Armefflor), V. Gamelin (Cirad), J. Grandserre (stagiaire Armefflor), M. Guerret (ARMEFLHOR), M. Henri Dit Guillaume (VSC Armefflor), N. Hienly, I. Hoarau (Armefflor), J. Hoarau (Armefflor), R.-C. Judith (Cirad), M. Lakermance (Chambre d'agriculture), F. Lebellet (Cirad), A. Lefevre (VSC Armefflor), L. Maillary (Daaf), M. Marquier (FDGDON), J. Masson (Forma'Terra), C. Narayanan (RNNESE), T. Nurbel (Armefflor), R.-M. Payet (Cirad), S. Payet (Armefflor), M. Picard (Arifel), M. Poncet (Forma'Terra), C. Rivière (Cirad), C. Rosse (VSC Armefflor), G. Rossolin (Chambre d'agriculture), S. Simon (Inrae), G. Tisserand (Armefflor), D. Traullé (Armefflor), D. Vincent (Chambre d'agriculture), M. Wilt (Forma'Terra), la Cellule d'Animation Nationale DEPHY, les agents et techniciens de l'exploitation Forma'Terra, du Cirad et de l'Armefflor.

### FINANCEMENTS

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 financier de l'Office français de la biodiversité, les contreparties des structures partenaires du projet ainsi que les crédits du Budget Opérationnel de Programme du ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire.

### Pour citer cet ouvrage

Graindorge R., Vanhuffel L., Clain C., de La Brière S., Delaunay J., Huat J., 2024. Co-conception et évaluation de systèmes de culture agroécologiques en milieu tropical. Retour d'expérience du projet DEPHY Expé STOP - Systèmes de culture Tropicaux Zéro Pesticide de synthèse - 2018-2023 - Île de La Réunion. Saint-Pierre, La Réunion, 68 p.

### Réalisation graphique

Nicolas Hienly / Akanha Communication





# SOMMAIRE

<b>Préface</b>	<b>6</b>
<b>Rappel sur la protection agroécologique des cultures (PAEC)</b>	<b>7</b>
<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET "STOP"</b>	<b>8</b>
<b>TRAQUE À L'INNOVATION</b>	<b>9</b>
<b>1-Démarche</b>	<b>9</b>
<b>2-Résultats de la traque</b>	<b>10</b>
<b>DE LA CO-CONCEPTION À L'ÉVALUATION DES SYSTÈMES</b>	<b>12</b>
<b>1-Ateliers de co-conception</b>	<b>12</b>
<b>2-Évaluation des systèmes de culture testés</b>	<b>14</b>
- Qu'est ce qu'une évaluation système ?	14
- Critères et indicateurs d'évaluation	16
- Ateliers d'évaluation - restitution	20
<b>PRÉSENTATION DES OBSERVATOIRES PILOTÉS</b>	<b>22</b>
<b>Le système cultivé au Cirad</b>	<b>24</b>
1 - Le système de culture et ses évolutions	24
2 - Plantes de services et Infrastructures agroécologiques	25
3 - Principales méthodes de lutte utilisées	26
4- Aspects marquants du dispositif	27
<b>Le système cultivé à l'Armefihor</b>	<b>28</b>
1 - Le système de culture et ses évolutions	29
2 - Plantes de services et Infrastructures agroécologiques	29
3 - Principales méthodes de lutte utilisées	30
4 - Aspects marquants du dispositif	31
<b>Le système cultivé à l'EPL Forma'Terra</b>	<b>32</b>
1 - Le système de culture et ses évolutions	32
2 - Plantes de services et infrastructures agroécologiques	32
3 - Principales méthodes de lutte utilisées	34
4 - Aspects marquants du dispositif	34
<b>RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DES OBSERVATOIRES</b>	<b>36</b>
<b>Observatoire piloté du Cirad</b>	<b>36</b>
1 - Performances environnementales	36
2 - Performances économiques	40
3 - Performances sociales	42
<b>Observatoire piloté de l'Armefihor</b>	<b>44</b>
1 - Performances environnementales	44
2 - Performances économiques	49
3 - Performances sociales	50
<b>Observatoire piloté de l'EPL Forma'terra</b>	<b>52</b>
1 - Performances environnementales	52
2 - Performances économiques	55
3 - Performances sociales	56
<b>FOCUS : le Roulapoul</b>	<b>57</b>
<b>RETOURS DE L'ÉQUIPE PROJET SUR LES LEVIERS</b>	<b>58</b>
<b>CONCLUSION - PERSPECTIVES</b>	<b>60</b>
<b>Glossaire</b>	<b>62</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>66</b>



## II PRÉFACE

**Vous tenez dans vos mains...** un livre d'aventure. Une aventure humaine, puisqu'il constitue un retour d'expérience d'un large collectif ayant œuvré à un projet commun au service de l'agriculture réunionnaise.

Vous tenez dans vos mains un document scientifique et technique. Il regorge de résultats d'observations et de mesures sur le fonctionnement d'agroécosystèmes originaux en milieu tropical. Ces résultats permettent de caractériser les performances agronomiques, économiques, environnementales et sociales obtenues par différents systèmes de culture conventionnels ou respectant le cahier des charges de l'Agriculture Biologique (AB), dans différentes situations de production réunionnaises.

Vous tenez dans vos mains un ouvrage d'anticipation. Des systèmes de culture sans produits phytopharmaceutiques de synthèse... pour beaucoup, cela relève de la science-fiction, pourtant de tels systèmes existent et peuvent être viables. Les résultats économiques présentés constituent des références utiles à la réflexion pour la mise en place de politiques publiques d'accompagnement de la transition agroécologique.

Vous tenez dans vos mains un manifeste pour une agriculture réunionnaise plus respectueuse de l'environnement. L'île fait partie de l'un des 35 points chauds de la biodiversité sur la planète (régions très riches en espèces et très menacées). Il convient de préserver cette biodiversité en limitant, voire en supprimant, les impacts non intentionnels de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques sur les organismes vivants, y compris les humains. Les résultats présentés constituent des références qui seront utiles aux agriculteurs et leurs conseillers souhaitant réduire l'usage des produits phytopharmaceutiques.

Les originalités du projet STOP sont nombreuses : mise en place de systèmes de culture en très forte rupture ; association, dans un même projet, de systèmes de culture conventionnels et AB ; travail en réseau sur trois sites, à des niveaux supra-parcellaires ; évaluation in itinere des performances obtenues ; mobilisation d'une large gamme d'approches de l'agronomie systémique (traque aux innovations, ateliers de conception participatifs, observatoires pilotés, évaluation multicritères notamment) ; mise en place d'une biodiversité planifiée très riche, associant espèces fruitières pérennes et semi-pérennes, cultures maraîchères, plantes aromatiques et plantes de services ; valorisation de la complémentarité entre productions végétales et animales. Du point de vue de la généralité, la synthèse produite à l'issue de ce projet peut être source de réflexion sur le renouvellement des méthodes mises en œuvre par la recherche-développement pour l'accompagnement de la transition agroécologique.

Je vous souhaite bonne lecture. Qu'elle soit source d'inspiration pour les exploitations réunionnaises des filières concernées !



Credit Photo Y. Ah-Hoi\_Armefflor

**Jean-Noël Aubertot**

Directeur de Recherche INRAE  
Président du Comité Scientifique et Technique du plan Ecophyto

## RAPPEL SUR LA PROTECTION AGROÉCOLOGIQUE DES CULTURES (PAEC)

**La PAEC est la déclinaison de l'agroécologie à la protection des cultures. Comme l'agroécologie, la PAEC embrasse trois dimensions. C'est à la fois une science, une stratégie ordonnée de pratiques agronomiques et un champ d'interactions sociales.**

**Dans sa dimension scientifique**, la PAEC est un concept de protection des cultures reposant sur un raisonnement visant la durabilité des agroécosystèmes. Elle cherche à promouvoir leur bon fonctionnement écologique, en optimisant directement ou indirectement les interactions entre communautés vivantes.

Elle s'appuie sur **trois axes** :

- La prévention des pullulations / infections / infestations des bioagresseurs et des dommages associés
- L'augmentation (ou la préservation) de la biodiversité (aérienne et tellurique)
- La restauration (ou la préservation) de la santé du sol.

Ces trois axes complémentaires ont pour objectif de favoriser (ou de préserver) la « santé » de l'agroécosystème pour le rendre moins sensible aux bioagressions causées par les ravageurs, les agents pathogènes et les plantes adventices. La PAEC s'appuie sur des approches scientifiques systémiques, intégratives et participatives.

**Dans sa dimension agronomique**, la PAEC est une stratégie explicite de pratiques à appliquer sur le terrain. Elle vise à mettre en œuvre un ensemble de pratiques combinées de manière logique et ordonnée : respect des réglementations ; gestion à l'échelle paysagère ; gestion à l'échelle de l'exploitation ; suivi régulier de l'agroécosystème ; pratiques préventives à l'échelle du système de culture ; en dernier recours, pratiques curatives. Les mesures préventives sont prioritaires dans les stratégies de PAEC.

**La troisième dimension de la PAEC représente un champ d'interactions sociales** entre différents acteurs de l'agriculture et des systèmes alimentaires. Plusieurs objectifs sont mis en avant : réexamen des interactions entre les différentes formes de savoirs, processus et fonctions écologiques ; formation initiale et enseignement continu ; redéfinition des partenariats avec la nature pour la protection des cultures ; promotion de stratégies multi-acteurs et diversification des marchés pour la reconception des systèmes de production.

*Jean-Philippe Deguine, Alain Ratnadass, Marie-Hélène Robin, Jean-Pierre Sarthou, Jean-Noël Aubertot, 2020. Protection agroécologique des cultures : Définition. Dictionnaire d'agroécologie. <https://doi.org/10.17180/b4vj-9e56>*



## CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET «STOP»

«STOP» | Systèmes de culture Tropicaux  
Zéro Pesticide de synthèse !

**La modernisation et le développement de l'agriculture réunionnaise, à l'instar de la France hexagonale, se sont accompagnés d'une forte utilisation d'intrants chimiques de synthèse.**

**Ce modèle ne correspond plus aux enjeux sociétaux, environnementaux, voire économiques d'aujourd'hui. La volonté de souveraineté alimentaire, les pressions environnementales, les changements sociétaux, de surcroît dans un contexte insulaire, obligent l'agriculture réunionnaise à s'adapter.**

Le projet STOP a eu pour ambition, par la mobilisation des services écosystémiques, la transition des systèmes de production végétale tropicaux actuels vers des systèmes agroécologiques n'ayant plus recours aux pesticides de synthèse. Les agriculteurs ont été au centre du projet tout au long de celui-ci. Ils ont formalisé et évalué ces nouveaux systèmes aux côtés d'une équipe pluridisciplinaire.

En effet, STOP est un projet du réseau DEPHY EXPE du Plan Ecophyto et s'est voulu inclusif et partenarial regroupant l'Armeffilhor, la Chambre d'agriculture, le Cirad, la FDGDON et Forma'Terra.

Le projet a débuté par une phase de prospection de pratiques alternatives ou innovations singulières qui pourraient être évaluées.

Cette recherche, dite « **traque à l'innovation** », a été orientée vers des agriculteurs pour la plupart peu connus des réseaux des organisations agricoles.

Ensuite, **trois systèmes de culture** ont été conçus collégialement, lors d'ateliers réunissant des collectifs d'agriculteurs, des expérimentateurs, des conseillers agricoles et des chercheurs.

Par souhaits de rupture et de prise de risques, ces systèmes n'ont pas été installés chez des agriculteurs mais en station expérimentale, sur trois sites différents, à Sans-Souci (Saint-Paul), à Bassin-Martin et à Bassin-Plat (Saint-Pierre).

Ils associent des cultures fruitières pérennes et semi-pérennes, des cultures maraîchères, des plantes aromatiques et des plantes de services. L'objectif était de proposer des systèmes durables, économiquement viables, acceptables socialement et écologiquement soutenables. Des critères de performances économiques, environnementales et sociales ont été évalués durant ces six années en concertation avec les professionnels en les associant aux réunions, à des ateliers thématiques et à de nombreuses visites sur les trois observatoires pilotés.

Pour s'affranchir des pesticides de synthèse, de nombreuses techniques ont été mises en pratique. La prophylaxie, la lutte physique et les produits de biocontrôle, utilisés en dernier recours, sont venus compléter la diversification végétale. L'agencement des cultures au sein des systèmes, les rotations culturales, les associations végétales ainsi que l'intégration de dispositifs agroécologiques ont été des méthodes ayant pour vocation d'activer les équilibres écologiques et de perturber les cycles des bioagresseurs.





# TRAQUE À L'INNOVATION

## I DÉMARCHE

**Préalablement à la conception participative des systèmes de culture, l'équipe du projet STOP a inventorié chez les agriculteurs leurs pratiques visant le zéro pesticide.**

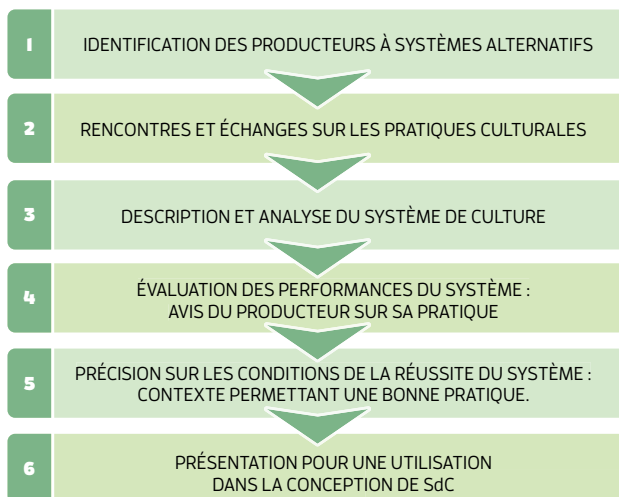
Ainsi, dès 2018, l'équipe a interrogé une trentaine d'agriculteurs sur leurs pratiques alternatives peu ou non connues, leurs savoirs empiriques, les outils spécifiques, voire des préparations naturelles qui pourraient être mises en œuvre et évaluées dans le projet.

Cette traque à l'innovation se définit comme "un repérage des innovations techniques, systémiques ou organisationnelles conçues par des agriculteurs, en y caractérisant les performances économiques et environnementales et en y analysant les conditions d'expression de ces performances" (Meynard et al., 2014).

Ce type de méthode s'inscrit dans une logique de "conception participative", c'est-à-dire une démarche où l'agriculteur et l'agronome-conseiller sont concepteurs de l'itinéraire technique et du système de culture (SdC) de l'agriculteur (Meynard et al., 2017).



### APRÈS UN TRAVAIL BIBLIOGRAPHIQUE, LA TRAQUE S'EST DÉROULÉE EN DIFFÉRENTES ÉTAPES



### PURINS \*

Produits issus de macération, décoction ou infusion d'un ou plusieurs végétaux (feuilles, partie entière, racine,...) à vocation fertilisante ou de lutte contre les bioagresseurs (ou répulsive).



### HUILES ESSENTIELLES \*

Utilisées par les agriculteurs pour leurs vertus antibactériennes, fongicides, virucides et insecticides. Elles auraient des actions préventives ou curatives.



## PRÉPARATIONS NATURELLES

### POUSSE-POUSSE

Porte-outil manuel léger sur lequel il est possible de fixer de nombreux outils, principalement pour le désherbage et le travail du sol.



## OUTILS

### IRRIGATION SPÉCIFIQUE

Différents modes d'irrigation sont privilégiés par les agriculteurs.



### GRELINETTE

Outil de travail du sol permettant d'ameublir la terre. Les différentes couches de sol ne sont pas mélangées et la vie du sol moins perturbée.



## 2 | RÉSULTATS DE LA TRAQUE

La typologie des agriculteurs interrogés est diverse avec des exploitations dites conventionnelles, certifiées en Agriculture Biologique, conduites en permaculture ou biodynamie ou encore spécialisées sur des marchés de niche (fruits et légumes loin, ...). La très grande majorité des agriculteurs interrogés n'utilisait pas ou plus de produits phytosanitaires de synthèse. Les techniques recensées relèvent plus de pratiques en rupture ou peu répandues que d'innovations à proprement parler.

## DIVERSIFICATION DES CULTURES

### ASSOCIATION ARBORICULTURE / MARAÎCHAGE

Valorisation de l'espace cultivé et des ressources en associant cultures fruitières et légumières.



### ASSOCIATIONS DE CULTURE

Pratique consistant à implanter plusieurs espèces complémentaires sur un même espace cultivé.



### BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE

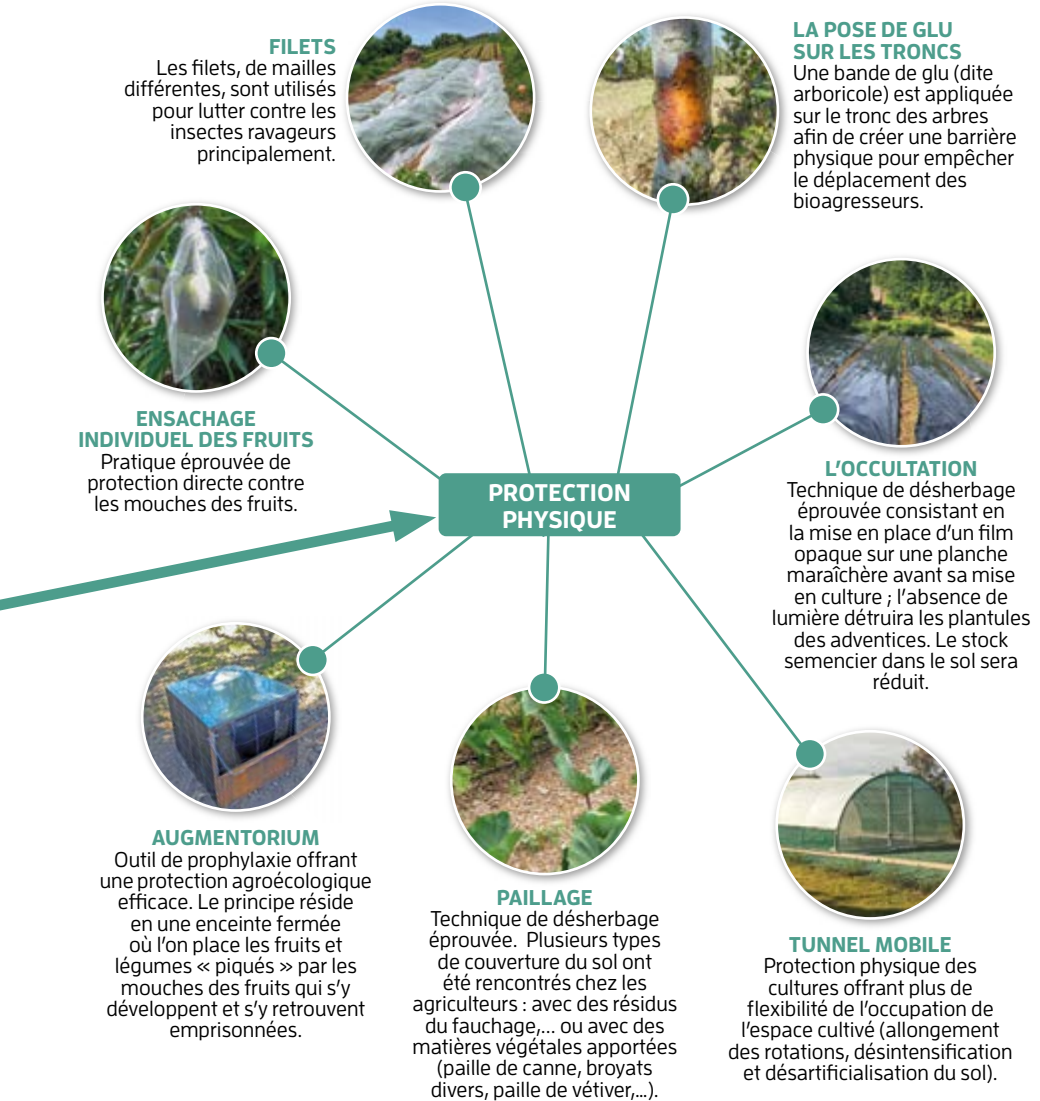
(plantes endémiques, aromatiques,...) Ensemble des espèces qui contribuent à des services écosystémiques dans un agroécosystème : protection physique, ressources végétales, développement des auxiliaires,...



### ROTATIONS CULTURALES

Suite de cultures différentes sur une même parcelle.





**\* ATTENTION !**

Les pratiques décrites ci-dessus sont celles rencontrées lors de la traque. Pour certaines d'entre elles, bien que réalisées à partir de ressources naturelles, elles entrent dans un champ réglementaire et sont parfois non autorisées. Elles constituent toutefois une base pour des expérimentations voire pour des autorisations ultérieures.



# DE LA CO-CONCEPTION À L'ÉVALUATION DES SYSTÈMES

## I ■ ATELIERS DE CO-CONCEPTION

Les ateliers de co-conception ont été réalisés en avril et mai 2019 sur les 3 sites expérimentaux du projet. Ainsi, trois systèmes de culture (ou observatoires pilotés) distincts ont été conçus de manière participative et collective, avec comme base commune l'association de cultures fruitières, de cultures maraîchères annuelles et des plantes de services annuelles ou pérennes.

### Étape 1 PRÉPARATION INTERNE

#### Constitution d'un fond documentaire pour les participants :

Programme, fiches descriptives (projet, sites, parcelles et saisonnalité des productions), liste des produits de biocontrôle, guides techniques...

#### Définition du cahier des charges de co-conception et des résultats attendus

##### Établissement du cadre de contraintes et d'opportunités

Faisabilité de mise en œuvre et d'entretien du dispositif au regard des moyens financiers et techniques disponibles.

##### Précision des résultats attendus

- Proposition de cultures adaptées à l'environnement du site de production et au marché
- Définition de l'agencement spatial et temporel des cultures (associations et rotations) au moins la première année pour les cultures maraîchères.
- Identification d'une liste de leviers à mobiliser pour gérer les bio-agresseurs
- Justification de tous les choix proposés en considérant la triple performance économique, environnementale et sociale.

#### Définition des modalités d'animation

##### Constitution de 3 groupes hétérogènes

(agriculteurs, techniciens / conseillers, expérimentateurs / chercheurs) et de faible effectif pour faciliter les échanges.

**Désignation d'un animateur et d'un rapporteur par groupe** au sein de l'équipe projet pour retracer le cheminement des réflexions et argumentaires du groupe.

### Étape 2 ATELIERS DE CO-CONCEPTION

- **Rappel du déroulé** de la journée, des objectifs du projet STOP, du cahier des charges de l'atelier et des résultats attendus.
- **Visite de la parcelle STOP** et présentation par le responsable du site du contexte et des contraintes inhérentes à la parcelle.
- **Constitution des groupes** hétérogènes.
- **Travail en groupes** sur la formalisation des systèmes de culture (choix des cultures, de l'agencement, prototypage sur maquettes et échanges sur les leviers).
- **Restitution collective** des travaux de groupes : présentation des maquettes prototypes, précisions des choix et débat collectif.





### Étape 3

## CONSTRUCTION D'UN PREMIER PROTOTYPE

- **Débriefing** entre tous les membres de l'équipe projet autour des trois prototypes issus des ateliers et des échanges de la journée de co-conception.
- **Construction d'un premier prototype** s'inspirant des trois maquettes.
- **Validation d'un prototype** provisoire du système de culture STOP au regard du cahier des charges et des objectifs du projet.



### Étape 4

## DÉFINITION DU SYSTÈME DE CULTURE

- **Ajustements du prototype** par l'équipe responsable du site au regard de la faisabilité technique et humaine: moyens disponibles sur le site expérimental, contraintes techniques de site, ...
- **Validation du prototype** final représentatif du système de culture à mettre en place.



## 2 ■ ÉVALUATION DES SYSTÈMES DE CULTURE TESTÉS

### QU'EST CE QU'UNE ÉVALUATION SYSTÈME ?

L'expérimentation système permet une approche globale de différentes pratiques combinées entre elles, et sont généralement conduites sur plusieurs années, sur des parcelles de grandes tailles. Cette approche diffère des essais analytiques (ou factoriels) comparant généralement une pratique à un témoin et souvent menés sur des micro-parcelles. Ainsi, l'expérimentation système produit de nombreuses données (mesures, observations, pratiques culturales, ...) qu'il faut pouvoir centraliser, organiser, analyser pour évaluer ensuite les systèmes de culture testés. On parle alors d'évaluation système multicritère (EMC).

L'analyse que nous avons menée dans le projet STOP considère les 3 piliers de la durabilité (économique, social, environnemental), à partir desquels un certain nombre d'indicateurs ont été définis en réponse à une question générale commune aux 3 dispositifs d'expérimentation du projet :

*« En quoi la diversification permet-elle d'avoir une production commercialisable et rentable sans utiliser de pesticide de synthèse ? »*

**L'évaluation multicritère que nous avons menée nécessitait de collecter au préalable de nombreuses informations brutes :**

- **sur les pratiques culturales**, depuis le semis ou la plantation jusqu'à la fin des récoltes ;
- **sur les coûts** des pratiques et des intrants agricoles : main d'œuvre, prestations agricoles, engrais, eau d'irrigation, carburant, ... ;
- **sur les rendements** des cultures et les prix de vente des produits récoltés ;
- **sur l'évolution des bioagresseurs** (absence/présence) et leurs niveaux d'attaque et de dégâts vis-à-vis des cultures ;
- **sur l'évolution des auxiliaires** des cultures (absence/présence) et leurs niveaux d'abondance et de richesse dans le système.

L'évaluation multicritère permet d'analyser les performances du système dans son ensemble et non pas les performances de chacune des cultures prises une à une. Certaines cultures peuvent présenter des performances médiocres alors que d'autres très positives amélioreront les performances globales du système (Cellier et al., 2018).

Ces essais systèmes sont également un support pour accompagner vers le changement de pratiques des apprenants agricoles (Huet et Guilloimo, 2019), et aussi des agriculteurs (Alaphilippe et al., 2023).





## "TRIPLE PERFORMANCE"

Les systèmes STOP ont voulu répondre à la triple performance qui rend donc compte de l'état des **3 piliers du développement durable**. La performance se définit comme la mesure de ce qui contribue à l'atteinte d'objectifs ou de résultats attendus. Elle fait ici référence à l'évaluation des états **économiques, environnementaux** et **sociaux** d'un système agricole.



### La triple performance est atteinte lorsque :

- 1 Le système contribue au bien-être de la personne et au développement du territoire tout en gardant une démarche éthique (apporter des solutions face aux questions de pénibilité, d'exposition aux risques, de charge de travail, etc.).
- 2 Le système n'altère pas les ressources naturelles et productives en tendant vers un impact environnemental minimum.
- 3 Le système est transmissible sur le moyen et long terme avec une production et un revenu viables.



**Ainsi**, un système atteint la triple performance en jouant sur plusieurs leviers complémentaires au lieu de se concentrer sur un seul via une approche systémique (Massy et al., 2018).

## CRITÈRES ET INDICATEURS D'ÉVALUATION

### DÉMARCHE DE L'ÉVALUATION

Pour répondre à notre problématique, trois notions centrales ont été mises en avant et explicitées avec des critères associés (schéma ci-dessous).

Chaque critère a été décliné en indicateurs pour construire la grille d'évaluation hiérarchisée du projet. Plus spécifiquement, sur les trois observatoires pilotés, des suivis de la biodiversité fonctionnelle ont été réalisés :

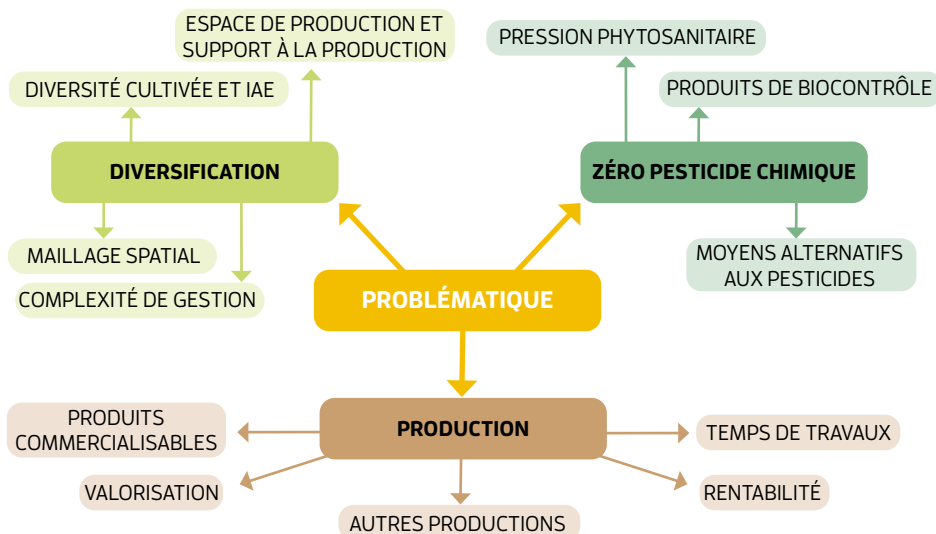
- **Des observations "à vue"** permettent d'examiner 7 bioindicateurs : coccinelles, névroptères (chrysopes et hémérobes), syrphes, araignées, momies de pucerons (parasités par *Aphidius colemani*), abeilles et xylocoptes (mouches-charbon). Ces suivis sont réalisés deux fois par mois tout au long de l'année sur chacun des compartiments du système de culture.
- **Des piégeages d'arthropodes** pour identifier les déplacements d'auxiliaires et de ravageurs entre les infrastructures agroécologiques (IAE) et les zones de culture.

### DÉFINITION...

**Un système de culture** est l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur une ou plusieurs parcelles gérées de manière identique au fil des années. Chaque système de culture est caractérisé par la nature des cultures et, le cas échéant, leur ordre de succession, les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures et les éléments structurels (matériel végétal, densité de plantation, équipements avec les abris, palissage...) (Michel Sebillotte, 1990).

Enfin, il est également noté la présence des bioagresseurs et leurs dégâts sur les cultures. Leur notation varie selon l'observatoire. Chaque observatoire a son propre protocole de notation et ses propres observateurs. Les principaux bioagresseurs suivis sont les mouches des fruits, les pucerons, les aleurodes, les acariens, les cicadelles, les thrips et les cochenilles. D'autres pouvant être observés, peuvent être ajoutés et notés.

### NOTIONS CENTRALES DE RÉPONSE À LA PROBLÉMATIQUE DU PROJET ET CRITÈRES ASSOCIÉS





Piégeage d'arthropodes

## FOCUS SUR QUELQUES MÉTHODES DE SUIVI

### Méthode de suivi à vue

Pour chaque îlot, l'observateur s'arrête sur les points d'observations. A chaque point, il observe la présence des bioindicateurs volants puis la présence des bioindicateurs dans la végétation (au besoin à la loupe) : observation des faces supérieures et inférieures des feuilles soit d'un plant, soit d'une surface d'environ 1 m<sup>2</sup>. Après l'observation, l'observateur attribue une note globale d'abondance et de richesse. Une note d'indice du stade phénologique est également attribuée afin de suivre l'évolution des cultures observées.

### DÉFINITION...

**L'expérimentation système** est un nouveau concept d'expérimentation qui permet de concevoir des systèmes agricoles innovants répondant à de nombreux critères environnementaux, mais aussi économiques et sociaux. Ainsi, sont testées au champ la faisabilité technique et la cohérence agronomique de systèmes de culture supposés prometteurs au regard d'enjeux préalablement définis et d'évaluer leurs résultats agronomiques et techniques, les performances socio-économiques et environnementales (Guide de l'expérimentateur système, 2018).

### Piégeage d'arthropodes

Les arthropodes sont capturés à l'aide de pièges unidirectionnels constitués d'un filet avec une maille très fine, d'un arceau, d'un pot d'alcool et d'un piquet, aussi appelés pièges Sarthou.

De manière générale, ces suivis permettent d'identifier les facteurs, tels que les IAE, influençant la régulation des ravageurs mais surtout de caractériser l'évolution de la biodiversité, sa composition et sa dynamique dans le temps. Ce dispositif est idéal pour une végétation basse comme le maraîchage.

Afin de suivre au mieux les déplacements des arthropodes, les pièges sont positionnés en miroir. Sur l'année, deux piégeages par site sont réalisés, sur une période de 7 jours chacun. Pour chaque piégeage, nous notons les cultures entrantes et sortantes.

Après récupération des pièges et des pots, les arthropodes sont triés par ordre (Aranéides, Coléoptères, Hyménoptères, etc.).



Suivi à vue

## DESRIPTIF DES BIOINDICATEURS

### PRÉDATEURS

#### ARAIGNÉES

Les araignées appartiennent à l'ordre des Araneae (Aranéides). Elles sont de redoutables prédatrices, injectant du venin et des enzymes digestives pour immobiliser et liquéfier leur proie et ensuite les aspirer. Les araignées sont des insectivores très opportunistes, elles chassent et consomment une diversité de proies vivantes, dont une bonne part d'insectes ravageurs de cultures. Elles sont ainsi considérées comme de bons biorégulateurs.



#### CHRYSOPE ET HÉMÉROBES

Les chrysopes et les hémérobès font partie de l'ordre des Névroptères caractérisé par leurs paires d'ailes transparentes et membraneuses. Les larves sont carnivores et sont des prédateurs efficaces de pucerons, de cochenilles, d'aleurodes et d'acariens, faisant de ces insectes de bons biorégulateurs, participant à la protection des cultures. Les larves de chrysopes se couvrent des dépouilles de leurs proies sur leur dos en guise de camouflage !



#### COCCINELLES

Les coccinelles, de la famille des Coccinellidae, font partie de l'ordre des Coléoptères. La plupart sont de couleurs vives avec des tâches. Leurs larves sont également colorées et sont souvent ornées de tubercules portant des épines. Symbole phare des insectes auxiliaires des cultures, les coccinelles sont des prédatrices très efficaces contre les pucerons, les cochenilles, et également les acariens. Elles peuvent être spécifiques ou généralistes.



#### MOMIES DE PUCERONS

Les momies de pucerons sont des pucerons morts parasités par *Aphidius colemani* (micro-guêpe parasitoïde). Ils ont une apparence de "momie", gonflée et de couleur dorée. Ce phénomène survient lorsque le parasitoïde pond ses œufs dans le puceron et que la larve se nourrit de celui-ci de l'intérieur, causant la mort de l'organisme hôte. Le parasitoïde adulte émerge alors de la momie quelques semaines après la ponte. Les momies de pucerons sont de bons indicateurs de la présence de parasitoïdes.





## POLLINISATEURS

### ABEILLES

Parmi les quelques 20 000 espèces d'abeilles répertoriées dans le monde, la plus connue est certainement *Apis mellifera*, élevée en ruche pour son miel. L'abeille réunionnaise est, elle, en grande majorité issue de la sous espèce *Apis mellifera unicolor* endémique de Madagascar. Les abeilles sont d'excellents indicateurs biologiques de la qualité de leur environnement. Cependant, une absence d'observation peut être due à différents facteurs (pollution, parasitisme, transhumance,...).



© IV

### SYRPHES

Les syrphes, de l'ordre des Diptères (mouches), sont des insectes butineurs de couleurs vives, rappelant parfois les guêpes. Elles sont reconnaissables à leurs vols stationnaires et déplacements saccadés. Elles ont un rôle important de pollinisateur, en milieu naturel ou cultivé. Leurs larves (asticots) se nourrissent principalement de pucerons, faisant d'elles des organismes auxiliaires très intéressants pour la protection des cultures. Les larves de syrphes sont capables de consommer des centaines de pucerons en quelques jours.



© RFB

### XYLOCOPES

Les xylocopes ou mouches charbon, de la famille des Apidae, sont en réalité des abeilles butineuses (ordre des Hyménoptères) impressionnantes de par leur taille (45-50 mm d'envergure) mais inoffensives pour l'être humain. Présents à La Réunion, ils sont très adaptés à la pollinisation en climat chaud et participent à la pollinisation d'au moins une quarantaine d'espèces végétales, dont des solanacées (tomate, aubergine), des cucurbitacées (melon, pastèque) ou encore des fabacées (zambrevates).



© IV

### PARASITOÏDE

Un parasitoïde, contrairement à un prédateur qui consomme sa proie, vit aux dépens d'un hôte jusqu'à la mort de ce dernier. La femelle parasitoïde dépose ses œufs à l'extérieur ou à l'intérieur du corps (larve, œuf, ...) de l'hôte. Un parasitoïde peut s'attaquer à une seule espèce d'hôte (on dit qu'il est spécialiste) ou à plusieurs espèces d'hôtes (on dit qu'il est plurispécifique). Les parasitoïdes sont nombreux parmi les hyménoptères, ce sont des micro-guêpes comme *Fopius arisanus* qui parasitent les œufs et larves de mouches des fruits!



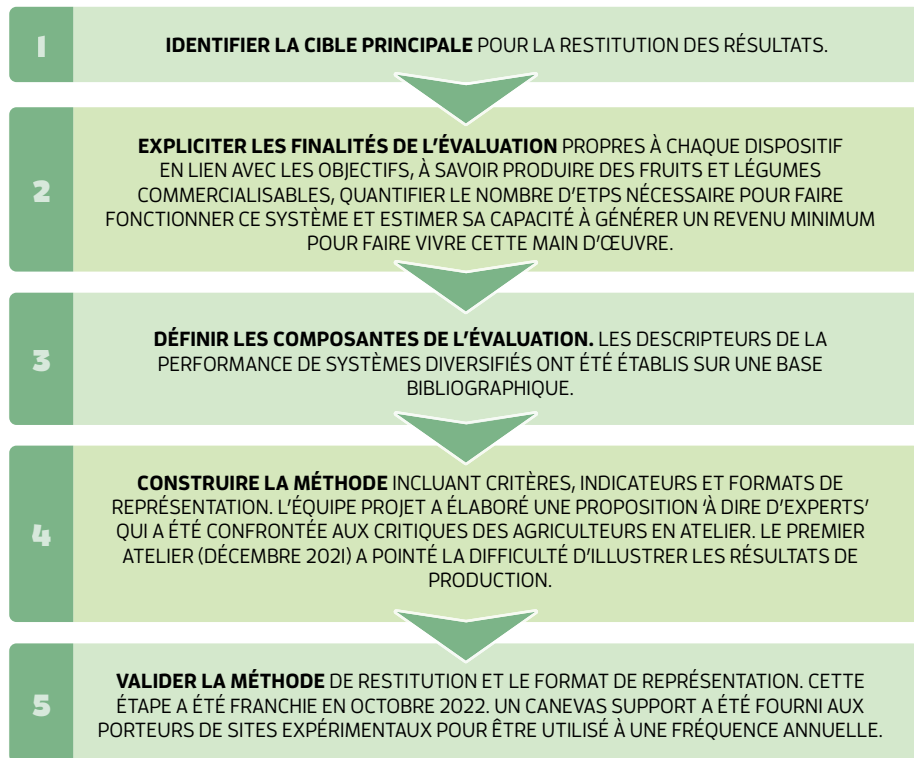
© IV



## ATELIERS D'ÉVALUATION RESTITUTION

### DÉMARCHE

Pour rendre compte des résultats aux agriculteurs et conseillers agricoles, une démarche en cinq étapes a été développée, se reposant sur une base experte et bibliographique. Les bénéficiaires ont été associés à la construction de la méthode à partir de propositions préalablement établies.



**L'atelier mené avec les agriculteurs en décembre 2021 visait à identifier les éléments à conserver, à faire évoluer, manquants ou à supprimer sur le fond et la forme du Feuillelet Résultats.**

Un travail en sous-groupes a été effectué lors de cet atelier : certains se sont concentrés sur le fond du feuillelet tandis que d'autres groupes ont discuté sur la forme des rubriques (graphiques, style, clarté et intérêt du texte).

En conclusion de l'atelier, la lisibilité et la structure générale du feuillelet ont été appréciées. Sur le fond, les participants ont souhaité disposer

d'un certain nombre de détails techniques sur la conduite des cultures (IFT, méthodes de protection utilisées, production commercialisable vs pertes, bioagresseurs observés), les postes de dépenses, les temps de travaux... Les graphiques décrivant la biodiversité n'ont pas été jugés prioritaires. Ainsi, il a été proposé de privilégier un feuillelet portant sur la conduite des cultures et les résultats techniques et économiques du système. Les feuillets ont été retravaillés à l'issue de cet atelier et soumis de nouveau aux agriculteurs lors d'un second atelier en octobre 2022 pour finalisation.

## MODÈLE DE RESTITUTION

Les résultats sont présentés sous forme d'un feuillet format A5 de quatre pages :

### DESCRIPTION DES DISPOSITIFS ET SYSTÈMES

- 1 Présentation rapide du projet et rappel des objectifs. Quelques éléments de contexte permettent d'expliquer les résultats de production présentés dans le feuillet.
- 2 Présentation du dispositif : plan du système de culture, graphique reprenant la répartition des surfaces dédiées aux productions pérennes et annuelles, ainsi que les zones dites support à la production (zones de circulation, infrastructures agroécologiques...). Point sur les éléments marquants du dispositif pour l'année correspondante.
- 3 Détails concernant le levier "diversification végétale" précisant les espèces cultivées et présentes au cours de l'année.



### RÉSULTATS OBTENUS EN LIEN AVEC LES OBJECTIFS DU PROJET

Ces pages font état des résultats de production à l'échelle du système de culture.

Les tableaux sont détaillés par type de culture, pérenne ou annuelle, principale ou secondaire à la demande des producteurs suite aux ateliers d'évaluation.

- 4 Résultats agronomiques et économiques pour chaque production de l'année écoulée. Les rotations sont détaillées pour les zones maraîchères.
- 5 Focus phytosanitaire.
- 6 Topo explicatif de certains éléments importants du tableau.
- 7 Bilan/impressions de l'expérimentateur sur l'année écoulée.



### MOYENS MIS EN ŒUVRE POUR RÉDUIRE OU SUPPRIMER L'UTILISATION DES PESTICIDES

Il s'agit de donner des éléments qui relèvent de la stratégie de protection et de production, incluant les moyens mobilisés dont le temps de travail.

- 8 Représentation du temps de travail par type d'activité et moyens humains nécessaires pour la gestion du système de culture.
- 9 Synthèse des résultats économiques en lien avec l'objectif du projet de rémunérer la main d'œuvre nécessaire à la gestion du système proposé.



# PRÉSENTATION DES OBSERVATOIRES PILOTÉS

Les systèmes de culture mis en place sur chacun des observatoires pilotés résultent des prototypes proposés lors des ateliers de co-conception et des ajustements validés par l'équipe responsable du site au regard de la faisabilité technique et humaine. Bien que répondant à une méthode d'évaluation similaire, les conditions de production diffèrent selon les sites et sont détaillées dans le tableau suivant. Ces systèmes ont également subi des modifications, dans le temps et dans l'espace, relatives aux observations et à la connaissance progressive de la parcelle.

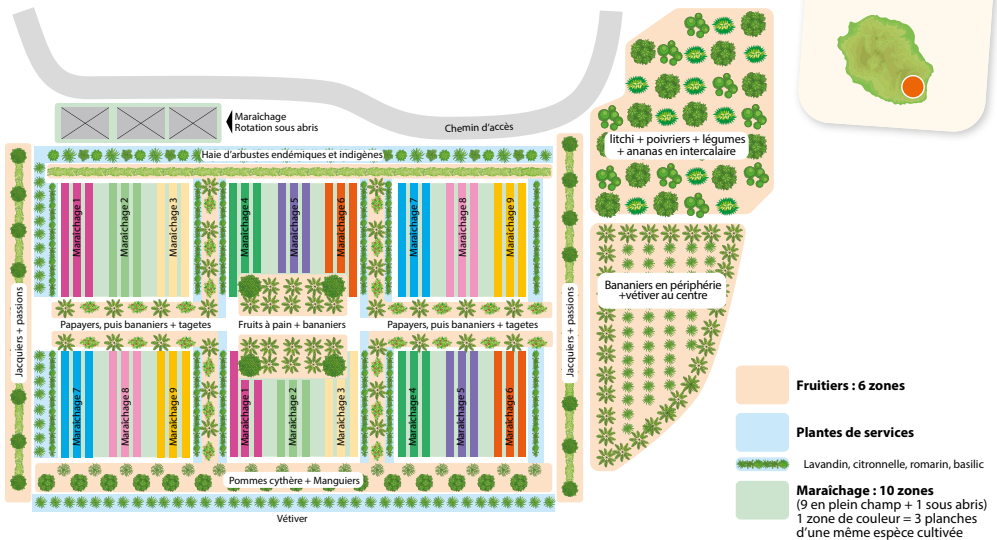


<b>Zone</b>	Bassin-Plat Saint-Pierre 150 m d'altitude	Bassin-Martin Saint-Pierre 300 m d'altitude	Route de Mafate Saint-Paul 100 m d'altitude
<b>Climat</b>	Climat de savane à hiver sec (type Aw) T° annuelle moy. : 23 °C Pluv. moy. : 1200 mm/an	Climat de savane à hiver sec (type Aw) T° annuelle moy. : 23 °C Pluv. moy. : 1600 mm/an	Climat de steppe sec et chaud (type BSh) T° annuelle moy. : 26 °C Pluv. moy. : < 1000 mm/an
<b>Environnement ou bassin de production</b>	Bassin de production cannier principalement, proche d'une route 4 voies et hypermarché	Bassin de production cannier principalement	Vergers et cannes en zone péri-urbaine
<b>Type de conduite</b>	Conduite conventionnelle sans pesticide de synthèse autorisant du biocontrôle	Conduite conventionnelle sans pesticide de synthèse autorisant du biocontrôle	Conduite en agriculture biologique (AB)
<b>Surface</b>	8000 m <sup>2</sup>	4500 m <sup>2</sup>	4500 m <sup>2</sup>
<b>Productions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 zones de cultures fruitières</li> <li>• 19 îlots de maraîchage dont 1 avec 3 petits tunnels mobiles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 zones de verger</li> <li>• 5 îlots de maraîchage,</li> <li>• 1 atelier de poules pondeuses en par-cours</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Association de 4 espèces fruitières en rang</li> <li>• îlots de maraîchage</li> </ul>
<b>Type de diversification (niveau, type, forme)</b>	Juxtaposition de micro parcelles homogènes	Juxtaposition de micro parcelles homogènes	Juxtaposition de micro parcelles homogènes





## LE SYSTÈME CULTIVÉ AU CIRAD



## LE SYSTÈME DE CULTURE ET SES ÉVOLUTIONS

Plus de 40 espèces végétales avec des besoins différents ont été cultivées : des légumes feuilles, fruits, racines et tubercules, des fruitiers annuels et pérennes et des plantes de services annuelles et pérennes.

- **Fruitiers** : ananas, banane, fruit à pain, fruit de la passion, jacquier, litchi, papayer, pomme cythère, pomme cannelle, giroflier, vanillier ;
- **Légumes** : arachide, aubergine, chou, citrouille, conflore, curcuma, gombo, haricot grain, oignon, pastèque, patate douce, pomme en l'air, petit pois, pois-carré, salade, songe, manioc ;
- **Plantes de services et infrastructures agroécologiques** : plantes endémiques et indigènes (mahot tantan, abutilon indien, saliette, bois collant, bois de sable, bois d'arnette) ; plantes aromatiques (thym, coriandre, basilic, romarin, citronnelle, lavandin) ; plantes fleuries (œillet d'inde, ambrevade, voème, ni-ger), vétiver.

Des aménagements ont été opérés au fil des années dans l'objectif de gagner en production :

- **La largeur des passe-pieds** (90 cm) a été réduite à partir de février 2021 pour gagner en surface productive maraîchère. Les îlots maraîchers sont passés ainsi de 3 à 4 planches de culture ;
- **Les papayers et bananiers** plantés de part et d'autre le long de la grande allée centrale ont été supprimés pour pouvoir travailler les parcelles maraîchères mécaniquement avec un tracteur ;
- **Les variétés de bananiers**, peu productifs, plantés en ligne sur la bande de plantes de services, de part et d'autre des îlots centraux de la zone maraîchère, ont été remplacés en novembre 2022 par des anones (pomme cannelle rouge et verte) en association avec de la citronnelle ;



- **Les plantes de services** annuelles installées à l'intérieur et en périphérie de la zone maraîchère ont été progressivement remplacées par des plantes de services pluriannuelles ou pérennes (romarin, lavandin, brisée, vétiver, citronnelle, pois d'angole) ou se renouvelant par elles-mêmes (tagètes, basilic) ;
- **La zone FR5**, initialement prévue pour de la culture du vétiver pour pailler les planches de culture et les passe-pieds dans les zones maraîchères, n'a pas été valorisée en tant que telle et laissée en jachère ;
- **Un système de palissage** pérenne avec piquets et fils de fer tendus a été installé dans deux îlots maraîchers (MAR4) pour recevoir des cultures à palisser (pois carré, pomme en l'air, pois mange-tout, ...).
- **Le verger de litchis** a été intensifié avec la plantation tuteurée de vanilliers en juin 2022 ;
- **La plantation de manguiers** sur porte-greffe de faible vigueur en zone FR3 n'a pu se faire pour cause d'indisponibilité de semences du porte-greffe.

## 2 PLANTES DE SERVICES ET INFRASTRUCTURES AGROÉCOLOGIQUES

Les infrastructures agroécologiques représentent environ 12 % de la surface totale du dispositif STOP. Elles sont constituées de bandes de plantes de services permanentes intercalées entre des îlots maraîchers et en périphérie de l'espace maraîcher, de plantes aromatiques temporaires ainsi que d'une haie d'arbustes endémiques et indigènes sur la partie est de l'espace maraîcher. Une bande de culture de vétiver en périphérie de l'espace maraîcher fournit du paillage régulièrement pour les passe-pieds en maraîchage.

### LA HAIE PERMANENTE

La haie est composée de Mahot Tantan (*Dombeya acutangula*), bois de sable (*Indigofera amoxylum*), bois d'Arnette (*Dodonaea viscosa*), bois collant (*Psiadia dentata*), Saliette (*Psiadia retusa*), abutilon indien (*Abutilon indi-*

*cum*), et existait avant la mise en place du dispositif STOP. Ces plantes sont des habitats pour des phytoséides, prédateurs généralistes d'acariens phytophages. 7 espèces ont été identifiées : *Amblyseius largoensis*, *Proprioseiopsis mexicana*, *Euseius ovaloides*, *Paraphytoseius horrifera*, *Amblyseius tamatavensis*, *Phytoseius haroldi*, *Typhlodromus (Anthoseius) moraesii*.



## LES PLANTES DE SERVICES

De nombreuses plantes exotiques ont été testées: oeillet d'inde (*Tagetes patula*), basilic (*Ocimum basilicum*), coriandre (*Coriandrum sativum*), maïs (*Zea maïs*), sorgho (*Sorghum bicolor*), niger (*Guizotia abyssinica*), romarin (*Salvia rosmarinus*), brisée (*Lippia alba*), ambrevade (*Cajanus cajan*), citronnelle (*Cymbopogon citratus*). Ces plantes ont été installées dans l'espace maraîcher comme habitats et plantes ressources en nectar et pollen pour les auxiliaires des cultures ou comme plantes répulsives, parfois en association avec des cultures sur le rang (basilic/



poivron, thym/chou), mais surtout en intercalaire des îlots de culture. Au fil des tests, le choix final s'est porté sur des plantes qu'on peut trouver aisément à La Réunion et qui ne nécessitent pas un entretien régulier.

**Le vétiver** (*Chrysopogon zizanioides*) est utilisé comme plante de paillage du sol dans les passe-pieds maraîchers, et pour fixer le sol.

**Le voème** (*Vigna unguiculata*) et **la crotalaire** (*Crotalaria juncea*) ont été inclus dans les rotations maraîchères comme engrais vert. A noter que les pigeons ramiers peuvent compromettre la levée des crotalaires en venant gratter le sol et consommer les graines.

## 3 | PRINCIPALES MÉTHODES DE LUTTE UTILISÉES

Outre les leviers mobilisés dans la protection agroécologique des cultures, les principales méthodes de lutte utilisées ont été :

- **Les rotations et associations culturales** sur la bande de culture;
- **Le paillage naturel** avec du broyat de palettes ou de paille de vétiver dans les passe-pieds en maraîchage pour lutter contre les adventices;
- **le désherbeur thermique** pour lutter contre les mauvaises herbes dans les passe-pieds des parcelles maraîchères. Son efficacité a été bonne avec 2 passages répétés à 15 jours d'intervalle au stade plantules. Il serait à combiner avec du faux semis et du paillage ;
- **Le choix d'espèces maraîchères** traditionnelles dit légumes lontan, supposés rustiques, et présentant un débouché commercial (patate douce, songe, citrouille, pois carré, voème, pomme en l'air, calebasse, ...);
- **Le choix de variétés résistantes** aux maladies ;
- **L'apport régulier de matière organique** pour améliorer l'activité microbienne du sol. La mise en œuvre de la méthode Biofunc-tool© en 2022 a permis d'évaluer la qualité et santé globale du sol ;

- **Le recours au biocontrôle** (produits commerciaux, pièges) pour diminuer les populations de ravageurs ou de pathogènes ;
- **La lutte physique** avec l'usage de filets anti-insectes contre les attaques des mouches des fruits sur cucurbitacées et tomate. Cependant, si ces filets à grandes mailles limitent fortement les attaques des mouches, ils sont inefficaces contre des ravageurs de très petite taille comme les pucerons et les acariens.

#### 4 ASPECTS MARQUANTS DU DISPOSITIF

Le dispositif se caractérise par une forte diversification végétale avec plus de **35 espèces cultivées** par an en considérant les espèces légumières en rotation et les fruitiers permanents.

**La diversification** avec une mixité de familles botaniques, des strates cultivées (herbacées, arbustives, arborées), des pas de temps de culture hétérogènes (infra-annuel, annuel, pluriannuel) a été considérée comme un levier agroécologique pour freiner l'arrivée des ravageurs sur les cultures et limiter leur installation et développement (effet de dispersion, écologie chimique), pour assurer in fine une atténuation des risques en termes de pertes de production par les ravageurs et maladies. Cette forte biodiversité, au-delà de son intérêt pour la gestion des bioagresseurs et de la fertilité des sols, a permis de limiter les risques économiques.

**Les meilleurs résultats financiers** ont été obtenus en maraîchage et avec des fruitiers à haute valeur ajoutée (fruit de la passion, variétés de litchi précoces).

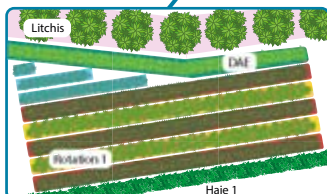
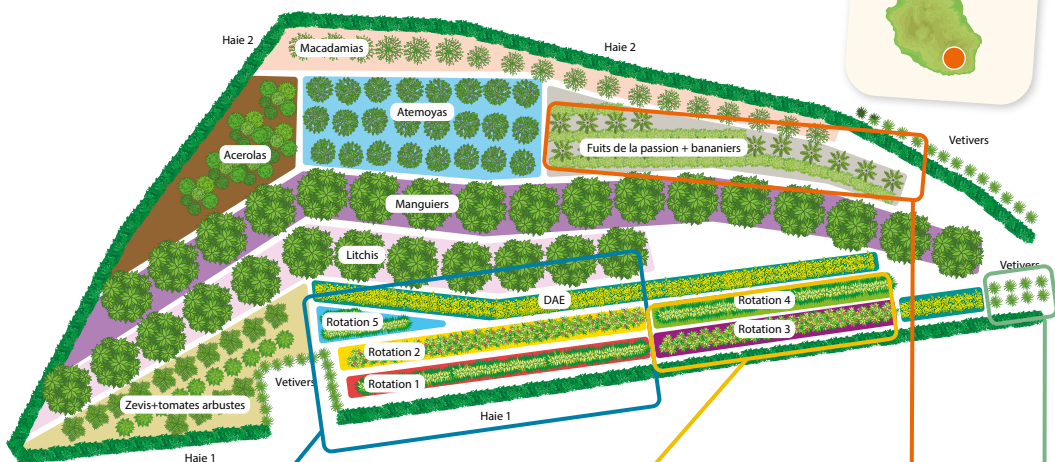
Il est à noter que ce degré élevé de diversification est aussi **source de complexité** en termes de gestion technique des cultures. Le dispositif a ainsi offert un terrain d'apprentissage et d'échanges tant pour les agriculteurs que pour les gestionnaires des cultures.

**Les adventices** ont été une forte contrainte dans le dispositif, tout comme les pucerons et les cicadelles que nous n'avons pas pu réguler.





# LE SYSTÈME CULTIVÉ À L'ARMEFLHOR

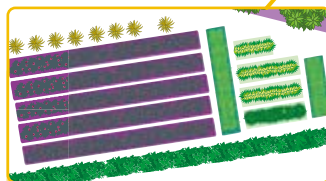


## Motivation du changement

Passe-pieds trop larges (85cm) entraînant une perte importante de surface productive.

## Modification opérée

Création de nouvelles planches maraîchères en réduisant la largeur des passe-pieds et déplacement de la bande fleurie vers le rang d'arbres fruitiers. Ainsi, passage de 5 planches initiales à 5+3. Alternance des productions dans l'espace pour maximiser la diversification et rompre davantage les flux de ravageurs et maladies.



## Motivation du changement

Problèmes d'érosion et d'irrigation de plus en plus notables. Tassement important du sol de la parcelle limitant l'infiltration de l'eau.

## Modification opérée

Interruption des planches dans le sens de la longueur et insertion d'une bande fleurie perpendiculairement aux planches. Installation de deux systèmes d'irrigation indépendants sur chacune des zones pour réguler les apports d'eau.

En 2022, un **élevage de poules pondeuses** en pâturage tournant à été intégré sur l'ensemble des zones arboricoles.

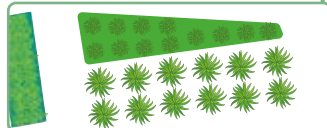
## Maraîchage sur palissage

### Motivation du changement

Destructions récurrentes des jeunes plants de fruits de la passion par les fourmis.

### Modification opérée

Plantation de bananiers (variété en test) à la place des fruits de la passion et installation de cultures maraîchères grimpantes (légumes lontan principalement) pour réutiliser le palissage.



### Motivation du changement

Zone ombragée non propice aux productions maraîchères.

### Modification opérée

Création de 2 zones de production supplémentaires : implantation de thym et basilic.

## I | LE SYSTÈME DE CULTURE ET SES ÉVOLUTIONS

(Cf. Schéma de gauche)

**Le système conçu comprend des cultures maraîchères et fruitières afin d'exploiter au mieux les services écosystémiques du système. Des infrastructures agroécologiques telles que des haies d'espèces endémiques et mellifères, des bandes fleuries, des plantes de service et des couverts végétaux ont également été intégrés sur la parcelle. Les particularités de ce système sont que: i) il comporte des productions à forte valeur ajoutée et encore peu cultivées ou oubliées (acérolas, macadamias...), afin d'acquérir de nouvelles références et ii) il accueille un élevage de poules pondeuses selon le principe du pâturage tournant dynamique.**

## 2 | PLANTES DE SERVICES ET INFRASTRUCTURES AGROÉCOLOGIQUES

### LES BANDES FLEURIES

Les espèces fleuries présentes sur le site de l'Armefflor sont : le souci (genre *Calendula*), l'oeillet d'inde (*Tagetes patula*), le basilic (*Ocimum basilicum*), la coriandre (*Coriandrum sativum*), la bourrache (*Borago officinalis*), ainsi que l'aneth (*Anethum graveolens*). Elles sont placées principalement à proximité des zones de production maraîchères et couvrent une surface de 60 m<sup>2</sup>, soit environ 10% de la surface maraîchère.

### LES HAIES

Les haies initialement présentes ont été remplacées par des espèces endémiques ou indigènes de l'île. La démarche (cahier des charges, conception, installation) n'est pas détaillée dans ce livret mais l'insertion de haies diversifiées a fait l'objet d'un travail spécifique. A proximité de la zone maraîchère, des espèces basses et/ou arbustives: mazambroun marron (*Aloe macra*), mauve (*Abutilon exstipulare*), bois de fièvre (*Pouzolzia laevigata*) et hérissou rouge (*Urenia lobata*) ont été implantées afin d'isoler le système de

## à savoir...

Les infrastructures agroécologiques du système de culture de l'ARMEFLHOR représentent environ 13% de la surface de la parcelle.

culture des parcelles à proximité tout en limitant le phénomène d'ombrage sur les planches maraîchères.

Sur la partie sud-ouest de la parcelle, cinq cortèges d'espèces ont été implantés associant des essences avec un port dense ou haut pour répondre aux fonctions de brise-vue et brise-vent. Les espèces choisies permettent une floraison continue fournissant une ressource en nectar et en pollen tout au long de l'année.

Des études annexes sont conduites pour acquérir des références quant à la gestion et à la caractérisation de la biodiversité fonctionnelle que peuvent héberger les différents cortèges.

► Voir focus en p.57





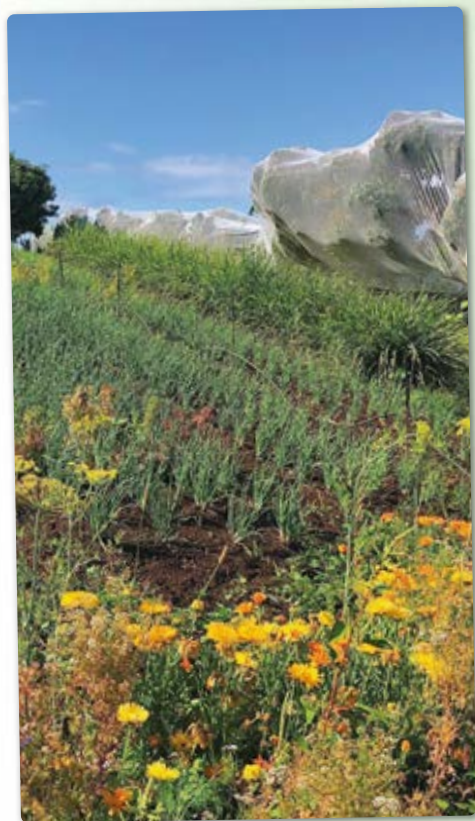
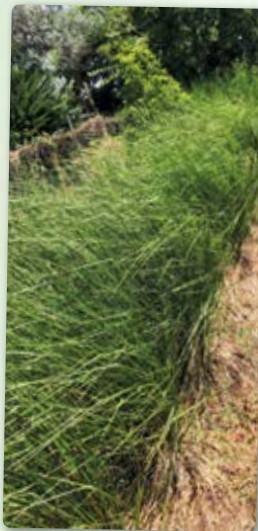
## LES PLANTES DE SERVICE

**Le vétiver** est principalement utilisé en tant que litière dans le poulailler mobile. Cependant, il a été implanté dans certaines zones sensibles de la parcelle pour maintenir les sols .

**D'autres espèces** telles que la crotalaria (*Crotalaria juncea*) ou le millet perlé (*Pennisetum glaucum*) ont été incluses dans les rotations maraîchères en tant qu'engrais verts.

## LE COUVERT VÉGÉTAL

**Un mélange de légumineuses** (trèfle, luzerne, gesse, lotier) a été semé sur les zones fruitières à la conception du système de culture afin d'obtenir un couvert végétal diversifié et éviter la colonisation de *Brachiaria* sp. Ce couvert évite également l'érosion du sol.



## 3 | PRINCIPALES MÉTHODES DE LUTTE UTILISÉES

Outre l'ensemble des leviers mobilisés dans la protection agroécologique des cultures, les méthodes de lutte principalement utilisées reposent sur :

- **Les rotations** culturales et le choix de variétés tolérantes aux maladies ;
- **La lutte physique** avec la pose de filets anti-insectes (i) sur les productions de légumes-fruits sujettes aux attaques de mouches des légumes (cucurbitacées, tomates), (ii) sur les brassicacées sensibles aux chenilles (choux-fleurs, choux cabus ou certaines variétés de brèdes), (iii) sur les manguiers pour réduire les attaques de mouches des fruits. Une aspiration a pu être réalisée sur plants de tomates afin d'éviter la présence de ravageurs, notamment *Nesidiocoris tenuis*, avant la pose de filets.
- **Le désherbage** manuel régulier pour la gestion des adventices sur les planches maraîchères. Le paillage plastique a été utilisé lors des premiers cycles mais pour diminuer les coûts de production ce dernier a progressivement été remplacé par du paillage végétal (paille de canne ou copeaux de bois issus de la taille des arbres) puis l'utilisation de la rasette ;
- **Le recours au biocontrôle** (produits commerciaux, pièges, auxiliaires, substances naturelles) pour diminuer les populations de ravageurs ou pathogènes en complément des autres méthodes.

#### 4 ASPECTS MARQUANTS DU DISPOSITIF

**Un élevage de poules pondeuses** a été introduit au sein du système de culture selon le principe du pâturage tournant dynamique. Les objectifs principaux sont de diminuer les populations de ravageurs, aider à la gestion de l'enherbement, fertiliser les cultures et diversifier les sources de revenus. La conception d'un poulailler mobile, le **"roulapoul"**, a donc été réfléchi par des éleveurs et les équipes de l'Armeflhor pour répondre à un cahier des charges préalablement établi. Le poulailler a, par la suite, été co-construit dans le cadre de formations à l'auto-construction.

**La diversification des cultures** a été croissante au cours du projet. La majorité du système de culture étant occupée par des vergers non productifs, le chiffre d'affaires était essentiellement induit par les productions maraîchères. L'espace de production a été optimisé et, près d'une trentaine de cultures différentes ont été mises en place. L'outil KAROBIO a été utilisé pour la planification des plantations.



Aspiration des plants de tomates avant l'installation du filet

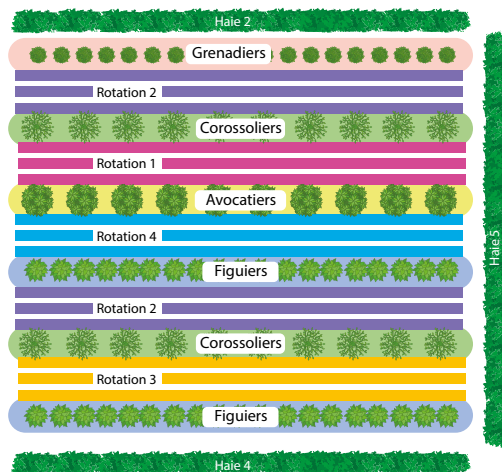
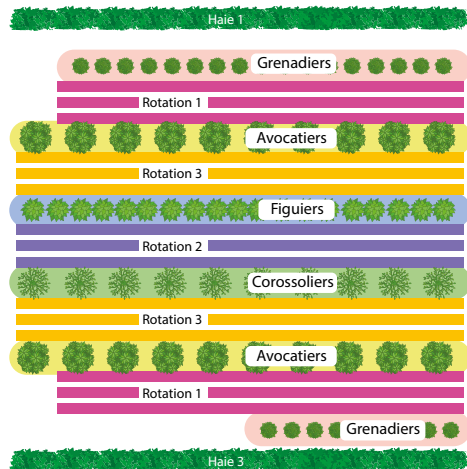


# LE SYSTÈME CULTIVÉ À L'EPL FORMA'TERRA



## I LE SYSTÈME DE CULTURE ET SES ÉVOLUTIONS

Depuis le début du projet, différentes productions ont été envisagées et se sont déployées au cours du temps en fonction des demandes des clients principaux et en suivant des associations fruitiers-maraîchage ou cultures de rente-plantes de service. Puis des légumineuses ont été introduites dans les rotations maraîchères pour permettre une fertilisation naturelle.



Le système de production a été très diversifié de par le nombre d'espèces et variétés rencontrées, et de par son organisation spatiale favorisant les interactions entre les différents compartiments.

En 2022, ce sont **14 espèces maraîchères** qui ont été cultivées alliant tubercules divers (songe, manioc, patate douce...), citrouilles, différentes brèdes, salades, aubergines, ananas, oignons, aromates (thym, basilic, menthe, persil...), gros piment, haricots, ...

**Les rangs de fruitiers** (avocats, figues, grenades, corossols) ont souvent été impactés par les cyclones et les arbres ont dû être replantés ou bouturés.

**Le système d'irrigation** n'est pas assez adapté pour permettre de réguler les demandes d'eau en fonction des espèces d'arbres et il devra être repensé. Par ailleurs, avec la croissance des arbres,

les **planches de maraîchage ont dû être redimensionnées.**

**Des îlots fleuris**, avec des plantes nectarifères et mellifères sont venus s'ajouter en bout de planches maraîchères pour favoriser les auxiliaires et une ruche a été installée. Les espèces plantées sont choisies pour leur variété, leur résistance et leur croissance facile. Ces îlots sont régulièrement ré-aménagés avec de nouvelles essences.

## 2 PLANTES DE SERVICES ET INFRASTRUCTURES AGROÉCOLOGIQUES

**Des aménagements agroécologiques** sont répartis sur la parcelle afin de favoriser l'hébergement d'auxiliaires de culture et d'optimiser l'équilibre entre populations d'auxiliaires et de





ravageurs. Ces aménagements incluent des bandes ou des **patchs fleuris** en zone de maraîchage, **des haies d'espèces endémiques** et **mellifères** et un **couvert végétal** diversifié sur la zone fruitière.

### à savoir...

**LES AMÉNAGEMENTS  
AGROÉCOLOGIQUES REPRÉSENTENT  
18% DE LA PARCELLE STOP.**

Sont également présents des **arbres fruitiers** en bordure de parcelle destinés aux **oiseaux** afin d'aider à diminuer la pression de l'avifaune sur le système de culture lui-même.

**Les bandes et patchs fleuris** ont été composés pour que chaque espèce puisse apporter des bénéfices complémentaires. Ainsi, les espèces mellifères et aromatiques suivantes ont été sélectionnées : basilic, thym, menthe, radis, niger,

vesce et moutarde. Pour les fleurs, des mélanges issus de plantation locale ont été utilisés. Ces bandes et patchs fleuris se situent entre les bandes maraîchères ou à leur extrémité.

**Sous les fruitiers**, le couvert végétal se compose de patates, brèdes, vétiver, lavande et romarin.

**Les haies** entourent la parcelle et trois d'entre elles ont été replantées au cours du projet et sont composées d'espèces **endémiques ou indigènes**, avec notamment du bois d'arnette, bois de juda, mahot tantan, porcher, bois de gaulette, bois de demoiselle, bois d'olive, bois de rongue, bois d'ortie, bois de buis, bois de senteur bleu, benjoin, bois de senteur blanc, bois de chenille, bois de joli cœur, change-écorce, patte poule ou encure du bois dur. Elles contribuent grandement au **renforcement de la biodiversité végétale**.

Sur les 46 espèces composant le système STOP, 28 espèces se retrouvent dans ces habitats.







### 3 | PRINCIPALES MÉTHODES DE LUTTE UTILISÉES

La gestion des **bioagresseurs** se fait par les produits de biocontrôle et/ou utilisables en agriculture biologique, les phéromones et la lutte mécanique (filets, paillages). **La prophylaxie** et le **piégeage** de masse sont constamment mis en œuvre sur la parcelle.

Les produits de protection sont utilisés uniquement sur des **ravageurs** observés sur certaines cultures, telles que les haricots, aubergines, ananas, citrouilles, gros piments et oignons.

Des **augmentoriums** sont installés sur la parcelle et sont renouvelés chaque année, ou changés si besoin.

**Afin de surveiller les populations de mouches des fruits** et des légumes, des pièges attractifs sont installés sur la parcelle tout au long de l'année. La densité des pièges a été augmentée lorsque des cultures sensibles étaient implantées.

### 4 | ASPECTS MARQUANTS DU DISPOSITIF

En 2022, le **développement végétatif des arbres fruitiers** depuis leur plantation oblige à redimensionner les espaces maraîchers et à raisonner non plus en blocs de maraîchage mais en îlots (10 îlots); ce qui correspond mieux aux capacités d'écoulement des productions et permet de lisser les productions sur une année. Par ailleurs, **l'augmentation du nombre de patches fleuris** et leur positionnement à l'extrémité des îlots a permis d'augmenter considérablement la biodiversité sur l'ensemble de la parcelle.

**En 2022, il a été ajouté un atelier de poules** pondeuses sur le modèle de celui de l'Armefflor, avec un "**roulapoul**" construit par les apprentis lors d'une formation à l'autoconstruction. Cet atelier permet de limiter les infestations et de nettoyer les bandes maraîchères en fin de culture. Il permet aussi d'ajouter une production animale aux productions maraîchères déjà en place.







# RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DES OBSERVATOIRES



## OBSERVATOIRE PILOTÉ DU CIRAD

### PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

#### INDICE DE FRÉQUENCE DE TRAITEMENT (IFT) DU SYSTÈME DE CULTURE

L'IFT biocontrôle du système de culture a évolué significativement au cours des 4 années, imputable en grande partie aux infestations parasitaires sur les cultures maraîchères : 63 en 2020, 6,7 en 2021, 26,6 en 2022 et 73,4 en 2023. En 2020, les IFT élevés concernent surtout les cultures d'aubergine (IFT supérieur à 20), de gombo, de haricot et de cucurbitacées (pastèque, melon, citrouille, Calebasse) en réponse à des attaques respectivement de cicadelles, de tétranyques, de pucerons et de mouches des fruits. Le phomopsis a été très présent sur aubergine à partir de la fructification.

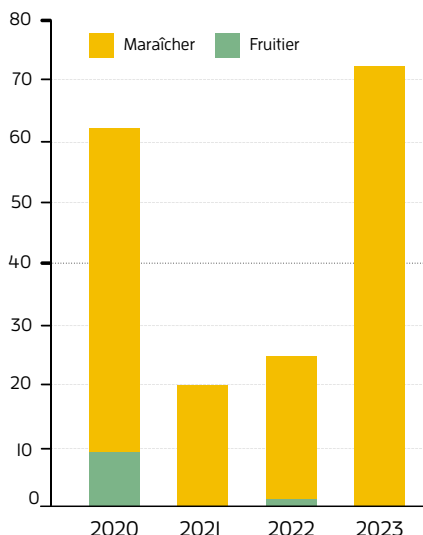
**Cette première année** de mise en culture a été une année d'observations et d'apprentissage pour l'équipe technique de gestion du site.

**L'année 2021** a connu l'IFT le plus bas. Nous avons effectué quelques traitements contre les cicadelles sur aubergine et contre les acariens sur aubergine, pois carré et pomme en l'air et contre les pucerons sur pois carré et songe. La pression parasitaire a été globalement moindre cette année. Bien que les cicadelles étaient encore très présentes sur plusieurs cultures, le choix a été fait de ne pas agir contre ce ravageur.

**En 2022**, la remontée de l'IFT est due principalement aux fortes attaques de mildiou (à partir de la floraison) et de mouches des fruits sur tomate, et dans une moindre mesure aux infestations de pucerons sur poivron et songe, et d'oïdium sur poivron à mi-récolte.

**L'année 2023** connaît l'IFT le plus élevé, avec des traitements répétés sur plusieurs espèces de cucurbitacées (courgette, concombre, melon,

#### IFT BIOCONTRÔLE À L'ÉCHELLE DU SYSTÈME DE CULTURE



pastèque) en vue d'enrayer les attaques précoces et virulentes de pucerons.

A noter que certains usages ne sont pas référencés pour des cultures tropicales marginales, et dans le cadre du projet nous avons testé les effets de certains produits de biocontrôle sur des cultures (ex : pucerons sur songe, cochenille sur vanillier).

Il est à souligner l'importance grandissante des dégâts causés par les fourmis sans que nous n'ayons pu réguler ce ravageur. Par exemple, un tiers des jeunes plants de fruit de la passion ont été attaqués au collet et sont morts.

## CARACTÉRISATION DE LA BIODIVERSITÉ OBSERVÉE

### RÉSULTATS DES OBSERVATIONS À VUE

**Sur les 7 bioindicateurs observés**, les coccinelles, les araignées et les syrphes sont les trois bioindicateurs présents sur tous les habitats depuis 2020, ils sont observés lors de chaque relevé.

**La présence des coccinelles** fluctue au cours du temps avec des périodes où elles sont plus ou moins présentes en fonction des années. Elles étaient plus présentes au mois de juin en 2020, mai et octobre en 2021 et mars en 2022. Bien qu'elles soient moins observées en 2022, elles restent principalement observées depuis 2020 sur les haies d'espèces endémiques et les plantes de services. Le taux de présence annuelle des coccinelles sur les cultures maraîchères reste faible (<10%). Que ce soit sur haies ou maraîchage, leur abondance en 2023 a été la plus faible.

**La présence des araignées** est également variable sur la parcelle au cours du temps. Même si elles sont présentes sur tous les habitats et quasiment à chaque observation, leur présence est

plus importante du mois de juillet au mois d'août et principalement sur les haies d'espèces endémiques et les bandes fleuries. Sur les cultures maraîchères, leur taux de présence reste inférieur à 10 % depuis 2020.

### à savoir...

Les observations ont été réalisées tous les 15 jours pendant la durée du projet.

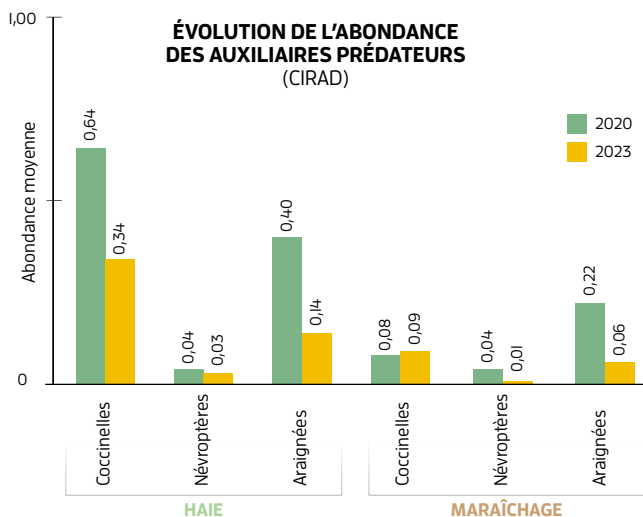
Les graphiques représentent les résultats obtenus au cours de l'année 1 et de l'année 4 pour mettre en évidence l'évolution de la biodiversité sur les systèmes de culture.

A noter que l'observation de la présence des bioindicateurs peut être influencée par :

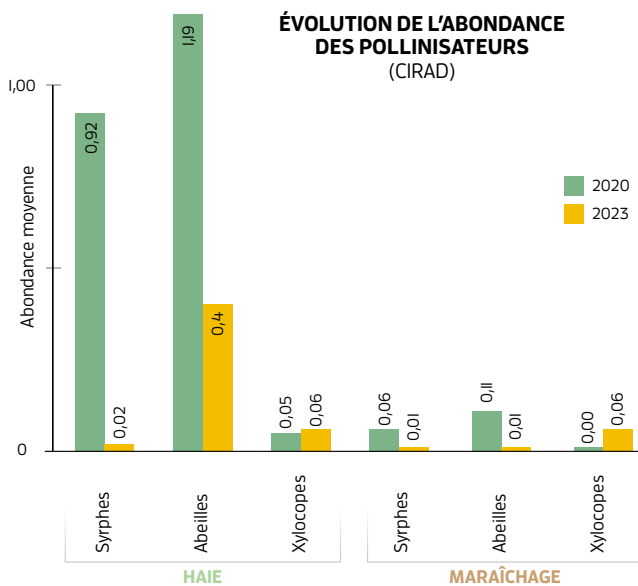
- Les saisons cycloniques : en 2022 deux systèmes ont perturbé le milieu agricole de La Réunion Batsiraï et Emnati, début et fin février tandis que l'année 2023 a connu une sécheresse importante ;
- L'observateur si celui-ci change au cours du temps ou perfectionne son observation, par l'heure d'observation et par la météorologie.







**Les syrphes** ont été présentes quasiment à chaque observation. Leur taux de présence est plus élevé aux mois d'avril, mai et juillet pour 2020 et au mois de juillet pour 2021 et 2022. Elles sont principalement sur la haie d'espèces endémiques et les plantes de services en 2020 et 2021. En 2022, leur présence a régressé sur les haies d'espèces endémiques mais elles sont plus observées sur les plantes de service. Depuis 2020 elles sont quasiment absentes sur les cultures maraîchères. Que ce soit sur haies ou maraîchage, leur abondance en 2023 a connu une très forte baisse.



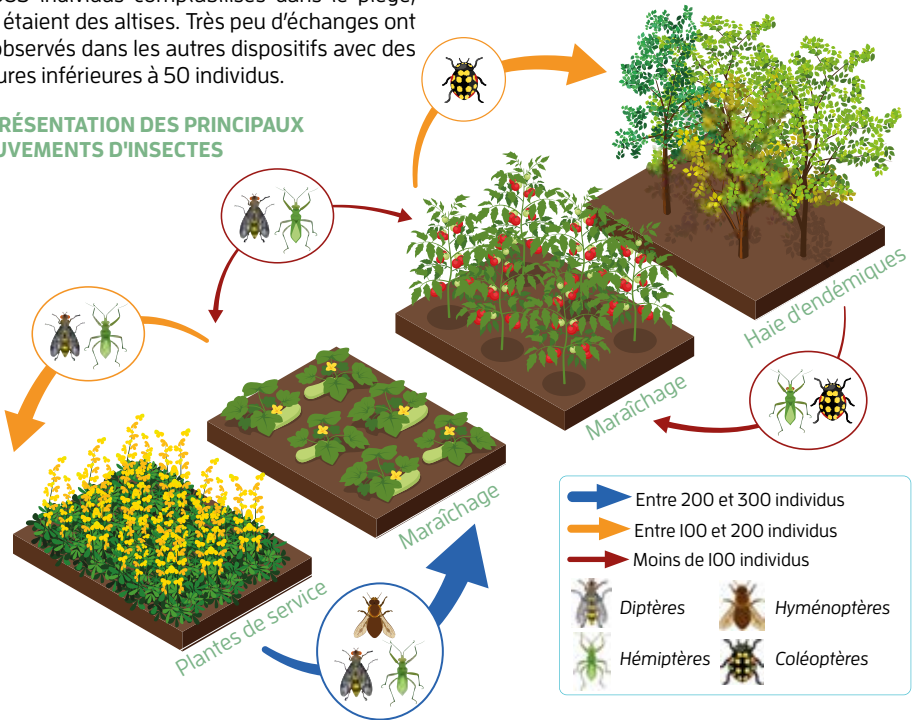
## RÉSULTATS DES PIÈGEAGES

Les captures ont été importantes en 2021 avec une moyenne d'environ 318 individus par pièges.

**Les flux les plus importants** ont été observés entre les plantes de service (crotalaire) et la culture de patate Hoffe, la culture de pois carré et une zone d'interculture et inversement. Sur l'ensemble de ces relevés, les captures étaient essentiellement composées de diptères (cécidomyies, drosophiles et syrphes), hémiptères (cicadelles, psylles et punaises) et coléoptères (altises et coccinelles). Les coccinelles telles que *Exochomus laeviusculus*, *Scymnus* sp. et *Psyllobora variegata* ont pu être identifiées.

**En 2022**, 95 individus en moyenne étaient comptabilisés dans les pièges, taux essentiellement dû à 2 pièges : l'un permettant de mesurer le flux entre la culture de patate douce et la haie d'espèces endémiques et/ou indigènes et l'autre entre des jeunes plants de tomates et des choux. Des déplacements importants de coléoptères ont été relevés à partir des patates douces. Sur les 383 individus comptabilisés dans le piège, 344 étaient des altises. Très peu d'échanges ont été observés dans les autres dispositifs avec des captures inférieures à 50 individus.

### REPRÉSENTATION DES PRINCIPAUX MOUVEMENTS D'INSECTES



## à savoir...

3 campagnes de piégeage ont été réalisées au cours du projet, une en 2021, deux en 2022 et une en 2023. Au total, 4 flux ont pu être caractérisés.

La méthodologie est détaillée en p.17

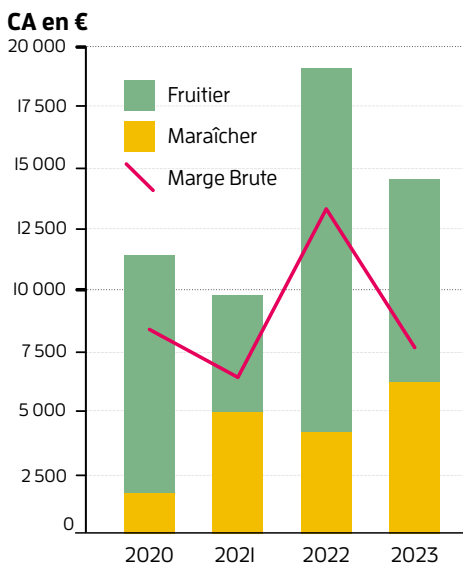
**En 2023**, les captures moyennes étaient de 150 individus par piège. Cependant, les captures ont été très importantes dans un des pièges, positionné entre les plantes de service (ambrevade) et une culture de poivrons. 640 individus répartis essentiellement entre des diptères, hyménoptères et lépidoptères ont été recensés. À l'inverse, les captures ont été quasi nulles dans le sens poivron - ambrevade. Lors des relevés, la culture de poivrons était au stade « début de floraison ». Concernant, les autres pièges ne comptabilisant que peu d'individus, les cultures étaient en cours de développement à des stades peu avancés.

## 2 | PERFORMANCES ÉCONOMIQUES

En 2022, le chiffre d'affaires (CA) était le plus important (18 444 €). Les cultures de patate douce (26%), songe (19%), chou rouge (14%), litchi (13%), pomme cythère (9%) contribuent fortement au chiffre d'affaires. Les cultures maraîchères représentent près de 80% du CA.

Le CA, tout comme la marge brute (MB) est moindre en 2023, environ 14000 €, dû à des cultures de cucurbitacées échouées (attaques fortes de pucerons) et à l'absence de récolte de fruit de la passion (replantation). Les cultures de litchi (25%), songe (21%), aubergine (14%), pomme cythère (13%) ont assuré la majorité du CA cette année 2023. L'année 2020 a connu un CA bien inférieur (10 975 €) à l'année 2023. En maraîchage, les cultures de salade (15%), fruit de la passion (15%), chou vert (11%) et chou rouge (10%) ont dégagé le plus de CA. Les récoltes de fruits de la passion ont représenté 100% du CA des cultures fruitières puisque c'est l'année où les litchis ont été taillés, les pommes cythère, bananiers et papayers plantés. Ainsi, cette année, le CA du maraîchage était 6 fois supérieur à celui des fruitières.

### RÉPARTITION DU CHIFFRE D'AFFAIRES



### à savoir...

Le chiffre d'affaires est calculé sur la base des mercuriales du marché de gros. Les prix utilisés dans nos calculs considèrent la moyenne des prix pour chaque culture pour l'année de production et les deux années précédentes. Ex : prix de vente 2020 = (prix de vente 2020 + prix de vente 2019 + prix de vente 2018) / 3.

L'année 2021 a été la moins bonne avec un CA de 9 515 €, avec des baisses de rendement. Plusieurs cultures (arachide, citrouille, chou rouge) ont subi de fortes attaques parasitaires (maladies et adventices). Cette année encore, le fruit de la passion a largement contribué au CA (43%).

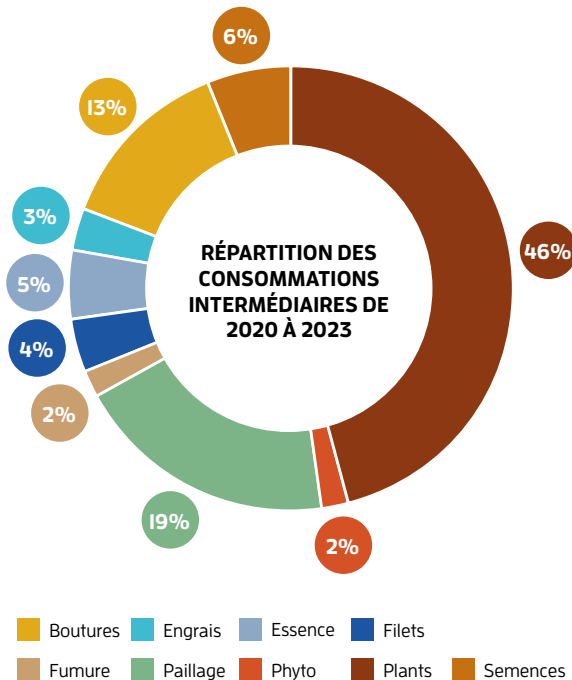
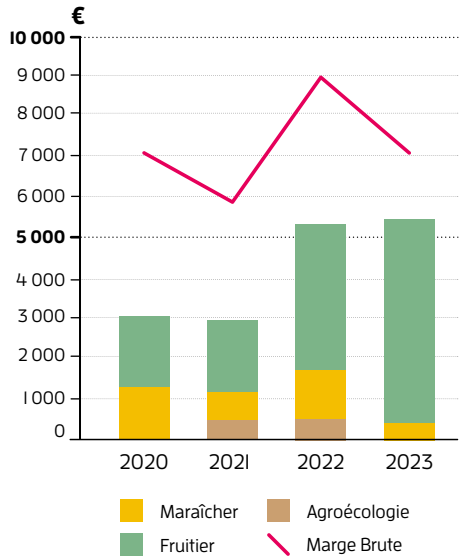


**Les coûts liés à l'achat d'intrants** pour les cultures sont à peu près égaux pour l'année 2020 (3 300 €) et l'année 2021 (3 200€).

En 2020, les charges étaient réparties également entre les productions maraîchères et fruitières. En effet, c'était l'année d'installation des papayers, des bananiers et des pommes cythère. A contrario, en 2021, les charges liées à la filière fruitière ont diminué au profit d'intrants destinés à des infrastructures agroécologiques (bandes fleuries, engrais verts, vétiver,...).

La part des coûts pour la filière maraîchère était stable pour 2020 et 2021. En 2022, les charges en maraîchage ont doublé en raison de deux facteurs : l'installation de vanilliers, considérés ici comme productions maraîchères, au pied des litchis et l'achat de semences (tubercules) de songe. En 2023, les charges ont encore augmenté notamment en raison de l'achat de bâches plastiques et toile de sol pour les tunnels, l'achat de semences de songe, de broyats de palette ou encore la réfection du système de palissage des fruits de la passion.

**RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS INTERMÉDIAIRES**



**La répartition des coûts** selon les items montre que les achats de plants, de semences et de boutures totalisent 65% des charges. En deuxième position, l'achat de paillage notamment de broyats de palettes consomme 19% des coûts, avant l'achat de carburant (5%). Le reste se répartit entre l'achat de produits de biocontrôle, d'amendement organique, d'engrais et de filets.

**La marge brute (MB)** de 2021 (6 300 €) est plus faible que celle de l'année précédente (7 700 €), diminution due à des baisses de rendement en 2021 avec des charges similaires pour les deux années. L'année 2022 a comptabilisé le plus de charges, mais aussi le meilleur chiffre d'affaires, traduction des meilleurs rendements. La marge brute cette année-là est aussi la meilleure (12 760 €) comparativement à 2020, 2021 et 2023.



### 3 | PERFORMANCES SOCIALES

**L'année 2020** est celle qui a nécessité le plus de travail : 360 jours de travail de 7h pour un individu. C'était l'année de l'installation de nombreuses cultures, fruitières et maraîchères. Le chantier "plantation et préparation des plants/semences" a mobilisé le plus de travail (18 jours de 7 heures) auquel s'ajoutent les chantiers de taille et palissage (litchi), de désherbage, de préparation de sol, et d'aménagement.

**L'année 2021 et celle de 2023** ont mobilisé le moins de travail : 174 jours de travail chacune. Comme évoqué précédemment, les rendements étaient mauvais d'une part, et plusieurs cultures n'ont pas pu être menées à terme d'autre part, à cause de problèmes techniques et climatiques (plantations tardives et problèmes parasitaires). Les retards cumulés dans les opérations de désherbage et débroussaillage ont pénalisé les rendements. Le temps des récoltes a été conséquemment plus faible.

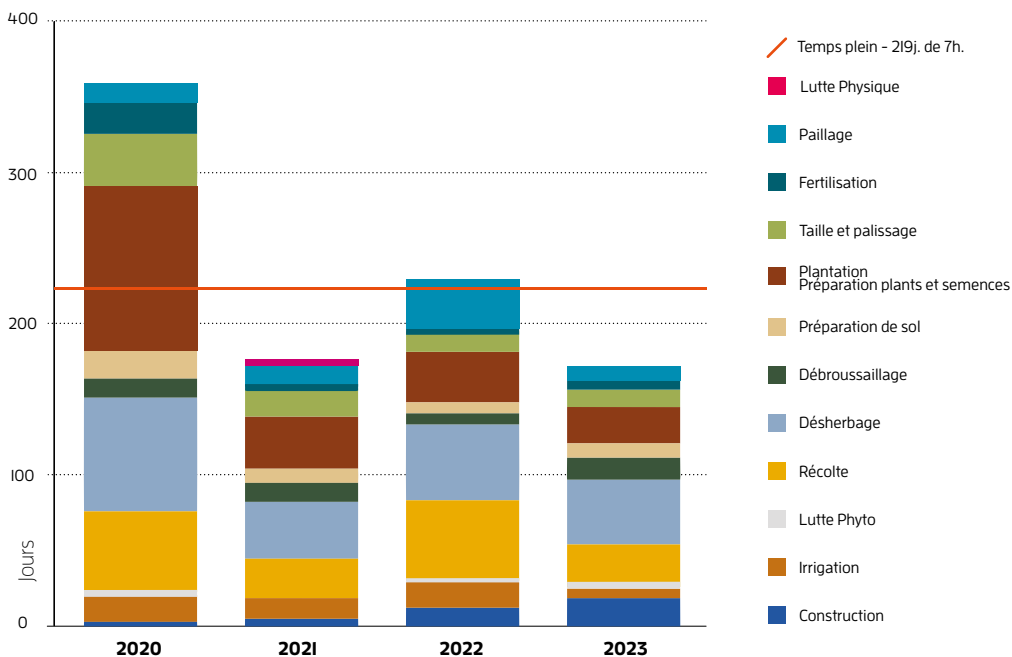


**L'année 2022** affiche une bonne marge brute avec un temps de travail annuel de 230 jours.

#### à savoir...

Les temps de travaux sont considérés en homme-jour sur la base d'une journée de 7h de travail. Est considéré comme temps plein : 219 jours de travail/an de 7h/jour (ligne rouge sur le graphique).

#### TEMPS DE TRAVAIL EN HOMME-JOUR NÉCESSAIRE PAR ANNÉE



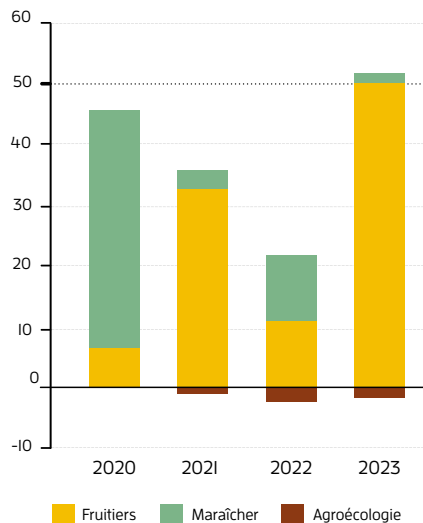
**La productivité du travail peut être considérée comme la richesse créée par unité de temps (heure).**

**Même si les années 2021 et 2023** affichent des marges brutes faibles, ce sont les plus favorables en terme de rentabilité du travail investi. En effet, pour ces années, la richesse créée par heure de travail est respectivement de 35 € et 50 €. Les cultures fruitières ont une meilleure productivité du travail que les cultures maraîchères. Le fruit de la passion est la culture qui a généré le plus de richesse pour le temps de travail investi en 2021, tandis qu'en 2023 c'était le litchi. Ces fruitiers ont nécessité peu de travaux. La mise en place et l'entretien des IAE sont coûteux et font baisser la productivité (environ - 2 €/h).

**L'année d'installation (2020)** est la moins intéressante, la richesse créée étant de 5 € par heure de travail.

**L'année 2022** traduit un travail investi se rapprochant de celui d'un salarié : la richesse créée est de 19 €/h. La productivité du travail des cultures maraîchères et fruitières sont similaires.

**PRODUCTIVITÉ DU TRAVAIL**



# OBSERVATOIRE PILOTÉ DE L'ARMEFLHOR

## I | PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

### INDICE DE FRÉQUENCE DE TRAITEMENT (IFT) DU SYSTÈME DE CULTURE

**En 2020**, les productions ayant reçu le plus de traitements sont : les manguiers, les choux, les oignons et les tomates. La collection variétale de manguiers est la zone ayant l'IFT le plus élevé du système de culture. En effet, les floraisons échelonnées, du fait de différentes variétés, ont rendu la gestion de l'oïdium difficile. Sur les zones maraîchères, la culture de choux pommés a été très sensible à la teigne des crucifères. Des filets ont été posés mais le ravageur était déjà installé, induisant donc la réalisation de 6 traitements pour tenter de réguler le ravageur.

**En 2021**, l'IFT est plus important sur les productions maraîchères. Cet IFT concerne principalement trois productions qui sont :

- Les courgettes, sujettes aux attaques de mouches des fruits et ayant nécessité des applications répétées d'argile,
- Les oignons fortement attaqués par les thrips,
- Les tomates pour lesquelles le mildiou a été présent pendant une longue partie du cycle cultural.

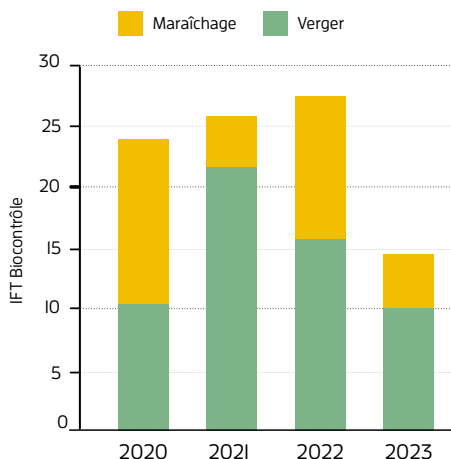
**En 2022**, l'IFT est en légère augmentation par rapport à l'année précédente. Sur le même modèle que l'année 2020, les manguiers ont nécessité des traitements répétés pour la gestion de l'oïdium mais également des mouches des fruits. Concernant les productions maraîchères, les oignons et les brèdes se détachent également de la moyenne de traitements du système afin de gérer les thrips et les limaces essentiellement.

**L'année 2023** enregistre l'IFT le plus bas alors que le nombre de productions a été le plus important. Les cultures majoritaires dans le calcul de l'IFT sont les manguiers (pour une récolte quasi nulle), les choux, les haricots verts, les oignons et les tomates.

### à savoir...

Il est important de noter qu'aucun produit à base de cuivre n'a été utilisé sur l'ensemble des productions du système.

### IFT BIOCONTRÔLE À L'ÉCHELLE DU SYSTÈME DE CULTURE





## CARACTÉRISATION DE LA BIODIVERSITÉ OBSERVÉE

### RÉSULTATS DES OBSERVATIONS À VUE

Sur les 7 bioindicateurs observés, les coccinelles et les araignées sont les 2 bioindicateurs les plus présents sur la parcelle depuis 2020 et sont observés à chaque date de relevé. Bien que la présence des coccinelles diminue au cours des années, elle reste élevée sur la haie d'espèces endémiques et la bande fleurie. Dès 2021, le taux de présence des coccinelles sur la parcelle diminue progressivement d'année en année. Cette diminution est surtout significative sur la bande fleurie. La diminution annuelle de la coccinelle en 2022 est surtout significative sur la haie d'espèces endémiques. Cette même année, le taux de présence des coccinelles est quasi identique dans les bandes fleuries et les arbres fruitiers. En 2023, les coccinelles sont plus présentes dans les haies et les bandes fleuries.

A préciser qu'en 2020, la zone fruitière observée ne comptait que les tomates arbustes et zévis nouvellement plantés. Cette zone s'est pro-

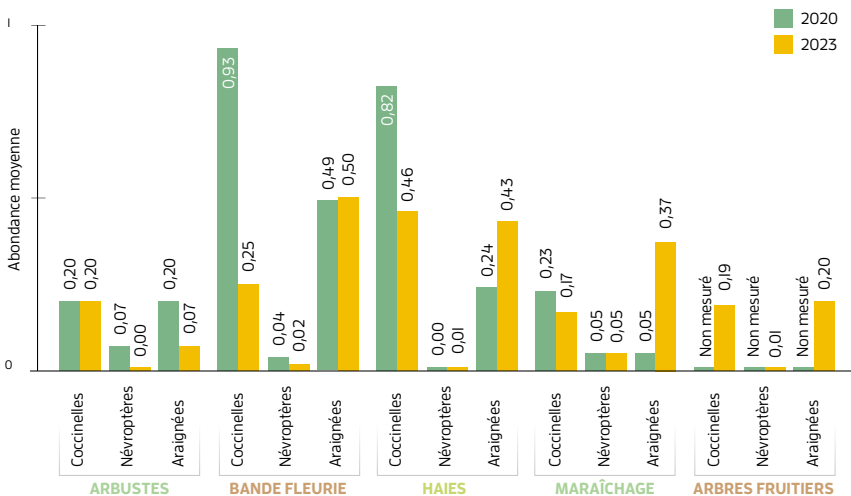
### à savoir...

Les observations ont été réalisées tous les 15 jours pendant la durée du projet. Les graphiques représentent les résultats obtenus au cours de l'année 1 et de l'année 4 pour mettre en évidence l'évolution de la biodiversité sur les systèmes de culture.

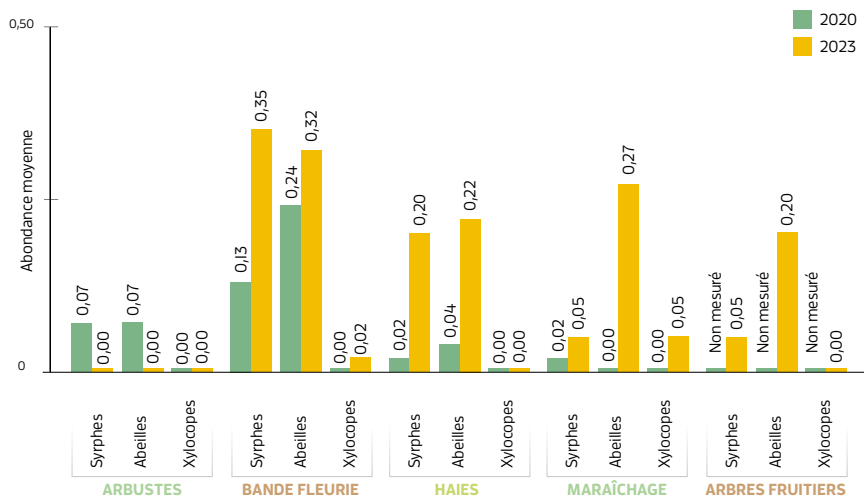
gressivement étendue en même temps que la croissance des arbres plantés au début de projet (zévis, tomates arbustes, atemoyas...) et aux collections de litchis et manguiers.

En 2020, le taux de présence annuel d'araignées sur la bande fleurie est supérieur aux autres habitats. En 2021, ce taux reste stable sur la bande fleurie mais augmente nettement sur la haie d'espèces endémiques, les cultures maraîchères, les zévis et tomates arbustes. Bien que les araignées soient moins présentes sur l'exploitation en 2022, leur taux de présence reste similaire sur les différents habitats observés. En 2023, les araignées augmentent légèrement et leur présence est très marquée sur les bandes fleuries.

### ÉVOLUTION DE L'ABONDANCE DES AUXILIAIRES PRÉDATEURS (Armefflor)



## ÉVOLUTION DE L'ABONDANCE DES AUXILIAIRES POLLINISATEURS (Armefflor)



### à savoir...

4 campagnes de piégeage ont été réalisées au cours du projet, une en 2021, deux en 2022 et une en 2023. Au total, il flux ont pu être caractérisés.

La méthodologie est détaillée en p.17

La présence de syrphes est régulièrement constatée sur la parcelle depuis 2020. Le taux moyen annuel de présence est de 6% en 2020, de 9 % en 2021, de 7 % en 2022 et atteint les 14 % en 2023. Elles sont observées sur les mêmes habitats en 2021 et 2022 (haies endémiques, cultures maraîchères, bandes fleuries et arbres fruitiers). En 2023, la population de syrphes double par rapport à 2022, elles sont surtout présentes sur les bandes fleuries et les haies.

## RÉSULTATS DES PIÉGEAGES

Les captures sont très variables selon les années et le positionnement du piège.

En 2021, les taux de captures les plus importants, compris entre 200 et 450 individus, ont été relevés pour les transferts de la haie vers la culture de patate douce, des aromates vers la culture de patate douce et de la haie vers les petits fruitiers (zézis et tomates arbustes).

En 2022, deux vagues de piégeage, en juillet et novembre, ont été réalisées. Les transferts entre la bande fleurie et la culture d'aubergines ont été importants avec 800 individus capturés, majoritairement des diptères tels que des cécidomyies.

A cette période, la bande fleurie présentait pourtant peu d'espèces en fleurs et les plants d'aubergines étaient au stade de développement foliaire.



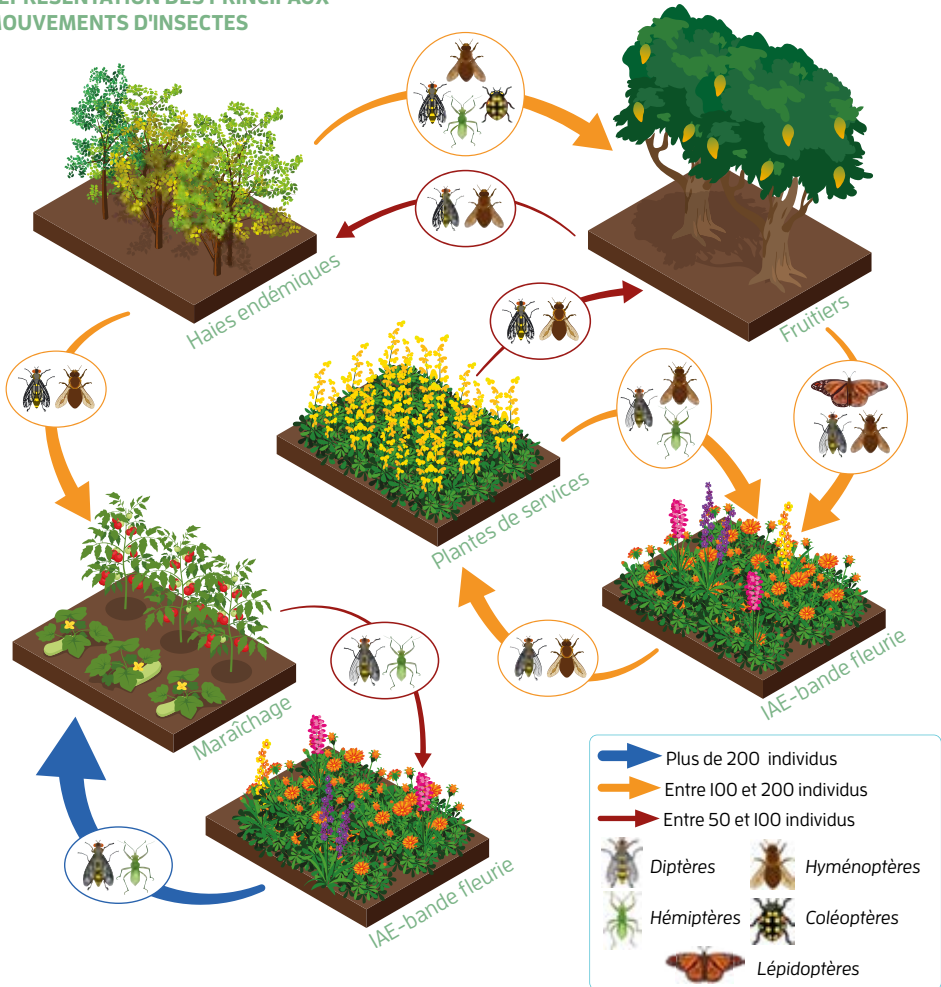
**En 2023**, les taux de captures ont été relativement faibles (inférieurs à 200 individus) mais homogènes entre les différents pièges. Les pièges ont été posés à un moment où les cultures étaient peu diversifiées, les zones maraîchères étaient principalement occupées par de la crotalaire ou des cultures sous filets.

**D'une manière générale**, les arthropodes capturés sont composés majoritairement de diptères, d'hyménoptères et d'hémiptères. Parmi les diptères on retrouve des drosophiles, des céci-

domyies et des syrphes. Chez les hyménoptères, il y a majoritairement des fourmis mais également des parasitoïdes. Enfin parmi les hémiptères capturés, les punaises et les cicadelles sont principalement identifiées.

Bien que les coléoptères ne soient pas nombreux dans les pièges, des coccinelles telles que *Exochomus laeviusculus*, *Scymnus* sp. et *Psyllobora variegata* ont pu être identifiées. Ces coccinelles proviennent des haies, des bandes fleuries et des crotalaires.

**REPRÉSENTATION DES PRINCIPAUX MOUVEMENTS D'INSECTES**

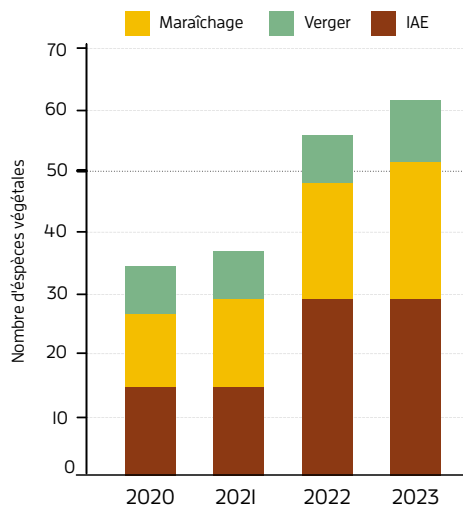


## DIVERSIFICATION DU SYSTÈME DE CULTURE

**Progressivement, la diversification s'est intensifiée.** Les zones d'infrastructures agroécologiques ont été plus importantes et l'implantation de plantes de services a été effectuée pour les raisons évoquées dans le paragraphe "Le système de culture et ses évolutions". Sur les zones dédiées au maraîchage, les plantings cultureux ont été mieux appréhendés et les surfaces de production optimisées laissant la possibilité de produire plus de cultures en même temps.

**Des associations ont également été réalisées** sur les planches combinant notamment des plantes aromatiques ou fleurs et d'autres cultures. A titre d'exemple, des plantes aromatiques en mélange avec des soucis ont été plantés de chaque côté de rangs de poivrons. Bien que le rendement escompté n'ait pas été atteint pour des raisons plutôt agronomiques, les poivrons n'ont pas subi d'attaques de thrips.

### DIVERSIFICATION VÉGÉTALE ET INFRASTRUCTURES AGROÉCOLOGIQUES (IAE)



En cultures d'oignons, deux méthodes pour réduire les populations de thrips ont été exploitées:

- L'insertion de patches de coriandre sur les planches de production (Picault et al., 2018),
- La plantation de soucis dans la culture répartis de façon aléatoire.

Ces deux méthodes n'ont pas montré de réelle efficacité mais le stade des plantes de service n'était pas suffisamment avancé par rapport à la culture pour apporter les bénéfiques souhaités.

Les variétés ont souvent été mélangées dans les zones de culture mais rarement dans la planche elle-même pour des aspects logistiques. En effet, certaines variétés peuvent être plus précoces que d'autres rendant la gestion des plantings difficile. Leur sensibilité aux bioagresseurs est également différente (voir l'exemple du manguier dans le paragraphe Indice de Fréquence de Traitement du système de culture p.36).

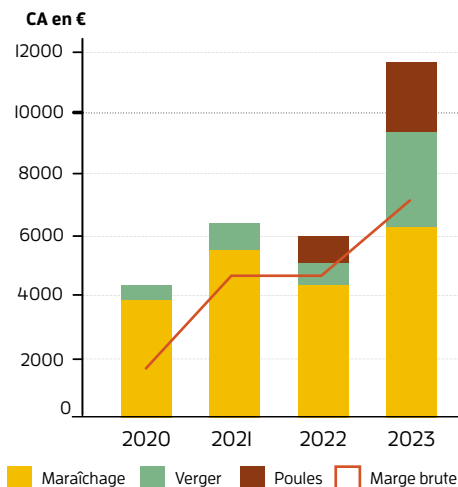




## 2 | PERFORMANCES ÉCONOMIQUES

Les zones de productions fruitières ont été, pour la plupart, implantées au début du projet. Aussi, le chiffre d'affaires du système de culture est essentiellement dû aux productions maraîchères qui représentent environ 20% de la surface de la parcelle et aux productions de mangues et litchis apportant un revenu à peu près un an sur deux.

### CHIFFRE D'AFFAIRES DU SYSTÈME



**En 2020**, le CA est induit essentiellement par les cultures de brèdes (32% du CA total), laitues (20%), haricots verts (15%), aubergines (14%) et chou (10%). La marge brute sur cette année est très faible. En effet, les dépenses ont été importantes pour mettre en place le système et notamment pour l'achat de plants de fruitiers.

**En 2021**, le CA augmente légèrement, généré essentiellement par les productions d'oignons (47%), d'aubergines (12%), de laitues (6,5%), de patates douces (6,5%) et de mangues (13%). L'achat de plants et semences occupe le plus gros poste de dépenses.

L'atelier poules pondeuses a été mis en place au cours du premier semestre **2022**, apportant un complément de revenu dès le mois d'août. La production de fruits a été quasi inexistante aussi, le CA se répartit essentiellement sur les deux cycles de laitues réalisés en période estivale (40%), les brèdes (18%) et les œufs (16,5%).

### à savoir...

Le chiffre d'affaires (CA) est calculé sur la base des mercuriales du marché de gros. Les prix utilisés dans nos calculs considèrent la moyenne des prix pour chaque culture pour l'année de production et les deux années précédentes.

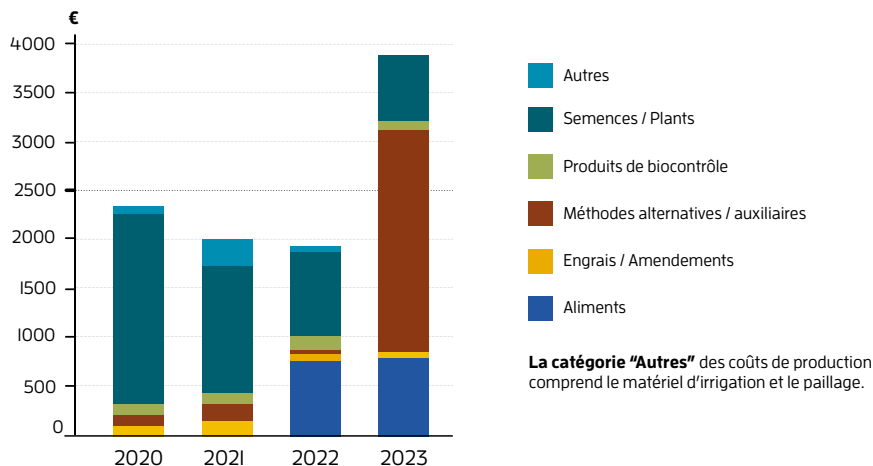
Ex : prix de vente 2020 = (prix de vente 2020 + prix de vente 2019 + prix de vente 2018) / 3.

**Enfin, 2023** enregistre le CA le plus élevé. Ce CA est principalement dû aux mangues et litchis (25%), aux œufs (18%), aux salades (14%), aux poivrons (7%), aux betteraves (7%). En parallèle, les coûts ont fortement augmenté, répartis globalement entre l'aliment pour les poules, les semences et plants et la mise en place de méthodes alternatives. Cette dépense élevée est liée à l'achat du filet Biotex utilisé pour couvrir les manguiers. Le filet étant réutilisable, cette dépense serait à répartir sur plusieurs années.

**Le CA augmente globalement** d'année en année en même temps que le nombre de cultures implantées s'accroît. Le fait de diversifier les productions a permis de compenser les pertes induites par des cultures au rendement faible voire nul.



## COÛTS DE PRODUCTION ET DÉPENSES



## 3 | PERFORMANCES SOCIALES

Les travaux importants de mise en place (arrachage d'arbres non productifs et haie d'espèces exotiques, installation de grillage...) ne sont pas comptabilisés ici. Globalement, les temps de travaux varient peu selon les années.

**En 2020**, le système de culture a nécessité environ 460 heures de travail, soit à peu près 66 jours de travail de 7h, réparties essentiellement entre les travaux de préparation de planches, les plantations et les récoltes.

**En 2021**, le temps alloué au système de culture est légèrement moins important (410 heures soit 59 jours) avec une répartition assez homogène entre les différents postes de travail.

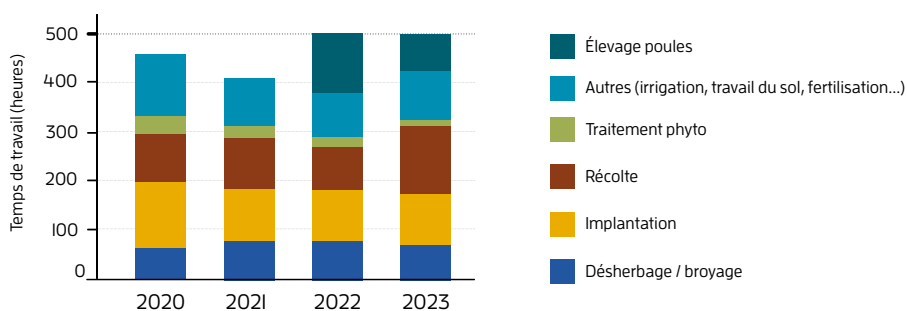
## Les temps de travaux augmentent en 2022

avec la mise en place de l'atelier poules pondeuses. Cette nouvelle activité a nécessité un temps d'adaptation et le temps consacré à cet atelier s'est peu à peu réduit en même temps qu'une routine s'est installée.

**En 2023**, le temps "gagné" sur la gestion des poules pondeuses a été consacré aux récoltes au regard de l'augmentation du nombre de cultures implantées dans l'année.

L'essentiel des temps mesurés concerne la zone maraîchère étant donné que les nouveaux vergers n'étaient pas en production pendant la durée du projet. Le temps de gestion de l'enherbement dans ces zones a par ailleurs diminué avec l'arrivée des poules.

## TEMPS DE TRAVAIL PAR ANNÉES





## I | PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

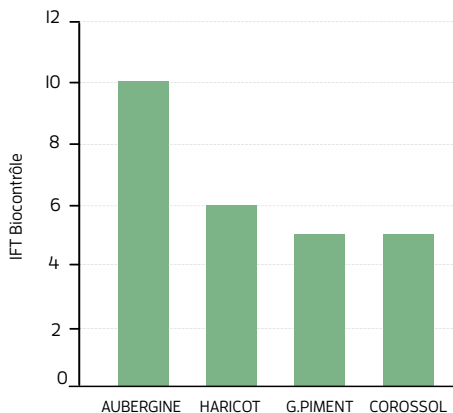
### INDICE DE FRÉQUENCE DE TRAITEMENT (IFT) DU SYSTÈME DE CULTURE

Les cultures ayant nécessité des traitements de biocontrôle entre 2020 et 2023 ont été l'aubergine, l'oignon, le haricot, le corossol, les courgettes, le gros piment et l'ananas. Le graphique représente l'IFT cumulé pour les années 2020, 2021, 2022 et 2023.

L'aubergine est la culture la plus fragile avec des attaques de cicadelles, de thrips, de cochenilles et de pucerons. A noter qu'en 2023 une attaque de virus sur tomates a entraîné la perte totale de la culture.

Les IFT sont très faibles au regard du nombre de cultures mises en place et de cycles sur le système de culture.

IFT BIOCONTRÔLE CUMULÉ PAR CULTURE SUR LA DURÉE DU PROJET



### CARACTÉRISATION DE LA BIODIVERSITÉ OBSERVÉE

#### RÉSULTATS DES OBSERVATIONS À VUE

Sur les trois années de suivis, les coccinelles et les araignées sont les 2 bioindicateurs les plus présents sur la parcelle. Ils sont observés quasiment à chaque date d'observation. Leur présence varie en fonction des mois et des années.

Dès 2020, la présence des coccinelles est élevée sur la haie d'espèces endémiques. En revanche, c'était le seul bioindicateur observé sur la haie au cours de cette première année.

En 2021, le taux de présence annuel a augmenté considérablement sur la haie pour régresser en 2022. Sur les cultures maraîchères, le taux de présence annuel des coccinelles est satisfaisant sur les trois années de suivi. Les coccinelles sont présentes sur les différents habitats observés.

#### à savoir...

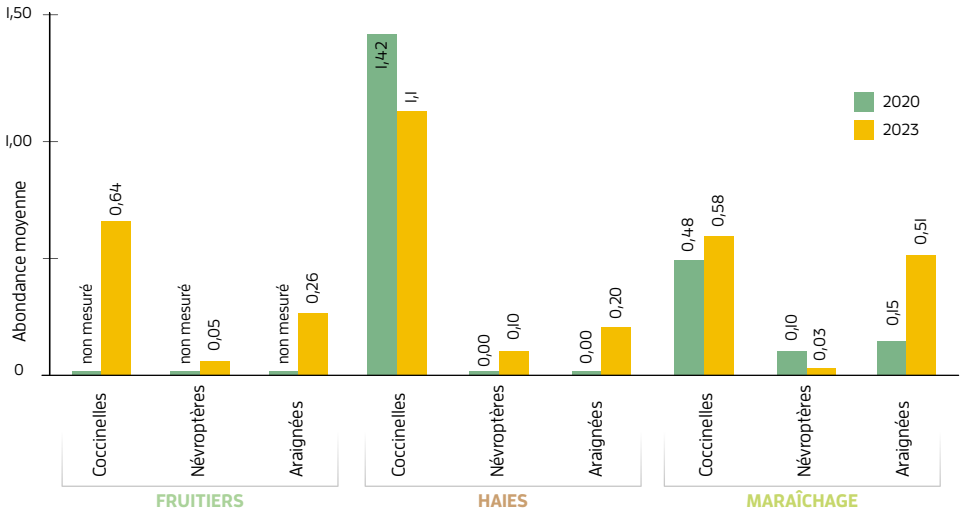
Les observations ont été réalisées tous les 15 jours pendant la durée du projet. Les graphiques représentent les résultats obtenus au cours de l'année 1 et de l'année 4 pour mettre en évidence l'évolution de la biodiversité sur les systèmes de culture.

La présence des araignées augmente globalement au cours des années du projet sur l'ensemble du système de culture.

En 2023, le taux de présence des araignées est considéré comme élevé. Bien que leur présence soit plus importante dans les cultures maraîchères, les araignées sont présentes dans tous les habitats.

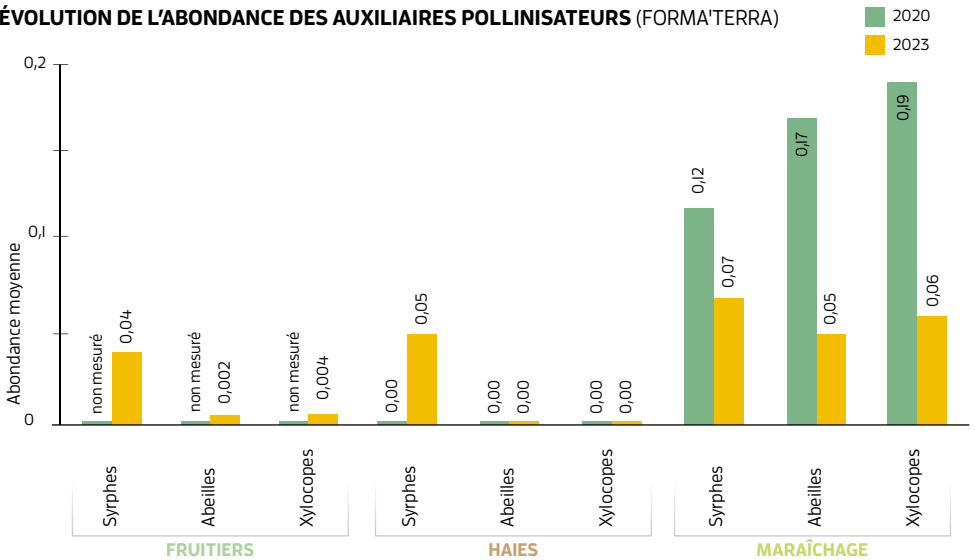


**ÉVOLUTION DE L'ABONDANCE DES AUXILIAIRES PRÉDATEURS (FORMA'TERRA)**



**La présence de syrphes** est régulièrement constatée sur les cultures maraîchères depuis 2020. Leur abondance a cependant diminué au cours des années pour atteindre une présence minimum en 2022. En 2023, les syrphes sont présents dans les trois habitats observés.

**ÉVOLUTION DE L'ABONDANCE DES AUXILIAIRES POLLINISATEURS (FORMA'TERRA)**



## RÉSULTATS DES PIÉGEAGES

Les captures sont très variables selon les années et le positionnement du piège.

**Les taux de captures les plus importants ont été enregistrés en 2021** dans deux pièges principalement. Le piège mesurant le transfert d'arthropodes de la haie d'espèces indigènes a capturé près de 2400 individus, majoritairement des diptères. Le deuxième piège positionné entre la culture d'ananas et d'aubergines a permis la capture d'environ 870 individus de l'ordre des diptères principalement. Les quatre autres pièges comptent entre 50 et 170 individus capturés.

**En 2022**, deux vagues de piégeage, en avril et octobre, ont été réalisées. Les transferts entre les grenadiers et les haricots ont été importants avec environ 750 individus capturés en avril, des diptères principalement tels que des drosophiles, cécidomyies, syrphes et tipules. Les autres catégories les plus représentées sont les lépidop-

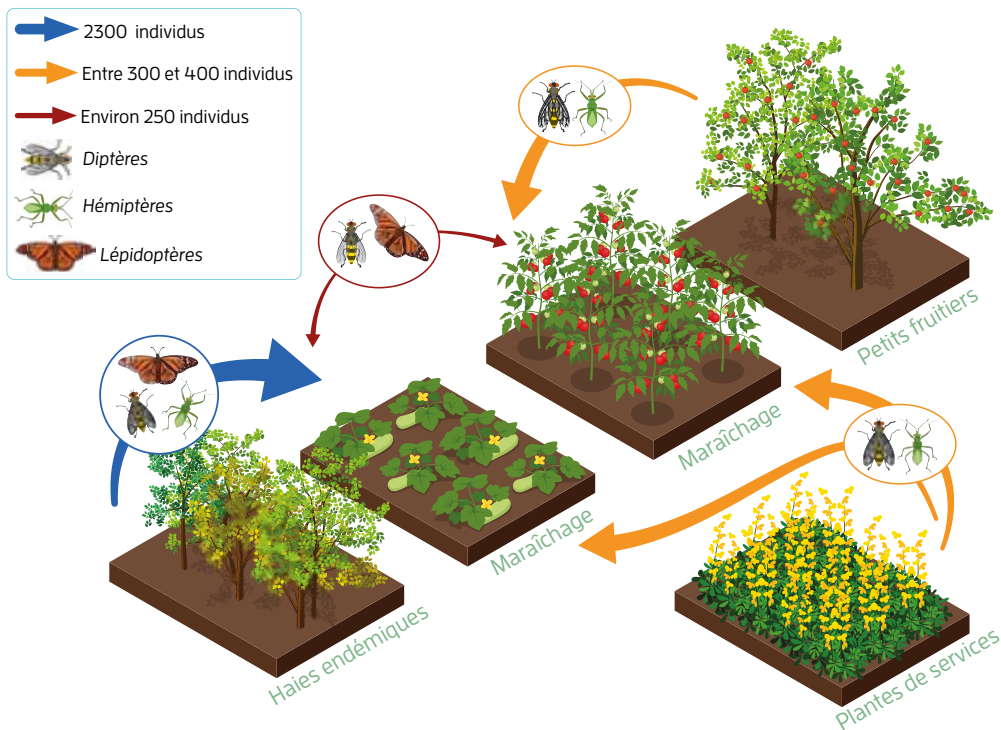
## à savoir...

Quatre campagnes de piégeage ont été réalisées au cours du projet, une en 2021, deux en 2022 et une en 2023. Au total, sept flux ont pu être caractérisés.

tères et les hémiptères (psylles et cicadelles). Les autres pièges posés sur cette même période ont capturé en moyenne 170 individus. En octobre, les captures oscillent entre 50 et 320 individus, le plus gros transfert ayant été enregistré entre la culture d'aubergines et la culture d'ananas.

**En 2023**, les taux de captures ont été similaires aux taux relevés en 2022 à savoir que le nombre d'arthropodes moyen capturé par piège était d'environ 240 individus. Le flux le plus important a été recensé d'une culture d'aubergines vers une culture d'oignons verts avec une quantité importante d'altises.

## REPRÉSENTATION DES PRINCIPAUX MOUVEMENTS D'INSECTES



## DIVERSIFICATION DU SYSTÈME DE CULTURE

Le système est composé d'un bloc principal de 4500 m<sup>2</sup>, subdivisé en 2 sous-blocs. La surface dédiée aux productions maraîchères représente 2195 m<sup>2</sup>, celle aux productions fruitières représente 1480 m<sup>2</sup>. Les surfaces de chemins et infrastructures agroécologiques représentent 825 m<sup>2</sup>.

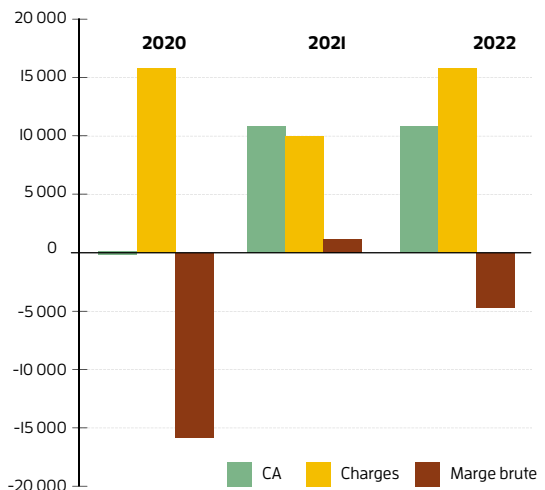
	2020	2021	2022	2023
<b>Espèces maraîchères</b>	5	8	10	15
<b>Espèces fruitières</b>	4	4	5	4
<b>Espèces dans les infrastructures agroécologiques (IAE)</b>	7 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haie d'espèces endémiques</li> <li>• Plantes de services</li> </ul>	23 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haie d'espèces endémiques</li> <li>• Plantes de services</li> </ul>	25 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haie d'espèces endémiques et de plantes de services</li> <li>• Patches fleuris</li> <li>• Couvert végétal</li> </ul>	25 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haie d'espèces endémiques</li> <li>• Plantes de services</li> <li>• Patches fleuris</li> <li>• Couvert végétal</li> </ul>
<b>TOTAL D'ESPÈCES</b>	<b>16</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>44</b>

## 2 | PERFORMANCES ÉCONOMIQUES

Les produits issus du système de culture STOP de Forma'Terra sont certifiés Agriculture Biologique. Ils sont commercialisés via trois circuits : coopérative, restauration scolaire (cuisine Forma'Terra), vente directe au personnel de l'établissement.

Si l'année 2020 est l'année de départ, avec de fortes charges liées à la mise en route du système et aux nécessaires investissements sans chiffre d'affaires effectif, le chiffre d'affaires des années suivantes est marqué par des passages de cyclones, notamment en 2022 ayant entraîné une forte perte dans les fruitiers notamment.

CA, charges et marge brute (€/ha)



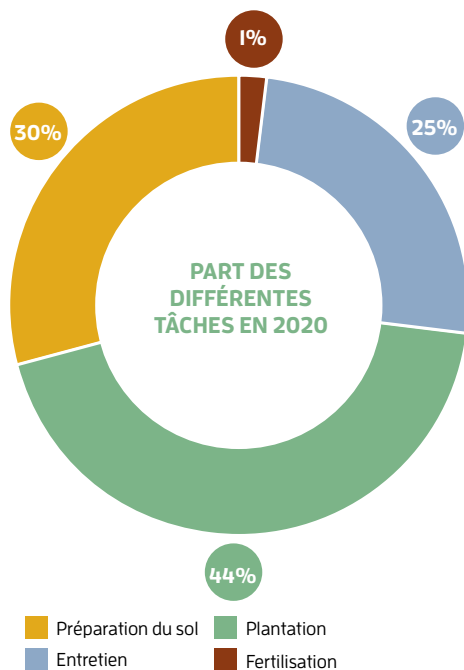
### 3 | PERFORMANCES SOCIALES

Les graphiques représentent la répartition des temps de travaux pour les années 2020, année de mise en place du système de culture et 2022.

**L'année 2020** a été essentiellement consacrée à la mise en place du système de culture. Les temps de travaux se répartissent donc entre la préparation globale de la parcelle, des planches maraîchères et fruitières, la plantation de toutes les zones de production et l'entretien de la parcelle et des plantations.

**En 2021**, la répartition des tâches est très semblable à l'année 2020 avec des travaux de mise en place et d'entretien des cultures importants et peu de récoltes. En effet, les fruitiers ayant été implantés en 2020 sont peu productifs et les cultures implantées sur les zones maraîchères sont principalement des cultures à cycles longs (ananas, aubergines).

**En 2022**, les temps de plantation et de récolte sont équivalents. La répartition des temps de travaux met en évidence que la gestion des adventices

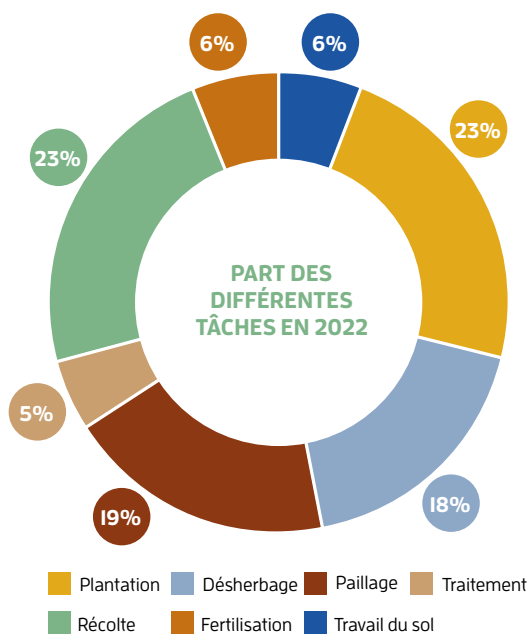


■ Préparation du sol ■ Plantation  
■ Entretien ■ Fertilisation

est prépondérante sur le système de culture avec des postes de désherbage et paillage qui occupent 37% du temps de travail. Au total, 2396 heures de travail ont été nécessaires à la conduite du système en 2022, soit 4792 heures pour la conduite d'un système de ce type sur un hectare. Ainsi, ce système a mobilisé 3 ETP/ha/an (Equivalent Temps Plein).

**En 2023**, la répartition des tâches est similaire à celle de 2022. Cependant, avec l'installation d'une routine pour certaines tâches, le nombre d'ETP nécessaire à la conduite de ce système diminue à 2 ETP/ha/an. C'est au cours de cette année que le pilotage et l'entretien de la parcelle sont plus aisés. L'installation d'un atelier de poules pondeuses intégré dans la rotation des îlots devra trouver également un aspect routinier.

Il faut noter que la conduite du système de culture STOP de l'EPL Forma'Terra a demandé un investissement en personnel conséquent. Cet aspect peut impacter lourdement les résultats financiers si les récoltes ne suivent pas.



■ Plantation ■ Désherbage ■ Paillage ■ Traitement  
■ Récolte ■ Fertilisation ■ Travail du sol



 Focus...

## LE "ROULAPOUL"

**Durant les ateliers de co-conception avec les agriculteurs, l'insertion de volailles dans les systèmes de culture a souvent été évoquée comme levier innovant. Aussi, cette proposition, encore peu pratiquée chez les agriculteurs, a été retenue et l'Armeflhor s'est portée volontaire pour évaluer ce dispositif sur l'observatoire piloté du site.**

La volonté initiale était d'associer des oies, pour la gestion de l'enherbement, et des poules, pour la gestion des ravageurs. Cette option n'était pas envisageable d'un point de vue réglementaire, le choix s'est donc orienté vers un élevage de poules pondeuses ce qui permettait également de diversifier les revenus. Cependant, les poules se déplacent rarement très loin de leur habitat. Aussi, pour gérer l'enherbement et éviter un surpâturage, le principe du **pâturage tournant dynamique** a été adopté. Cette technique consiste à diviser la zone pâturable en plusieurs parcs de petite taille et à effectuer une rotation des animaux entre chaque parc, avec un temps de séjour court pour assurer une consommation régulière du couvert herbacé tout en permettant la gestion des ravageurs (mouches des fruits,..). **Ce choix nécessitait donc d'avoir un poulailler déplaçable sur la parcelle.**

**Pour la construction du poulailler mobile,** les premières réflexions ont débuté en 2020

et se sont poursuivies en 2021 par des discussions avec des acteurs de la filière et des visites chez quelques éleveurs. **Un premier prototype** a été élaboré dont les caractéristiques répondaient aux exigences du cahier des charges "Agriculture Biologique" afin d'avoir une évaluation maximum des coûts d'installation. Ce premier plan a ensuite été présenté à un groupe d'éleveurs, partenaires du réseau de l'Armeflhor, lors d'un **atelier de co-conception** spécifique au poulailler. Les échanges et les suggestions ont permis d'améliorer les plans et de proposer une maquette finale à construire.

Toutes les étapes, de la conception à la fabrication, ont été réalisées sur le site. **Une formation à l'auto-construction** a lancé le chantier de fabrication du Roulapoul en 2021.

En savoir plus sur le Roulapoul



# RETOURS DE L'ÉQUIPE PROJET SUR LES LEVIERS

## LUTTE PHYSIQUE

**OBJECTIF :** Créer un effet barrière pour limiter les attaques de bioagresseurs (adventices, mouches des fruits et des légumes, lépidoptères) - Détruire physiquement les adventices (ex : fauchage, désherbage physique...)

### MISE EN ŒUVRE

- Utilisation de paillage plastique ou organique sur la planche de culture
- Destruction physique des adventices par la chaleur
- Installation de filets insect-proof ou autre barrière physique sur les cultures
- Insertion d'animaux de service dans la parcelle

### EFFICACITÉ GLOBALE

**L'utilisation de paillage plastique** pour gérer les adventices est très efficace. Le paillage organique est également efficace et enlève la problématique de gestion des déchets.

**Le désherbage thermique** s'est avéré efficace au Cirad (seul site ayant expérimenté la méthode).

**La pose de filet** est efficace contre les ravageurs comme les mouches des fruits et des légumes, lépidoptères mais inefficace contre les ravageurs de petite taille (acariens).

**Un élevage de poules** pondeuses a été mis en place dans le système de culture de l'Armeflor. L'efficacité concernant la gestion des ravageurs, notamment des mouches des fruits, n'a pas été mesurée en tant que telle. Mais cette méthode combinée avec d'autres mesures a permis d'avoir un rendement en mangues commercialisable. Par ailleurs, le principe du pâturage tournant dynamique a considérablement réduit le temps de fauche à la débroussailluse.

### RETOUR D'EXPÉRIENCE

**Le prix du paillage plastique** augmentant, certains sites ont limité l'utilisation de ce matériau et l'ont remplacé par des copeaux de bois, de la paille de vétiver ou de canne à sucre ou par du désherbage manuel. Pour le paillage organique, une épaisseur suffisante est nécessaire pour optimiser l'efficacité mais il n'est pas toujours facile de s'en procurer. Aussi, le vétiver planté dans le système de culture et les bois de taille des arbres permettent d'avoir de la matière disponible.

**Le désherbage manuel et le fauchage** sont efficaces mais très chronophages et contraignants.

**Le désherbage thermique** quant à lui serait à combiner avec du faux semis et du paillage.

**Les filets anti-insectes** peuvent être coûteux et nécessitent un bon entretien pour être rentabilisés sur plusieurs cycles. Ils sont très efficaces pour limiter les attaques de ravageurs mais une attention particulière doit être portée avant l'installation (ravageur absent de la culture) et une fois installé (développement possible de maladies dû à une aération moins importante).

**L'insertion d'un élevage de poules** dans le système de culture demande une attention particulière pour répondre aux normes réglementaires et apporter le bien-être adéquat aux animaux. A l'Armeflor, la parcelle a été grillagée et le parcours délimité par une clôture électrique pour limiter les attaques de chiens errants. Le temps de travail est augmenté d'une part pour gérer l'élevage (nourrissage, ramassage des œufs...), mais diminué d'autre part pour la gestion de l'enherbement. L'élevage a apporté une réelle plus-value au système de culture.

## PROPHYLAXIE

**OBJECTIF :** Prévenir le développement de maladies, de ravageurs et d'adventices

### MISE EN ŒUVRE

- Rotation des cultures
- Emploi de variétés tolérantes/résistantes
- Choix de cultures adaptées
- Nettoyage du matériel
- Utilisation d'augmentorium

### EFFICACITÉ GLOBALE

**Les variétés** généralement utilisées résultent de travaux réalisés par ailleurs pour évaluer leur tolérance à certaines maladies. Cette pratique a effectivement permis de limiter les attaques.

**Les pratiques prophylactiques** sont globalement efficaces pour limiter les pertes de productions dues aux bioagresseurs.

### RETOUR D'EXPÉRIENCE

Ces pratiques sont assez faciles à mettre en place mais demandent tout de même une attention particulière. A titre d'exemple, les rotations culturales (choix des cultures, planning de plantation...) nécessitent une certaine organisation. Il existe des outils pour aider à planifier ces mises en place, par exemple l'outil KAROBIO a été utilisé sur les sites de l'Armefflor et de l'EPL Forma'Terra.

## DIVERSIFICATION VÉGÉTALE

**OBJECTIF :** Augmenter la biodiversité fonctionnelle - Créer un effet barrière - Perturber les cycles des bioagresseurs - Apporter des bénéfices agronomiques - Créer un effet de dilution des ravageurs/maladies.

### MISE EN ŒUVRE

Insertion d'infrastructures agroécologiques :

- Mélanges fleuris ou aromatiques
- Haies d'espèces endémiques ou indigènes...

### EFFICACITÉ GLOBALE

**La régulation** des bioagresseurs n'a pas été évaluée. En revanche, des flux d'arthropodes ont été mis en évidence au départ de ces infrastructures et vers les zones proches.

**Les auxiliaires** n'ont pas été observés de façon régulière notamment lorsque les infrastructures étaient inexistantes à certaines périodes de l'année.

**Les haies** permettent de créer des effets « barrière ».

### RETOUR D'EXPÉRIENCE

Ces infrastructures nécessitent de l'entretien qui peut s'avérer coûteux et chronophage notamment pour les bandes fleuries. En fonction des objectifs, il est important d'avoir une floraison étalée et permanente notamment à proximité des planches maraîchères, ce qui demande une gestion dans le temps et dans l'espace. Le choix des espèces est important.

## PRODUITS DE BIOCONTRÔLE

**OBJECTIF :** Réguler les bioagresseurs

### MISE EN ŒUVRE

Application de produits de biocontrôle et/ou utilisables en agriculture biologique autorisés pour les usages concernés.

### EFFICACITÉ GLOBALE

L'efficacité des produits appliqués n'a pas toujours été démontrée, certains bioagresseurs ont pu être régulés et d'autres non. Cependant, de nombreux facteurs doivent être pris en considération pour l'application de ces produits. Des expérimentations sont nécessaires pour optimiser leur utilisation en milieu tropical.

### RETOUR D'EXPÉRIENCE

Les produits de biocontrôle étaient souvent appliqués une fois le ravageur installé, limitant ainsi leur efficacité. Il fallait trouver le juste milieu entre laisser la biodiversité fonctionnelle agir et avoir une production commercialisable. La mise en œuvre de ce levier est tout de même facile. Les coûts relatifs à cette pratique sont modérés, ils ne représentent qu'une petite part dans les coûts de production des systèmes de culture évalués.

# CONCLUSION - PERSPECTIVES

**Les trois systèmes tropicaux du projet STOP conduits sans pesticide de synthèse ont permis durant ces six années d'expérimenter les leviers de la protection agroécologique des cultures à l'échelle d'un agrosystème et ce en briguant les trois niveaux de performances du développement durable.**

Outre les conduites et les leviers mis en œuvre, le caractère innovant de ce projet réside principalement dans le fait que les évaluations ont été menées à l'échelle d'un système de culture en milieu tropical selon le principe de suivis d'observatoires pilotés. Il a alors permis de réaliser un travail important pour la mise au point d'une méthodologie et l'établissement d'une grille d'évaluation adaptable et utilisable pour de nombreux projets d'évaluation de systèmes de culture diversifiés.

**STOP se voulait être un projet participatif au cours duquel les agriculteurs ont pu faire part de leurs besoins** ; interactions concluantes bien que ralenties par la situation sanitaire due à la COVID-19. Les enquêtes réalisées lors de la traque à l'innovation ont permis de recueillir des pratiques innovantes pour pallier l'usage des pesticides de synthèse. Les ateliers de co-conception des systèmes de culture avec des collectifs mixtes d'agriculteurs, d'expérimentateurs, de conseillers agricoles et de chercheurs ont été le premier fait marquant du projet. Les formations à l'autoconstruction pour la fabrication du premier poulailler mobile à La Réunion et les nombreuses visites et ateliers d'évaluation ont été des événements inclusifs importants. Ainsi, du choix des dispositifs au schéma de restitution des résultats, leur participation a été précieuse et les échanges riches d'enseignements.

## DU POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL...

**La diversification** a rempli ses fonctions dans les trois systèmes où une certaine résilience a pu être constatée. Les résultats, bien qu'améliorables, démontrent la possibilité de conduire des systèmes de culture en milieu tropical sans pesticide chimique de synthèse. Les différents **leviers agroécologiques** déployés, basés notamment sur les expériences de projets antérieurs, ont

montré leur efficacité même si certaines composantes restent à évaluer. L'étude a essentiellement pris en considération le compartiment aérien bien que le compartiment "sol" soit un élément essentiel au bon fonctionnement d'un agroécosystème.

Des premiers constats ont pu être faits sur **l'abondance des auxiliaires**, il n'a toutefois pas été possible de démontrer les causes ou liens liés aux fluctuations d'abondance bien que les aléas climatiques et la pression en bioagresseurs (influençant les pratiques agronomiques et phytosanitaires) peuvent d'ores et déjà en constituer les raisons.

**Les suivis de biodiversité** nécessitent d'aller plus loin dans leur interprétation, comme l'analyse des flux d'arthropodes, en qualifiant bien les auxiliaires et les bioagresseurs entre les différents compartiments d'un système diversifié.

## DU POINT DE VUE SOCIAL...

**La conduite des systèmes STOP peut être qualifiée de socialement soutenable.** Les temps de travaux ont été raisonnables quel que soit le pas de temps (hebdomadaire,...) et les charges de travail ont été globalement régulières excepté la première année d'installation. Aucune pénibilité inhabituelle n'a été constatée sur les observatoires que ce soit sur le port de charges lourdes ou la répétitivité des tâches par exemple.

Aussi, l'insertion d'un atelier poules pondeuses a apporté une réelle plus-value dans les systèmes (Armefflor et Forma'Terra) d'un point de vue économique, agro-environnemental, mais également social au regard des retours des expérimentateurs sur le bien-être à côtoyer des animaux et à gérer cet atelier.



## DU POINT DE VUE ÉCONOMIQUE...

Ces systèmes de culture sont jeunes ; pour certains, des arbres fruitiers ont même été implantés au cours de la deuxième voire de la troisième année du projet. Dans d'autres cas, des cultures étaient déjà présentes mais très peu rentables (arbres vieillissants, variétés peu ou pas productives). Ces deux aspects ont été importants à l'Armefflor. Ces fruitiers, non productifs, ont impacté négativement les résultats économiques en occupant une part importante de l'espace, en induisant des charges non négligeables pour des productions très faibles voire nulles.

Par ailleurs, l'évaluation économique s'est basée sur une valorisation des produits à l'image d'un écoulement sur le marché de gros. Les critères de qualité étant exigeants, les rendements commercialisables étaient parfois faibles et la valorisation alors sous-estimée. Aucun autre circuit, comme la transformation, n'a été exploré ce qui aurait permis d'apporter un revenu complémentaire pour des produits qui avait été catégorisés en « déchets ». Par ailleurs, le calcul du prix de vente était basé sur un prix moyen sur trois ans pour lisser les potentiels aléas climatiques.

Aussi, **le chiffre d'affaires est potentiellement sous-évalué**, car ne reflétant pas le prix des fruits et légumes de l'année en cours. Dans le même temps, le coût global des intrants a progressivement augmenté. Malgré ces éléments, des résultats économiques positifs non négligeables et parfois croissants sur la durée du projet ont pu être générés.

Aussi, les systèmes de culture à l'image du projet STOP sont tout à fait **compatibles avec plusieurs Mesures Agroenvironnementales et Climatiques (MAEC)** en vigueur à La Réunion. Ces mesures apportent une aide compensatoire non négligeable pouvant rendre ce type de système, transposé en milieu producteur, tout à fait viable.

## DU POINT DE VUE DE L'ÉQUIPE PROJET...

**Le fait d'évaluer ce type de système de culture en stations expérimentales ne reflète pas exactement la situation en milieu producteur.** En effet, de nombreux choix dans

le pilotage des parcelles ont été faits d'un point de vue « expérimentateur » et les décisions auraient été différentes si le pilotage avait été opéré par un agriculteur. Le temps qu'il peut consacrer sur la parcelle est généralement plus important et sa présence quasi permanente. Ainsi, un producteur sera plus réactif pour intervenir en cas de problème. L'expérimentateur a pu parfois persévérer à maintenir une culture pour en analyser les raisons de l'échec mobilisant du temps et de l'espace pour un revenu nul.

Les résultats de ce projet sont améliorables au regard des différents points énumérés. Cependant, **ce retour d'expérience apporte des clés de compréhension sur le fonctionnement d'agrosystèmes en milieu tropical.** STOP est le premier projet expérimentant à La Réunion la conduite et l'évaluation de systèmes de culture diversifiés en rupture n'utilisant plus de produits phytosanitaires de synthèse. Les contextes pédoclimatiques de l'île sont très variés, aussi, ces systèmes doivent être adaptés aux milieux dans lesquels ils seront développés.

**Nous espérons que cet ouvrage vous aura apporté des réponses et des éléments de réflexion et vous aidera à initier ou poursuivre une transition vers des modes de production vertueux sur les plans environnementaux, sociaux et économiques.**



## GLOSSAIRE

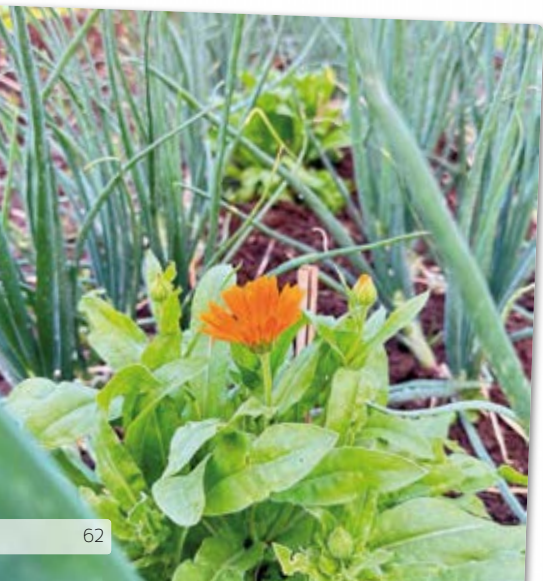
### ■ Association de cultures

Il s'agit d'une pratique consistant à implanter plusieurs espèces sur un même espace cultivé. Les cultures se doivent d'être complémentaires en se partageant les ressources disponibles, elles permettent une meilleure valorisation de l'espace cultivé en prenant la place d'adventices par exemple. Elles peuvent aussi avoir un intérêt dans la lutte contre les maladies et ravageurs (effet répulsif ou dilution) et entrent dans une démarche de diversification.

### ■ Agriculture biologique

L'agriculture biologique (AB) est un mode de production respectant un cahier des charges rigoureux qui allie les pratiques environnementales optimales, le respect de la biodiversité, la préservation des ressources naturelles et l'assurance d'un niveau élevé de bien-être animal.

C'est aussi un mode de production qui exclut l'usage des OGM et qui limite le recours aux intrants, en favorisant l'emploi de ressources naturelles et renouvelables dans le cadre de systèmes agricoles organisés à l'échelle locale, et en restreignant strictement l'utilisation de produits chimiques de synthèse.



### ■ Augmentorium

Outil de prophylaxie constituant une protection agroécologique efficace. Le principe réside en une enceinte fermée où l'on place les fruits et légumes « piqués » par les mouches des fruits qui s'y développent et s'y retrouvent emprisonnées évitant ainsi de nouveaux dégâts sur les cultures. Aussi, les œufs de mouches des fruits sont parasités naturellement par plusieurs auxiliaires. L'augmentorium est doté d'une fenêtre munie d'un filet à la maille spécifique (2 mm x 2 mm) permettant aux auxiliaires de sortir et ainsi coloniser le milieu cultivé. L'utilisation d'un augmentorium est à la fois une méthode de gestion physique mais également biologique. Plusieurs modèles d'augmentorium sont réalisables en auto-construction.

<https://www.bsv-reunion.fr/?p=250I>



### ■ Biocontrôle

Le biocontrôle regroupe des méthodes alternatives aux produits phytopharmaceutiques conventionnels qui s'appuient sur les mécanismes et interactions existant dans la nature.

Il existe 4 familles de solutions de biocontrôle :

1. Les agents de biocontrôle de type macroorganismes (comme les nématodes, les insectes auxiliaires ou encore les acariens)

Les produits phytopharmaceutiques de biocontrôle qui comprennent trois catégories de matières actives :

2. Les microorganismes (bactéries, virus, champignons) ;
3. Les médiateurs chimiques (dont les phéromones) ;
4. Les substances naturelles d'origine minérale, animale ou végétale.

La liste des produits de biocontrôle autorisés en France est définie par le ministère en charge de l'agriculture et disponible sur le site : <https://agriculture.gouv.fr/quest-ce-que-le-biocontrole>



### ■ Biodiversité fonctionnelle

Ensemble des espèces qui contribuent à des services écosystémiques dans un agroécosystème : protection physique, ressources végétales, développement des auxiliaires,...

### ■ Ensachage individuel des fruits

Pratique connue dans plusieurs régions du monde en production de mangues principalement. A La Réunion, cette technique est anecdotique mais tend à se développer. Le principal intérêt est une lutte directe contre les mouches des fruits, toutefois la protection aurait également des effets positifs sur des maladies fongiques ou bactériennes. Cette technique peut être considérée comme éprouvée mais demande beaucoup de temps pour l'appliquer, à dire de producteur, cela reste rentable à condition d'une bonne valorisation commerciale des fruits (ventes directes, AB, ...).

### ■ Filet

L'utilisation de filets de mailles différentes est utilisée pour lutter contre les insectes ravageurs principalement. Les filets peuvent être posés directement sur les cultures (maraîchères ou fruitières) à raison d'un filet par ligne ou planche voire individuellement par arbre. Les filets sont également fixés sur des structures légères (type tunnel nantais) voire sur des tunnels mobiles de taille plus importante.

### ■ Glu arboricole

La pose de glu sur les troncs consiste à appliquer une bande de glu sur le tronc des arbres afin de créer une barrière physique pour em-



pêcher le déplacement des bioagresseurs. En se collant au passage sur la glu, les ravageurs n'envahissent pas les branches de l'arbre, ne parasitant plus les feuilles ni les fruits. Cette technique est particulièrement efficace contre les fourmis et de fait contre les cochenilles qui ne sont plus protégées par les fourmis. Il est préférable d'appliquer la glu sur une bande de 5 à 10 cm sur un support (bande papier ou plastique) pour éviter les risques de brûlures et de phytotoxicité.

### ■ Grelinette

Un outil de travail du sol très utilisé en agriculture biologique. Elle permet d'aérer et d'ameublir la terre sans la retourner et donc de ne pas mélanger les différentes couches de sol perturbant moins la vie du sol. Elle est composée de deux manches parallèles reliés par une barre métallique munies de 3 à 5 dents.

### ■ IFT

L'Indice ou Indicateur de Fréquence de Traitements phytosanitaires est un indicateur de suivi de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (pesticides) à l'échelle de l'exploitation agricole ou d'un groupe d'exploitations. L'IFT comptabilise le nombre de doses de référence utilisées par hectare au cours d'une campagne culturale.

## ■ Infrastructure Agroécologique (IAE)

Également appelée Dispositif Agroécologique (DAE), l'IAE correspond à tout habitat d'un agro-écosystème dans ou autour duquel se développe une végétation spontanée essentiellement composée d'espèces bisannuelles, pluri-annuelles ou pérennes, ou un couvert semé dit «de service» et intentionnellement non récolté.

## ■ Lutte biologique

La lutte biologique est une méthode de protection des cultures utilisant des organismes vivants ou substances directement extraites de ceux-ci pour prévenir ou réduire les dommages causés par des organismes nuisibles. Les auxiliaires, ennemis naturels, sont symboliques de la lutte biologique.

On distingue trois types de luttés biologiques :

- La lutte biologique par acclimatation : un ennemi naturel d'un bioagresseur est introduit en masse sur un territoire pour qu'il s'installe durablement dans le milieu.
- La lutte biologique inondative : un ennemi naturel est introduit en masse et à répétition dans le milieu sans que celui-ci ne s'acclimate.
- La lutte biologique par conservation : les auxiliaires naturellement présents dans le milieu sont favorisés par le maintien ou le développement de leurs habitats « ressources ». Cette méthode de protection constitue l'une des bases essentielles de l'agroécologie.

## ■ Lutte physique

Lutte regroupant toutes les techniques dont le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique, biochimique ou toxicologique. Les techniques fréquentes sont l'utilisation de filets, le désherbage mécanique, les bandes enlées, la solarisation, la brumisation, les paillages,...

## ■ MAEC

Les Mesures Agro-Environnementales et Climatiques (MAEC) sont des dispositifs d'aides compensatoires qui permettent aux agriculteurs de bénéficier d'une aide financière, en contrepartie de pratiques agricoles vertueuses pour l'environnement.

Depuis 2023, un nouveau catalogue de mesures spécifiques a été conçu pour les départements d'Outre-Mer et est donc applicable à La Réunion. Ces mesures concernent diverses productions : canne, maraîchage, verger, l'élevage ou encore l'agriculture sous couvert forestier.

## ■ Occultation

Technique de désherbage éprouvée. Cette technique de lutte contre les adventices consiste en la mise en place d'un film ou bâche opaque sur une planche maraîchère avant sa mise en culture. La planche sera préalablement préparée comme pour un semis ou une plantation, le film sera posé pendant quelques semaines, après germination des adventices, l'absence de lumière détruira les plantules. La culture est mise en place aussitôt le retrait du film. Cette technique permet de réduire le stock semencier des adventices dans le sol.





### ■ Paillage

Technique de désherbage éprouvée. Plusieurs types de couverture du sol sont utilisés par les agriculteurs. Le paillage peut être direct, les résidus du fauchage ou du débroussaillage sont laissés sur place, ou bien réalisé avec des matières végétales apportées (paille de canne, broyats divers, paille de vétiver,...). Le paillage apporte également bien d'autres intérêts que la gestion des adventices (favorisation de la vie du sol, régulation de la température, maintien de l'humidité et réduction des apports en eau...).

### ■ Pousse-pousse maraîcher

Aussi appelé houe maraîchère, binette à roue..., il est un porte-outil manuel léger sur lequel il est possible de fixer de nombreux outils, principalement pour le désherbage et le travail du sol. Il permet un travail plus rapide et avec beaucoup moins d'efforts qu'à la main. Le pousse-pousse est facilement auto-constructible.

### ■ Préparation naturelle peu préoccupante (PNPP)

Les préparations naturelles peu préoccupantes ne sont pas des produits phytopharmaceutiques (pas d'AMM) et peuvent être utilisées pour un usage phytosanitaire. Les PNPP sont soit des substances naturelles à usage biostimulant soit des substances de base.

### ■ Purin

Préparation liquide ayant principalement deux vocations : fertilisante ou de lutte contre les bioagresseurs (ou répulsive). Les purins sont des produits issus de macération, décoction ou infusion d'un ou plusieurs végétaux (feuilles, partie entière, racine,...). Le produit obtenu est habituellement dilué avant application.

### ■ Prophylaxie

Principe consistant à développer et utiliser un ensemble de pratiques pour prévenir l'apparition de problèmes phytosanitaires, souvent d'origine multifactorielle. La prophylaxie constitue une des bases essentielles de la protection agroécologique des cultures. Les pratiques fréquentes sont la rotation des cultures, l'utilisation d'augmentorium, l'emploi de variétés résistances,...



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alaphilippe A., Lefevre A., Borne S., Delaunay J., Graindorge R., Judith R.-C., Lauri P.-É., Ricard J.-M., Simon S., Vanhuffel L., Huat J., 2023.  
*Rendre compte des performances de systèmes horticoles diversifiés agro-écologiques : construction d'un cadre générique de restitution des résultats avec et pour les agriculteurs*  
Agronomie, Environnement & Sociétés, 13-2. <https://agronomie.asso.fr/aes-13-2>
- Bruchon L., Le Bellec F., Vannièrè H., Ehret P., Vincenot D., De Bon H., Marion D., Deguine J.P., 2015.  
*Guide Tropical – Guide pratique de conception de systèmes de culture tropicaux économes en produits phytosanitaires.*  
Le Bellec F. (Ed.), CIRAD, Paris, 210 p.
- Cellier V., Berthier A., Colnenne-David C., Darras S., Deytieux V., Savoie A., Aubertot J.-N. (2018).  
*Évaluation multicritère de systèmes de culture zéro-pesticides en grande culture et polyculture-élevage (Réseau RésOPest).*  
Innovations Agronomiques, vol. 70. p. 273-289.
- Deslandes T., Masson J., Marquier M., Gressot K., Vanhuffel L., Wilt M., 2018.  
*Guide d'accompagnement à la mise en place de dispositifs agroécologiques. Réseau d'Expérimentation de Systèmes de Culture Agroécologiques Maraîchers – Conception et expérimentation d'agro-écosystèmes durables en maraîchage de plein champ à La Réunion. Projet Ecophyto Dephy Expé RESCAM 2013-2018.* 65 p.
- Graindorge R., Delaunay J., Huat J., Lefèvre A., Marquier M., Vanhuffel L., 2022.  
*DEPHY EXPE STOP Project: for the transition of current horticultural systems to agroecological systems without chemical uses in a tropical area.*  
In : Dussi M.C. ( E d.), Simon S. ( E d.), Acta Horticulturae 1355: 91-98.
- Grandserre J., Dulat J., 2019.  
*Traque à l'innovation pour la conception de systèmes de culture innovants 0 pesticides de synthèse en milieu tropical.*  
Rapport de stage Armefflor - Ciras, 64p.
- Huet P., et Guillomo L., 2019.  
*Les essais systèmes, support pour accompagner vers le changement de pratiques.*  
Agronomie, Environnement & Sociétés, 19-2.
- Jean-Philippe Deguine, Alain Ratnadass, Marie-Hélène Robin, Jean-Pierre Sarthou, Jean-Noël Aubertot, 2020.  
*Protection agroécologique des cultures : Définition.*  
Extrait du dictionnaire d'agroécologie.  
<https://doi.org/10.17180/b4vj-9e56>
- Jean-Pierre Sarthou, 2016.  
*Infrastructure agroécologique : Définition.*  
Extrait du Dictionnaire d'agroécologie.  
<https://doi.org/10.17180/q9h6-f326>
- Meynard J.M., 2014.  
*Traque aux systèmes de culture innovants. Un exemple dans la Pampa argentine*  
[Diapositives PowerPoint].
- Morgane Havard, Aude Alaphilippe, Violaine Deytieux, Vianney Estrogues, Baptiste Labeyrie, et al., 2017  
*Guide de l'expérimentateur système : concevoir, conduire et valoriser une expérimentation système pour les cultures assolées et pérennes,* 172 p.
- Picault S., Quennesson S., Roy G., Davy M., Torres M., Ginez A., Schoeny A., Lambion J., Lavigne D., Bouvard D., 2018.  
*AGATH : Utilisation de plantes de service et de kaolin pour gérer les populations de pucerons et de thrips en cultures légumières.*  
Innovations agronomiques, vol.63, p385-397.
- Sebillotte M., 1990,  
*Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. Les systèmes de culture,*  
Paris : Inra éditions, pp. 165-196.
- Sélène Massy, Natalia Langa, Laura Zaccagnini, Magali Willaume, 2018.  
*Triple performance : Définition.*  
Dictionnaire d'agroécologie.  
<https://doi.org/10.17180/bgvb-rf16>
- Soler A., Nurbel T., Masson J., Hoarau I., Tisserand G., Thuriès L., Chabanne A., Dorey E., Chillet M., 2019.  
*Livret technique ANANABIO : Innovations techniques pour la culture de l'ananas en Agriculture Biologique à La Réunion. AAP CASDAR Innovation et partenariat 2016-2019.*  
Saint-Paul, La Réunion, 59 p.



## LE PROJET "ECOPHYTO DEPHY EXPE STOP" VISE LA TRANSITION DES SYSTÈMES DE PRODUCTION VÉGÉTALE TROPICAUX ACTUELS VERS DES SYSTÈMES AGROÉCOLOGIQUES N'AYANT PLUS RECOURS AUX PESTICIDES DE SYNTHÈSE.

Après une première phase de traque à l'innovation visant à recenser les alternatives aux pesticides chimiques, trois systèmes de culture multi-espèces ont été conçus et réfléchis lors d'un travail collectif multi-acteurs (agriculteurs, chercheurs...) sur les sites du Cirad, de l'EPL Forma'terra et de l'Armefflor. L'agencement, les cultures et les associations ont été pensés pour activer les interactions et les services écosystémiques. Les principales mesures pour atteindre le zéro pesticide ont également été mobilisées : la prophylaxie, la diversification végétale, l'insertion d'infrastructures agroécologiques, la protection physique ou encore le contrôle biologique avec des macro-organismes et les produits de biocontrôle.

Les performances de ces systèmes sont recherchées à différentes échelles : économique, sociale et environnementale. Aussi, les observations et les évaluations ont été conduites pendant quatre ans afin de répondre au mieux aux besoins et aux attentes des producteurs.

Le partage et la diffusion des expériences ont été des aspects structurants du projet.

Depuis leur mise en place, ces systèmes agroécologiques ont évolué dans le temps et dans l'espace. L'équilibre économique n'est pas complètement atteint en particulier dans les sites où des productions fruitières ont été installées au début du projet. Sur le plan social, la non-utilisation de pesticides chimiques peut être confortable pour les producteurs. Cependant, la gestion de systèmes de culture diversifiés tels que ceux testés et évalués au cours du projet STOP, nécessite de l'observation et l'élargissement du champ d'expertise par l'intégration de production légumières, fruitières et parfois d'animaux d'élevage.

Cet ouvrage vise à accompagner les agriculteurs, les techniciens et les formateurs dans une démarche de changements de pratiques. Ainsi, il reprend la démarche adoptée par le collectif pendant les six années du projet pour la mise en place et l'évaluation de Systèmes de production Tropicaux 0 Pesticide de synthèse. Bien que non exhaustif de l'ensemble des résultats obtenus, ce recueil décrit les observatoires pilotés mis en place et restitue les principaux résultats des évaluations multicritères menées au cours du projet.



Mars 2024

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 financier de l'Office français de la biodiversité.