



# **GESTION AGROECOLOGIQUE DES BIOAGRESSEURS EN VERGER DE POMMES A CIDRE ET A JUS : BIOCONTROLE ET CONDUITE INNOVANTE DE L'ENHERBEMENT**

## **Programme CidrAgroEco**

### **RAPPORT DE REALISATION 2018 - 2021**



Avec la contribution financière  
du compte d'affectation spéciale  
«développement agricole et rural»



*Avec la contribution des producteurs  
de pommes à cidre du Service Vergers  
et Produits Cidricoles de la Chambre  
d'agriculture de Normandie*

Juillet 2021  
Dossier n° 20150



**Gestion agroécologique des bioagresseurs en verger de  
pommes à cidre et à jus :  
biocontrôle et conduite innovante de l'enherbement  
Programme CidrAgroEco**



# SOMMAIRE

<b>I. IDENTIFICATION DE L'ACTION</b>	<b>2</b>
<b>II. DESCRIPTION DU PROGRAMME</b>	<b>4</b>
1. Contexte	4
2. Objectifs	4
3. Présentation générale des actions	5
4. Calendrier et tableau de réalisation	5
5. Diffusion et valorisation du programme	6
<b>III. DETAIL DES ACTIONS MENEES</b>	<b>8</b>
1. Action 1 - mise au point de solutions de biocontrôle	8
Sous action 1.1 - solutions de biocontrôle sur ravageurs émergents, anthonome et hoplocampe	8
Sous action 1.2 - solutions de biocontrôle pour la moniliose sur fleur	32
2. Action 2 - gestion innovante de l'enherbement	38
<b>IV. SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES</b>	<b>70</b>
1. Action 1 - mise au point de solutions de biocontrôle	70
Sous action 1.1 - solutions de biocontrôle sur ravageurs émergents : anthonome et hoplocampe	70
Sous action 1.2 - solutions de biocontrôle pour la moniliose sur fleur	71
2. Action 2 - gestion innovante de l'enherbement	72
Sous action 2.1 - essais de tonte différée	72
Sous action 2.2 - essais de roulage de l'enherbement	73
Sous action 2.3 - essais de sur-semis dans l'enherbement	73
Sous action 2.4 - essais de pâturage par les moutons	74
3. Synthèse et perspectives générales	76
<b>V. DIFFUSION ET VALORISATION</b>	<b>78</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>80</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>82</b>



# I. IDENTIFICATION DE L'ACTION

## ❖ ORGANISME DEMANDEUR

Chambre régionale d'agriculture de Normandie – Groupe Thématique Cidricole (GTC) : instance des Chambres d'agriculture de Normandie réunissant les partenaires professionnels et techniques de la filière cidricole.

6 rue des Roquemonts – CS 45346 – 14053 CAEN cedex 4.

## ❖ COORDINATION TECHNIQUE

**Chambre régionale d'agriculture de Normandie - Service Vergers et Produits Cidricoles (SVPC)**

6 rue des Roquemonts – CS 45346 - 14053 CAEN cedex 4.

Contact : Nathalie Corroyer - mail : [nathalie.corroyer@normandie.chambagri.fr](mailto:nathalie.corroyer@normandie.chambagri.fr)

## ❖ ORGANISMES PARTENAIRES

- **Chambre régionale d'agriculture de Normandie** - 6 rue des Roquemonts – CS 45346 - 14053 CAEN cedex 4.  
Service Vergers et Produits Cidricoles (SVPC) : Matthieu Benoit, Jean-Charles Cardon, Bruno Corroyer, Nathalie Corroyer, Alice Denis et Gaël Lebon.  
Equipe communication : Cédric Skrzyniarsz.  
Equipe expertise métiers de l'élevage : Claire Douine et Anastasie Fesneau.  
Cellule Ingénierie Projets : Patrick Regnault et Emilie Rouzeau.  
Pilotage : GTC (Groupe Thématique Cidricole) qui réunit l'ensemble des membres de la filière cidricole.
- **IFPC** - Station Cidricole - La Rangée Chesnel - 61500 SEES - Contacts : Jean Le Maguet et Sylvain Vigouroux.
- **Fredon Normandie** – 1 Rue Léopold Sédar-Senghor - 14460 COLOMBELLES. Contact : Dorothee Larson Lambertz.

## ❖ PARTENAIRES TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES

- Groupe « Cultures fourragères et intermédiaires » des Chambres d'agriculture de Normandie : appui méthodologique et choix des espèces pour le sursemis.
- Station d'expérimentation SudExpe : méthodologie des essais moniliose fleur (abricotier).
- Groupe INRA « Verger + Durable » : appui méthodologique aux suivis de vergers pâturés et de roulage de l'enherbement.
- GRAB Avignon, ITAB, CRAW Gembloux, Fredon Hauts de France et Station Ctifl La Morinière : appui méthodologique aux essais et échanges sur les innovations.
- Producteurs : réalisation des interventions du projet sur les parcelles d'essai et mise à disposition de matériel spécifique.

## ❖ PARTENAIRES FINANCIERS

- **FranceAgriMer** – CasDAR.

**Note** : la responsabilité du Ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée.





## II. DESCRIPTION DU PROGRAMME

### 1. Contexte

La finalité de ce projet est de contribuer à la mise en œuvre de l'agroécologie dans les vergers de pommiers à cidre et à jus en proposant des systèmes de production plus durables. « Le défi d'une agriculture plus durable nécessite des itinéraires de production écologiquement performants qui intègrent des connaissances fines » (Rusch et Sarthou, 2013) du fonctionnement du verger et de ses composantes. La filière cidricole est engagée depuis plusieurs années dans une recherche de méthodes de production visant à réduire les intrants comme l'attestent les programmes de recherche/expérimentation menés ces dernières années par les partenaires de ce programme: « InnoCidreAB » et « Verger cidricole de demain ».

Le programme CidrAgroEco vise à apporter des réponses à la double demande sociétale et réglementaire du plan Ecophyto 2. Il correspond également à une forte attente des producteurs et des opérateurs de la filière de transformation, y compris les plus importants, pour des techniques de production et des produits (cidres, jus, etc.) plus naturels et avec peu ou pas de résidus.

La filière cidricole dans son ensemble, via la FNPFC (Fédération Nationale des Producteurs de Fruits à Cidre) soutient le développement d'un cahier des charges Production Fruitière Intégrée (PFI) ainsi qu'une démarche de diminution des résidus. Que ce soit chez les industriels ou chez les opérateurs de taille plus modeste et les producteurs fermiers, ce constat d'augmentation de la demande en produits plus naturels est identique.

Dans le même temps, la demande en pommes de transformation en agriculture biologique connaît une progression sans précédent. A titre d'exemple, le premier intervenant de la filière cidricole estime que ses besoins en pommes biologiques sont de 30 000 tonnes en 2021 alors que ce volume était de 6 000 tonnes en 2016.

Ce programme s'inscrit donc dans un accompagnement de la dynamique de conversion de vergers cidricoles en agriculture biologique. Le verger français de pommes de transformation conduit en agriculture biologique a doublé de surface entre 2016 et 2018 pour atteindre 6250 ha en 2018 dont 2800 ha situés en Normandie (source Agence bio).

Ce projet s'inscrit dans un partenariat mis en place depuis plusieurs années entre l'Institut technique (IFPC) et la Chambre d'agriculture (CRAN). Le Groupement d'agriculteurs biologiques, Bio en Normandie n'a pas pu être partenaire pour des raisons de restructuration au moment du dépôt du projet en 2017. La Fredon Normandie a rejoint le projet en raison de ses compétences sur le suivi de la biodiversité.

### 2. Objectifs

L'objectif de ce projet est de répondre à ces attentes et d'opérer une véritable transition de production pour aller vers des solutions techniques combinant des pratiques écologiques, durables, respectueuses de l'environnement et performantes d'un point de vue économique et social.

### 3. Présentation générale des actions

Dans cette perspective, le projet s'articule autour de deux actions :

#### **Action 1 : mise au point de solutions de biocontrôle**

Proposer des solutions de biocontrôle adaptées au contexte cidricole : bioagresseurs majeurs et conditions pédoclimatiques spécifiques. A terme, l'objectif est de pouvoir lever des verrous techniques particulièrement problématiques concernant la gestion des bioagresseurs en conduite biologique et de permettre aux producteurs en conventionnel de pouvoir utiliser des techniques sans pesticides. Cette action cible certains bioagresseurs pour lesquels il n'existe à ce jour aucune solution sans utilisation de pesticide de synthèse et qui, de par leur très bonne adaptation au contexte du verger cidricole, peuvent causer des dégâts qui remettent en question sa durabilité économique.

L'action consistera à tester des solutions de biocontrôle pour les ravageurs dits résurgents (anthonome et hoplocampe) et la moniliose sur fleur. Les solutions de biocontrôle seront évaluées à la fois en laboratoire, sur la station expérimentale de l'IFPC à Sées et en verger de production.

#### **Action 2 : gestion innovante de l'enherbement**

En complément de ces solutions de type « produit », il est indispensable d'avancer sur l'équilibre global du système verger et sa résilience. La gestion de l'enherbement est au centre du système verger car elle impacte fortement l'ensemble du fonctionnement : rôle agronomique, économique et écologique. Il s'agit donc d'étudier de nouveaux modes de gestion de l'enherbement en verger adulte sans utilisation d'herbicide, conformes avec une conduite en agriculture biologique et réduisant les consommations de carburant par une moindre fréquence des tontes, tout en restant compatibles avec la méthode particulière de récolte au sol. A terme, ces itinéraires doivent permettre d'aller vers une plus grande résilience des vergers de pommier à cidre et à jus en favorisant leur diversité et leur richesse faunistique, tout en contribuant à un bon état nutritif de l'arbre et à une régulation naturelle des prédateurs plus performante.

Plusieurs modes de gestion innovants de l'enherbement seront mis en œuvre sur des vergers de producteurs en multi-site afin de tester ces itinéraires dans des conditions pédoclimatiques variées et avec matériels de gestion de l'herbe différents : tonte différée, roulage, semis direct sous couverts d'autres espèces. Le pâturage du verger par les moutons de la race Shropshire considérée comme compatible avec les arbres (dénommée « tree friendly » dans son pays d'origine l'Ecosse) sera également évalué car il représente une pratique de plus en plus répandue en verger cidricole.

### 4. Calendrier et tableau de réalisation

Globalement, les méthodes issues de l'agroécologie se caractérisent par un effet souvent partiel et variable. Elles nécessitent donc plusieurs années de recul de résultats d'essais avant de pouvoir les conseiller aux producteurs de manière fiable. Ceci est d'autant plus vrai pour le pommier à cidre qui est une espèce à durée de vie de plus de 25 ans se caractérisant par des alternances de production fortes limitant les années de référence, surtout en agriculture biologique. Ce projet d'une durée de 36 mois a débuté début mars 2018. Il se décline en 2 actions ayant chacune un calendrier de réalisation présenté ci-dessous.

Il est à noter que les actions prévues ont pu être réalisées à 100 % malgré les mesures sanitaires en vigueur en 2020 et 2021 : les déplacements professionnels sur le terrain pour l'activité agricole étant autorisés dans le cadre des mesures gouvernementales, chaque partenaire a appliqué ces règles, ce qui a permis de conduire tous les essais prévus sur le terrain. Pour les réunions de coordination et de synthèse, le travail a été mené en distanciel lorsque cela était nécessaire ou en présentiel dans le respect des règles sanitaires.

## Action 1 : mise au point de solutions de biocontrôle

Sous-action	2018 du 1 <sup>er</sup> mars au 31 décembre	2019 année complète	2020 année complète	2021 du 1 <sup>er</sup> janvier au 28 février
<b>Sous action 1.1 : solution de biocontrôle sur ravageurs émergents : anthonome et hoplocampe</b>	1 essai en conditions contrôlées 1 essai en verger (voir note)	2 essais en conditions contrôlées 5 essais en vergers	3 essais en verger	Synthèse
<b>Sous action 1.2 : solutions de biocontrôle pour la moniliose sur fleur</b>	1 essai en verger Site 1	1 essai en verger Site 2	1 essai en verger Site 3	Synthèse

*Note : report sur 2019 de la plupart des essais anthonome et hoplocampe prévus en 2018 en raison de la date tardive d'approbation du programme.*

## Action 2 : gestion innovante de l'enherbement

Sous-action	2018 du 1 <sup>er</sup> mars au 31 décembre	2019 année complète	2020 année complète	2021 du 1 <sup>er</sup> janvier au 28 février
<b>Sous action 2.1 : essai de tonte différée</b>		2 parcelles d'essai		Synthèse
<b>Sous action 2.2 : essai de roulage de l'enherbement</b>		1 parcelle d'essai		Synthèse
<b>Sous action 2.3 : essai de sursemis dans l'enherbement</b>		2 parcelles d'essai		Synthèse
<b>Sous action 2.4 : pâturage par les moutons</b>		1 parcelle d'essai		Synthèse

## 5. Diffusion et valorisation du programme

Ce programme comprend un volet important de diffusion/valorisation auprès des producteurs adhérents du SVPC, de l'IFPC afin de favoriser la dynamique créée par ce programme autour des acteurs de la filière cidricole : visite des parcelles d'essais en groupe de suivi technique, diffusion des résultats en réunion de bilan annuel et via les bulletins.

Des documents de vulgarisation sont réalisés afin de diffuser largement ces résultats auprès des adhérents des structures partenaires mais aussi auprès d'un plus large public via les sites internet des partenaires notamment : fiche de synthèse, vidéo, article dans la revue pomme à cidre. Une diffusion de ces éléments est prévue dans le cadre du SIVAL.



### III. DETAIL DES ACTIONS MENEES

#### 1. Action 1 - mise au point de solutions de biocontrôle

##### Sous action 1. 1 - solutions de biocontrôle sur ravageurs émergents, anthonome et hoplocampe

###### ▪ Contexte et état des connaissances

Les ravageurs classés résurgents : anthonome et hoplocampe. Considérés comme secondaires, ces ravageurs sont pourtant de loin les plus préoccupants en pommier à cidre dans nos conditions pédoclimatiques. Dès que l'on diminue le nombre d'insecticides chimiques, ils peuvent alors causer des dommages très importants et récurrents entraînant des pertes de récolte pouvant remettre en cause la pérennité des exploitations.

L'anthonome du pommier *Anthonomus pomorum* hiverne au stade adulte sous les écorces de pommier et d'arbres forestiers ou dans les feuilles mortes. L'insecte quitte son abri entre mi-février et début avril, quand la température diurne moyenne atteint 9° C pendant plusieurs jours. Les œufs sont pondus dans les boutons floraux à l'intérieur desquels les larves vont se développer. Les fleurs ne se développent pas, brunissent et prennent l'aspect d'un « clou de girofle ».



Crédit Photo : D. Larson Lambert, Fredon Normandie  
Adulte d'anthonome du pommier sur rameau en verger



Crédit Photo : D. Larson Lambert, Fredon Normandie  
Dégâts dus à l'anthonome à la floraison :  
symptôme en « clou de girofle »

L'hoplocampe du pommier *Hoplocampa testudinea* hiverne sous forme de larves dans un cocon dans le sol dans le verger. Les adultes apparaissent pendant la floraison, butinent les fleurs et pondent dans le calice des fleurs. Les jeunes larves mangent la chair sous l'épiderme provoquant des dégâts dits « dégâts primaires » puis pénètrent à l'intérieur des jeunes fruits entraînant des « dégâts secondaires ». En fin de développement, les larves se laissent tomber au sol pour réaliser leur diapause.



Crédit Photo : D. Larson Lambertz, Fredon Normandie  
Adulte d'hoplocampe du pommier sur un piège



Crédit Photo : D. Larson Lambertz, Fredon Normandie  
Dégât secondaire avec présence de larve d'hoplocampe dans le jeune fruit

L'efficacité des méthodes de lutte naturelle contre ces ravageurs est à ce jour très limitée. Le programme « InnoCidreAB » avait montré que les produits de type barrière physique notamment à base d'hydroxyde de chaux sont insuffisants et très difficiles d'emploi et que les insecticides biologiques (pyréthres naturels, azadirachtine) sont insuffisants. A ce jour, seul le Success 4 (Spinosad) est autorisé, mais de façon dérogatoire, sur anthonome. Toutefois, ce produit n'est pas la solution d'avenir idéale car il pourrait ne plus être autorisé en arboriculture et il est par ailleurs toxique sur abeilles et sur certains auxiliaires. Concernant l'hoplocampe, il n'existe aucune solution biologique homologuée. La quassine, qui s'est avérée efficace dans les essais du programme « InnoCidreAB » n'a pas de statut définitif pour l'usage en verger.

Plusieurs travaux ont montré l'intérêt des nématodes entomopathogènes sur charançon du palmier (même famille que l'anthonome) et l'usage des nématodes est maintenant passé dans la pratique pour contrôler efficacement et écologiquement ce ravageur. Sur hoplocampe, les nématodes pourraient constituer une alternative (Parveaud, 2017). Les premiers essais de nématodes sur anthonome conduits dans le programme « InnoCidreAB (2015 à 2017) » avaient montré des résultats très bons en conditions contrôlées. La mise en œuvre en verger s'était avérée plus délicate et devait être approfondie. Concernant l'hoplocampe, le dispositif en conditions semi contrôlées testé en 2016 et 2017 n'avait pas été concluant car les pommiers en pots avaient été colonisés par des fourmis en grand nombre rendant l'observation impossible. Par ailleurs d'autres produits plus récents de biocontrôle pourraient présenter un intérêt sur ces ravageurs compte tenu de leur mode d'action et ont été à ce titre testés dans ce présent programme : Polithiol, argile terre de diatomée, quassine.

#### ▪ **Objectif**

Tester l'efficacité de différentes solutions de biocontrôle pour gérer les dégâts engendrés par les populations d'anthonome et d'hoplocampe en verger de pomme à cidre.

## ❖ Essais 2018

Les nématodes : les nématodes *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae* et *Heterorhabditis bacteriophora* sont des parasites d'insectes naturellement présents en France. Les nématodes pénètrent dans les larves du ravageur et y libèrent leurs bactéries symbiotiques. Ces bactéries se multiplient aux dépens de la larve hôte qui meure en 24 à 48 h. Un certain nombre de ravageurs peuvent faire l'objet d'une lutte biologique grâce à ces nématodes (larves d'Otiorhynques, larves de Thrips, larves des mouches des terreaux). Des conditions bien spécifiques sont cependant requises (température, humidité) pour parvenir à lutter efficacement contre le ravageur ciblé.

L'objectif des essais est d'évaluer la faisabilité d'une lutte contre l'anthonome du pommier avec trois espèces de nématodes parasites.

Partenaire : société Koppert.

### **Essai 1 : essai d'efficacité des nématodes en conditions contrôlées**

#### **Dispositif expérimental**

L'expérimentation a été réalisée à l'IFPC en conditions semi-contrôlées. L'efficacité de trois espèces de nématodes parasites *Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema feltiae* et *Steinernema carpocapsae* a été comparée à un témoin traité à l'eau et une référence chimique (Success 4 – Spinosad). Les applications de nématodes sont réalisées avec un adjuvant (Squad).

Nom commercial	Nom du nématode	Nombre de nématodes par sachets
Larvanem*	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	50 millions
Entonem*	<i>Steinernema feltiae</i>	50 millions
Capsanem*	<i>Steinernema carpocapsae</i>	25 millions

\*produits fournis par la société Koppert

Des bouquets floraux présentant au moins 1 dégât de clou de girofle (bouton floral avorté hébergeant l'insecte) ont été récoltés le 15/05/2018 sur les pommiers de la station cidricole de Sées sur des parcelles non traitées pour l'anthonome. Un contrôle (destructif) sur une vingtaine de bouquet a été effectué au préalable afin de s'assurer du stade larvaire majoritaire de l'anthonome présent dans les boutons prélevés. Chaque bouquet est placé dans un pot plastique de 250 ml au fond duquel 5 ml d'eau sont ajoutés afin de garantir une bonne conservation du végétal sur quelques jours. Au total, 30 répétitions par modalité ont été réalisées, chaque pot correspondant à une répétition.



*Schéma du protocole utilisé pour l'essai nématode en condition contrôlée contre l'anthonome du pommier.*

## Traitements

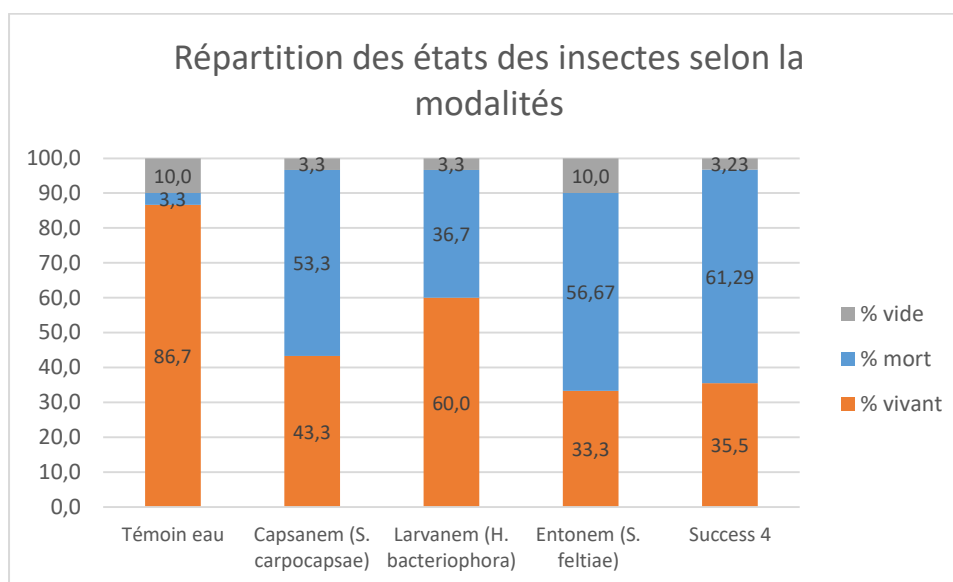
Les solutions de traitement à base de nématodes sont préparées le même jour que la collecte des insectes. Les préconisations du fabricant indiquées sur les étiquettes sont suivies : pré-dilution du sachet dans 5 litres d'eau à 15-20° C. Les applications ont été réalisées au pulvérisateur à main. Ce matériel a été calibré préalablement pour s'assurer de la constance du débit de l'appareil pour un volume de bouille de 800 l/ha. Les bouillies préparées avec les sachets contenant les nématodes ont été additionnées avec 0,15 % de l'adjuvant Squad. Le témoin eau est la première modalité pulvérisée, la référence Success 4 la dernière. Trois rinçages du matériel sont effectués entre chaque traitement.

Après un traitement, chaque pot est individuellement fermé avec une toile insect-proof. Les pots traités sont conservés à l'abri de la lumière directe et de la pluie.

## Observations

L'évaluation de l'efficacité des applications des produits a été mesurée le 22/05/2018, soit 8 jours après traitement. L'efficacité des traitements est évaluée par dissection des clous de girofle et évaluation du nombre d'individus vivants/morts dans chaque répétition.

## Résultats



Le graphique ci-dessous montre pour les trois modalités traitées une efficacité des produits appliqués par rapport au témoin et à la référence Success 4. Au moment du comptage, près de 90 % des individus sont encore vivants dans le témoin eau alors qu'on observe des mortalités entre 36 et 57 % dans les modalités traitées.

## Conclusion

Cet essai confirme les résultats obtenus en 2016 et 2017 : le produit Entonem présente la meilleure efficacité sur les stades larvaires de l'anthronome du pommier. En revanche, on obtient en 2018 une efficacité moindre par rapport aux années précédentes.

Les nématodes n'ont pas été testés sur hoplocampe en laboratoire car le dispositif précédemment employé (programme InnoCidreAB) s'est révélé inefficace dans d'autres sites et a donc été abandonné.



## **Essai 2 : essai d'efficacité des nématodes en verger**

### **Dispositif expérimental**

L'essai d'efficacité des produits sur anthonome adulte a été réalisé au verger sur la variété Douce-Moen, dans la parcelle 6 de la station cidricole de Sées. L'essai comporte 3 rangées de pommiers

Plan : voir en annexe.

### **Traitements**

Les traitements ont été réalisés en soirée avec l'atomiseur KWH Turbo 2 le 18/04/2018 (seuil de 30 adultes/battage dépassé, stade BBCH 52).

Modalité	Produit (s.a.)	Dosage	Volume de bouillie
Référence chimique	Success 4 (Spinosad)	0,2 l/ha	800 l/ha
Nématode	Entonem ( <i>Steinernema feltiae</i> )	1 sachet dans 25 l	800 l/ha
Témoin non traité	-		

### **Observations**

L'évaluation de l'efficacité des applications des produit a été mesuré le 22/05/2018 (stade BBCH 69), soit 1 mois environ après traitement. L'efficacité des traitements est évaluée sur 150 bouquets (floraison faible en 2018 suite à un mauvais retour à fleur).

### **Résultats**

Aucun dégât n'a été constaté dans le témoin non traité, ni dans les autres modalités.

### **Conclusion**

Dans les conditions de l'essai en conditions contrôlées, les trois produits commerciaux à base de nématodes parasites permettent de réduire la population de l'anthonome du pommier mais dans une moindre mesure par rapport aux résultats obtenus les années précédentes. Les produits ont été appliqués sur stade larvaire ou sur nymphe. Ces produits sont en effet habituellement préconisés sur les stades larvaires de ravageurs (larve tellurique de l'Otiorhynque, larve du charançon palmivore...).

Dans notre essai, les dégâts sont donc déjà provoqués par la ponte de l'adulte, l'application des produits permet de réduire la population du ravageur pour l'année suivante seulement.

L'essai en conditions réelles au verger a ciblé la période de vol des adultes. Le faible niveau de floraison sur la parcelle disponible, ainsi que l'absence de dégâts dans le témoin non traité ne permettent pas d'obtenir des résultats concluants pour cet essai.

## ❖ Essais 2019

La terre de diatomée : la diatomite une roche siliceuse très légère (densité entre 0,2 à 0,3, soit 200 à 300 kg/m<sup>3</sup>), très poreuse (50 à 70 % d'eau), friable et de couleur claire. Elle est composée presque entièrement de "squelettes" de diatomées. Les diatomées sont des micro-algues unicellulaires, présentes dans des conditions variées dans les domaines marins ou lacustres, et entourées d'un test en silice dont l'accumulation peut conduire à la formation d'une roche. On parle aussi de terre de diatomée lorsque cette roche n'a subi aucune transformation, mis à part sont broyage pour la mettre en poudre.

La forte proportion en silice de la terre de diatomée permet des usages variées : abrasifs, filtres, absorbants ou insecticides. C'est ce dernier usage qui est visé dans le cadre des essais présentés ici. Le dioxyde de silicium composant la terre de diatomée agit par abrasion de la cuticule et des voies digestives des insectes ; ces derniers meurent ainsi par dessiccation.

Partenaire : Société Ripert.

### **Essai 1 : essai d'efficacité de la terre de diatomée sur adultes d'anthonome en conditions contrôlées (IFPC)**

Cette expérimentation a été réalisée en conditions semi-contrôlées à la station cidricole de l'IFPC. Elle vise à étudier l'efficacité de la terre de diatomée sur la forme adulte de l'anthonome du pommier, en comparaison à un témoin eau et le Spinosad (Success 4) utilisé en dérogation en agriculture biologique.

#### **Dispositif expérimental**

Les adultes d'anthonome du pommier ont été capturés dans le verger de la station cidricole de Sées le 8 avril 2019. Les insectes sont collectés grâce à des frappages sur les branches charpentières des arbres. Les frappages ont été effectués en fin d'après-midi, les insectes étant récupérés grâce à un parapluie japonais. Les anthonomes sont ensuite conditionnés par lots de 10 dans des flacons plastiques puis placés à 6° C pour limiter leur activité avant de réaliser les traitements.

#### **Traitements**

Le lendemain de la collecte sur le terrain, le 9 avril 2019, les flacons contenant les anthonomes sont sortis de la chambre froide afin de préparer les boîtes de pétri destinées aux traitements. Une période après la sortie de frigo est prise afin de choisir uniquement les insectes sortis de leur phase ralentie. On dispose ainsi 10 adultes vivants par boîte de pétri. Au total, 9 boîtes de pétri ont été préparées.



*Disposition de 10 anthonomes adultes par boîte de pétri*

Les applications ont été réalisées le 9 avril 2019 au pulvérisateur à main. Ce matériel a été calibré préalablement pour s'assurer de la constance du débit de l'appareil pour un volume de bouillie de 800 l/ha. Les bouillies sont préparées au préalable dans des pichets gradués. Le témoin eau est la première modalité pulvérisée, la référence Success 4 la dernière. Trois rinçages du matériel sont effectués entre chaque traitement.



*Préparation des solutions de bouillie dans des pichets gradués*

## Dispositif étudié

Modalité	Nombre de répétition (boîtes de pétri)	Produit	Matière active	Dose du produit (kg ou l/ha)	Volume de bouillie (l/ha)
T0	3 boîtes de 10 adultes	Témoin eau	-	-	800 l/ha
T1	3 boîtes de 10 adultes	Terre de diatomée non calcinée	Dioxyde de silicium	50 kg/ha	800 l/ha
T2	3 boîtes de 10 adultes	Success 4	Spinosad	0,2 l/ha	800 l/ha

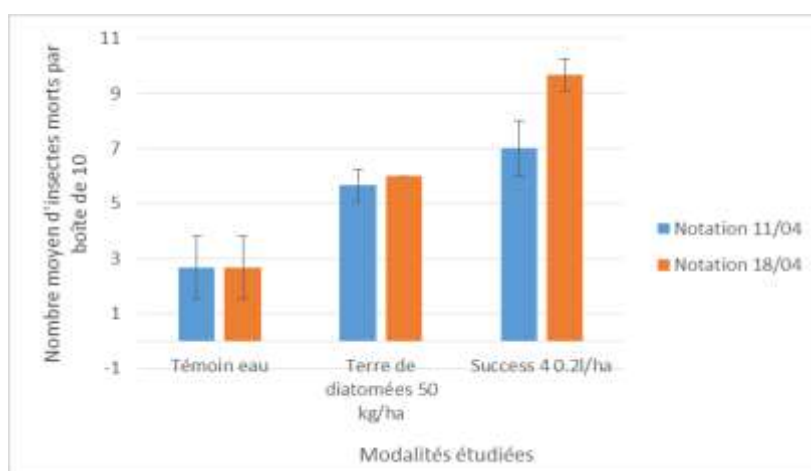
Les boîtes de Pétri sont ouvertes juste avant traitement puis aussitôt refermées après pulvérisation des produits. Les boîtes sont conservées à température ambiante avant observation de l'impact des traitements.

## Observations

L'évaluation de l'efficacité des applications des produit a été mesurée le 11 avril 2019 puis le 18 avril soit respectivement 2 et 9 jours après traitement.

L'efficacité des traitements est évaluée par comptage du nombre d'individus vivants/morts dans chaque répétition pour chaque modalité.

## Résultats



Graphique représentant le nombre d'insectes morts dénombrés par modalité sur deux dates de notations

La figure ci-dessus montre les résultats des notations d'efficacité aux deux dates d'observation. Les deux produits de traitement montrent une efficacité sur l'adulte de l'anthonome du pommier par rapport au témoin eau. L'efficacité de la terre de diatomée est de 45 % alors que celle du Success 4 est de 96 %.

## Conclusion

En conditions contrôlées, l'application de terre de diatomée permet de réduire les populations d'anthonome avec une efficacité partielle de 45 %. Cette efficacité est deux fois moins importante par rapport à l'insecticide biologique de référence qui confirme dans cet essai sa très bonne efficacité sur anthonome.

## **Essai 2 : essai d'efficacité de la terre de diatomée sur stades larvaires d'hoplocampe en conditions contrôlées (IFPC)**

Cette expérimentation a été réalisée en conditions semi-contrôlées à la station cidricole de l'IFPC. Elle vise à étudier l'efficacité de la terre de diatomée sur la forme larvaire de l'hoplocampe du pommier, en comparaison à un témoin eau.

### **Dispositif expérimental**

Les larves nécessaires à l'expérimentation ont été prélevées dans un verger de la variété Cidor situé dans l'Orne (Marcei). Des fruits présentant des dégâts caractéristiques de forage par la larve de l'hoplocampe du pommier ont été cueillis le 11 juin 2019 et conservés en sachet avant leur utilisation.



*Larves d'hoplocampe du pommier après extraction des fruits*

Au laboratoire, chaque fruit est ouvert afin d'y extraire la larve d'hoplocampe présente. Ces larves sont ensuite conditionnées individuellement dans des pots en plastique avant traitement.

### **Traitements**

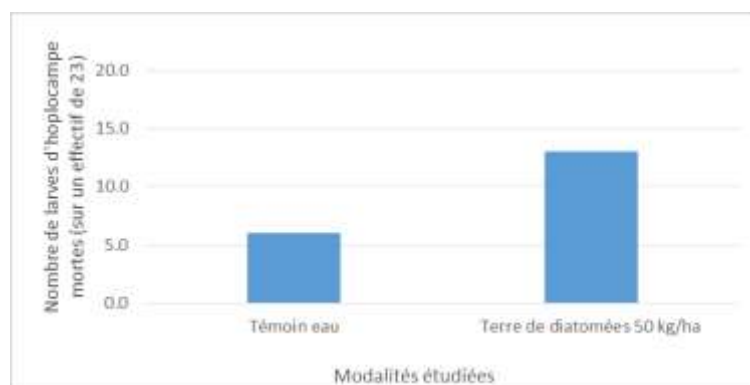
Les traitements ont été réalisés le 11 juin comme décrit dans l'essai 1 précédemment. Les traitements sont réalisés sur 23 pots par modalité.

Modalité	Nombre de répétitions	Produit	Matière active	Dose du produit (kg ou l/ha)	Volume de bouillie (l/ha)
T0	23	Témoin eau	-	-	800 l/ha
T1	23	Terre de diatomée non calcinée	Dioxyde de silicium	50 kg/ha	800 l/ha

### **Observations**

L'évaluation de l'efficacité des applications du produit a été observée le 14 juin 2019 soit 3 jours après les applications. Le comptage consiste à dénombrer les individus morts ou vivants par modalité.

### **Résultats**



*Mortalité des larves d'hoplocampe du pommier selon les deux modalités étudiées*

### **Conclusion**

Cette expérience préliminaire montre une efficacité de la terre de diatomée sur les larves d'hoplocampe de 41 % (méthode d'Abbott).

### **Essai 3 : parcelle Tellières le Plessis, Orne - essai d'efficacité de la terre de diatomée en verger**

#### **Dispositif expérimental**

Verger conduit en AB.

Variété : Douce Moën et Judor, verger en 6<sup>ème</sup> feuille.

Distances de plantation : 2 x 5 m.

Pression anthonome : forte en 2017 et 2018.

Modalités testées :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : insecticide biologique,
- T2 : terre de diatomée.

Plan : voir en annexe.

#### **Traitements**

La date de traitement est décidée en contrôlant le stade phénologique des 2 variétés et en évaluant la population d'anthonome par frappage. Les applications ont été réalisées avant le pic de vol, au pulvérisateur tracté Turbo 2 KWH. La bouillie avec la terre de diatomée a été préparée au préalable à la station cidricole de Sées.

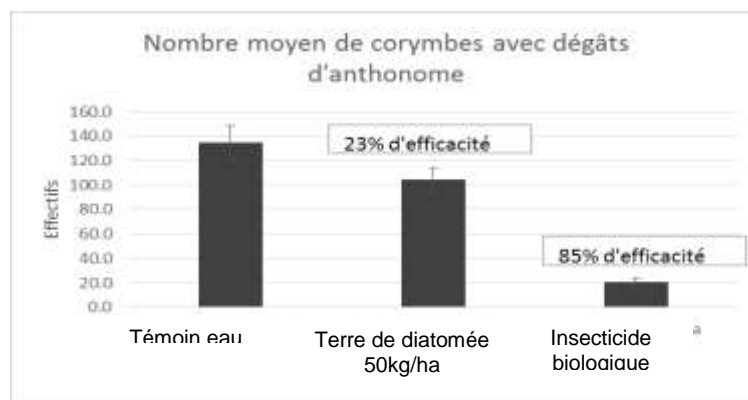
Date	Variétés	Stade	T0	T1	T2
29/03/19	Douce Moen	B	-	Terre de diatomée 50 kg/ha	Insecticide biologique
	Judor	A/B			
Volume de bouillie total			-	1000 litres/ha	500 litres/ha

#### **Observations**

L'évaluation de l'efficacité des applications des produits a été mesurée le 13 mai 2019 par observation de 500 bouquets par modalité (soit 166 bouquets par répétition environ). Un bouquet est noté avec dégâts si au moins une fleur présente les dégâts caractéristiques de clou de girofle.

#### **Résultats**

On constate une forte infestation d'anthonome du pommier dans le témoin eau avec en moyenne 135 bouquets attaqués sur 166 soit plus de 80 % de dégâts. Les efficacités des traitements avec la terre de diatomée et l'insecticide biologique sont respectivement de 23 % et 85 % (méthode d'Abbott). Aucun dégât d'hoplocampe n'est observé.



Nombre moyen de dégâts d'anthonome par modalité (notations sur 3 répétitions de 166)

#### **Conclusion**

L'essai au verger confirme la tendance des essais en conditions contrôlées, avec une efficacité de la terre de diatomée sur anthonome de seulement 23 % alors que l'efficacité de l'insecticide biologique se maintient à 85 %.

## **Essai 4 : parcelle Tour en Bessin, Calvados - essai d'efficacité de la terre de diatomée en verger**

### **Dispositif expérimental**

Verger conduit en AB depuis 2009.

Variété : Cidor, plantation 1992.

Distances de plantation : 2,5 x 5,5 m.

Pression anthonome : forte depuis plusieurs années.

Modalités testées :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : insecticide biologique,
- T2 : terre de diatomée.

Les traitements ont été effectués sur des blocs de rangs entiers.

Plan : voir en annexe.

### **Traitements**

Date	Conditions climatiques	Stade	T0	T1	T2
22/03/19	T1 : 15° C – 16° C (à 15h00) T2 : 10,5° C – 11° C (à 11h30)	B/C (20/03/19)	-	Insecticide biologique	Terre de diatomée 50 kg/ha
29/03/19	17° C – 20° C (à 15h30)	C3/D (27/03/19)	-		Terre de diatomée 50 kg/ha
Volume de bouillie total			-	200 litres/ha	500 litres/ha

### **Observations et résultats**

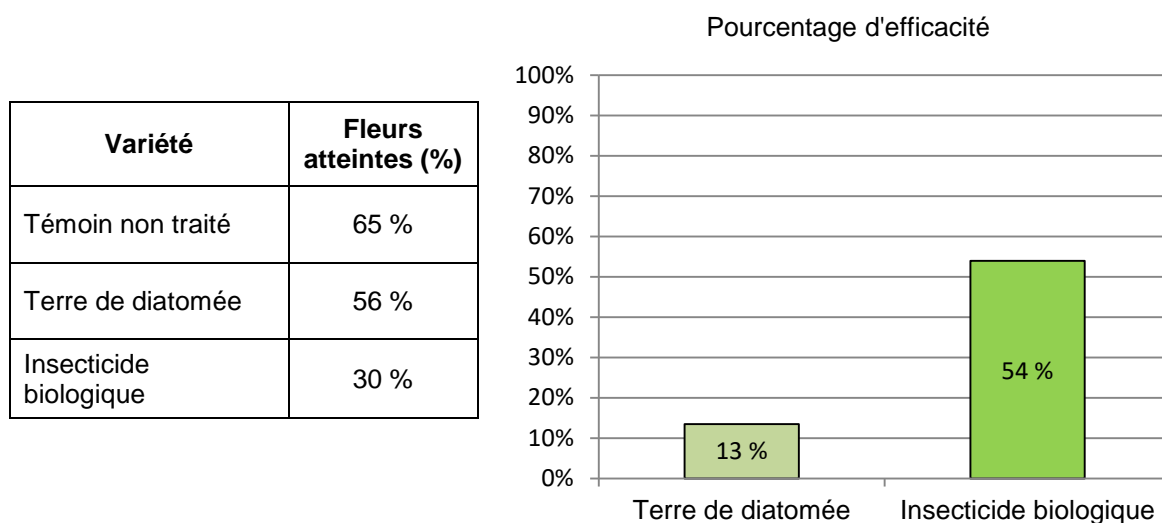
#### Frappages

Date	Conditions climatiques	Stade	% frappages positifs (*)		
			T0	T1	T2
20/03/19	19° C très beau temps	B/C	20 % - 30 %		
27/03/19	15° C	C3/D	100 %	100 %	12 %

\*Un ou plusieurs adulte(s) récolté(s) par frappe

### Flours touchées/efficacité de traitement

Les comptages ont été effectués sur 1000 fleurs choisies aléatoirement sur le rang.



Hoplocampe : aucun dégât observé.

### **Conclusion**

Les deux traitements de terre diatomée ont été faits dans de bonnes conditions (température, absence de vent). Le frappage initial avant interventions du 20 mars 2019 indique la présence d'anthonome sur la parcelle (20 – 30 % frappages positifs). Lors du second frappage, effectué 5 jours après les interventions du 22 mars (1<sup>er</sup> passage terre de diatomée et insecticide biologique), on constate que le taux de frappages positifs, pour la modalité terre de diatomée a plus que triplé. Il est similaire au témoin (100 %). Pour la modalité Insecticide biologique, ce pourcentage baisse de moitié. Si on compare le pourcentage d'efficacité des deux traitements, on remarque que l'insecticide biologique est quatre fois plus actif que la terre de diatomée.

Avec 13 % d'efficacité, le résultat avec la terre de diatomée n'est pas probant, contrairement à l'insecticide biologique. On notera néanmoins que cette modalité présente quand même 30 % de dégâts. Dans un contexte de forte pression du ravageur comme c'est le cas ici, l'efficacité n'est donc pas optimale. Une seconde intervention aurait été nécessaire.

## Essai 5 : parcelle Flamanville, Seine Maritime - essai d'efficacité de la terre de diatomée en verger

### Dispositif expérimental

Verger conduit en AB depuis 2009.

Variété : Douce Moën, plantation 1992.

Distances de plantation : 2,5 m x 5 m.

Pression anthonome : élevée.

Modalités testées :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : terre de diatomée,
- T2 : insecticide biologique.

L'essai comporte 4 rangs. Les traitements ont été effectués sur des blocs de 40 arbres par rang.

Plan : voir en annexe.

### Traitements

Date	Conditions climatiques	Stade	T0	T1	T2
01/04/19	Très beau temps 18° C	B	-	Terre de diatomée 50 kg/ha	Insecticide biologique
08/04/19	Beau temps, 15° C, suivi d'un peu de vent et d'humidité et d'une pluie de 10 mm les 09/04 et 10/04	C3	-	Terre de diatomée 50 kg/ha	
Volume de bouillie total			-	1000 litres/ha Passage en 2 fois à 500 litres	500 litres/ha

### Observations et résultats

#### Frappages

Date	Conditions climatiques	Stade	% Frappages positifs*		
			T0	T1	T2
25/03/19	10° C temps frais vent	(A)/B	11 %		
29/03/19	19° C très beau temps	B	34 %		
08/04/19	15° C	C/(B)	18 %	24 %	4 %
18/04/19	21° C	C3/D	0 %	14 %	16 %

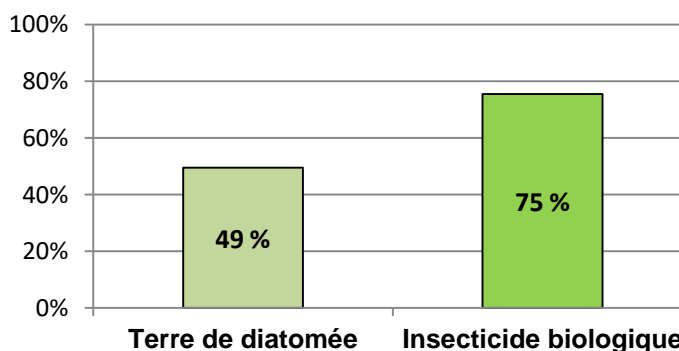
\*Un ou plusieurs adulte(s) récolté(s) par frappe

#### Flurs et bouquets touchés/efficacité de traitement

Les comptages ont été faits sur 500 fleurs choisies aléatoirement sur le rang pour chaque modalité.

#### Pourcentage d'efficacité

Modalité	Flurs atteintes (%)
TNT	59 %
Terre de diatomée	30 %
Insecticide biologique	14 %



Hoplocampe : aucun dégât observé.



## Conclusion

Le deuxième traitement de terre de diatomée (08/04) a été suivi d'humidité et de vent, ce qui a pu impacter son efficacité. Les autres traitements ont été faits dans de bonnes conditions.

Le frappeage du 08/04 effectué 7 jours après les 1<sup>ères</sup> applications des traitements indique une diminution du nombre de frappages positifs pour toutes les modalités (T0 inclus). Les résultats du dernier frappeage (18/04) 7 jours après la 2<sup>nde</sup> application de terre de diatomée montrent une augmentation du nombre de frappages positifs pour la modalité terre de diatomée. La modalité témoin est celle avec le moins de frappages positifs. Les frappages ne permettent donc pas de mettre en évidence une diminution de la population de ravageurs grâce aux différents traitements.

D'après le calcul du pourcentage d'efficacité, l'insecticide biologique montre un niveau d'efficacité supérieur à la terre de diatomée. On constate deux fois moins de dégâts sur fleurs par rapport au témoin pour la modalité terre de diatomée et quatre fois moins pour la modalité insecticide biologique.

Ce dernier essai confirme la tendance des deux autres essais en verger, la terre de diatomée semble avoir une efficacité sur l'anthonome, néanmoins, celle-ci est inférieure à celle de l'insecticide biologique.

## **Essai 6 : parcelle Formigny, Calvados - essai d'efficacité du Polithiol en verger**

Le Polithiol : ce produit est utilisé pour lutter contre les stades hivernants des ravageurs (pucerons, psylles, acariens et cochenilles), essentiellement en arboriculture fruitière. Il est composé d'huile de paraffine et de soufre. Il peut être utilisé en préventif sur les adultes et en curatif sur les œufs et stades hivernants. Cette solution de biocontrôle est utilisable en agriculture biologique.

Partenaire : Société UPL.

### **Dispositif expérimental**

Lieu : Calvados.

Verger conduit en AB.

Variétés : Kermerrien (2,5 x 5,5 m).

Fréquin rouge (3 x 5,5 m).

Date de plantation : verger 26<sup>ème</sup> feuille.

Pression anthonome : moyenne.

Modalités testées :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : insecticide biologique,
- T2 : Polithiol (huile + soufre).

Les traitements ont été effectués sur des blocs de rangs entiers.

Plan : voir en annexe.

### **Traitements**

Date	Variété	Conditions climatiques	Stade	T0	T1	T2
28/03/19	Fréquin Rouge	14° C – 16° C	C	-	Insecticide biologique	Polithiol 50 litres/ha
31/03/19	Kermerrien	Ensoleillé 15° C – 16° C	C	-	Insecticide biologique	Polithiol 50 litres/ha
Volume de bouillie total				-	500 litres/ha	1000 litres/ha

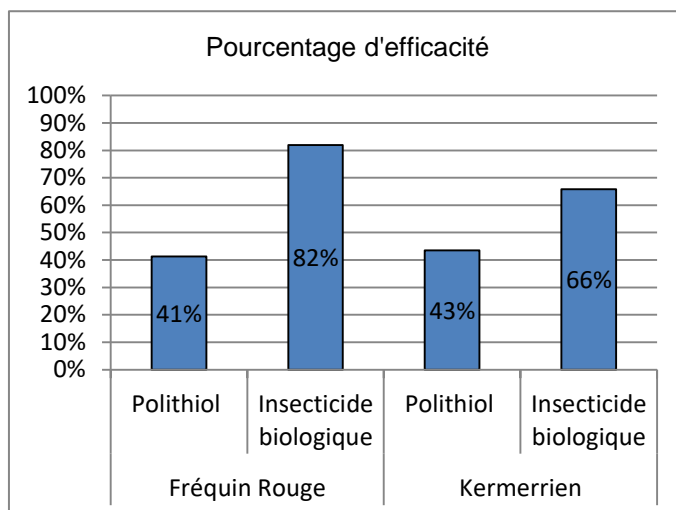
### **Observations et résultats**

#### Frappages

Date	% Frappages positifs	
	Fréquin rouge	Kermerrien
27/03/19	60 %	< 10 %
28/03/19	100 % (avant traitement)	50 % – 60 %
31/03/19	x	80 % – 90 % (avant traitement)

### Flours touchées/efficacité produits

Variété	Modalité	Flours atteintes (%)
Fréquin Rouge	TNT	34 %
	Polithiol	20 %
	Insecticide biologique	6 %
Kermerrien	TNT	27 %
	Polithiol	15 %
	Insecticide biologique	9 %



\* Les comptages ont été faits sur 1000 fleurs choisies aléatoirement sur le rang.

Hoplocampe : aucun dégât observé.

### **Conclusion**

Les traitements ont été réalisés dans de bonnes conditions.

L'insecticide biologique est la modalité la plus efficace avec 82 % d'efficacité pour Fréquin Rouge et 66 % pour Kermerrien. Pour les deux variétés, l'efficacité est d'environ 40 % avec le Polithiol. Il est important de prendre en compte le niveau de pression anthonome modéré sur cette parcelle avec, pour les témoins non traités, seulement 34 % et 27 % de fleurs atteintes selon la variété.

## **Essai 7 : parcelle Le Theil, Orne - essai d'efficacité de la quassine et de l'argile en verger**

**La quassine** : la quassine est extraite de la plante tropicale, le *Quassia amara*. Elle a des effets neurotoxiques et elle agit par contact et ingestion (Gomez et al., 2006). C'est un larvicide très efficace sur jeunes larves. Elle a démontré son efficacité sur hoplocampe. Pour le moment aucun produit à base de quassine n'est homologué en France.

### **Dispositif expérimental**

**Variété** : Atroche, plantation hiver 2015/2016.

**Distances de plantation** 2,5 x 5,5 m.

**Pression anthonome** : modérée.

**Modalités testées** :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : écorce de Quassia,
- T2 : argile kaolinite,
- T3 : insecticide biologique.

**Plan** : voir en annexe.

### **Traitements**

Ecorce de Quassia – quassine (T1) – 25 kg/ha, pour 2 applications (deux décoctions sur le même lot d'écorce).

Argile (T2) – 3 interventions : 50, 30 et 30 kg/ha (base 1000 l), stades B à D (Fleckinger). Passages croisés. Renouvellement si lessivage (1 épisode pluvieux > 20 mm, ou 30 mm cumulés en plusieurs épisodes depuis traitement).

Insecticide biologique (T3) – 0,2 l/ha de verger, en 2 applications (2 x 0,2 l /ha traité, passage 1 inter-rang/2 ; soit 0,1 l/ha de verger à chaque intervention).

**Volume d'eau** :

T1		T2		T3	
Pour 1 ha <sup>1)</sup>	1815 m <sup>2</sup> <sup>2)</sup>	Pour 1 ha <sup>1)</sup>	1980 m <sup>2</sup> <sup>2)</sup>	Pour 1 ha <sup>1)</sup>	2640 m <sup>2</sup> <sup>2)</sup>
400 l	73 l	400 l	79 l	200 l	106 l

<sup>1)</sup> 1 ha de verger ; <sup>2)</sup> m<sup>2</sup> de surface traitée

**Dose de produit** :

T1		T2		T3	
Pour 1 ha <sup>1)</sup>	1815 m <sup>2</sup> <sup>2)</sup>	Pour 1 ha <sup>1)</sup>	1980 m <sup>2</sup> <sup>2)</sup>	Pour 1 ha <sup>1)</sup>	2640 m <sup>2</sup> <sup>2)</sup>
25 kg pour 2 passages	4,5 kg pour 2 passages	20 ; 12 ; 12 kg <sup>3)</sup>	4 ; 2,5 ; 2,5 kg <sup>3)</sup>	0,2 l en 2 passages	52,8 ml par passage

<sup>3)</sup> les doses d'argile sont calculées sur la base de 400 litres d'eau /ha (jeune verger) : 5 kg/hl pour la 1<sup>ère</sup> intervention, 3 kg/hl pour la 2<sup>ème</sup> et 3 kg/hl pour la 3<sup>ème</sup>.

**Date des interventions et phénologie (Fleckinger)** :

T1		T2		T3	
Date	Phéno	Date	Phéno	Date	Phéno
23/03	B	20/03	B	23/03	B
02/04	C3	29/03	C3	02/04	C3
-	-	?	D	-	-

**Quassia et Insecticide biologique** : positionnement des traitements en fonctions des sondages effectués.

**Argile** : assurer une couverture optimale des arbres entre les stades B et D (suivi des stades par le producteur et le technicien).

## Observations et résultats

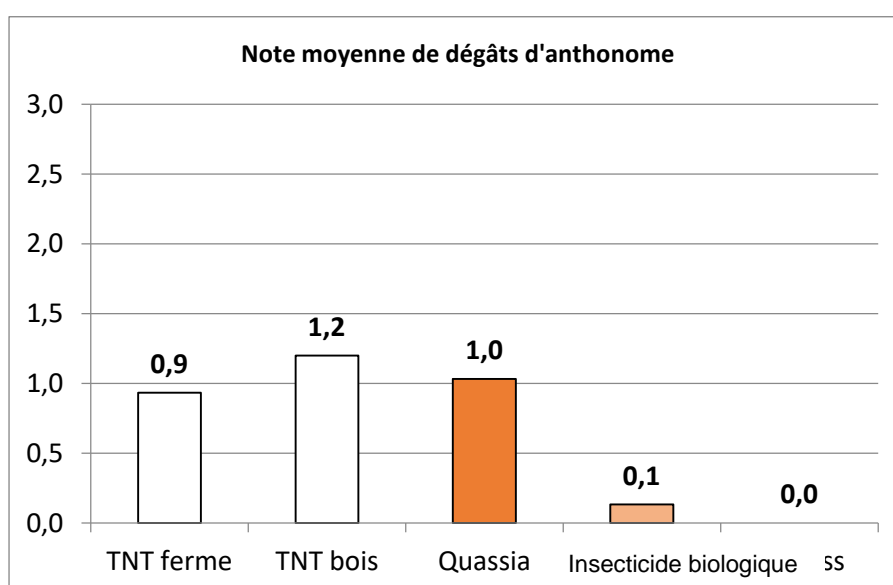
### Frappages

date	T0	T1	T2	T3
19/03/2019	7 % (100 frappes réalisées sans distinguo entre moda)			
29/03/2019	Présence près du bois			

### Dégâts à la floraison

Une notation du nombre de bouquets atteints sur des branches repérées fin mars était prévue. Etant donné l'importance des dégâts de tordeuses, celle-ci a été abandonnée pour se limiter à une notation globale à l'arbre.

Une note de 0 à 3 de présence de symptômes de dégâts d'anthonome a été attribuée sur 15 arbres de chaque modalité (0 = pas de clou de girofle; 3 = forte attaque). Les arbres étaient au stade G/H le jour de la notation (02/05/19). Les résultats sont présentés ci-après.



On note une très faible présence de dégâts d'anthonome sur l'ensemble de la parcelle. Les modalités argile et insecticide biologique sont celles avec le moins de dégâts.

Il est important de noter qu'une très forte présence de tordeuses au moment de la notation a été observée. Les tordeuses consomment notamment les étamines et les pistils sur des fleurs où les pétales s'étaient ouverts. L'attaque est assez importante visuellement mais pas forcément grave (pour le développement de l'arbre). Sur la modalité insecticide biologique, les dégâts sont beaucoup moins importants. De fait, les arbres paraissent beaucoup plus sains (la différence est saisissante).

### Conclusion

Seules l'argile et la référence insecticide biologique présentent une efficacité dans le contexte de l'essai, en comparaison du témoin non traité. L'efficacité du Quassia sur anthonome apparaît limitée, elle donne en effet des résultats similaires au témoin non traité.

## ❖ Essais 2020

### Essai 1 : parcelle Tellières le Plessis, Orne - essai d'efficacité de la terre de diatomée en verger

#### Dispositif expérimental

Verger conduit en AB choisi pour une pression importante en anthonome du pommier en 2018 et 2019.

Lieu : Tellières le Plessis.

Variété : Kermerrien (pollinisée par Douce Coët Ligné).

Distance de plantation : 5,5 m x 2 m.

Applications : assurées par l'IFPC avec l'atomiseur Turbo 2 KWH sauf pour la référence (T4) qui est assurée par le producteur.

Plan : voir en annexe.

#### Modalités testées

Modalité	Produit formulé (P.F.) ou code	Nb applications max	Dose	Volume de bouillie
T1	Témoin non traité			
T2	Terre de diatomée	2	50 kg/ha	1000 litres/ha
T4	Insecticide biologique	2	0,2 litre/ha	Selon pratique producteur

#### Battages et traitements

La date des traitements est décidée en contrôlant le stade phénologique des variétés de chaque parcelle et en évaluant la population d'anthonome adulte par battage.

Les résultats du premier battage ont déclenché la première application, puisque 59 adultes ont été retrouvés pour 100 battages. L'application A a donc été effectuée le 23/03. Le vol de l'anthonome s'est prolongé début avril, une application B a donc été réalisée le 10/04.

Date	Stade phénologique Kermerrien	Modalité	Effectifs retrouvés (Nb anthonome/Nb battages)	Effectifs corrigés pour 100 battages
19/03/20	B	Toute la parcelle	59/100	59/100
23/03/20	APPLICATION A sur T2 et T4			
01/04/20	B-C	T1 - TNT	20/50	40/100
		T2 - terre de diatomée	21/50	42/100
		T4 - insecticide biologique	4/50	8/100
08/04/20	B-C	T1 - TNT	17/50	34/100
		T2 - terre de diatomée	20/50	40/100
		T4 - insecticide biologique	18/50	36/100
10/04/20	APPLICATION B sur T2 et T4			
21/04/20	E2/F1	T1 - TNT	8/40	20/100
		T2 - terre de diatomée	7/40	17,5/100
		T4 - insecticide biologique	3/40	7,5/100

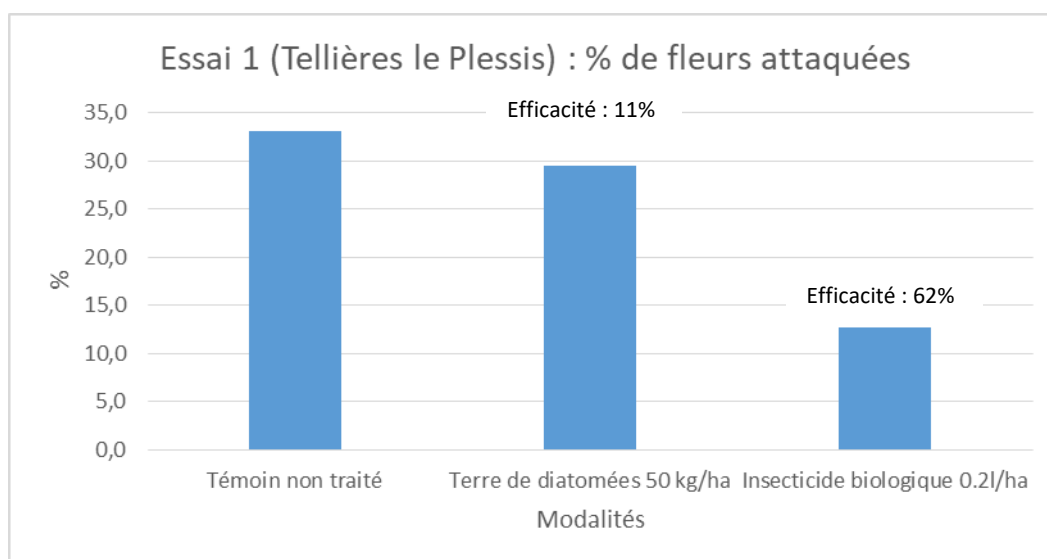
## Observations

L'efficacité des applications des produits a été évaluée le 7 et le 20 mai 2020. Pour cela, on a procédé à l'observation de 1000 fleurs par modalité, en dénombrant le nombre de fleurs présentant les dégâts caractéristiques de clou de girofle.

Aucun dégât d'hoplocampe n'était à déplorer (notation le 29 mai 2020).

## Résultats

Le graphique ci-dessous montre les résultats des notations d'efficacité. On constate une proportion de dégâts d'environ 30 % (terre de diatomée). L'efficacité des traitements avec la terre de diatomée est de 11 % (méthode d'Abbott).



## **Essai 2 : parcelle L'Hermitière, Orne - essai d'efficacité de l'argile en barrière physique en verger**

### **Dispositif expérimental**

Verger conduit en AB choisi pour une pression importante en anthonome du pommier en 2018 et 2019.

Lieu : l'Hermitière.

Variété : Bedan.

Distance de plantation : 5,5 m x 2 m.

Applications : assurées par le producteur.

Plan : voir en annexe.

### **Modalités testées**

Modalité	Produit formulé (P.F.) ou code	Nombre applications max	Dose	Volume de bouillie
T1	Témoin non traité			
T4	Insecticide biologique	2	0,2 litre/ha	700 litres/ha
T5	Argibio	3	50 kg ou 30 kg/ha	1000 litres/ha

### **Battages et traitements**

La date des traitements est décidée en contrôlant le stade phénologique des variétés de chaque parcelle et en évaluant la population d'anthonome adulte par battage.

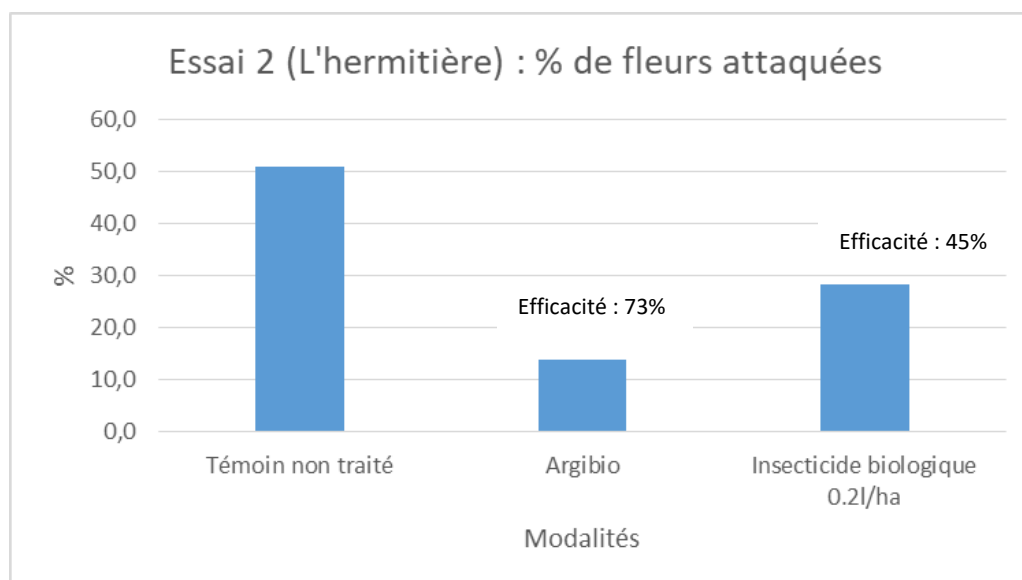
Date	Stade phénologique Bedan	Modalité	Effectifs retrouvés (nb anthonome/nb battages)	Effectifs corrigés pour 100 battages
18/03/20	A	Toute la parcelle	0/100	0/100
26/03/20	A-B	Toute la parcelle	0/100	0/100
09/04/20	B	T1 - TNT	18/20	90/100
		T4 - insecticide biologique	45/20	225/100
		T5 - argile	29/20	145/100
<b>1<sup>ère</sup> intervention T4 et T5 le 10/04</b>				
15/04/20	A-B	T1 - TNT	4/50	8/100
		T4 - insecticide biologique	2/50	4/100
		T5 - argile	4/50	8/100
<b>2<sup>ème</sup> intervention T4 et T5 le 20/04</b>				
22/04/20	C-C3	T1 - TNT	35/40	87,5/100
		T4 - insecticide biologique	20/40	50/100
		T5 - argile	36/40	90/100
05/05/20	D-E	T1 - TNT	7/20	35/100
		T4 - insecticide biologique	4/20	20/100
		T5 - argile	7/20	35/100



## Observations

L'efficacité des applications des produits a été évaluée le 7 et le 20 mai 2020. Pour cela, on a procédé à l'observation de 1000 fleurs par modalité, en dénombrant le nombre de fleurs présentant les dégâts caractéristiques de clou de girofle.

Aucun dégât d'hoplocampe n'était à déplorer (notation le 29 mai 2020).



## Résultats

Le graphique ci-avant montre les résultats des notations d'efficacité. On constate une proportion de dégâts d'environ 50 % dans le témoin. L'efficacité des traitements avec l'argile est de 73 % (méthode d'Abbott).

On constate que l'efficacité du traitement de l'insecticide biologique est relativement faible dans cet essai ce qui peut s'expliquer par des applications trop tardives.

### **Essai 3 : parcelle Boisemont, Eure - essai d'efficacité de la terre de diatomée en verger**

#### **Dispositif expérimental**

Verger conduit en AB depuis 2017.

Variété : Douce de Moën et Douce Coët plantation 1998.

Distances de plantation : 2,5 m x 5 m.

Pression anthonome : moyenne.

Modalités testées :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : terre de diatomée en poudrage à 50 kg/ha ; 2 passages dans chaque sens par rang,
- T2 : insecticide biologique à 0,2 l/ha.

L'essai comporte plusieurs rangs pour chaque modalité.

Plan : voir en annexe



*Application de la terre de diatomée à la poudreuse le 10/04/2019 à Boisemont*

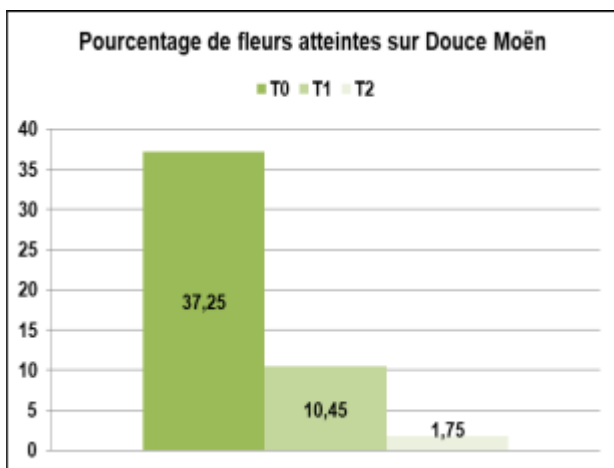
#### **Frappages et interventions**

<b>Date</b>	<b>Conditions climatiques</b>	<b>Stade phénologique</b>	<b>Zone de frappage</b>	<b>Nombre d'anthonomes/nb de frappages</b>
24/03/2020	13° C soleil vent d'est 25 km/h	A/B	Début à milieu du verger (à venir T1 et T2)	22/100
			Fin du verger vers la pointe (à venir T2)	10/100
			Pointe du verger (à venir T0)	60/100
T1 le 27/03 et T2 le 31/03 03 ; beau temps froid				
02/04/2020	10° C couvert avec éclaircies léger vent	B	T1	14/50
			T2 1ère partie	10/50
			T2 2ème partie	22/50
			T0	50/50
T1 le 09/04 et T2 le 10/04 ; très beau temps chaud				

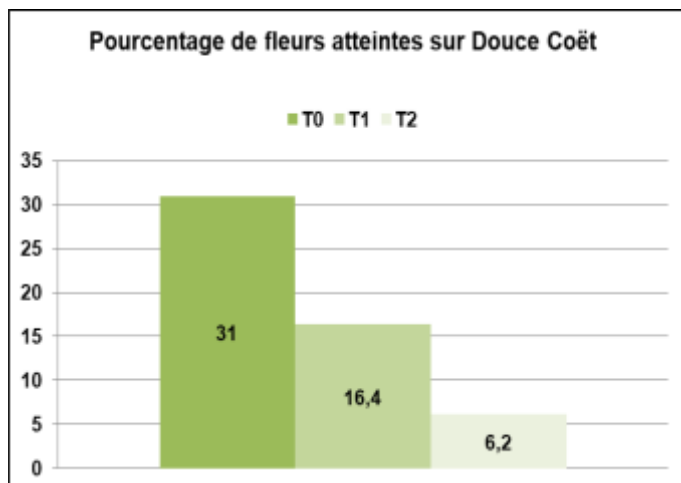
Les frappages montrent que la pression anthonome est importante sur cette parcelle. Le frappeage effectué le 02/04 montre que les premières interventions pour T1 et T2 ne permettent pas de diminuer les populations. Les interventions ont donc été renouvelées.

## Résultats

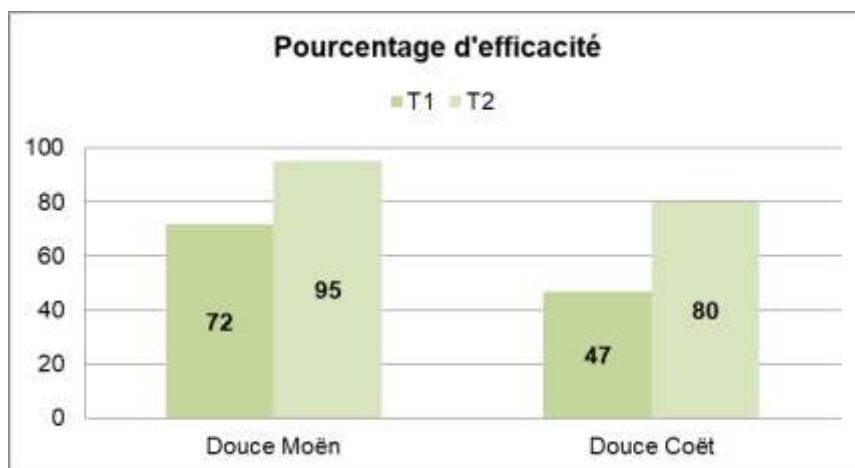
Les comptages ont été faits sur 1000 fleurs choisies aléatoirement sur le rang pour chaque modalité.



Les dégâts sont importants sur le témoin non traité et nettement plus faibles sur les modalités T1 et T2.



Les dégâts sont importants sur le témoin non traité et nettement plus faibles sur les modalités T1 et T2. Le niveau de dégât un peu plus élevé sur les modalités traitées que sur la variété Douce Moën.



L'insecticide biologique(T2) a une très bonne efficacité.

La terre de diatomée (T1) montre une efficacité très intéressante, inférieure à celle de l'insecticide biologique.

L'efficacité des 2 modalités est moindre sur la variété Douce Coët ce qui peut s'expliquer par un léger décalage de floraison (quelques jours de précocité et donc un moins bon positionnement des produits).

Aucun dégât d'hoplocampe observé sur les 2 variétés.

## Conclusion

Dans des conditions de pression relativement élevée, la terre de diatomée appliquée à raison de 2 interventions en poudrage à 50 kg/ha a montré une efficacité significative de 72 % sur la variété Douce Moën et une efficacité moindre mais néanmoins intéressante de 47 % sur la variété Douce Coët sans doute en raison d'un léger décalage de floraison (4 à 5 jours de précocité). Cette efficacité est inférieure à celle de l'insecticide biologique qui est de 95 % sur Douce Moën et de 80 % sur Douce Coët avec 2 passages. La terre de diatomée a donc une efficacité sur l'anthonome, néanmoins, celle-ci est inférieure à celle de l'insecticide biologique.

## ▪ Conclusion de la sous-action 1.1 - solutions de biocontrôle sur ravageurs émergents, anthonome et hoplocampe

Ce programme a permis de réaliser 3 essais en laboratoire et 9 essais en verger avec 4 pistes de solutions de biocontrôle testées.

### **Anthonome**

Les principaux résultats par type de solution de biocontrôle testée sont les suivants :

#### Nématodes

- Efficacité en laboratoire trop faible pour envisager des essais en verger.

#### Terre de diatomée

- Au laboratoire : efficacité moyenne de 41 % du produit en solution dans l'eau,
- En verger : 5 essais. Les niveaux d'efficacité sont très variables allant 11 % à 72 %. L'efficacité la plus importante est obtenue par l'application sous forme de poudrage à raison de 2 applications à 50 kg/ha. Elle est néanmoins inférieure à celle de la référence de l'insecticide biologique.

#### Argile

- 2 essais en verger (1 essai difficilement exploitable en raison de la très forte présence de tordeuses des bourgeons),
- Très bonne efficacité de 73 % sur 1 essai avec pression anthonome importante (50 % de dégâts sur le témoin non traité) ; 2 applications réalisées,
- Compte tenu du faible nombre d'essais, cette piste est à confirmer.

#### Quassine

- 1 essai en verger,
- Aucune efficacité constatée mais résultats difficilement exploitables en raison d'une très forte présence de tordeuses des bourgeons.

#### Polithiol

- 1 essai en verger,
- Efficacité de 41 à 43 % selon la variété,
- A confirmer sur un plus grand nombre d'essais.

La terre de diatomée et l'argile sont les solutions de biocontrôle qui présentent le plus d'intérêt sur l'anthonome dans nos essais. Il faut cependant bien prendre en compte les limites de ces produits mises en évidence lors de ces essais :

- la forte variabilité des résultats observés,
- L'importance du mode d'application. La poudreuse est en effet un matériel très spécifique à usage unique pour ce produit pour la terre de diatomée ; répétition d'au moins 2 applications pour garder suffisamment de produit sur l'arbre pendant toute la période du vol de l'anthonome,
- Le manque de recul sur l'argile vu le faible nombre d'essais,
- Il est à noter que l'efficacité globale de toutes ces solutions de biocontrôle a été testée par rapport à celle de l'insecticide biologique de référence lorsqu'il est appliqué 2 fois pendant la période de vol.

### **Hoplocampe**

Toutes les solutions de biocontrôle testées dans l'action 1.1 ont donné lieu à des observations sur les effets secondaires sur hoplocampe.

La terre de diatomée présente une efficacité partielle en laboratoire sur larves d'hoplocampe. Cette efficacité n'a pas pu être vérifiée en verger car la pression en hoplocampe était trop faible sur les parcelles d'essai avec la terre de diatomée. Il en est de même avec les autres solutions de biocontrôle testées : l'absence de dégâts d'hoplocampe sur les parcelles d'essai ne permet pas de mettre en évidence un effet secondaire des applications dirigées sur anthonome vis-à-vis de l'hoplocampe.

## Sous action 1.2 - solutions de biocontrôle pour la moniliose sur fleur

### ▪ Contexte et état des connaissances

La moniliose sur fleur peut entraîner des pertes de récolte remettant en cause la rentabilité de la production en agriculture biologique (Paris, 2016). Le pommier à cidre est beaucoup plus sensible à cette maladie que le pommier de table. Certaines variétés (Judaine, Cul d'Oison, Bisquet, etc.) ont une sensibilité si forte que cela remet en question leur production en bio.

La moniliose sur fleur, principalement causée par *Monilia laxa*, provoque le dessèchement du bouquet entier qui prend une teinte brune. Le dessèchement affecte aussi les rameaux avec l'apparition de chancres. Ces chancres ainsi que les autres organes atteints constituent des réservoirs de contamination. Au printemps, les conidies issues de ces organes atteints infectent de nouvelles fleurs en pénétrant par les pièces florales. Les conditions d'infection sont liées à une pluie ou une forte hygrométrie. La période de sensibilité des pommiers à cette maladie débute dès l'apparition des pièces florales jusqu'à la fin de la chute des pétales.



Crédit Photo : D. Larson Lambert, Fredon Normandie

Moniliose sur fleur : symptômes de dégâts observés après floraison

Les essais menés dans le programme « InoCidreAB » ont montré que, dans des conditions relativement modérées d'inoculum et sur une variété assez peu sensible, les produits biologiques utilisés sur tavelure, cuivre et soufre, permettent de contenir le niveau de dégâts mais qu'ils sont insuffisants en cas de pression plus élevée. L'ajout de bicarbonate de potassium n'avait pas montré d'intérêt. En revanche, la bouillie sulfo-calciq, produit de biocontrôle également utilisable pour la lutte contre la tavelure pourrait limiter le niveau de dégât comme cela a été montré sur abricotiers (essais SudExpé). Par ailleurs, d'autres substances de biocontrôle nouvellement mises sur le marché revendiquent un effet « asséchant » sur la végétation qui pourrait s'avérer intéressant pour diminuer les conditions d'infection (pluie et/ou forte hygrométrie).

### ▪ Objectif

Tester l'efficacité de solutions nouvelles de biocontrôle homologuées sur tavelure du pommier vis-à-vis de la moniliose sur fleur.

## **Essai 1 (2018) : parcelle à Louversey, Eure - essai d'efficacité de la bouillie sulfo calcique Curatio en complément du soufre et du cuivre utilisés sur tavelure sur Juliana en verger adulte**

### **Dispositif expérimental**

**Variété** : Juliana, verger de 25 ans avec fort inoculum en moniliose fleur ; verger conduit en AB depuis 2016.

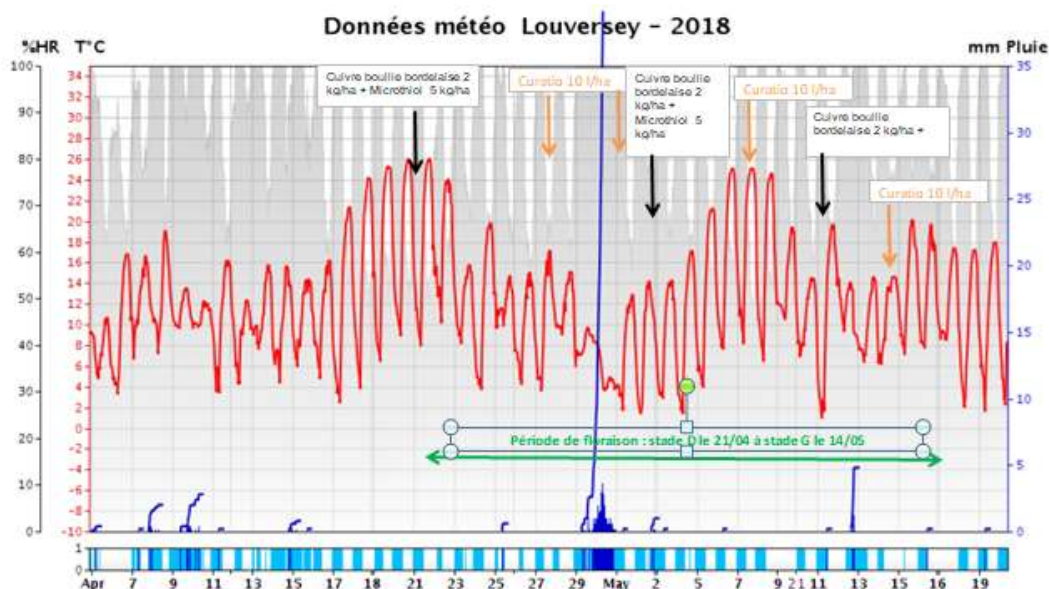
### **Modalités** :

- T0 : témoin non traité : 4 rangs,
- T1 : programme préventif à base sulfate de cuivre dosé à 20 % et de soufre dosé à 80 % appliqué contre la tavelure,
- T2 : programme T1 + interventions curatives avec Curatio (polysulfure de calcium) appliqué contre la tavelure, (dérogation d'usage sur tavelure du pommier en 2018).

**Plan de l'essai** : voir en annexe.

### **Interventions**

Les interventions sont positionnées en fonction du stade phénologique et des conditions climatiques. Elles débutent dès le stade D et se terminent à la fin de la chute des pétales (stade G). Les données météorologiques proviennent d'une station iMétos située sur le verger.



Les conditions climatiques ont été moyennement favorables à la moniliose sur fleur avec une période de beau temps sec en début de floraison puis de fortes précipitations sur une courte période fin avril-début mai en pleine floraison mais accompagnées de températures fraîches peu favorables à la moniliose sur fleur et enfin une période de temps sec en fin de floraison.

### **Observations**

- Notation des arbres repérés pour avoir un niveau de floraison identique : 10 arbres repérés par modalité.
- Degré d'importance des dégâts de 1 à 5 : 1 = 0 dégâts, 5 = graves attaques fortement pénalisantes pour la production.
- Nombre de bouquets moniliés par arbre.

## Résultats

Modalités	Intensité moyenne de floraison (1 à 5)	Intensité moyenne des dégâts (1 à 5)	Nombre moyen de bouquets moniliés / arbre
T0	5	4,3 ns	21,1 ns
T1	5	4,2 ns	21,7 ns
T2	5	3,8 ns	17,6 ns

La présence de moniliose sur fleur est élevée sur toutes les modalités.

L'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre modalités. On remarque néanmoins que la présence de moniliose est un peu moins forte sur la modalité T2 intégrant le Curatio en complément du programme préventif cuivre et soufre.

### Conclusion

Cet essai montre que, dans le contexte de pression en moniliose élevé, le Curatio ne permet pas d'améliorer de façon significative l'efficacité sur la moniliose fleur d'une protection à base de cuivre et soufre à visée tavelure.

## **Essai 2 (2019) : parcelle à Louversey, Eure - essai d'efficacité du Curatio en complément du soufre et du cuivre utilisés sur tavelure sur Judaine en jeune verger**

### **Dispositif**

**Variété** : Judaine, verger en 5<sup>ème</sup> feuille avec inoculum moyen à élevé en moniliose fleur ; verger conduit en AB depuis 2015.

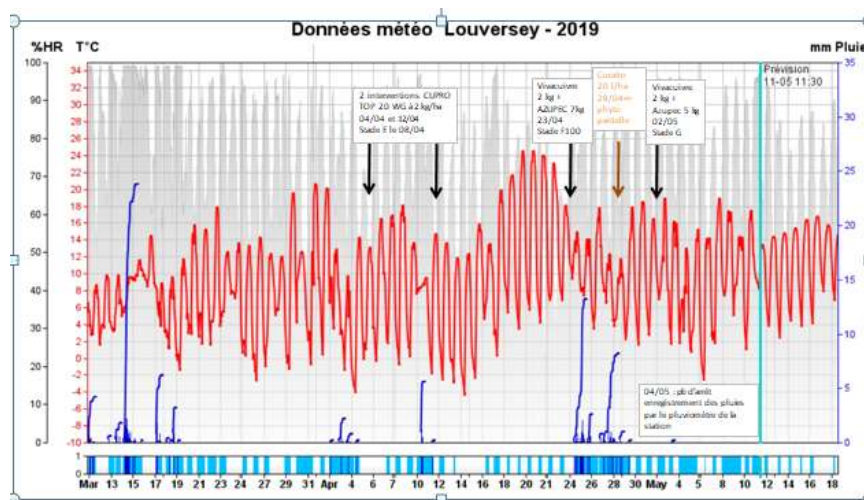
### **Modalités** :

- T0 : témoin non traité : 3 rangs,
- T1 : programme préventif à base sulfate de cuivre et de soufre : 4 rangs,
- T2 : programme préventif à base sulfate de cuivre dosé à 20 % et de soufre dosé à 80 % et curatif intégrant le Curatio (polysulfure cde calcium) appliqué contre la tavelure, (dérogation d'usage sur tavelure du pommier en 2019) : 4 rangs.

**Plan de l'essai** : voir en annexe.

### **Interventions**

Les interventions sont positionnées en fonction du stade phénologique et des conditions climatiques. Elles débutent dès le stade D/E et se terminent à la fin de la chute des pétales (stade G). Les données météorologiques proviennent d'une station iMétos située sur le verger.



Les conditions climatiques ont été assez favorables à la moniliose sur fleur, pluvieuses et fraîches en début de floraison puis un temps sec en pleine floraison suivi d'un temps pluvieux en fin de floraison. A noter un arrêt de l'enregistrement des pluies le 04/05 par la station automatique, estimées à 5 mm (pluviomètre manuel).

### **Observations**

Notation des arbres repérés pour avoir un niveau de floraison identique : 10 arbres repérés par modalité. Degré d'importance des dégâts de 1 à 5 : 1 = 0 dégâts, 5 = graves attaques fortement pénalisantes pour la production.

### **Résultats**

Modalités	Intensité moyenne de floraison (1 à 5)	Intensité moyenne des dégâts (1 à 5)
T0	2	1,12 ns
T1	3	1,7 ns
T2	2,5	1 ns

La présence de moniliose sur fleur est faible sur toutes les modalités, ce qui peut être lié au faible niveau de floraison observé. L'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre modalités.

### **Conclusion**

Dans des conditions de faible floraison et de faible présence de moniliose sur fleur, l'efficacité du Curatio ne peut être mise en évidence.



### **Essai 3 (2020) : parcelle à Berd'huis, Orne - essai d'efficacité du BNA et du Curatio**

**BNA (Blanc Naturel Arboricole)** : le BNA est un produit liquide composé par 600 g/litre de di-hydroxyde de calcium. Il possède un pH très basique (pH de 12) qui pourrait limiter le développement des champignons tels que la moniliose.

#### **Dispositif**

Année de plantation : 1996.

Variété : Judaine.

Modalités :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : BNA PRO, 1 intervention début stade E à 100 l/ha,
- T2 : BNA PRO et Curatio,
  - 1 intervention avec BNA début stade E à 100 l/ha puis 4 interventions avec Curatio en période pré-florale et durant la floraison (dans le cadre de la lutte tavelure),
- T3 : Curatio seul,
  - 4 interventions avec Curatio durant la période de floraison (dans le cadre de la lutte tavelure).

Volumes d'eau/ha : BNA Pro à 1000 l et Curatio à 700-800 l.

Plan : voir en annexe.

#### **Interventions : dosages**

<b>BNA PRO</b>	<b>Curatio</b>
○ 100 l/ha début stade E  Application par temps sec, sur bois sec.	○ 20 l/ha au stade E2/E3* (boutons roses à ballons). ○ 16 l/ha au stade F1 (10 à 30 % maxi de fleurs ouvertes). ○ 12 l/ha au stade F2/F3 (50 à 80 % maxi de fleurs ouvertes). ○ 12 l/ha au stade G/H (chute des pétales – floraison déclinante). Application préférentiellement après une pluie (action « stop »).

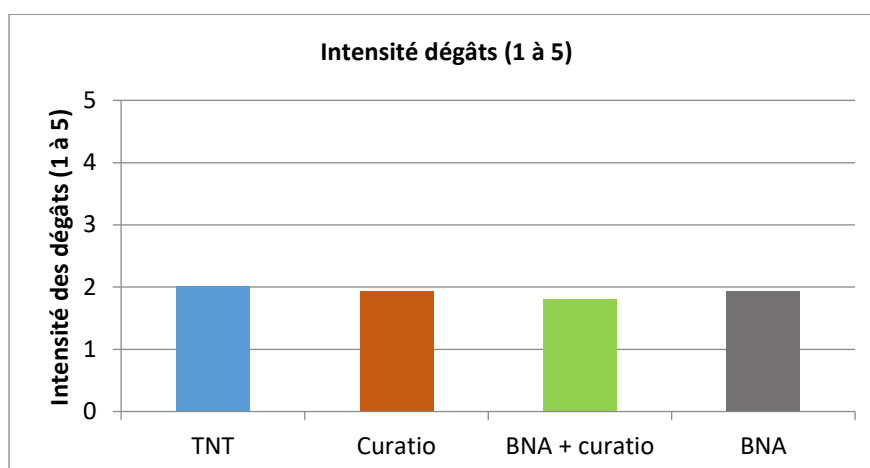
#### **Interventions : stades d'application**

<b>BNA</b>		<b>Curatio</b>	
Date	Phénologie	Date	Phénologie
7/4/2020	E	7/4/2020	E
-	-	14/4/2020	F
-	-	17/4/2020	F3
-	-	22/4/2020	G

#### **Observations**

- Indice de floraison sur 50 arbres homogènes repérés par modalité,
- Degré d'importance des dégâts : 1 = 0 dégâts, 5 = graves attaques fortement pénalisantes pour la production.

## Résultats et conclusion



Les dégâts sur le témoin non traité étaient très faibles. Aucune différence n'a pu être mise en évidence entre modalités.

### ▪ **Conclusion de la sous-action 1.2 : solutions de biocontrôle pour la moniliose sur fleur**

Sur les 3 essais réalisés, l'efficacité sur la moniliose sur fleur des produits biologiques utilisés dans le cadre de la maîtrise de la tavelure n'a pas été mise en évidence.

Sur les 2 essais avec une présence significative de moniliose, le Curatio n'a montré aucune efficacité, que ce soit en condition de forte pression ou de faible pression de ce champignon.

La problématique de gestion de la moniliose sur fleur en verger cidricole sans produit de synthèse reste entière et ne semble pas pouvoir être résolue par une solution de type produit de biocontrôle.

D'autres moyens et méthodes doivent être réfléchis : ils sont développés dans le paragraphe perspectif en fin de rapport.

## 2. Action 2 - gestion innovante de l'enherbement

### ▪ Contexte et état des connaissances

En complément des méthodes de biocontrôle pour la gestion des bioagresseurs, certaines études montrent que de nouveaux modes de gestion de l'enherbement pourraient permettre d'accroître la biodiversité naturelle et donc de créer un écosystème verger plus favorable à des itinéraires techniques sans pesticides.

Actuellement, la gestion de l'enherbement est en débat dans les cultures pérennes, particulièrement dans le contexte du verger de pomme à cidre et à jus où cet aspect pose plusieurs questions et problèmes. Le couvert végétal non maîtrisé sur le rang pénalise le végétal à différents niveaux en jeune verger : perte de vigueur par concurrence de la strate herbacée et augmentation de l'alternance du fait de problèmes de nutrition ; concurrence pour les ressources en eau, production réduite de près de 50 % (Corroyer, 2013). Différentes méthodes ont été testées en jeune verger dans le programme « InnoCidreAB » afin d'éviter le recouvrement du rang par les adventices, mais ces techniques ne sont plus applicables à partir de l'entrée en production du verger, car elles ne sont pas compatibles avec la récolte mécanique. En effet, la récolte mécanisée au sol empêche la pose de bâches ou la présence de mulch.

En verger adulte, l'alternative au désherbage chimique sur le rang est l'enherbement total de la rangée d'arbres. Dans ce cas, il a été montré que le couvert végétal permettait de faciliter la récolte et d'augmenter la durée de conservation des fruits au sol (DevAB, 2010), mais cela nécessite un passage fréquent de tonte (3 à 5/an) avec un matériel spécifique comportant des satellites déportés qui, outre son coût souvent élevé, nécessite un temps de travail très important en raison de la vitesse d'avancement obligatoirement réduite pour ce type d'outil (2 km/h maximum).

Concernant l'entre-rang, il est toujours enherbé en verger cidricole. Il s'agit en général d'un semis dans le courant de l'année de plantation avec des graminées (fétuque/ ray grass/pâturin) pour assurer un enherbement ras, couvrant, à pousse modérée et résistant au passage du matériel. L'entretien de cet enherbement est réalisé par un passage relativement fréquent de tontes (4 à 5/an) pour maintenir un niveau d'herbe rase considéré en l'état des connaissances comme étant le seul possible pour pouvoir récolter.

Compte tenu de cet ensemble de contraintes, des idées émergent en verger cidricole pour trouver des pratiques agroécologiques pour l'entretien de l'enherbement avec des effets attendus sur la résilience des vergers :

- la tonte différée est une piste intéressante qui a été très peu prospectée en verger cidricole jusqu'à ce jour, en raison du risque jugé trop important de générer des résidus d'herbe peu dégradés, qui seraient incompatibles avec la récolte mécanique. Quelques expériences très récentes de tonte différée rendue obligatoire par la présence de bandes fleuries sur l'entre-rang ont permis d'entrevoir des possibilités, dans certaines conditions (type de matériel, rythme de succession des derniers passages, conditions climatiques) et donc, de différer les tontes sans nuire à la récolte mécanique (Albert, 2016). En grandes cultures, de nombreuses références citent le broyage/fauchage tardif comme étant favorable au développement de la flore, des insectes pollinisateurs et de la biodiversité au voisinage des parcelles cultivées (fiches IBIS).

En verger, la plupart des études concernent la mise en place de bandes fleuries avec des résultats souvent très positifs sur la bande elle-même, mais pas toujours probants sur les arbres (Simon, 2016). Une conclusion majeure en verger cidricole est que les bandes fleuries doivent être situées au maximum à 20 mètres des arbres pour être efficaces (Albert, 2016), ce qui est difficile à envisager dans les pratiques culturales. L'idée est donc de favoriser la biodiversité en laissant pousser l'enherbement déjà présent sur l'entre-rang. Une étude sur pomme de table a montré en effet que la tonte différée d'un enherbement à base de graminées pouvait abriter un nombre d'auxiliaires potentiellement intéressant (Leleu Watteau, 2014). Cette tonte différée pourrait donc présenter l'avantage d'augmenter la biodiversité dans le verger tout en limitant le nombre de tontes annuel.

Il reste toutefois à prouver que ce système est faisable, rentable et ne nuit pas au développement et à la production des arbres ; dans le projet « Verger cidricole de demain », les bandes fleuries avaient exercé une concurrence sur les arbres en comparaison avec un enherbement à base de graminées (Guerin, 2017). Par ailleurs, il a été prouvé dans certains cas que l'enherbement pourrait limiter certains problèmes sanitaires (Gomez, 2008).

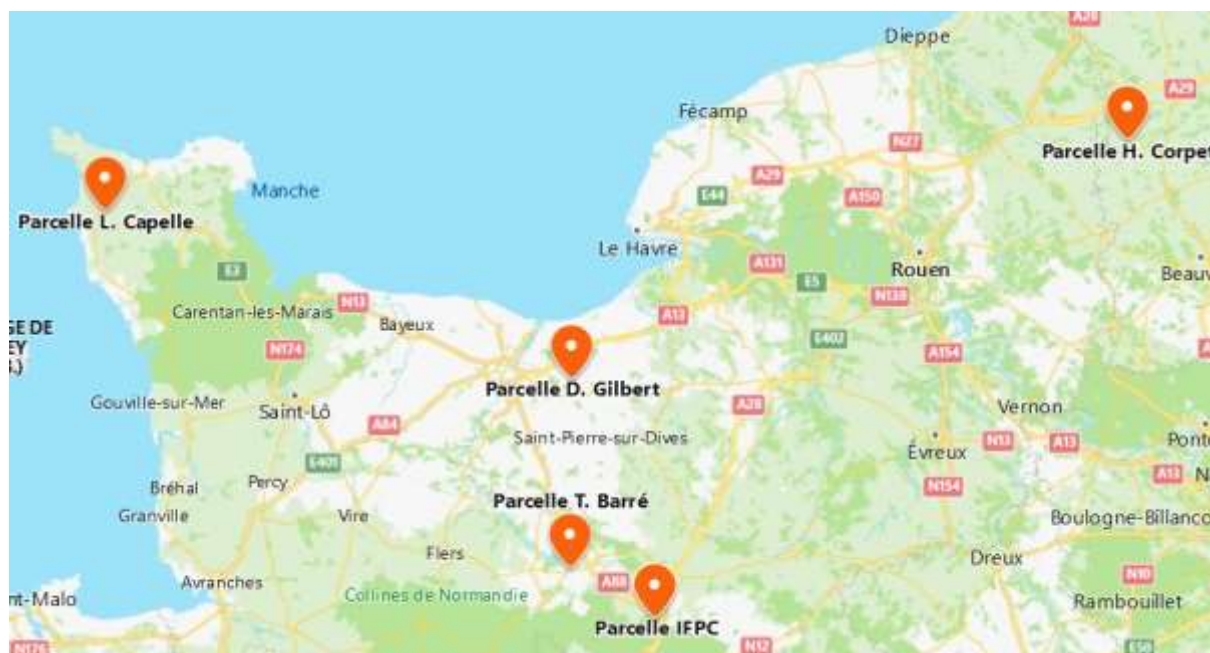
- L'utilisation d'un rouleau (roulage) pour gérer l'enherbement peut être très intéressante. Il s'agit de casser les hautes herbes et de les coucher de façon à limiter leur repousse (évite un stress hydrique) et faire un mulch (Guide Invenio et CA47, 2014). Cet outil est largement utilisé pour coucher les semis entre-rang en particulier en céréales. C'est un investissement peu cher, peu coûteux en énergie et qui demande peu de temps de travail. Selon les stades de passage et la flore présente, le roulage sélectionne des flores diverses (Archambeaud, 2011 et Gloria, 2012). Très peu d'expériences ont été menées en verger. Dans le cadre du groupe « INRA Verger + durable », certains témoignages de producteurs de pomme de table attestent que le roulage permet de diversifier la flore et d'augmenter la biodiversité floristique et faunistique ; cependant, dans un autre cas, le roulage a sélectionné une adventice qui a colonisé la strate herbacée et s'est révélée quasi impossible à maîtriser par la suite (INRA Verger + durable, communications personnelles).
- La diversification de la strate herbacée par des sur-semis d'autres espèces que les graminées pourrait présenter l'intérêt de diversifier la composition de la strate herbacée et donc de favoriser la biodiversité du verger, tout en augmentant la fertilité du sol (DevAB, 2010) comme cela a été montré par l'apport de foin de luzerne (Milan, 2017). Les semis diversifiés sont plus attractifs vis-à-vis de la faune sauvage, notamment grâce à la présence de légumineuses (Decourtye, 2010). Les espèces potentiellement intéressantes seraient des légumineuses comme le trèfle violet qui attire les pollinisateurs ; parmi les trèfles, les espèces à fleurs jaunes et violettes attirent les syrphes à distance (GRAB, 2017). La féverole, également très attractive pour les pollinisateurs, pourrait présenter un intérêt, car elle a l'avantage d'être la moins concurrencée par la strate herbacée en place (Chambre d'agriculture de la Manche, communication personnelle) et d'être parasitée par un puceron qui attire les mêmes auxiliaires que celui du pommier. De plus, les légumineuses fixant l'azote de l'air et le restituant au sol sous une forme directement assimilable par les autres plantes, les besoins azotés sont moindres (Huyghe, 2009). Dans ce cas, le couvert végétal peut contribuer à une meilleure alimentation azotée de la culture comme cela a été montré en vigne (Chantelot, 2003).
- Le pâturage par les moutons : l'entretien de la strate herbacée par les moutons de la race Shropshire est une option prise par quelques producteurs cidricoles (Agrial, Guide technique bio, 2017). Les expériences sont diverses et la gestion des troupeaux de moutons en verger est maintenant un peu mieux connue avec des modes de gestion très différents (pâturage tournant ou permanent, densités d'animaux très variables, etc.). En pomme de table, selon certains témoignages de producteurs, le pâturage par les moutons pourrait permettre de réduire l'incidence de certains bioagresseurs comme la tavelure, l'hoplocampe, la carpocapse et le campagnol (Dufils et al, 2016). Cependant, il n'existe pas de données comparatives sur le même site de l'entretien de l'enherbement par le pâturage et par la tonte qui permettent de confirmer ces observations. Par ailleurs, la présence de moutons peut aussi avoir des effets négatifs sur le verger (Agforward, projet en cours) qui doivent être vérifiés (pertes de production sur les branches basses).

#### ▪ **Objectifs**

Evaluer la faisabilité de modes de gestion innovants de l'enherbement décrits ci-dessus en comparaison avec une tonte régulière telle que pratiquée en verger de pomme à cidre.

## ▪ Matériels et méthodes

### Localisation des parcelles d'essai



Carte de location des parcelles de l'action 2 « Gestion innovante de l'enherbement »

L'action a été menée sur 5 parcelles de vergers de pomme à cidre « basse tige » :

- 1 parcelle sur le verger expérimental de l'IFPC à Sées conduite en Production Fruitière intégrée (PFI) sans désherbage depuis 2017,
- 4 vergers de production conduits en Agriculture Biologique : Ludovic Capelle à Sotteville dans la Manche, Thibault Barré à Francheville dans l'Orne, Didier Gilbert à Saint Ouen du Mesnil Oger dans le Calvados et Hubert Corpet à St Thibaut dans l'Oise.

### Descriptif des parcelles d'essai

	<b>Parcelle IFPC</b>	<b>Parcelle T. Barré</b>	<b>Parcelle D. Gilbert</b>	<b>Parcelle L. Capelle</b>	<b>Parcelle H. Corpet</b>
<b>Variété</b>	Fréquin Rouge	Petit Jaune	Kermerrien	Douce Coëtligné	Douce Moën
<b>Porte-greffe</b>	MM 106	MM 106	MM 106	MM 106	MM 106
<b>Distance de plantation</b>	2 m x 5,4 m	2,2 m x 5,5 m	2,5 m x 5,5 m	2,5 m x 5,5 m	2,2 m x 5,2 m
<b>Année de plantation</b>	2008	1995	2011	1995	1998
<b>Année d'arrêt du désherbage chimique sur le rang</b>	2017	2017	Plantation en AB : aucun désherbage chimique	2017	2013
<b>Irrigation</b>	Pas d'irrigation				

L'arrêt du désherbage chimique a été suivi sur toutes les parcelles par un ré-enherbement naturel spontané du rang.

## Modalités étudiées

Modalité	Descriptif
<b>R : référence</b>	Tonte régulière de l'enherbement représentative des pratiques en verger de pomme à cidre : gyro-broyage entre rangs 3 à 5 fois/an et sur le rang avec satellites 2 fois/an.
<b>TD : tonte différée</b>	Tonte différée après épiaison des graminées fin juin/début juillet : gyro-broyage entre rang avec satellites sur le rang puis gyro-broyage avec ou sans satellite environ 1 mois avant récolte.
<b>RB : roulage broyage</b>	Roulage de l'enherbement entre-rangs après épiaison puis gyro-broyage entre-rang et tonte sur le rang avec satellite environ 1 mois avant récolte.
<b>SS : sur-semis</b>	Sur-semis ou semis automnal entre les rangs avec un mélange de légumineuses : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ féverole d'hiver à 70 kg/ha,</li> <li>○ trèfles à 24 kg/ha comportant 8 kg de trèfle blanc « tivoli » + 8 kg de trèfle violet « lestris » + 8 kg de trèfles en mélange « M-clovers » (incarnat 50 %, squarosum 25 %, micheli 25 %, perse 10 %).</li> </ul> Gyro-broyage après floraison puis broyage avant récolte avec satellite.
<b>P : pâturage</b>	Pâturage par des brebis de la race Shropshire depuis plusieurs années. Présence des moutons toute l'année sauf pendant 1 mois au moment des agnelages et 1 mois au moment de la récolte ; chargement moyen de 4 à 10 brebis/ha selon les époques de l'année. Gyro-broyage pour limiter les orties 1 fois/an.

## Dispositifs

Les modalités sont mises en place sur les parcelles en fonction du matériel présent sur l'exploitation. La modalité « Référence » correspond à la pratique de broyage de l'enherbement de la majorité des producteurs de pomme à cidre.

Modalités	Parcelle IFPC	Parcelle T. Barré	Parcelle D. Gilbert	Parcelle L. Capelle	Parcelle H. Corpet
R	X	X	X (Tonte tardive)	X	X
TD	X	X			
RB				X	
SS			X Semis direct	X Semis après travail du sol	
P					X

Chaque modalité comprend plusieurs rangs. Les plans des 5 parcelles sont présentés en annexe.

## Matériels de gestion de l'enherbement utilisés pendant les essais

Les différents modes de gestion de l'enherbement sont gérés par le parc de matériel présent sur chaque exploitation ou mis à disposition par un autre producteur :

- parcelle IFPC : broyeur à marteau à axe horizontal Chabas et satellite de tonte Boisselet,
- parcelle T. Barré : broyeur à marteau à axe horizontal Chabas et satellite de tonte Desvoys,
- parcelle L. Capelle : gyro-broyeur Desvoys central avec satellite de tonte Perfect ; rouleuse Kulti Packer ; travail du sol superficiel puis combiné de semis avec herse rotative,
- parcelle D. Gilbert : broyeur à marteau Desvoy et satellite de tonte Desvoy ; semoir de semis direct Pottinger,
- parcelle H. Corpet : gyro-broyeur à marteau Serrat Trigon et satellite de tonte Serrat.

## Protocoles d'observations

Les suivis sont réalisés sur des arbres repérés et homogènes, à raison de 3 répétitions de 10 arbres/modalité. Les observations portent sur les variables décrites dans le tableau ci-dessous.

Variables mesurées	Méthode	Fréquence	Période/stade
Indice de floraison	Indice de 1 à 5 sur les arbres repérés : 1 = floraison nulle, 2 = quelques bouquets à fleur, 3 = floraison moyenne, 4 = forte floraison, 5 = 100 % des bourgeons à fleur	1 fois/an	Pleine floraison
Indice de charge	Indice de 1 à 5 sur les arbres repérés 1 = pas de fruit, 2 = quelques fruits, 3 = charge moyenne, 4 = bonne charge, 5 = charge très forte	1 fois/an	Récolte
Calibre des fruits	Poids de 100 fruits sur arbres repérés de préférence (kg)	1 fois/an	Récolte
Circonférences des troncs	Mesure sur les arbres repérés	Début et fin de projet	Repos végétatif
Reliquat azoté du sol (horizon 0-30 cm)	Analyse par laboratoire spécialisé 1 reliquat/modalité	1 fois/an 15 j à 1 mois après dernière tonte selon pluie	Fin août/septembre
Restitution des cultures sursemées	Prélèvement sur 3 placettes, pesée et calcul avec la méthode MERCI <i>Voir protocole détaillé en annexe</i>	1 fois/an après sur-semis	Été 2020
Analyse minérale de feuille	Analyse par laboratoire spécialisé 1/modalité	1 fois/an	Stade pleine floraison + 60 jours
Incidence tavelure	Bilan intensité fréquence et inoculum sur pousses et fruits <i>Voir protocole détaillé en annexe</i>	2 fois/an	Début juillet puis septembre
Incidence du puceron cendré	Bilan intensité x fréquence <i>Voir protocole détaillé en annexe</i>	1 fois/an	Fin juin/début juillet
Incidence de l'hoplocampe	Piège Rebell si dégâts : nb d'adultes piégés Niveau de dégâts sur 1000 fruits	Début et fin de projet	Avril à juin
Incidence du campagnol des champs	Note de 0 à 3 pour chaque modalité sur l'entre-rang et note sur le rang <i>Voir protocole détaillé en annexe</i>	Début et fin de projet	Période hivernale
Nichoirs pollinisateurs	Méthode OAB et nichoirs « Abeille Rousse » <i>Voir protocole détaillé en annexe</i>	1 fois/mois	Avril à septembre
Indice de biodiversité fonctionnelle	Observation visuelle sur 30 foyers de puceron cendré actifs <i>Voir protocole détaillé en annexe</i>	3 à 4 fois/an	Avril/mai à juillet
Inventaire faunistique du couvert	Filet fauchoir <i>Voir protocole détaillé en annexe</i>	Début et fin de projet (2020)	Mai à juillet
Inventaire floristique	Poignées <i>Voir protocole détaillé en annexe</i>	Début et fin de projet	Juin-juillet
Faisabilité de la récolte (capacité de la machine)	Evaluation visuelle de 1 à 3 1 = bonne faisabilité, 2 = faisabilité moyenne, 3 = mauvaise faisabilité	1 fois/an	Récolte
Qualité de la récolte (présence de résidus d'herbe sous forme de foin)	Evaluation visuelle de 1 à 3 1 = bonne qualité, 2 = qualité moyenne avec présence de foin, 3 = détérioration de la qualité due à une trop forte présence de foin	1 fois/an	Récolte
Bilan de consommation de carburant et temps de travaux	Relevés du producteur Temps passé Vitesse d'avancement	Continu	A chaque intervention

## ▪ Résultats

Note sur la présentation des résultats : les résultats sont présentés par parcelle pour faciliter la compréhension. Les enseignements tirés sur les différents modes d'entretien du rang testés figurent dans la partie « synthèse et perspectives ».

### Interventions de gestion de l'enherbement réalisées

Outre le tableau récapitulatif ci-dessous, une séquence vidéo a été réalisée lors des interventions afin de rendre compte des fonctionnalités et des limites des outils utilisés pour la gestion innovante de l'enherbement.

#### Interventions 2018

Parcelles	Modalités	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre
IFPC	R		x	x	170 mm	x	xx	xx	38 mm	R
	TD		35 mm		18 mm	xx	102 mm	xx	R	R
T. Barré	R			xx	xx	xx	143 mm			R
	TD					xx			R	R
D. Gilbert	R					x		xx	R	
	SS					x		xx	R	SS 300 mm
L. Capelle	R				xx	xx	xx	xx	R	
	RB					RB		xx	R	
	SS			xx	xx	xx	xx	xx	R	SS
H. Corpet	R		xx	x	x	x	xx		R	
	P		xx	P	P	P	P	P	P	R

#### Interventions 2019

Parcelles	Modalités	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre
IFPC	R		x	x	xx		xx	85 mm	R	
	TD		60 mm	68 mm	xx	54 mm	xx		R	
T. Barré	R			xx	xx		xx	253 mm		R
	TD						xx		R	R
D. Gilbert	R					x	51 mm	xx	R	
	SS					x	xx	75 mm	R	SS 500 mm
L. Capelle	R		xx			xx	xx	xx	R	
	RB				122 mm	RB 6 mm	31 mm	xx	1,4 mm	R
	SS						xx	xx	R	R
H. Corpet	R		xx	x	x	x	xx		R	
	P		xx	P	P	P	P	P	P	R

#### Interventions 2020

Parcelles	Modalités	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre
IFPC	R		x	x	xx	x	xx	60 mm	R	
	TD		35 mm	62 mm	xx	57 mm	xx		R	
T. Barré	R			xx	xx	xx	237 mm			R
	TD					xx			R	R
D. Gilbert	R					x	xx	85 mm	R	
	SS						xx		R	
L. Capelle	R				xx	xx	xx		R	
	RB				127 mm	RB 60 mm	0 mm	xx	3,8 mm	R
	SS						xx	xx	R	R
H. Corpet	R		xx	x	x	x	xx		R	
	P		xx	P	P	P	P	P	P	R

Légende :

x	tonte interrang
xx et xx	tonte interrang + satellite sur le rang
R	récolte
SS	sursemis / semis
P	pâturage : présence d'ovins dans le verger
RB	roulage + tonte satellite
mm	pluviométrie entre 2 interventions



## Commentaires concernant le tableau des interventions

### **Parcelle IFPC**

Une parcelle d'un demi-hectare de la station cidricole de Sées a été dévolue à cette expérimentation, en scindant en deux les 16 rangs pour séparer les deux modalités testées. Conduite en PFI, l'arrêt du désherbage chimique a été anticipé en 2017 avant le début de l'essai en 2018. Les trois années d'expérimentation se sont caractérisées par des cumuls de pluviométrie plutôt déficitaires, en particulier sur les périodes estivales. De nombreux amas de végétation non décomposés ont rendu le passage de la récolteuse difficile dans la modalité tonte différée. Cette difficulté de récolte est accentuée par le modèle de machine dont dispose l'IFPC (type Bauerle SF II), dont les différents accessoires n'assurent pas un tri convenable des déchets « non pomme ».

### **Parcelle T. Barré**

En 2020, du fait du printemps sec, l'herbe ne poussait pas beaucoup, contrairement à 2018 et 2019. De fait, les 3 tontes de la modalité classique n'auraient pas forcément été justifiées, mais ont été maintenues pour le contexte de l'expérimentation.

### **Parcelle D. Gilbert**

A la suite du sur-semis de l'automne 2018 qui a été réalisé sur un sol assez sec, la pluviométrie a été relativement faible (seulement 300 mm entre le sur-semis et fin mars), ce qui pourrait expliquer la mauvaise levée des semences. Du fait de la très faible quantité de légumineuses présentes en 2019, un sur-semis a donc été de nouveau réalisé à l'automne 2019. A la suite du sur-semis de l'automne 2019, la pluviométrie a cette fois été très forte (500 mm entre le sur-semis et fin mars 2020) durant tout l'hiver et a pu occasionner le pourrissement des semences.

### **Parcelle L. Capelle**

Le sur-semis de l'automne 2018 s'est très bien développé en 2019 : féverole et trèfles ont très bien poussé car la concurrence avec la flore indigène était très faible du fait du labour superficiel réalisé avant le semis. Le broyage de la féverole a été effectué tardivement (fin août) afin d'être sûr que les graines soient à maturité. Cependant, ce broyage tardif, suivi d'une pluviométrie très faible jusqu'à la récolte (1,4 mm - voir tableau) n'a pas permis une décomposition satisfaisante des éléments broyés. De nombreux amas de végétation non décomposés ont ainsi été ramassés lors de la récolte. Ce problème n'est pas apparu l'année suivante car il n'y a eu que très peu de reprise de levée de féverole au printemps 2020 dans l'enherbement : la féverole s'était bien ressemée en 2019, mais la levée avait eu lieu dès l'automne 2019, de fait, les jeunes pousses de 10-15 cm avaient été détruites lors de la récolte fin octobre.

Enfin, il est à noter que les mois de septembre, octobre 2019 (1,4 mm) et 2020 (3,8 mm) ont été particulièrement secs et n'ont pas permis un bon développement estival de la flore.

### **Parcelle H. Corpet**

Le pâturage par des moutons Shropshire était déjà en place sur cette parcelle avant le démarrage de l'essai. Il est réalisé en prestation avec un éleveur. La densité de brebis sur les 3 années du suivi expérimental a varié de 4 à 10 animaux/ha selon la saison. La présence de moutons sur la parcelle ayant contribué depuis plusieurs années à sélectionner les orties, une tonte du rang et de l'inter-rang est réalisée en début de saison pour limiter leur extension. Au cours de la saison de pousse de l'herbe, la densité de moutons est trop faible pour exploiter la totalité de l'herbe : un autre passage a dû donc être effectué en août pour obtenir un enherbement suffisamment ras afin de pouvoir effectuer la récolte mécanique.

## Autres interventions toutes parcelles

Les autres interventions (conduite, fertilisation, irrigation) ont été identiques en tous points entre les modalités sur une même parcelle.

### Contexte des parcelles pendant la durée de l'expérimentation

Au-delà de la comparaison des différentes modalités, le tableau suivant donne les grandes tendances observées durant les 3 années pour chaque parcelle suivie.

	<b>Parcelle IFPC</b>	<b>Parcelle T. Barré</b>	<b>Parcelle D. Gilbert</b>	<b>Parcelle L. Capelle</b>	<b>Parcelle H. Corpet</b>
<b>Pression tavelure</b>	Faible	Faible à moyenne en 2018 Moyenne à forte en 2020	Moyenne	Faible	Faible sauf en 2019 (défaut de protection)
<b>Pression puceron cendré</b>	Faible sauf 2018	Faible	Très faible	Très faible	Très faible
<b>Gestion de la charge</b>	Eclaircissage en 2019	Aucun éclaircissage	Aucun éclaircissage	Aucun éclaircissage	Aucun éclaircissage
<b>Conditions climatiques particulières</b>	Sécheresses estivales	Sécheresse estivale	Sécheresses estivales	RAS	RAS
<b>Type de machine de récolte utilisée pendant les 3 années</b>	Latérale	Latérale	Latérale	Centrale	Centrale

### Résultats agronomiques, pression des bioagresseurs et données technico-économiques

Des centaines de données ont été acquises pour les 5 parcelles. Un travail important de saisie et de synthèse a ainsi été nécessaire afin de présenter les résultats de l'expérimentation.

- Pour chaque parcelle, un tableau rassemblant les notations a été mis au point : l'ensemble des variables mesurées est référencé en ligne, les modalités sont indiquées en colonnes. Ce tableau intègre des calculs simples permettant par exemple de moyenniser les résultats des blocs pour une modalité. Une colonne permet de chiffrer l'écart existant entre la pratique testée (TD, RB, SS ou P) et la référence. Ainsi, pour chaque variable, une échelle d'évaluation a été établie pour quantifier cet écart mais aussi pour visualiser l'écart à l'aide d'un code couleur (de défavorable en rouge à favorable en vert). Ce tableau est disponible en annexe pour chaque parcelle,
- Un deuxième tableau constitue un premier résumé des résultats en affichant uniquement les moyennes et les différences entre le début et la fin des expérimentations. Pour homogénéiser la lecture des résultats entre les différentes parcelles, une colonne permet d'afficher l'impact de la pratique testée par rapport à la référence avec des sigles allant de très négatif (- -) à très positif (+ +). Ce tableau est disponible en annexe,
- Le dernier tableau constitue le résumé ultime des résultats de l'expérimentation pour une parcelle. Les données chiffrées sont supprimées, seul l'impact de la ou les pratiques testées sur les variables mesurées est affiché. Ces tableaux sont présentés ci-après.

○ Parcelle IFPC

	Parcelle	IFPC
		Impact de la tonte différée par rapport à la référence
Résultats agronomiques	Indices de floraison	0
	Indices de charge	0
	Poids 100 fruits	0
	Grossissement du tronc	-
	Taux azote foliaire	0
	Taux potasse foliaire	++
	Taux magnésium foliaire	0
	Reliquat azoté	0
Résultats bio-agresseurs	Dégâts par puceron cendré	0
	Dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	0
	Dégâts tavelure sur pousses (récolte)	0
	Dégâts tavelure sur fruits (récolte)	0
	Pression campagnol rang	0
	Pression campagnol inter-rang	0
Résultats technico-économiques	Faisabilité de la récolte	--
	Qualité de la récolte	-
	Consommation carburant	0
	Bilan temps de travail	+

Dans les résultats agronomiques, aucune différence n'a été établie dans les niveaux de floraison et de charge. Un léger déficit de croissance des arbres est observé en défaveur de la pratique tonte différée mais cet écart reste néanmoins faible et nécessiterait d'être observé davantage sur la durée. Le taux de potasse foliaire dans la modalité tonte différée évolue favorablement durant l'expérimentation dans la modalité mais il est difficile d'interpréter cette différence.

Aucun écart n'est constaté entre les deux modalités concernant les bioagresseurs.

Les temps de travaux et la consommation de carburant sont plus faibles avec la tonte différée. Le gain en temps de travaux n'est que de 0,5 h/ha en raison d'une forte croissance de l'herbe qui a entraîné des temps de passages importants lors de la 1<sup>ère</sup> tonte.

La principale différence observée durant cette expérimentation est liée au chantier de récolte. Celui-ci a, en effet, été très délicat dans la modalité tonte différée en raison des nombreux déchets végétaux non décomposés. En outre, l'IFPC n'est pas équipé de plateforme de triage des pommes. Compte tenu des conditions météorologiques et du matériel de l'IFPC, il apparaît ainsi que seulement 2 tontes annuelles s'avèrent insuffisantes pour assurer une récolte des pommes au sol de qualité.

○ Parcelle T. Barré

	Parcelle	T. Barré
		Impact de la tonte différée par rapport à la référence
Résultats agronomiques	Indices de floraison	0
	Indices de charge	0
	Poids 100 fruits	0
	Grossissement du tronc	0
	Taux azote foliaire	++
	Taux potasse foliaire	0
	Taux magnésium foliaire	0
	Reliquat azoté	+
Résultats bio-agresseurs	Dégâts par puceron cendré	0
	Dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	+
	Dégâts tavelure sur pousses (récolte)	+
	Dégâts tavelure sur fruits (récolte)	+
	Pression campagnol rang	absence de pression
	Pression campagnol inter-rang	absence de pression
Résultats technico-économiques	Faisabilité de la récolte	0
	Qualité de la récolte	
	Consommation carburant	++
	Bilan temps de travail	++

Deux constats sont marquants et méritent d'être soulignés à l'issue des 3 années d'étude :

- la maîtrise de la tavelure a été améliorée sur la modalité tonte différée, en partant d'un inoculum identique au départ.
- La modalité tonte différée a favorisé l'installation de rumex. D'après le producteur, cela a posé un problème de bourrage avec la machine de récolte à ramassage latéral (modèle SFM). C'est le seul problème noté (pas de foin) concernant le chantier de récolte qui s'est déroulé entre fin octobre et début novembre.

Il a également été mis en évidence un gain de temps et une réduction de la consommation de carburant apportés par la réduction du nombre annuel de tontes. En moyenne sur les 3 années, le gain est de 2,5 h/ha/an, ce qui est significatif (voir tableaux détaillés en annexe).

○ Parcelle D. Gilbert

	Parcelle	D. Gilbert
		Impact du sur-semis par rapport à la référence
Résultats agronomiques	Indices de floraison	0
	Indices de charge	0
	Poids 100 fruits	0
	Grossissement du tronc	0
	Taux azote foliaire	0
	Taux potasse foliaire	+
	Taux magnésium foliaire	0
	Reliquat azoté	0
	Restitutions N des légumineuses sursemées	0
	Restitutions P des légumineuses sursemées	0
	Restitutions K des légumineuses sursemées	+
Résultats bio-agresseurs	Dégâts par puceron cendré	0
	Dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	0
	Dégâts tavelure sur pousses (récolte)	0
	Dégâts tavelure sur fruits (récolte)	0
	Pression campagnol rang	0
	Pression campagnol inter-rang	0
Résultats technico-économiques	Faisabilité de la récolte	0
	Qualité de la récolte	0
	Consommation carburant	-
	Bilan temps de travail	0

Aucune différence en termes de floraison, de charge, d'intensité de tavelure ou de pucerons cendrés n'a pu être observée avec cette mauvaise réussite du sur-semis. Globalement, cette parcelle a été très peu impactée par le puceron cendré en 2019 et 2020.

Les restitutions estimées en N et P sont négligeables à cause de la très faible densité en légumineuses, celles en K sont légères, mais significatives (+ 15 kg K/ha en moyenne sur 2019 et 2020). Les reliquats d'azote réalisés mi-septembre ne sont pas améliorés dans la modalité sursemé.

Les analyses minérales de feuilles présentent une différence très faible en azote entre les 2 modalités, avec dans les deux cas des teneurs insuffisantes. Et une tendance favorable à la modalité sursemée concernant la potasse, ce qui va dans le sens des estimations K de la méthode MERCI (voir protocole en annexe). Aucune autre amélioration de l'alimentation des arbres ne peut être observée avec ce sur-semis extrêmement clairsemé.

Sur les plans de la consommation de carburant et du temps passé, les deux modalités sont identiques en termes de consommation pour la tonte ou la récolte. La réalisation du sur-semis a cependant occasionné une consommation de carburant supplémentaire d'environ 15 l/ha.

○ Parcelle L. Capelle

	Parcelle	L. Capelle	
		Impact du roulage/broyage par rapport à la référence	Impact du sur-semis par rapport à la référence
Résultats agronomiques	Indices de floraison	0	0
	Indices de charge	-	-
	Poids 100 fruits	+	-
	Grossissement du tronc	0	0
	Taux azote foliaire	0	0
	Taux potasse foliaire	-	-
	Taux magnésium foliaire	0	0
	Reliquat azoté	+	0
Résultats bio-agresseurs	Dégâts par puceron cendré	0	0
	Dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	absence de pression	absence de pression
	Dégâts tavelure sur pousses (récolte)	absence de pression	absence de pression
	Dégâts tavelure sur fruits (récolte)	absence de pression	absence de pression
	Pression campagnol rang	absence de pression	absence de pression
	Pression campagnol inter-rang	absence de pression	absence de pression
Résultats technico-économiques	Faisabilité de la récolte	--	-
	Qualité de la récolte	0	0
	Consommation carburant	++	+
	Bilan temps de travail	++	+

Le semi-direct après récolte a montré peu de bénéfices, mise à part la diminution du temps de travail (et donc de la consommation de carburant). La faisabilité de la récolte a été problématique dans cette parcelle la première année à cause du peu de dégradation de la féverole. En effet, cette année-là, la féverole a été coupée tardivement afin de garantir la maturité des graines pour le resemis l'année suivante, mais les conditions climatiques ont ensuite été sèches, ce qui a limité la dégradation des tiges et feuilles. Les autres indicateurs ne sont pas impactés. On peut notamment souligner que la pression en puceron cendré, qui a été relativement importante en 2019, n'a pas été mieux gérée sur la modalité avec un couvert très développé de féverole et de trèfle.

Le roulage/broyage montre un intérêt pour le poids des fruits et aussi pour le temps de travail et la consommation de carburant. Le principal défaut de cette méthode est l'importance des conditions climatiques. En effet, si la végétation a fortement poussé, il faut de bonnes conditions de dégradation (douceur/chaleur avec précipitations) sous peine d'avoir des amas de végétation au moment de la récolte comme cela a été le cas lors de la première année de l'essai.

En complément de ce tableau de synthèse, les résultats détaillés (en annexe) montrent que les restitutions calculées avec la méthode MERCI sont relativement élevées du fait de la masse végétale importante générée par le sur-semis et le roulage (voir tableau détaillé des résultats en annexe). En ce qui concerne l'azote, malgré une restitution calculée d'environ 60 unité/ha, cela n'a aucun impact sur les teneurs en azote foliaires qui restent faibles, du même niveau que la modalité référence.

○ Parcelle H. Corpet

	Parcelle	H. Corpet
		Impact de la pâture par rapport à la référence
Résultats agronomiques	Indices de floraison	0
	Indices de charge	--
	Poids 100 fruits	--
	Grossissement du tronc	0
	Taux azote foliaire	-
	Taux potasse foliaire	--
	Taux magnésium foliaire	0
	Reliquat azoté	0
Résultats bio-agresseurs	Dégâts par puceron cendré	0
	Dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	0
	Dégâts tavelure sur pousses (récolte)	+
	Dégâts tavelure sur fruits (récolte)	+
	Pression campagnol rang	++
	Pression campagnol inter-rang	+
Résultats technico-économiques	Faisabilité de la récolte	0
	Qualité de la récolte	0
	Consommation carburant	+
	Bilan temps de travail	++

Le bilan de ces 3 années de suivi met en évidence les points suivants :

- 1) Un effet positif du pâturage sur certains bioagresseurs et sur les coûts de tonte :
  - diminution de la présence du campagnol des champs, surtout sur le rang,
  - pression tavelure plus faible à la récolte,
  - pression anthonome légèrement plus faible avec des dégâts inférieurs de 10 % en moyenne sur la parcelle pâturée,
  - diminution du temps de tonte : 3 h/ha contre 4,5 h/ha pour la modalité de référence et donc des coûts de carburant : - 33 %. Cette différence est relativement limitée en raison : a) du chargement un peu faible en moutons et b) de la présence importante d'orties qui rend obligatoire 2 passages/an avec les satellites (voir schéma des interventions).
- 2) Des résultats agronomiques moins bons sur le verger pâturé avec :
  - une charge plus faible et une alternance plus marquée,
  - un calibre des fruits inférieur,
  - un déficit d'alimentation en azote et en potasse dans les feuilles.
- 3) Aucune incidence du pâturage sur d'autres points :
  - la pression en puceron cendré qui est très faible sur les 3 années,
  - les reliquats azotés qui sont d'un niveau correct (de l'ordre de 40 unités environ),
  - le grossissement des troncs ; la durée du programme de 3 ans est un peu faible pour observer une incidence sur le grossissement d'arbres adultes qui est très lent,
  - la qualité et la faisabilité de la récolte qui sont très bonnes dans les 2 modalités : l'enherbement qu'il soit tondu ou pâturé est un très bon support pour les machines de récolte.

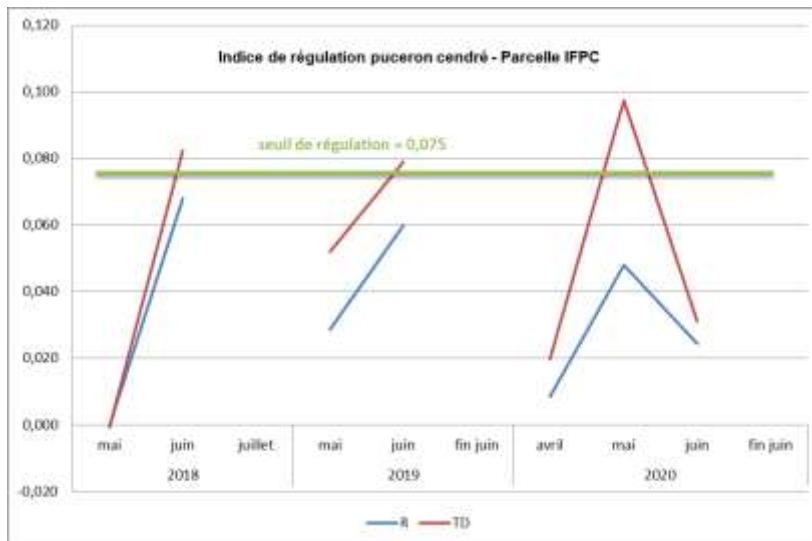
Par ailleurs, l'impact sur carpocapse et hoplocampe n'a pu être observé en raison de la quasi-absence de ces 2 ravageurs sur les parcelles suivies.

## Résultats sur la biodiversité

- Indice de régulation du puceron cendré

Les graphiques ci-dessous présentent les valeurs de l'indice de régulation calculé à partir de la proposition formulée par L. Albert dans sa thèse sur la biodiversité (voir annexe). Il est à noter que l'absence de valeur d'indice sur les graphiques signifie qu'il n'y a aucun foyer de puceron cendré à la date indiquée : en début de saison, cela illustre l'absence du ravageur sur la parcelle ; en fin de saison, la dernière date de chaque année correspond à l'observation de la disparition du puceron cendré sur la parcelle.

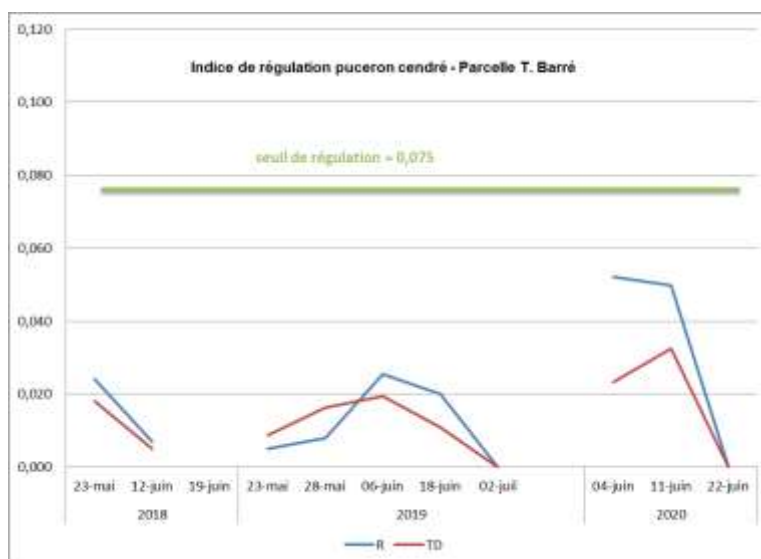
### \* Parcelle IFPC



Sur la parcelle de l'IFPC, l'indice de régulation est supérieur pour la modalité TD : la pratique de tonte différée semble favoriser les auxiliaires.

Les valeurs de l'indicateur sont relativement élevées en mai et juin. Sur cette parcelle, on a observé une régulation effective avec une quasi-disparition du puceron cendré fin juin/début juillet sur les 3 années de suivi.

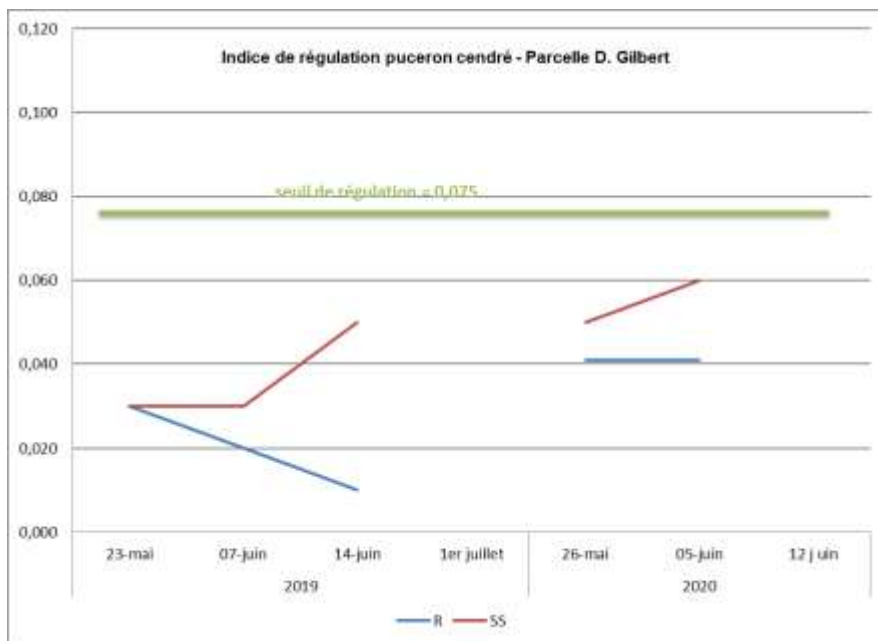
### \* Parcelle T. Barré



Sur la parcelle T. Barré, l'indice de régulation de la modalité TD n'est pas plus élevé, voire inférieur à la référence. La pratique de tonte différée ne semble pas avoir favorisé les auxiliaires. Les valeurs de l'indicateur sont faibles, toujours inférieures au seuil de régulation. On observe néanmoins une bonne régulation du puceron cendré sur cette parcelle fin juin sur les 3 années.



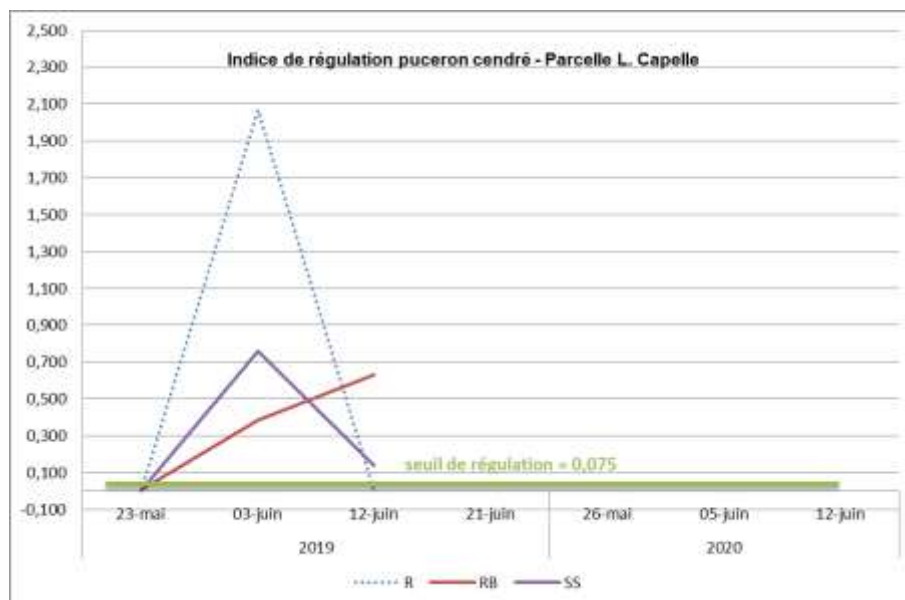
**\* Parcelle D. Gilbert**



Sur la parcelle D. Gilbert, l'indice de régulation n'a pas été observé en 2018 car le sur-semis n'était pas encore réalisé. En 2019 et 2020, l'indice de régulation est supérieur pour la modalité SS : la pratique du sur-semis (enrichissement en légumineuses) semble favoriser les auxiliaires.

Les valeurs de l'indicateur restent toujours inférieures au seuil de 0,075 ; on observe néanmoins une disparition de puceron cendré fin juin.

**\* Parcelle L. Capelle**

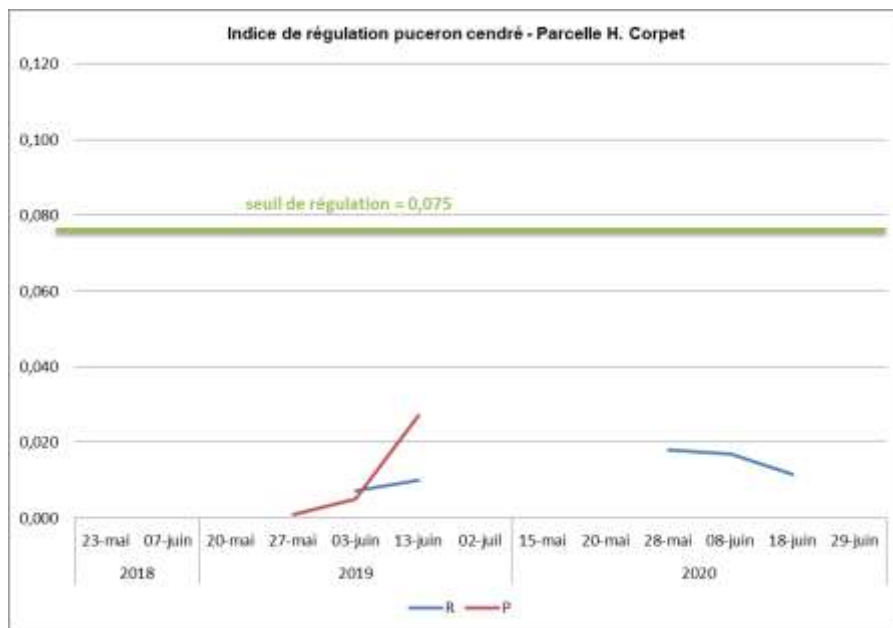


*La valeur du 3 juin 2019 pour la modalité R est à relativiser car elle ne porte que sur 2 foyers de pucerons (pas d'autre foyer détecté sur cette modalité) colonisés par un grand nombre de larves de punaises*

Sur cette parcelle, le nombre de foyers observés a été faible, voire nul en raison de la pression très faible en puceron cendré sur cette parcelle. Le calcul de l'indicateur repose donc sur un très faible effectif. Les valeurs de l'indicateur très élevées sont à relativiser car elles représentent une observation d'un grand nombre de punaises sur 2 à 4 foyers seulement.

Il n'est donc pas possible de conclure sur une différence entre modalités.

**\* Parcelle H. Corpet**



Sur cette parcelle, aucun foyer de puceron cendré n'a été observé en 2018 dans les 2 modalités et en 2020 dans la modalité P qui se trouvait en alternance totale de floraison.

En 2019, seule année avec une présence (faible) de puceron, le nombre d'observations ne permet pas de distinguer les 2 modalités. A noter que les valeurs de l'indice sont toujours bien inférieures au seuil et que la régulation est néanmoins effective fin juin/début juillet.

Conclusion sur l'indice de régulation du puceron cendré :

La pression du puceron cendré a été assez faible sur les parcelles d'essais. De fait, il n'a pas toujours été possible de réaliser les observations sur 30 foyers/modalité comme prévu dans le protocole.

Sur les quelques foyers observés, les valeurs de l'indice sont généralement restées inférieures au seuil proposé de 0,075. Néanmoins, on observe une bonne régulation du puceron cendré sur les parcelles : il n'est donc pas possible de conclure sur l'intérêt de cet indice.

▪ Nichoirs pollinisateurs

		% d'occupation des nichoirs à pollinisateurs											
		2019					2020						
Modalités		avril	mai	juin	juillet	août	sept	avril	mai	juin	juillet	août	sept
Parcelle IFPC	Référence												
	Tonte différée				6%						6%		
Parcelle D Gilbert	Référence		0%						0%				
	Sur Semis				3%				0%				
Parcelle T. Barré	Référence				6%						9%		
	Tonte différée				3%						6%		
Parcelle L. Cappelle	Référence				19%						29%		
	Sur Semis		0%						0%				
Parcelle H. Corpet	Roulage/Broyage		0%						0%				
	Paturage		9%	27%	30%	83%			90%		100%		
					3%				8%	19%	42%	50%	54%
											67%		

Légende : aucune loge occupée (gris)  
% croissant de loges occupées (bleu)

Le tableau ci-dessus montre les résultats obtenus sur l'occupation des nichoirs à pollinisateurs pour les 5 parcelles d'essai entre 2019 et 2020.

Conclusion sur les nichoirs à pollinisateurs :

De manière générale, très peu de nichoirs ont été occupés dans cet essai. L'hypothèse pourrait être que l'écosystème des parcelles est favorable à leur installation dans des abris naturels (présence de haies, parcelle non traitée...) qu'ils préfèrent aux abris artificiels.

- Relevés faunistiques

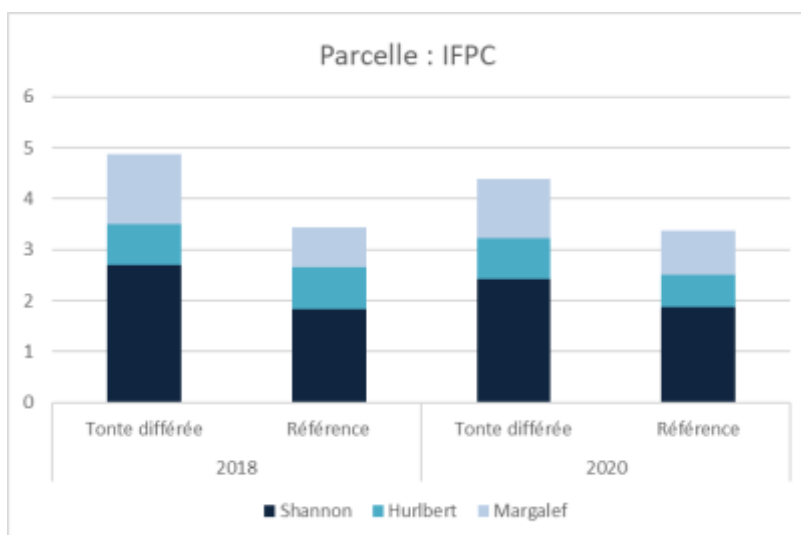
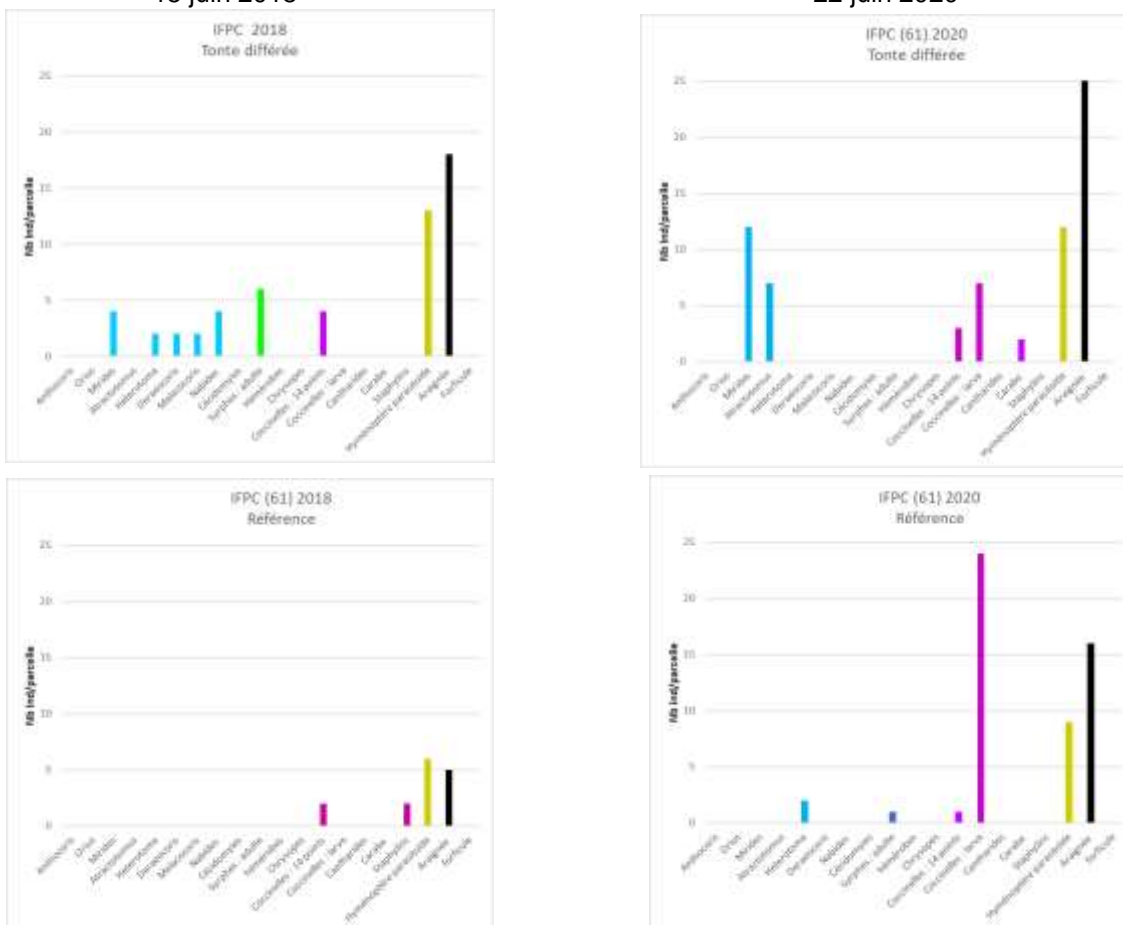
Les modalités seront comparées les unes aux autres par date de relevé en fonction de leurs indices.

**\* Parcelle IFPC**

Observations réalisées les

15 juin 2018

22 juin 2020



On peut noter que, quelle que soit l'année d'observation, la modalité tonte différée possède des indices de biodiversité toujours supérieurs à la référence.

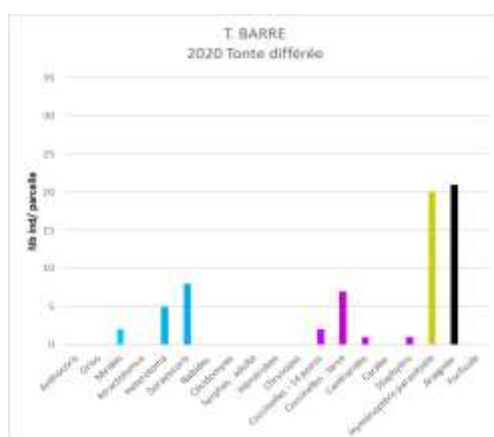
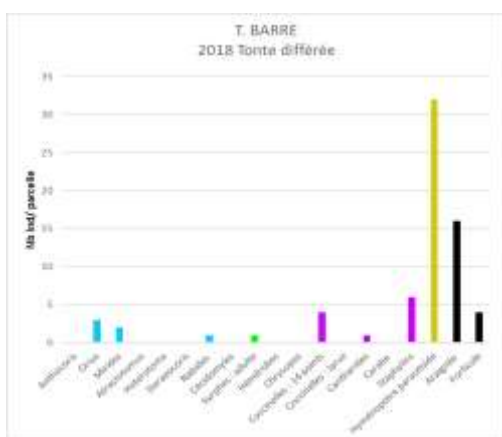
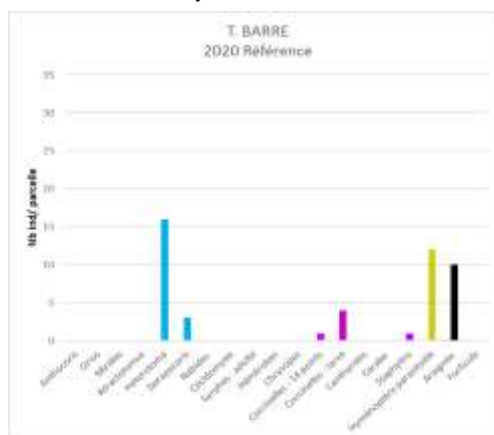
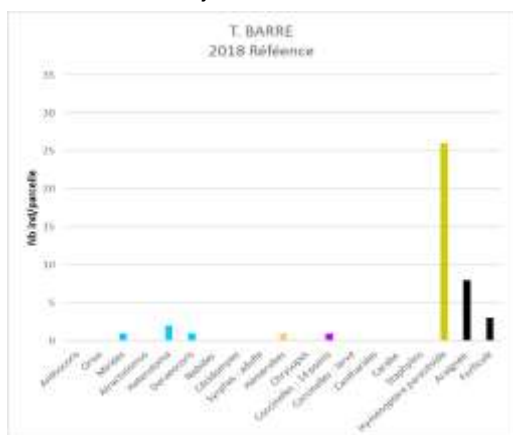
Sur cette parcelle, la modalité tonte différée serait plus favorable à la biodiversité présente au sol que la modalité de référence.

**\* Parcelle T. Barré**

Observations réalisées les :

04 juillet 2018

22 juin 2020



Lors du relevé de 2020, il n'y avait pas visuellement de différence de hauteur de la strate herbacée entre les deux modalités, du fait de la très faible pluviométrie printanière.

On peut noter que, quelle que soit l'année d'observation, la modalité tonte différée possède des indices de biodiversité supérieurs à la référence (même légers).

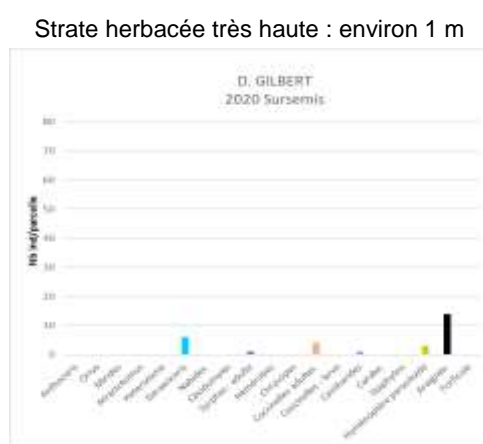
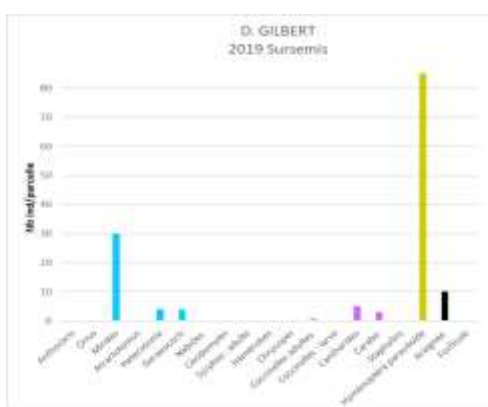
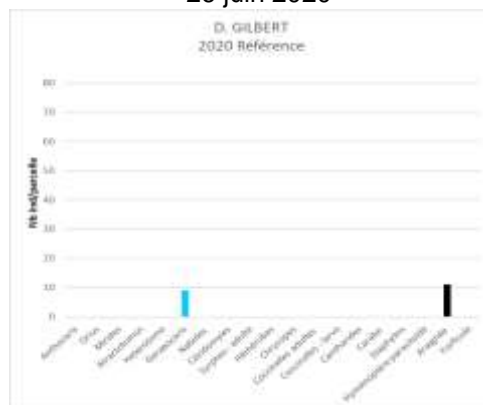
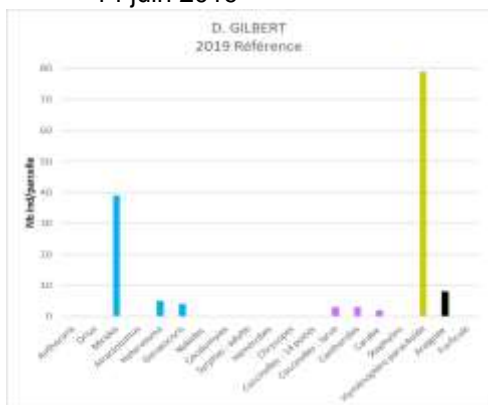
- La modalité tonte différée serait plus favorable à la biodiversité présente au sol que la modalité référence,
- A noter : le fait que la hauteur de la strate herbacée soit la même pour les deux modalités en 2020 et que l'indice de Shannon (voir définition en annexe) ne présente que peu de différences, pourrait indiquer que la hauteur de cette strate aurait une importance sur la biodiversité présente au sol.

**\* Parcelle D. Gilbert**

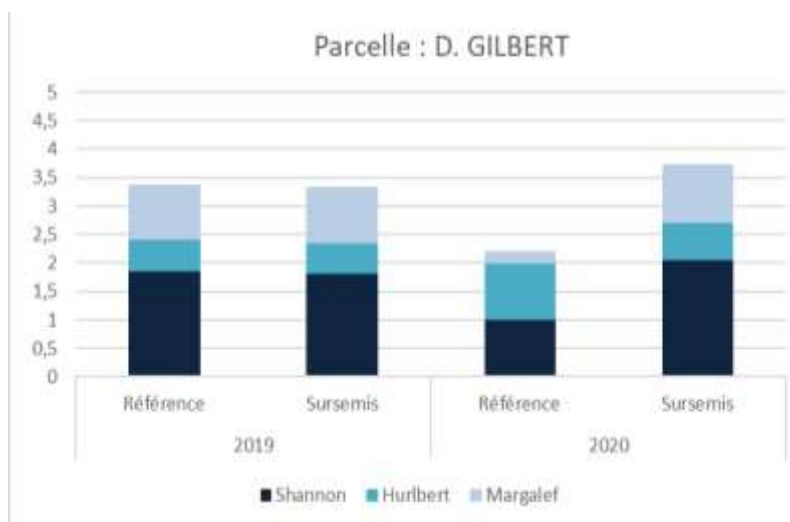
Observations réalisées les :

14 juin 2019

26 juin 2020



Strate herbacée très haute : environ 1 m



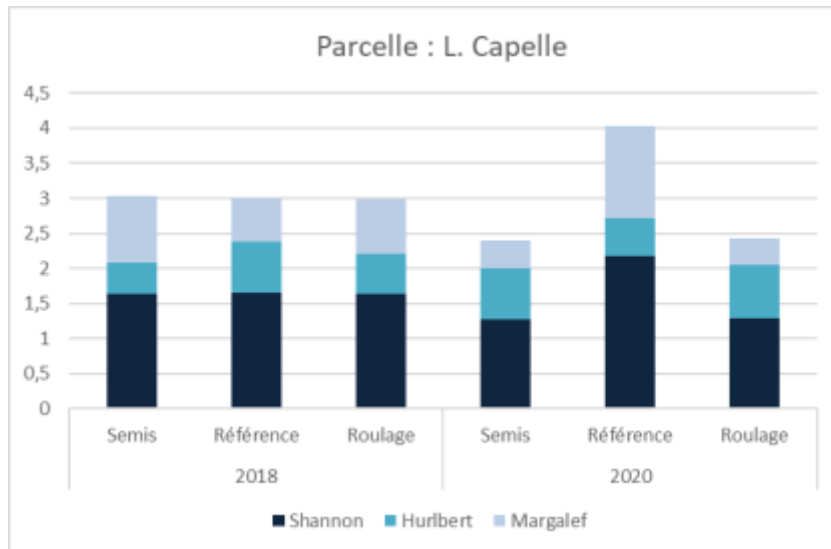
La première année, qui correspond à un point de départ, l'indice de Shannon est quasiment identique pour chaque modalité.

La deuxième année, la modalité sur-semis montre un indice de Shannon plus élevé que la référence.

Pour la modalité référence, on note un indice de Shannon plus bas que la modalité sur-semis à cause d'une forte baisse de la richesse malgré une augmentation de l'équitabilité.

- Si l'on ne prend en compte que l'indice de Shannon (diversité spécifique) la modalité sur-semis serait plus favorable à la biodiversité présente au sol que la modalité fauche. Cependant, la réussite du sur-semis ayant été très partielle, son attractivité pour les auxiliaires s'en est trouvée limitée.





La première année, qui correspond à un point de départ, l'indice de Shannon est quasiment identique pour chaque modalité.

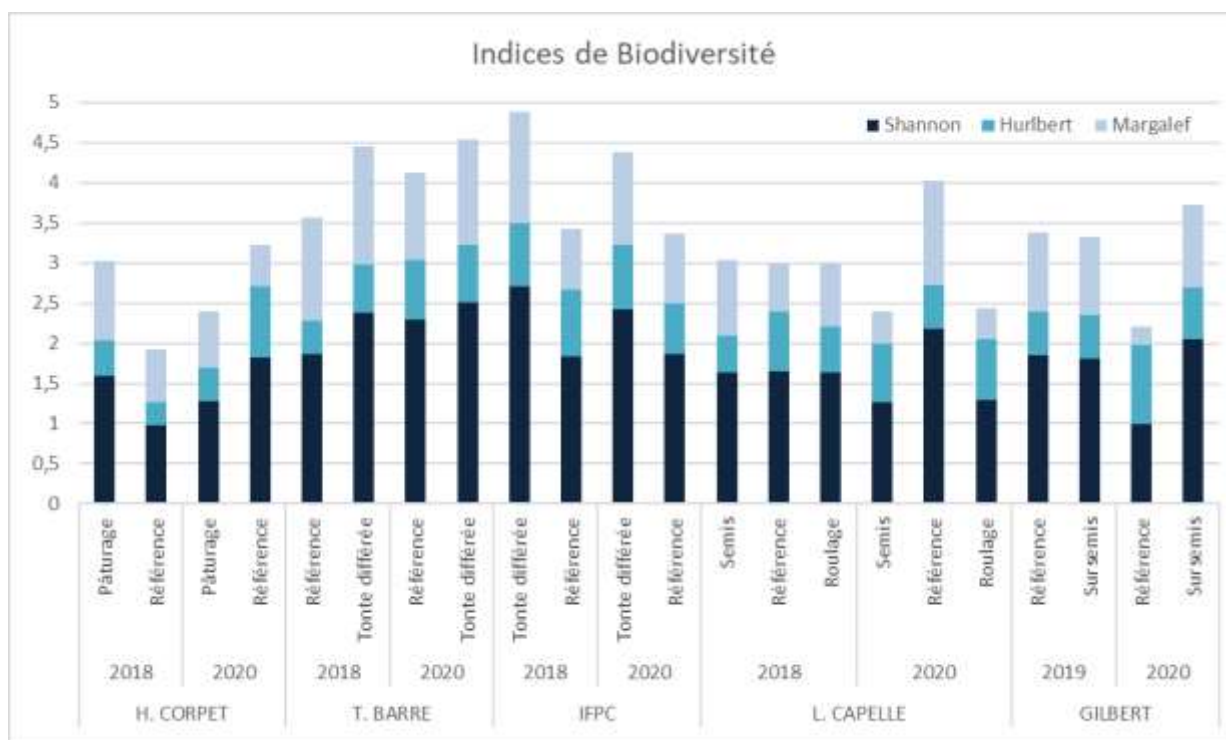
Deux ans après, on note que l'indice de Shannon est plus important pour la modalité référence, grâce à son indice **de richesse** spécifique plus important que les deux autres.

- Si l'on ne prend en compte que l'indice de Shannon (diversité spécifique) la modalité référence serait plus favorable à la biodiversité présente dans l'enherbement que pour les deux autres modalités. Cela peut s'expliquer par les points suivants :
  - 1) Du fait du non resemis de la féverole en 2020, il est difficile de conclure sur l'impact de celui-ci sur les auxiliaires.
  - 2) Pour la modalité roulage, l'observation a été faite après roulage, ce qui peut expliquer une moindre attractivité pour les auxiliaires.





**\* Conclusion**



Dans la plupart des parcelles, la modalité tonte différée montre des indices souvent supérieurs aux autres modalités.

De plus, on note que le maintien d'une hauteur de strate herbacée ni trop haute ni trop rase pourrait avoir un effet favorable sur la biodiversité.

Constatation / questionnement :

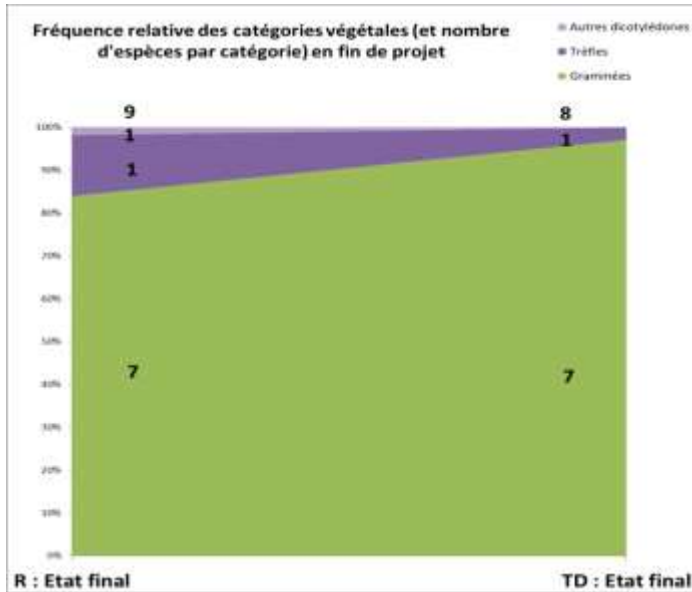
Quand la végétation est trop haute, on observe peu de diversité d'auxiliaire et souvent peu de quantité.

- Est-ce que la végétation haute (plus de 50 cm) désavantagerait la biodiversité ?
- Est-ce que la hauteur excessive de végétation est un frein à la qualité des prélèvements (filet fauchoir ne pénètre pas bien) ?
- Les observations de la faune auxiliaire à deux instants T ne permettent peut-être pas de connaître réellement la différence de richesse entre les différentes modalités.

- Relevés floristiques

L'inventaire floristique réalisé sur les différentes modalités permet de constater d'éventuelles modifications de la flore en fonction des modes de gestion de l'enherbement.

**\* Parcelle IFPC**

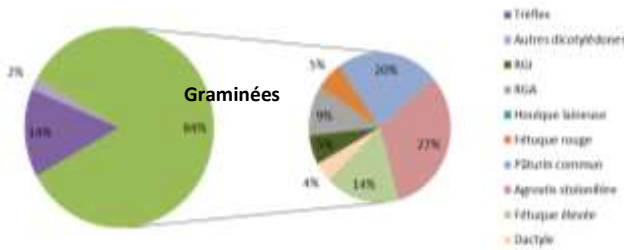


A la fin du projet, la fréquence relative et la diversité des familles est proche entre les 2 modalités.

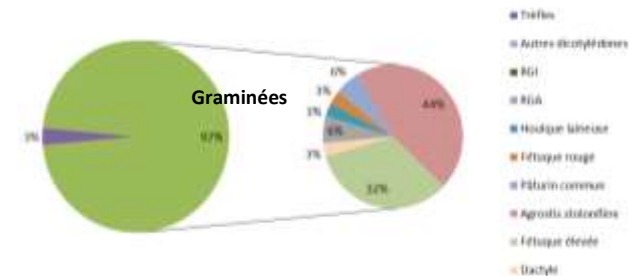
**Zoom sur les graminées :**

A la fin du projet, il y a peu de différences entre les 2 modalités. Mis à part l'Agrostis (espèce envahissante et ayant pu entraîner la diminution des dicotylédones) et la fétuque élevée qui sont favorisées dans la modalité TD (par resemis naturel).

**R : en fin d'expérimentation**



**TD: en fin d'expérimentation**

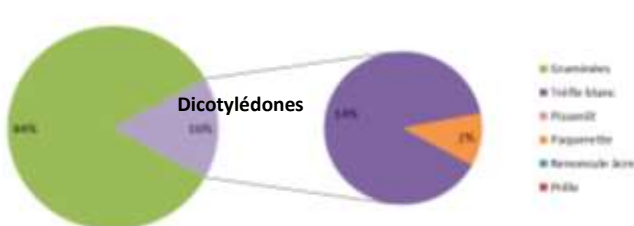


**Zoom sur les dicotylédones :**

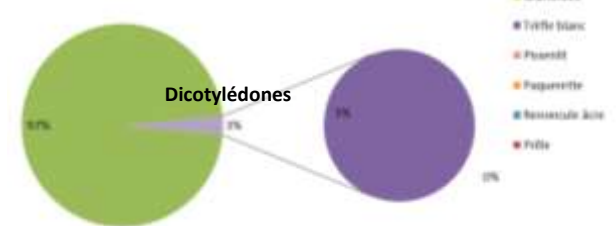
Dans la modalité TD, on constate une diminution de la proportion de trèfle (moins de lumière) qui représente l'essentiel des dicotylédones présentes.

Dans la modalité R, on constate un maintien de la proportion de trèfle et une arrivée de pâquerette (indicateur de sol tassé).

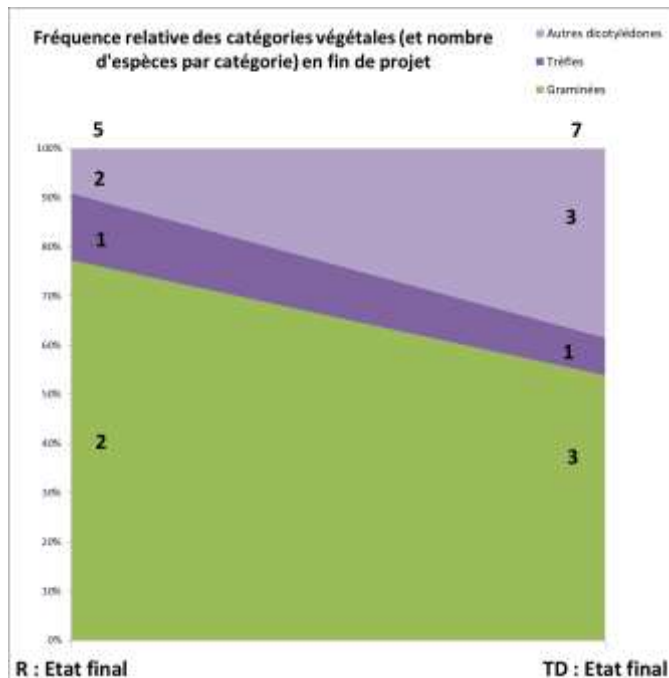
**R: en fin d'expérimentation**



**TD: en fin d'expérimentation**



**\* Parcelle T. Barré**

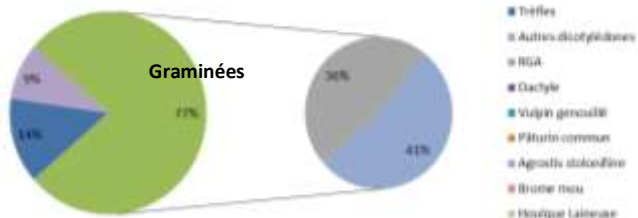


Dans cette parcelle, la tonte différée TD favorise les dicotylédones et défavorise les graminées. Elle favorise également l'apparition de rumex.

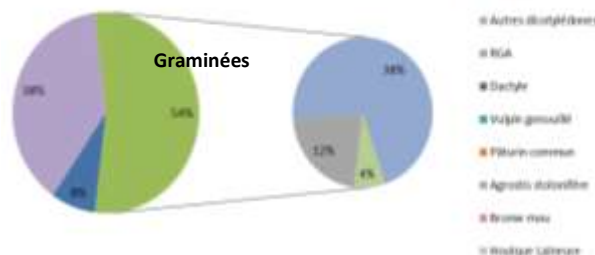
**Zoom sur les graminées :**

De la houlque laineuse (nitrophile) est apparue dans la modalité TD mais en faible proportion.

R : en fin d'expérimentation



TD : en fin d'expérimentation

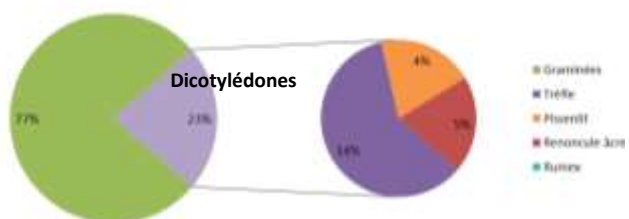


**Zoom sur les dicotylédones :**

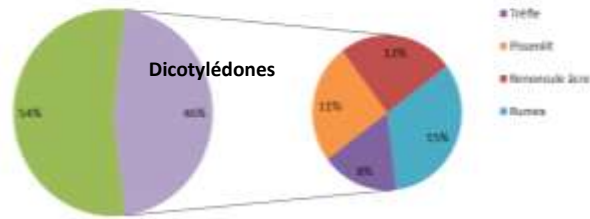
La modalité TD favorise les dicotylédones qui peuvent monter à graine et se ressemer (rumex et pissenlit notamment).

La modalité R permet une augmentation du trèfle (plus de lumière) et une diminution des pissenlits et du rumex (épuisement, car tonte avant montée à graines).

R : en fin d'expérimentation



TD : en fin d'expérimentation



**\* Parcelle D. Gilbert**

On constate une faible levée des légumineuses sursemées en direct (semoir Pottinger de semis direct) en 2018 mais l'enherbement naturel était très (certainement trop) dense.



Mi-novembre, levée des fêveroles



Mai, très faible densité en fêverole. Trèfle quasi absent

Dans le mélange, on retrouve début juillet quelques espèces sursemées, en petit nombre :



Fêverole

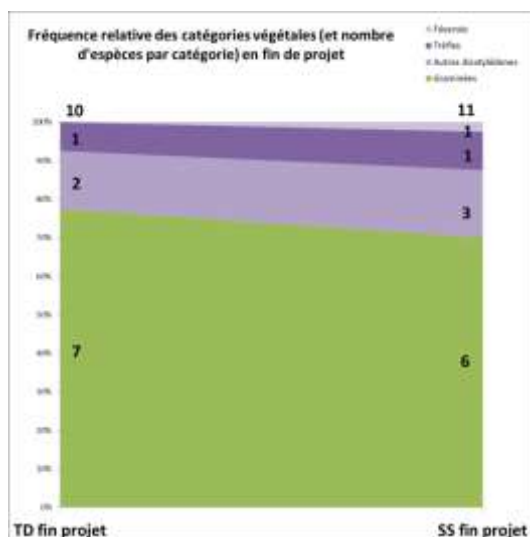
Trèfle incarnat

Trèfle de perse

Trèfle de micheli

En 2019 : les trèfles sont quasiment absents et ne pèsent rien dans l'enherbement total. La très faible quantité de légumineuses ne laisse espérer aucun resemis naturel, un sur-semis est donc de nouveau réalisé à l'automne 2019. Les restitutions sont estimées à : 10 kgN/ha et 25 kgK/ha.

En 2020 : ce sont les trèfles de perse et violet qui sont retrouvés en plus grande proportion dans le mélange (100 g de matière verte/m<sup>2</sup>), la fêverole est très peu présente en 2020 (35 g de matière verte/m<sup>2</sup>).



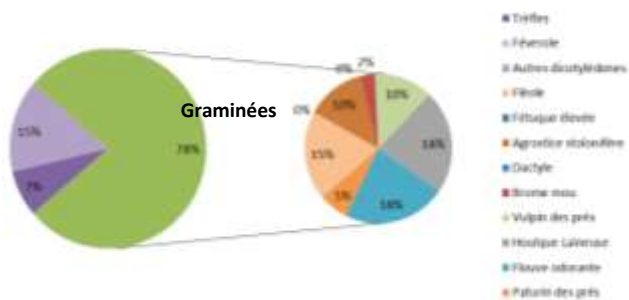
Dans cette parcelle, la faible fréquence relative de fêverole et de trèfle dans la modalité SS montre l'échec du sur-semis.

Le sur-semis avec semoir de semis direct bouleverse peu la flore en place mais n'est pas satisfaisant en cas de couvert indigène dense, comme c'était le cas ici.

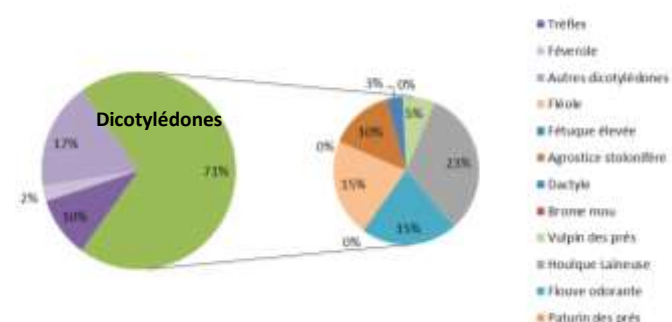
### Zoom sur les graminées :

La fréquence relative en Houlique est plus grande dans la modalité SS (nitrophile car plus d'azote avec le trèfle) et plus faible pour celle du vulpin ou du pâturin des prés (un peu concurrencés).

Modalité TD en fin d'expérimentation



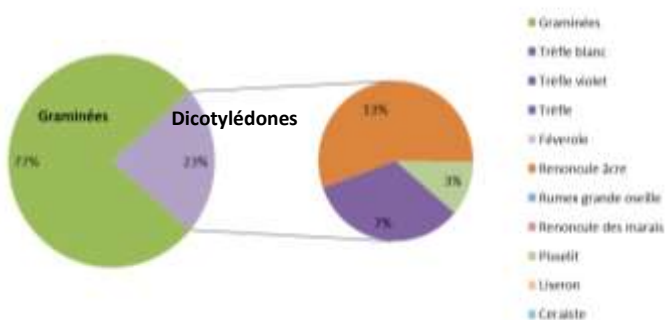
Modalité SS en fin d'expérimentation



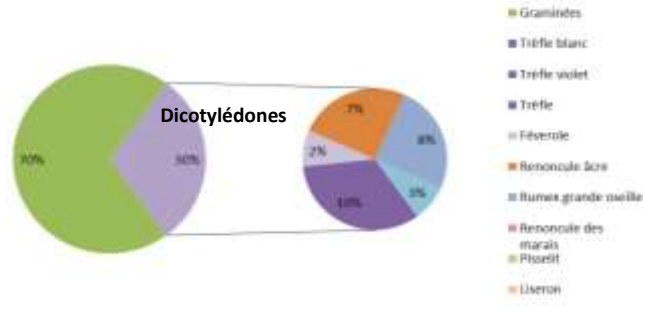
### Zoom sur les dicotylédones :

Le sur-semis (même s'il n'était pas satisfaisant) de trèfle et de luzerne a permis d'enrichir l'enherbement en dicotylédones (30 % au lieu de 23 %). Les graines de rumex grande oseille et de céréaiste en dormance ont pu germer grâce au léger travail du sol. Le pissenlit était moins présent dans cette modalité SS que dans la modalité TD non sursemée (étouffement).

Modalité TD en fin d'expérimentation

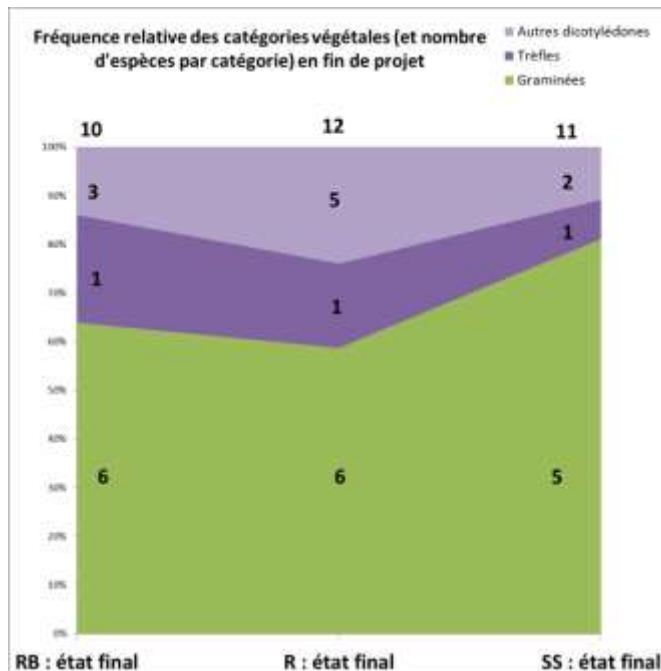


Modalité SS en fin d'expérimentation



**\*Parcelle L. Capelle**

Sur cet essai, la mise en place d'un sur-semis après récolte dans un verger âgé a montré son intérêt sur la première année : toutes les plantes se sont très bien développées. Les trèfles se sont bien développés mais ont ensuite été concurrencés par la flore indigène (peu de lumière). Une seconde pousse de féverole provenant des graines a même été observée à l'automne 2019. Cependant, ces pousses ont été détruites par la machine de récolte et cela n'a pas permis leur pérennisation pour l'année suivante.



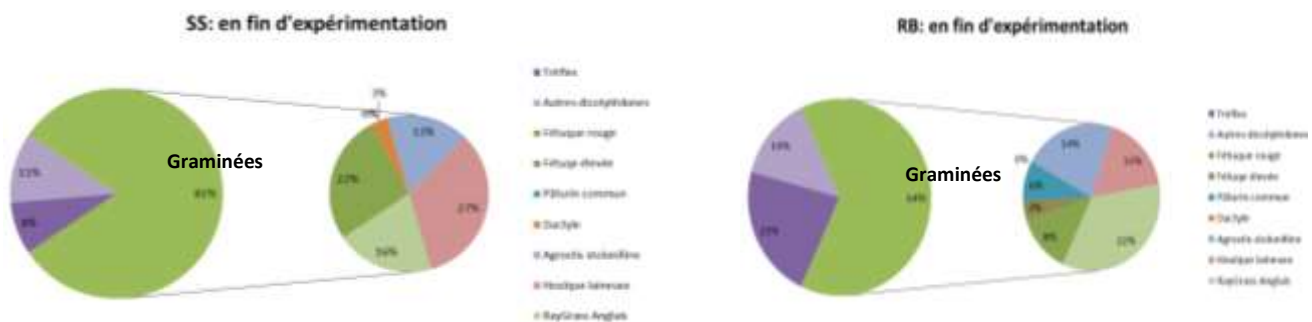
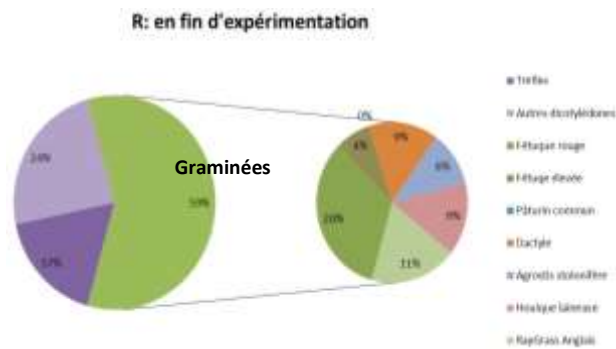
Dans cette parcelle, le nombre d'espèces de graminées et de trèfle a peu évolué entre les modalités.

En revanche, le nombre d'espèces de dicotylédones est plus faible dans les modalités fauchées tardivement (sur-semis et roulage) comparé à la modalité R.

**Zoom sur les graminées :**

Nette augmentation des graminées dans la modalité SS au cours du temps, avec inversion complète des fréquences relatives entre graminées et dicotylédones. Lors du travail complet du sol à la herse rotative, les graminées agressives (houlque, agrostis) ont pris la place des dicotylédones et des graminées moins agressives (fétuque élevée, dactyle).

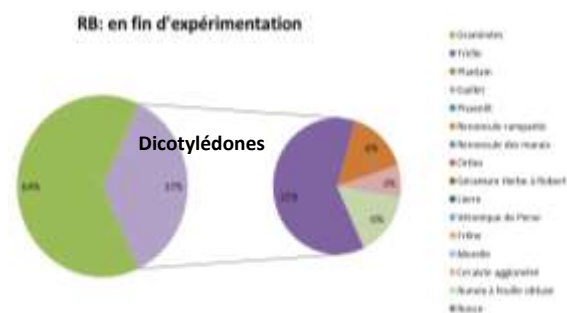
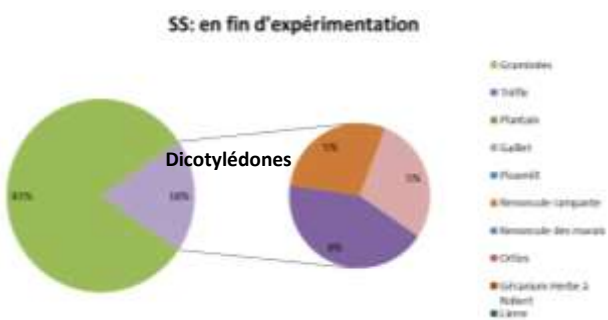
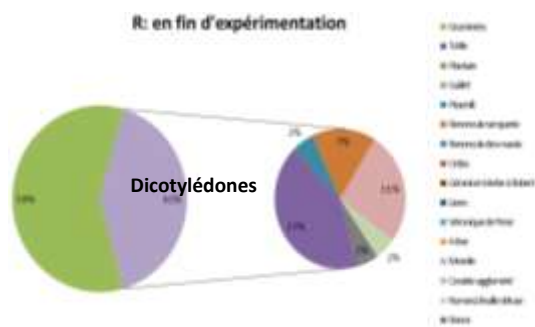
Dans la modalité SS, on constate une grosse apparition de houlque laineuse. Le sur-semis de légumineuses a peut-être aidé au développement de la houlque car cette dernière est nitrophile et aime les sols azotés.



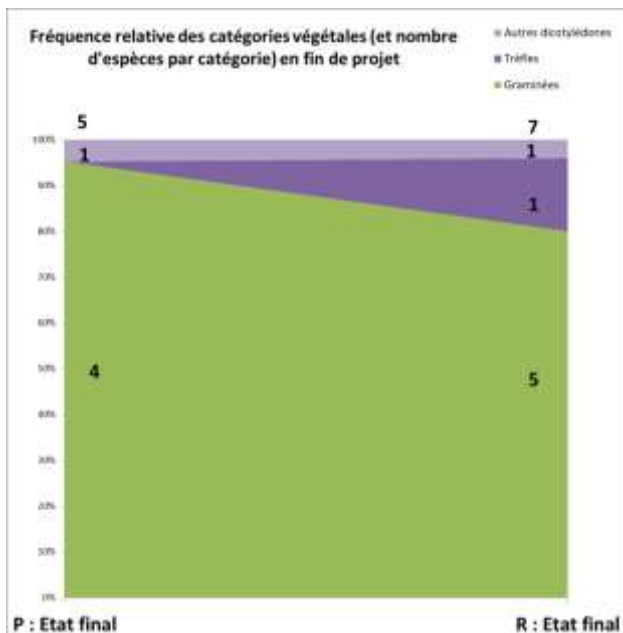
## Zoom sur les dicotylédones :

Le nombre d'espèces de dicotylédones est plus faible dans les modalités fauchées tardivement (SS et RB) comparé à la modalité R. La tonte a donné de la lumière à ces espèces comme la véronique ou la ronce qui en ont profité.

Au bout de 2 ans, les légumineuses sursemées ont été "étouffées" par le développement des graminées qui, fauchées tardivement, limitent l'accès à la lumière indispensable aux légumineuses. De plus, les féveroles qui s'étaient ressemées à l'automne 2019 ont été détruites par le passage des engins de récolte.



**\*Parcelle H. Corpet**

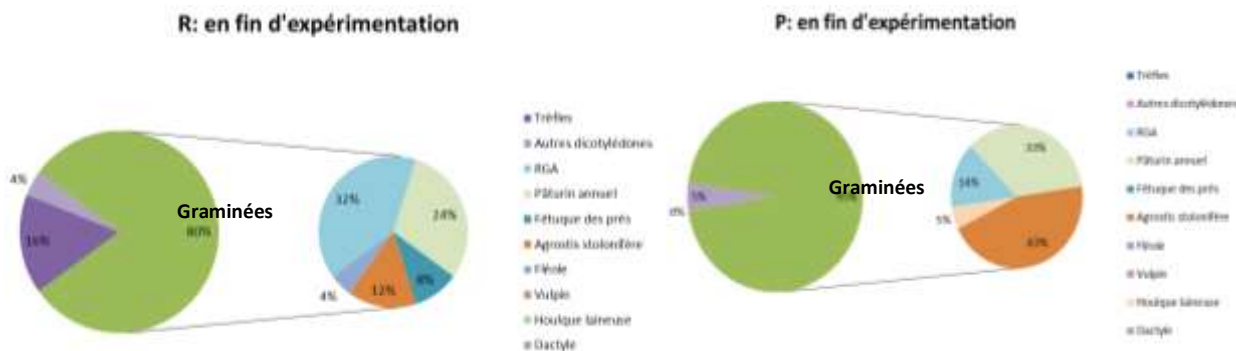


Dans cette parcelle, il y a peu de différence floristique entre les deux modalités, la modalité pâturée P présente une spécialisation de la flore en fin d'expérimentation, ce qui est traditionnellement observé en cas de pâturage ovin.

**Zoom sur les graminées :**

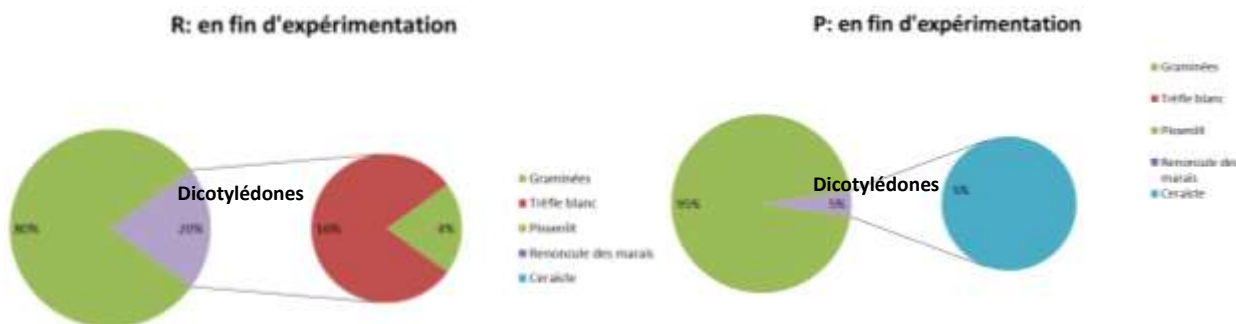
Parmi les graminées, l'agrostis a augmenté avec le pâturage (car les ovins mangent très ras et laissent des trous que l'agrostis colonise ensuite). Cette espèce est envahissante, allopathique et aura encore tendance à diminuer la diversité de l'enherbement dans le temps.

La fétuque des prés diminue avec le pâturage (elle est appétente, donc les moutons la mangent en premier).



**Zoom sur les dicotylédones :**

La fréquence relative en dicotylédones a peu évolué mais la flore s'est spécialisée (c'est souvent le cas avec le pâturage ovin). Le pâturage a tendance à favoriser les graminées car leur consommation provoque un tallage donc les graminées couvrent plus de surface

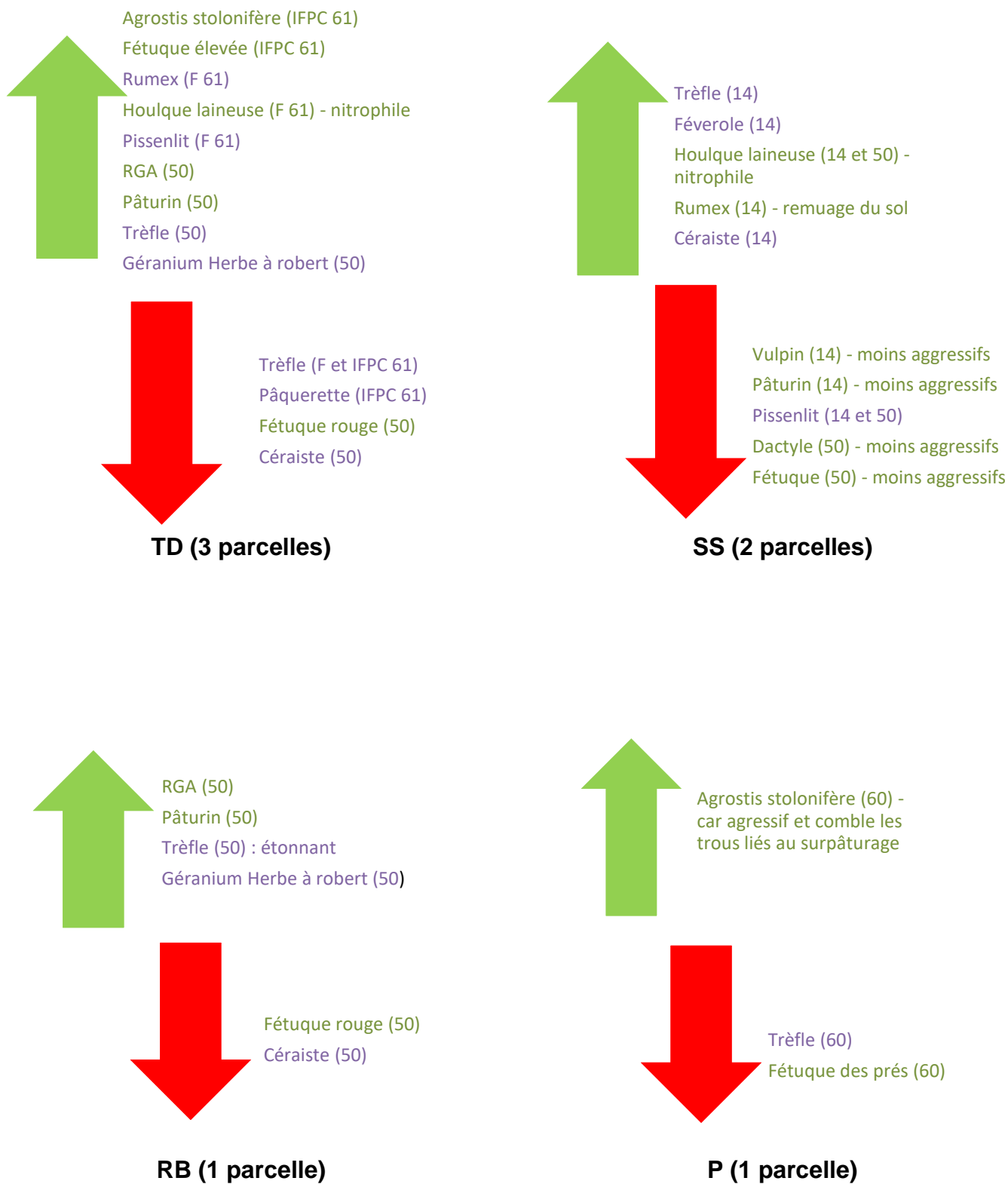




\*Conclusions

	Constats en comparant les différentes modalités à la référence (états finaux) :	Parcelle IFPC	Parcelle T. Barré	Parcelle D. Gilbert	Parcelle H. Corpet	Parcelle L. Capelle	Conclusion
TD Tonte différée	Diversité en graminées	=	+				- de lumière = - de trèfle et d'espèces nécessitant de la lumière (dans une parcelle n'ayant que du trèfle comme dicotylédones comme à l'IFPC, les dicotylédones disparaissent) Mais + d'autres dicotylédones qui se ressèment (rumex, pissenlit) en les laissant monter à graine + de houlque (nitrophile) car on pompe moins d'azote en tondant peu qu'en tondant régulièrement.
	Fréquence relative en graminées	+	-				
	Diversité en dicotylédones	-	+				
	Fréquence relative en dicotylédones	-	+				
RB Roulage	Diversité en graminées					=	=
	Fréquence relative en graminées					=	=
	Diversité en dicotylédones					-	- de lumière = - de trèfle et d'espèces nécessitant de la lumière. Ecrasement
	Fréquence relative en dicotylédones					=	=
SS Sur-semis	Diversité en graminées			-		- -	Le sur-semis avec semoir de semis direct bouleverse moins la flore en place mais n'est pas satisfaisant en cas d'enherbement dense (faible levée des légumineuses semées). Le sur-semis avec passage de herse rotative bouleverse la flore en place en favorisant l'installation des espèces agressives au détriment des autres. Très bonne levée des légumineuses en année 1, puis étouffement par les graminées agressives qui sont broyées tardivement et limitent l'accès à la lumière.
	Fréquence relative en graminées			=		+ +	
	Diversité en dicotylédones			+		- -	
	Tonte différée : fréquence relative en dicotylédones			+		- -	
P Pâturage mouton	Tonte différée : diversité en graminées				-		Spécialisation de la flore car pâturage
	Tonte différée : fréquence relative en graminées				+		+ favorise le tallage des graminées agressives (agrostis essentiellement) car pâturage
	Tonte différée : diversité en dicotylédones				-		
	Tonte différée : fréquence relative en dicotylédones				-		

Au niveau de l'évolution particulière de certaines espèces selon le mode de conduite de l'enherbement, on peut noter que les espèces suivantes (graminées en vert et dicotylédones en violet) sont favorisées (flèche verte) ou défavorisées (flèche rouge) :



## IV. SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

### 1. Action 1 - mise au point de solutions de biocontrôle

#### Sous action 1.1 - solutions de biocontrôle sur ravageurs émergents : anthonome et hoplocampe

##### ▪ Synthèse des résultats

Sur anthonome, les essais menés dans ce programme ont montré que certaines solutions de biocontrôle testées ne sont pas envisageables compte tenu de leur très faible efficacité : c'est le cas des nématodes et de la quassine. Les solutions de biocontrôle qui se sont révélées les plus efficaces dans ce programme sur anthonome sont :

- l'argile qui a montré un très bon niveau d'efficacité de 73 % dans 1 essai dans un contexte de pression anthonome importante avec 50 % de dégâts sur fleur dans le témoin non traité. L'efficacité de l'argile est liée à la bonne couverture du produit sur les bourgeons : il faut donc renouveler les interventions au moins 2 fois pendant le vol de l'anthonome, voire davantage s'il y a lessivage, avec des doses de 50 kg/ha, puis de 30 kg/ha. Compte tenu de l'existence d'un seul essai, cette piste doit être confirmée par d'autres essais avant de conclure.
- La terre de diatomée a montré des résultats moyens de 41 % en laboratoire, en pulvérisation, en solution sur des adultes d'anthonome. En verger, les résultats des essais en pulvérisation sont décevants : efficacité insuffisante et très variable de 11 % à 49 %. L'application du produit à la poudreuse semble améliorer son efficacité : 72 % et 47 %. Outre la nécessité de posséder une poudreuse, ce qui est très rare en verger cidricole, ce produit présente la contrainte, comme pour l'argile, de devoir être appliqué de façon répétitive pendant tout le vol avec des doses non négligeables : 2 fois 50 kg/ha dans l'essai réalisé.
- Le Polithiol a présenté des résultats moyens de l'ordre de 40 % d'efficacité. Il est cependant difficile de conclure sur ce produit, car il n'a fait l'objet que d'un seul essai.

Enfin, dans la majorité des essais, l'insecticide biologique de référence a montré une efficacité supérieure à celle des solutions de biocontrôle testées.

Sur hoplocampe, l'essai réalisé en laboratoire a montré une faible efficacité de la terre de diatomée sur larves. Sur tous les autres essais, la pression en hoplocampe était insuffisante pour conclure.

##### ▪ Perspectives

La maîtrise des dégâts d'anthonome par des solutions de biocontrôle semble en partie envisageable compte tenu des résultats des essais réalisés dans ce programme. Néanmoins, les produits ayant donné les meilleurs résultats (argile et terre de diatomée) sont d'un emploi complexe : mise en œuvre nécessitant de grandes quantités de produit pour couvrir parfaitement les bourgeons pendant la période du vol de l'anthonome, matériel spécifique nécessaire (pompe adéquate pour l'argile et poudreuse pour la terre de diatomée). Cela rend leur utilisation peu envisageable pour le plus grand nombre des producteurs intéressés pour remplacer leurs intrants par des produits de biocontrôle. Pour la production en agriculture biologique, l'insecticide biologique de référence à base de Spinosad (qui n'est pas classé biocontrôle) a montré de très bonnes efficacités dans nos essais et reste une référence, à condition que la dérogation d'usage avant floraison délivrée depuis plusieurs années soit renouvelée. Toutefois, une efficacité partielle de l'ordre de 50 % comme observé dans ces essais pourrait être suffisante en année de forte floraison et participer ainsi à la régulation de la charge, problématique majeure en verger biologique.

Concernant l'hoplocampe, aucune solution de biocontrôle n'émerge de ce projet vu la faible efficacité des produits en laboratoire et l'absence de dégâts sur les parcelles d'essai. Il reste donc la quassine qui a montré dans le programme précédent une très bonne efficacité sur hoplocampe. Cependant, la généralisation de cette solution de biocontrôle sur le terrain, très attendue par la filière cidricole, se heurte à l'obtention d'une homologation ou à l'approbation en tant que substance de base. Toutefois, une dérogation d'usage de 120 jours obtenue en 2021 laisse peut-être entrevoir des perspectives.

## Sous action 1.2 - solutions de biocontrôle pour la moniliose sur fleur

### ▪ Synthèse des résultats

Les essais menés dans ce programme n'ont pas permis de mettre en évidence l'efficacité d'une solution de biocontrôle vis-à-vis de cette maladie, que ce soit en contexte de forte pression ou en contexte de faible pression.

### ▪ Perspectives

La gestion de cette maladie sans produit chimique de synthèse pose question car aucune solution de biocontrôle suffisamment efficace n'est disponible.

Il faut donc envisager cette problématique dans le cadre d'une approche systémique. Différentes pistes sont proposées :

- ne plus planter les variétés cidricoles très sensibles type Judaine (variété à jus),
- éviter les blocs importants des variétés sensibles sur une même parcelle,
- améliorer l'aération à l'intérieur de l'arbre par des densités de plantation plus faibles,
- pratiquer une taille très régulière des arbres permettant de diminuer l'inoculum (conservation sous forme de petits chancres) et aussi favoriser, comme proposé via des distances de plantation plus larges, l'aération de la canopée.

Sur des plantations préexistantes où la pression de la maladie ne peut pas être contenue, le sur-greffage est une solution à envisager.

Plus globalement, cette maladie dont l'importance tend à croître d'année en année avec le réchauffement climatique (températures plus élevées à la floraison) pose la question à très court terme de la faisabilité des variétés de pomme à jus (dont certaines sont très sensibles à la moniliose fleur) dans un itinéraire technique sans produit chimique de synthèse. Ceci est un paradoxe alors que le contexte de marché est très porteur pour des jus de pomme bio, naturels ou sans résidus.

D'autres variétés à jus moins sensibles doivent être envisagées pour les futures plantations mais cela réduit considérablement le choix et la diversité variétale de ce type de vergers.

## 2. Action 2 - gestion innovante de l'enherbement

Au total, 5 parcelles d'essai ont été suivies pendant les 3 années. Sur chaque parcelle, 2 modalités ont été comparées, voire 3 modalités pour l'une des parcelles. Au global, 11 modalités de gestion de l'enherbement ont ainsi été mises en œuvre. Pour chaque modalité, près de 100 observations ont été réalisées chaque année.

Toutes les données issues de ces observations sont présentées de façon détaillée dans les annexes et ont fait l'objet d'une analyse par parcelle qui est présentée ci-dessus.

L'objet de cette synthèse est d'analyser les modes de gestion de l'enherbement innovants testés de façon transversale et non pas par parcelle.

### Sous action 2.1 - essais de tonte différée

#### ▪ Synthèse des résultats 2018-2021

Cette pratique a été testée durant les 3 années du programme sur 2 parcelles, en comparaison à une modalité de référence avec 3 à 4 tontes annuelles. Le climat printanier et estival relativement sec au cours des 3 années de suivi a engendré une pousse de l'herbe relativement modérée, notamment sur la parcelle de T. Barré.

Les résultats montrent que cette technique a eu peu d'impact agronomique, sauf une légère augmentation de la potasse foliaire sur 1 parcelle (IFPC). On observe peu d'incidence sur les bioagresseurs, hormis une baisse de l'inoculum tavelure sur 1 parcelle (T. Barré). Ces résultats doivent être considérés comme une tendance qu'il conviendrait de valider sur un plus grand nombre d'années d'observation, compte tenu de la variabilité de ces valeurs en culture pérenne.

Le point essentiel de cette technique est la faisabilité de la récolte mécanique. Sur la parcelle de l'IFPC, il y a eu une difficulté accrue de la récolte mécanique avec de nombreux résidus de tonte qui ne sont pas gérés par la machine de récolte Bauerle. Sur la parcelle de T. Barré, il n'y a pas eu de difficulté en raison d'une pousse de l'herbe plus faible (sécheresse) et d'une machine de récolte plus performante (SFM). Sur ce point, il ressort donc que le type de machine de récolte est déterminant.

Une diminution de temps de travaux et une baisse de la consommation de carburant sont observées sur les 2 parcelles. Néanmoins, la différence avec la modalité de référence est variable : de - 0,5 h/ha/an sur la parcelle avec un faible développement de l'enherbement dû à la sécheresse (T. Barré) à - 2,5 h/ha/an sur la parcelle avec un fort développement de l'enherbement ayant nécessité un temps de passage important pour la 1<sup>ère</sup> tonte (IFPC).

Les données de biodiversité sont en faveur de la tonte différée en ce qui concerne le nombre d'auxiliaires observés dans les foyers de puceron cendré et les indices de biodiversité de la strate herbacée. Cependant, la pression en puceron cendré a été très faible sur les 2 parcelles et le faible nombre de foyers observés ne permet pas de conclure à une meilleure régulation du puceron cendré grâce à la tonte différée.

Les données floristiques ne montrent pas (contrairement à ce qui était attendu au vu de la bibliographie) une augmentation de la diversité.

#### ▪ Perspectives

Les résultats de ce programme montrent que la tonte différée a présenté certains avantages, comme une augmentation de la biodiversité et une réduction des temps et de consommation de carburant.

Par ailleurs, durant les 3 années de suivi, la tonte différée n'a eu aucun impact négatif que ce soit d'un point de vue agronomique (floraison, récolte) ou concernant les bioagresseurs (puceron, tavelure, campagnol).

Au terme de ce programme, il apparaît donc que la tonte différée pourrait être étendue à un plus grand nombre de vergers de pomme à cidre. Néanmoins, les problèmes de faisabilité de la récolte sont réels et doivent être bien envisagés en fonction du contexte climatique et du type de machine de récolte utilisé.

Les observations faites dans ce programme devraient être poursuivies pendant au moins 3 années avant de pouvoir conclure définitivement sur les bénéfices/risques de la tonte différée compte tenu du caractère pérenne et du délai d'apparition des conséquences de modifications de pratiques en verger cidricole adulte.

## **Sous action 2.2 - essais de roulage de l'enherbement**

### **Synthèse des résultats**

Cette pratique a été testée sur 1 parcelle pendant 3 ans. Sur cette parcelle, le roulage/broyage a été relativement facile à mettre en place avec comme conséquence principale une forte réduction du temps de travail et de la consommation de carburant.

Au niveau agronomique, on constate une augmentation significative du poids des fruits qui n'est pas expliquée.

Aucun impact n'a été observé sur la diversité faunistique et floristique.

Cependant, cette méthode est très dépendante des conditions climatiques et peut donc poser problème au moment de la récolte comme cela a été le cas en 2018 et 2019 sur la parcelle d'essai : pluviométrie estivale faible, insuffisante pour la dégradation du couvert roulé.

### **Perspectives**

D'après les résultats de la parcelle d'essai, le roulage/broyage est une technique qui pourrait être étendue à un plus grand nombre de vergers. Ces résultats sont à relativiser compte tenu du faible échantillon observé.

Les freins de développement de cette technique sont le faible niveau d'équipement des exploitations cidricoles en rouleau et la nécessité que l'opération de roulage soit suivie d'un climat doux et humide pour favoriser la dégradation du couvert roulé et éviter les problèmes à la récolte.

## **Sous action 2.3 - essais de sur-semis dans l'enherbement**

### **Synthèse des résultats**

Cette pratique a été testée sur 2 parcelles, soit avec un labour superficiel avant semis, soit avec un sur-semis direct dans l'enherbement en place. Les espèces semées sont la féverole et 4 espèces de trèfles en mélange. Le premier semis a été effectué à l'automne de la 1<sup>ère</sup> année du programme (2018) et les observations effectuées sur les 2 années suivantes (2019 et 2020).

Sur la parcelle avec un semis direct après travail du sol, il a été montré que cette technique n'est pas adaptée à un verger âgé car elle n'a d'intérêt qu'une seule année pour une mise en place assez lourde (travail du sol dans l'inter-rang puis semis). En effet, les semis se sont très bien développés la 1<sup>ère</sup> année mais, comme ils ont redémarré précocement en septembre/octobre, les jeunes pousses ont été détruites lors de la récolte.

Sur la parcelle sans travail du sol avant semis, les levées ont été très faibles et les espèces semées ne se sont pas implantées : le sur-semis en direct dans un enherbement dense composé essentiellement de graminées agressives (agrostis, dactyle, houlque...) n'a pas permis d'obtenir des levées satisfaisantes en légumineuses. Ce mode de sur-semis ne peut donc être uniquement envisagé que dans des enherbements clairsemés composés d'espèces peu agressives.

L'impact agronomique a été faible avec seulement une augmentation du poids des fruits sur la parcelle avec un sur-semis ayant bien levé, pouvant s'expliquer par une restitution des légumineuses semées.

Aucun impact n'a été observé sur les bioagresseurs ; il est à noter que l'absence de la présence de campagnol des champs n'a pas permis de vérifier si les couverts en légumineuses sont favorisants.

Aucun impact sur la biodiversité n'a été mis en évidence ; la régulation du puceron cendré n'a pas été meilleure dans la modalité sursemée en 2019 avec des couverts denses et très bien développés. Cette observation est à relativiser compte tenu de la pression faible en puceron cendré sur les parcelles d'essai.

En termes de consommation de carburant et de temps passé, les deux modalités sont relativement proches, car le sur-semis occasionne une consommation de carburant supplémentaire d'environ 15 l/ha.

#### ▪ **Perspectives**

Sur les 2 parcelles, le sur-semis a été un échec : soit il n'y a pas de levée car l'enherbement en place est trop concurrentiel, soit la levée se fait correctement grâce au labour superficiel avant semis et dans ce cas les espèces se ressèment très bien mais elles lèvent à l'automne, sont détruites lors de la récolte et donc disparaissent ensuite.

Cette technique ne peut être recommandée au vu de ces résultats.

### **Sous action 2.4 - essais de pâturage par les moutons**

#### ▪ **Synthèse des résultats**

Le suivi réalisé a permis de montrer que, sur la parcelle suivie, le pâturage a une incidence positive sur certains bioagresseurs comme la tavelure, le campagnol des champs et de façon plus modérée sur l'anthonome. Ces observations très intéressantes doivent être considérées avec prudence du fait du recul limité dont nous disposons avec seulement 3 années d'observation.

Les résultats agronomiques sont moins bons dans la parcelle pâturée : niveaux d'alimentation foliaires insuffisants pour l'azote et la potasse, charge et calibre plus faibles, les deux étant sans doute liés. Cependant, le rôle du pâturage sur ces résultats négatifs ne peut être clairement mis en évidence par cet essai car, les 2 modalités, bien que très proches, sont distantes d'une centaine de mètres ce qui peut induire une hétérogénéité parcellaire (sol, historique du verger, etc.).

Les gains de temps de main d'œuvre et de consommation de carburant pour la parcelle pâturée sont réels mais relativement limités (- 33 % ; voir tableaux détaillés en annexe) car des broyages doivent être réalisés sur la parcelle pâturée du fait 1) du chargement un peu faible en animaux à l'hectare et 2) de la sélection des orties due au pâturage par les moutons afin de limiter leur propagation.

Concernant la biodiversité, le pâturage n'a pas apporté de gain en termes de diversité faunistique ou floristique.

On constate une présence beaucoup plus faible d'osmies dans les abris sur la parcelle pâturée par rapport à la modalité de référence, qui peut s'expliquer par la présence de nombreux abris naturels pour les osmies offerts par les haies servant de clôture.

A noter qu'aucun dégât d'animaux sur les troncs n'a été observé pendant les 3 années de l'essai.

#### ▪ **Perspectives**

D'après ces résultats, le pâturage par les moutons Shropshire semble être une alternative intéressante pour la gestion de l'enherbement en verger cidricole car il permet de limiter les temps de tonte, la consommation de carburant et pourrait contribuer à gérer certains bioagresseurs comme la tavelure, le campagnol des champs et à moindre titre l'anthonome. Ces résultats positifs doivent être confirmés par un suivi sur une durée beaucoup plus longue avant de pouvoir recommander le pâturage comme contribuant à la gestion sanitaire d'un verger.

Cependant, les résultats agronomiques moins bons pour le verger pâturé doivent retenir l'attention. Même si l'hypothèse de l'hétérogénéité entre les deux modalités peut constituer une explication, il n'en reste pas moins que le pâturage peut également en être en partie responsable. Compte tenu de ces résultats, on peut conclure à minima que le pâturage par les moutons avec un chargement de 4 à 10 brebis/ha n'apporte pas de plus-value en termes de fertilisation, voire entraîne une certaine exportation des éléments fertilisants. Les constats faits par les conseillers et producteurs sur des vergers pâturés depuis plusieurs années auraient tendance à confirmer cette hypothèse ; le pâturage semble entraîner davantage d'exportation d'éléments fertilisants que de restitution ce qui nécessite des apports complémentaires d'éléments fertilisants.

Il serait donc nécessaire d'approfondir ce point, sachant que le dispositif idéal pour cette comparaison est difficile à mettre en place car le pâturage nécessite des parcelles d'une certaine dimension ce qui rend compliqué le fait de le comparer à un verger rigoureusement identique.



### 3. Synthèse et perspectives générales

Ce programme permet d'envisager des méthodes plus agroécologiques pour la gestion du verger cidricole et contribue à apporter des réponses et à améliorer la faisabilité de la conduite en agriculture biologique des vergers cidricoles.

Certains points positifs ont été mis en évidence comme le rôle positif de l'argile, de la terre de diatomée sur l'anthonome ou encore le pâturage par les moutons, ainsi que la tonte différée et le roulage de l'enherbement dans certains contextes.

A ce titre, ce programme contribue donc à l'objectif global de réduction des intrants et des interventions en adéquation avec le plan Ecophyto et les attentes sociétales en proposant :

- des pistes de diminution des intrants phytosanitaires grâce aux solutions de biocontrôle,
- de nouveaux modes de gestion de l'enherbement permettant une diminution de la consommation de carburant et du nombre de passages.

En revanche, la réduction de fertilisation espérée par les modes de gestion innovants testés ne s'est pas révélée effective.

De même, l'effet attendu des modes de gestion innovants sur la biodiversité faunistique et floristique a été limité. Il faut cependant rester prudent car la diversité de contextes des parcelles et de leur environnement proche ne permet pas de conclure de façon certaine.

Enfin, le sur-semis s'est révélé impossible à mettre en place dans nos types de vergers.

Sur d'autres points, ce programme a bien montré qu'il reste des impasses pour ce type de pratiques agroécologiques, comme la moniliose sur fleur dont la gestion risque d'être de plus en plus problématique et pour laquelle il n'existe pas de solution de biocontrôle.

Par ailleurs, les solutions de biocontrôle et les modes de gestion de l'enherbement innovants ont tous montré certaines limites posant question sur leur intégration dans le cadre de vergers performants économiquement :

- efficacité partielle parfois insuffisante des solutions de biocontrôle et nécessité de s'équiper de matériels adaptés, quantité et coûts des produits très élevés.
- Forte dépendance de la réussite des techniques innovantes de gestion de l'enherbement, comme le roulage/broyage et la tonte différée au contexte climatique de l'année. En cas de sécheresse estivale, comme cela a été le cas au cours de ce programme, la dégradation des enherbements roulés ou tondu tardivement est très insuffisante et la récolte (principal poste des coûts de production en verger cidricole) est dans ce cas fortement ralentie, voire inenvisageable.
- Difficulté, voire impossibilité d'introduire des légumineuses dans les enherbements déjà en place : le sur-semis après un travail du sol ou en semis direct ne permettent pas d'implanter un couvert au-delà de la 1<sup>ère</sup> année du fait de la concurrence de l'enherbement présent et de la récolte mécanique qui casse les repousses. Il faudrait renouveler le semis tous les ans, ce qui est inenvisageable techniquement en verger cidricole car la période de semis correspond à celle de la récolte, et économiquement.

Ce programme a contribué également à travailler sur de nouveaux indicateurs et à tester de nouvelles méthodes d'évaluation qui seront utilisées et adaptées grâce aux résultats observés dans d'autres projets comme le projet Dephy Expe Sydra, qui concerne 2 des partenaires de ce programme (IFPC coordinateur et CRAN). Par exemple, l'indice de biodiversité qui n'a pas montré de forte pertinence dans ce programme devra être retravaillé et modifié.

Enfin, d'un point de vue technique, les Intérêts de ce programme sont multiples :

- plus-value dans le conseil technique réalisé par les partenaires grâce aux compétences et connaissances acquises,
- pour les producteurs, « démystifier » les idées préconçues concernant les difficultés supposées de nouveaux modes de gestion de l'enherbement comme la tonte différée,
- pour l'ensemble des partenaires et au-delà pour le réseau d'expérimentation en pomme de table, ce programme a contribué à acquérir des connaissances techniques sur l'efficacité de nouvelles solutions de biocontrôle et sur des nouveaux modes de gestion de l'enherbement en verger.

De façon plus globale, la dynamique engendrée par ce programme a permis un travail en partenariat avec l'ensemble des structures et les professionnels de la filière qui rend possible l'intégration des résultats dans les pratiques.

L'adéquation de ce programme avec les attentes sur le terrain est sensible. Un nombre croissant d'exploitations cidricoles s'engage dans des modes de production moins dépendants des intrants : utilisation de plus en plus fréquente de produits de biocontrôle, conduite du verger en agriculture biologique, introduction de moutons dans les vergers, tontes moins fréquentes, production avec un objectif « zéro résidu ». Cette dynamique est bien sûr liée à la demande des consommateurs mais elle correspond aussi à un réel engagement des professionnels de la filière.

Ce programme CidrAgroEco a contribué à l'émergence de ces solutions. Il a également mis en évidence de réels freins au développement de ces techniques. Il reste de nombreux points à approfondir afin de proposer les solutions adéquates et économiquement viables. Pour cela, des moyens de recherche et d'expérimentation axés sur ces thématiques seront plus que jamais nécessaires dans les années à venir.

## V. DIFFUSION ET VALORISATION

Le partenariat entre Institut Technique, la CRAN organisme de développement et Fredon qui représentent l'ensemble de la filière cidricole, est un atout pour la diversité des possibilités de valorisation du programme.

La réalisation de différentes actions sur les vergers de producteurs constitue également un atout majeur pour la valorisation des résultats.

Les méthodes de valorisation sont très diverses, à la fois tournées vers le développement, les préconisations aux producteurs et vers des actions à caractère plus scientifique et technique, permettant d'échanger, de collaborer avec de nouveaux partenaires et de maintenir ainsi la veille technique qui, en ricochet, retourne aux producteurs.

### Actions de diffusion

Les actions de diffusion sont détaillées ci-dessous.

- Compte rendu du programme diffusé aux producteurs impliqués dans les essais et aux partenaires : environ 100 exemplaires. Compte rendu et note de synthèse mis en ligne sur les sites des Chambres d'agriculture de Normandie : <https://normandie.chambres-agriculture.fr/conseils-et-services/produire-thematiques/arboriculture/> et IFPC : <http://www.ifpc.eu/>.
- Compte-rendu et note de synthèse mis en ligne sur le portail « EcophytoPIC ».
- Rédaction d'un article concernant dans la revue nationale Pomme à cidre distribuée à 5000 exemplaires. Cette revue s'adresse aux professionnels producteurs et transformateurs de toute la zone cidricole française.
- Rédaction d'une fiche technique format papier. La diffusion de la fiche sera assurée auprès de l'ensemble des arboriculteurs, adhérents au service de la CRAN et de l'IFPC, aux participants aux formations organisées, aux établissements d'enseignement agricoles, et aussi disponible en consultation publique sur les sites de la CRAN et de l'IFPC,
- Réalisation d'une vidéo de démonstration et de témoignage sur les modes innovants de gestion de l'enherbement. Il s'agit ici d'avoir une approche très pédagogique et démonstrative dans la mise en œuvre des techniques, de ce qu'elles ont apporté et de leurs limites selon le regard des producteurs chez lesquels les expérimentations se sont déroulées. Mise en ligne sur les sites CRAN, IFPC et EcophytoPIC.
- Cette vidéo sera également diffusée à l'occasion des réunions avec les producteurs, lors de formations et du SIVAL.
- Une conférence dans le cadre du salon SIVAL à Angers lors des « Entretiens Cidricoles » et/ou des « Conférences Bio ».
- Interventions dans le cadre des nombreux cercles d'échanges, réseaux, groupes de travail techniques et scientifiques auxquels participent la CRAN ou l'IFPC : groupe PFI Cidre, groupe PFI pomme de table de la station La Morinière, groupe bio de la Station La Morinière, Groupe GT Fruits et Légumes du RMT Agroforesterie, etc.
- Transfert des techniques dans le cadre du Groupe 30000 animé par la CRAN et financé par l'Agence de l'Eau Seine Normandie portant sur le développement des pratiques agroécologiques en verger cidricole ; ce groupe de 20 producteurs est ciblé pour intégrer directement les principales solutions apportées par ce programme.
- Au travers de l'accompagnement technique des producteurs réalisé par la CRAN : 350 producteurs cidricoles suivis sur la Normandie dont 150 engagés en AB ou en phase de conversion. Valorisation dans les messages techniques et les guides PFI et bio.
- Valorisation lors des formations sur le thème de l'AB ou de la réduction des produits de synthèse dans les vergers ; formations organisées par la CRAN ou dans lesquelles elle intervient : EPLEFPA Le Robillard (14), Unilasalle, Maraîchage sur Sol Vivant, Hortithèque, Bio en Normandie, Bio Ile de France, etc.



## BIBLIOGRAPHIE

AGFORWARD. Projet européen sur l'agroforesterie et le sylvopastoralisme ; protocoles de suivis, résultats définitifs disponibles fin 2017. Téléchargeables sur le lien : <https://www.agforward.eu/index.php/en/high-value-tree-systems.html>

AGRIAL, Guide technique bio 2017, P14-15

ALBERT L., GILLES Y., PLANTEGENEST M., Franck P., 2016. Régulation naturelle du puceron cendré en verger cidricole : rôle des aménagements fleuris. Pomme à cidre. Juin 2016. N°41.

ALBERT L., PLANTEGENEST, M. ; GILLES Y., FRANCK P., 2016. Impact of the agro-ecological infrastructure on the biological control of *Dysaphis plantaginea* Passerini in apple orchards in north-western France. European Journal of Agronomy, 2016

ARCHAMBEAUD, 2011. Roulage des couverts, une technique riche d'opportunités qui reste à maîtriser Fiche TCS N°64 téléchargeable sur <http://agriculture-de-conservation.com/ROULAGE-DES-COUVERTS-UNE-TECHNIQUE.html>

CHANTELOT E., 2003. L'enherbement de la vigne. Techn'ITAB viticulture, 4 p.

CORROYER N., CHAPELLE A., CARDON JC., DUPONT N., 2013, Gestion du sol en agriculture biologique : alternatives au désherbage chimique en jeune verger de pommier à cidre, Pommes à cidre 34, 12-13

CRAN, AgroBio basse Normandie, IFPC, Techniques innovantes issues de l'Agriculture Biologique enverger de pomme a cidre, rapport de réalisation 2016, 43-60.

DECOURTYE A., BOUQUET C., 2010. Une gestion des couverts herbacés favorable aux abeilles et à la petite faune de plaine. Fourrages 202, 117-124

DevAB 2010 Fiche n°7 L'enherbement permanent en agriculture biologique téléchargeable sur le lien : [http://ecophytopic.fr/sites/default/files/Agronomie\\_Fiche7\\_L%27enherbement%20permanent\\_MD.pdf](http://ecophytopic.fr/sites/default/files/Agronomie_Fiche7_L%27enherbement%20permanent_MD.pdf)

DUFILS A., Associer arboriculture et élevage, Quels challenges à relever ? Rencontres Techniques Interrégionales Fruits Biologiques, 4 et 5 février 2016 téléchargeable sur le lien : [http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2016/01/4\\_Verger-e%CC%81levage-A-Dufils-INRA.pdf](http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2016/01/4_Verger-e%CC%81levage-A-Dufils-INRA.pdf)

GLORIA C., 2012. Détruire ses couverts à moindre frais. Revue réussir Grandes cultures.

GOMEZ et MERCIER, 2008. Effet de l'enherbement sur la moniliose sur fruits en pêcher. ARBO BIO INFOS (N° 128 01/07/2008) / p. 5-6 (2)

GRAB, 2017. Guide pratique bandes florales et pucerons du pommier téléchargeable sur le lien : <http://www.grab.fr/bandes-florales-pour-favoriser-les-antagonistes-des-pucerons-en-verger-de-pommiers-guide-pratique-9636>

GUERIN A, GUILLERMIN P, BICHE D, BOUBEILLON J, BROUSSAUD N, CARDON JC, CORROYER B, CORROYER N, DENIS A, JOUVE H, LEMEUR E, Le ROUX B, PARIS D, PETIT B, THIERY D, DIDELOT F. 2017. Verger Cidricole de Demain : conception, évaluation et diffusion de systèmes de production à haute performance environnementale et économiquement viables. Innovations Agronomiques 55 (2017), 273-287.

GUIDE INVENIO, CA47 : Conduite du pommier en agriculture Biologique dans le Sud-Ouest téléchargeable sur le lien : [http://lot-et-garonne.chambagri.fr/fileadmin/telechargement/Agriculture\\_biologique/Guide\\_pratique\\_Pommiers\\_Bio\\_2014\\_Vdbd.pdf](http://lot-et-garonne.chambagri.fr/fileadmin/telechargement/Agriculture_biologique/Guide_pratique_Pommiers_Bio_2014_Vdbd.pdf)

HUYGHE, C. 2009. La multifonctionnalité des prairies en France II. Conciliation des fonctions de production et de préservation de l'environnement. Cahiers Agricultures, 18(1), 7-16.

IBIS, Intégrer la biodiversité dans les systèmes d'exploitations agricoles, Fiche « Couverts faunistiques et floristiques » et Fiche « Couverts non productifs »

INNOCIDREAB, 2016. Techniques innovantes issues de l'agriculture biologique en verger de pomme à cidre, Rapport de réalisation 2016. Téléchargeable sur le lien : <http://www.chambre-agriculture-normandie.fr/pub/actualites/techniques-innovantes-issues-de-lagriculture-biologique-en-verger-de-pomme-a-cidre/>

LELEU WATTEAU et al., 2014. Etat des lieux des pratiques existantes dans la zone transfrontalière en matière de préservation de la biodiversité fonctionnelle téléchargeable sur le lien : <http://www.fredon-npdc.com/pages/transbiofruitpag.html>

MILAN M., 2017. Utilisation des légumineuses et du Biochar pour améliorer la fertilité des sols avant plantation et sur jeune verger biologique. Rencontre techniques fruits biologiques Ctifl/Itab, 9 mars 2017 Lanxade téléchargeable sur le lien : <http://www.itab.asso.fr/actus/2017-actes-rt-arbo.php>

PARIS, L., 2016. Evaluation des performances technico-économiques des producteurs de pommes à cidre contractualisés chez AGRIAL en Agriculture Biologique (Mémoire de fin d'études, Ingénieur en Agriculture, UniLaSalle, Beauvais, FRA). 62 p.

PARVEAUD CE, Brenner J., Stoeffel A., Corroyer N., 2017. Anthonome du pommier en AB Fiche téléchargeable sur le lien : <http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2017/04/Fiche-technique-Anthonome-A4-Web-Parveaud.pdf>

PARVEAUD CE, Brenner J., Stoeffel A., 2017. Hoplocampe du pommier en AB Fiche téléchargeable sur le lien : <http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2017/04/Fiche-technique-Hoplocampe-A4-Web-Parveaud.pdf>

RUSCH A. et SARTHOU JP., 2013. Gestion agroécologique des cultures. Biofutur n° 243 (p. 33-36) également téléchargeable sur le site de l'INRA : <https://www6.bordeaux-aquitaine.inra.fr>

SIMON S., MARLIAC G., CAPOWIEZ Y., 2016 : Gestion de la strate herbacée pour favoriser la régulation des ravageurs en vergers de pommiers en France. In: J.P. Deguine, C. Gloanec, P. Laurent, A. Ratnadass, J.N. Aubertot, dir., Protection agroécologique des cultures (p. 140-144). Collection Savoir-Faire. Versailles, FRA : Editions Quae. <http://prodinra.inra.fr/record/343079>.

## ANNEXES





## **ANNEXE 1**

### **Action 1 - mise au point de solutions de biocontrôle Sous action 1.1 - solutions de biocontrôle sur ravageurs émergents : anthonome et hoplocampe**

#### **Plan des parcelles d'essai**

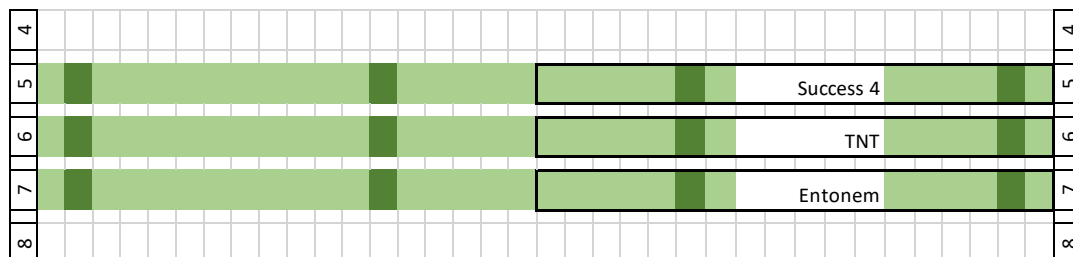
## ❖ Plan des Essais 2018

### Essais 1 et 3

Essais en laboratoire.

### Essai 2 : essai d'efficacité des nématodes en verger

Verger expérimentale de la station IFPC de Sées, variété Douce Moën.



## ❖ Plan des Essais 2019

### Essais 1 et 2

Essais en laboratoire.

### Essai 3 : parcelle Tellières le Plessis, Orne - essai d'efficacité de la terre de diatomée en verger

Verger conduit en AB.

Variété : Douce Moën et Judor, verger en 6<sup>ème</sup> feuille.

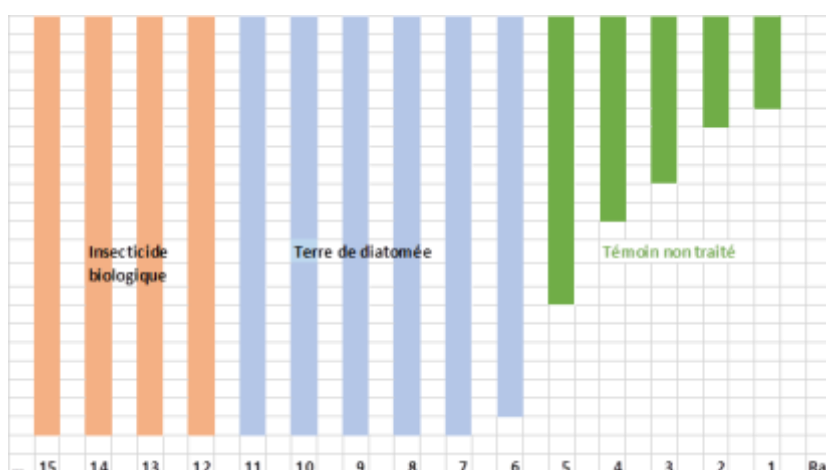
Distances de plantation : 2 x 5 m.

Pression anthronome : forte en 2017 et 2018.

Modalités testées :

- **T0** : témoin non traité,
- **T1** : insecticide biologique,
- **T2** : terre de diatomée.

5 rangs sont réservés au témoin non traité. La terre de diatomée est appliquée sur 6 rangs par l'IFPC, alors que l'application de l'insecticide biologique est assurée par le producteur.



**Essai 4 : parcelle Tour en Bessin, Calvados - essai d'efficacité de la terre de diatomée en verger**

Verger conduit en AB.

Variété : Cidor, plantation 1992.

Distances de plantation : 2,5 x 5,5 m.

Pression anthonome : forte depuis plusieurs années.

Modalités testées :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : insecticide biologique,
- T2 : terre de diatomée.

Les traitements ont été effectués sur des blocs de rangs entiers.

*\*Chaque numéro sur le plan correspond à un rang entier composé de plusieurs arbres.*

1	Cidor	T0
2	Cidor	T0
3	Cidor	T0
4	Cul d'oison	
5	Cul d'oison	
6	Cidor	T1
7	Cidor	T1
8	Cidor	T1
9	Cidor	T1
10	Cul d'oison	
11	Cul d'oison	
12	Cidor	T2
13	Cidor	T2
14	Cidor	T2
15	Cidor	T2
16	Judaine	

**Essai 5 : parcelle Flamanville, Seine-Maritime - essai d'efficacité de la terre de diatomée en verger**

Verger conduit en AB depuis 2009.

Variété : Douce de Moën, plantation 1992.

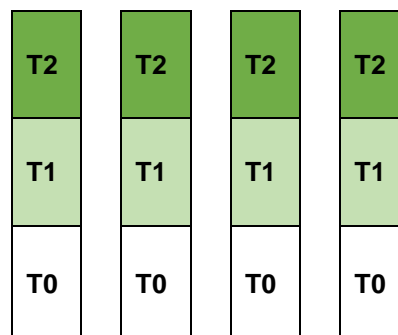
Distances de plantation : 2,5 m x 5 m.

Pression anthonome : élevée.

Modalités testées :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : terre de diatomée,
- T2 : insecticide biologique.

L'essai comporte 4 rangs. Les traitements ont été effectués sur des blocs de 40 arbres par rang.



Route

**Essai 6 : parcelle Formigny, Calvados - essai d'efficacité du Polithiol en verger**

Lieu : Calvados.

Verger conduit en AB.

Variétés : Kermerrien (2,5 x 5,5 m).

Fréquin rouge (3 x 5,5 m.)

Date de plantation : verger 26<sup>ème</sup> feuille.

Pression anthonome : de moyenne à assez forte ces dernières années.

Modalités testées :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : insecticide biologique,
- T2 : Polithiol (huile + soufre).

Les traitements ont été effectués sur des blocs de rangs entiers.

### **Essai 7 : parcelle Le Theil, Orne - essai d'efficacité de la quassine et de l'argile en verger**

Variété : Atroche, plantation hiver 2015/2016.

Distances de plantation 2,5 x 5,5 m.

Pression anthonome : modérée.

Modalités testées :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : écorce de Quassia,
- T2 : Surround,
- T3 : insecticide biologique.



(\* surface calculée approximative ; les arbres dans T0 sont inclus)

### **❖ Plan des Essais 2020**

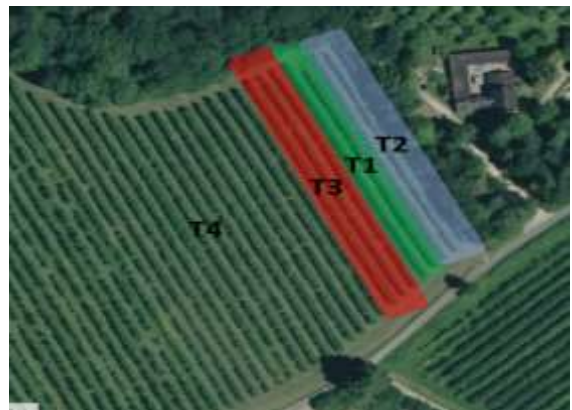
### **Essai 1 : parcelle Tellières le Plessis, Orne - essai d'efficacité de la terre de diatomée en verger**

Verger conduit en AB choisi pour une pression importante en anthonome du pommier en 2018 et 2019.

Variété : Kermerrien (pollinisée par Douce Coët Ligné).

Distance de plantation : 5,5 m x 2 m.

Applications : assurées par l'IFPC avec l'atomiseur Turbo 2 kWh sauf pour la référence (T4) qui est assurée par le producteur.



### **Essai 2 : parcelle L'Hermitière , Orne - essai d'efficacité de l'argile en verger**

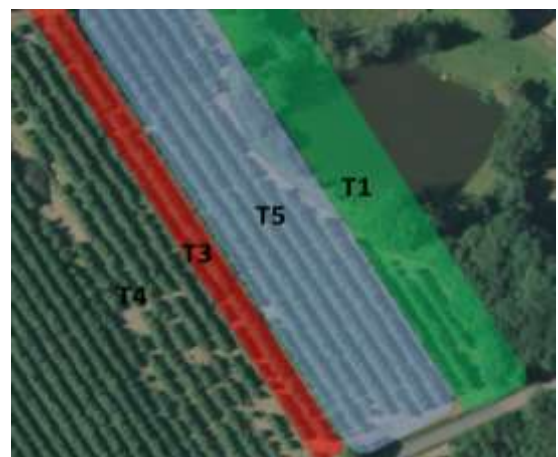
#### **Dispositif expérimental**

Verger conduit en AB choisi pour une pression importante en anthonome du pommier en 2018 et 2019.

Variété : Bedan.

Distance de plantation : 5,5 m x 2 m.

Applications : assurées par le producteur.



### **Essai 3 : parcelle Boisemont, Eure - essai d'efficacité de la terre de diatomée en verger**

Verger conduit en AB depuis 2017.

Variété : Douce de Moën et Douce Coët plantation 1998.

Distances de plantation : 2,5 m x 5 m.

Pression anthonome : moyenne.

Modalités testées :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : terre de diatomée en poudrage à 50 kg/ha ; 2 passages dans chaque sens par rang,
- T2 : insecticide biologique à 0,2 l/ha.

L'essai comporte plusieurs rangs pour chaque modalité.





## **ANNEXE 2**

### **Action 1 - mise au point de solutions de biocontrôle Sous action 1.2 - solutions de biocontrôle pour la moniliose sur fleur**

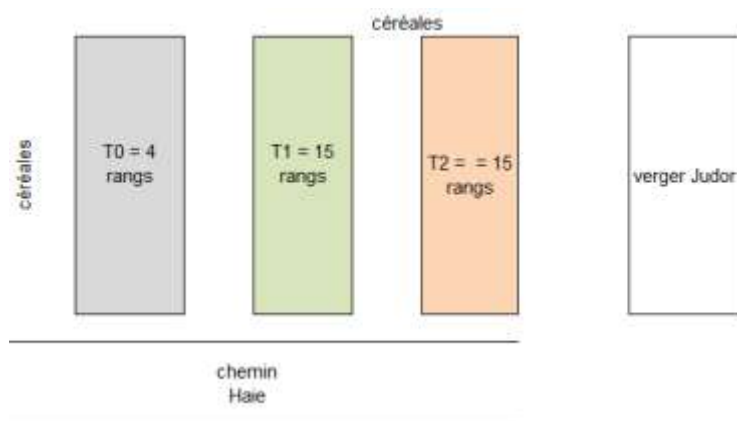
#### **Plan des parcelles d'essai**

**Essai 1 : parcelle à Louversey, Eure - essai d'efficacité du Curatio en complément du soufre et du cuivre utilisés sur tavelure sur Juliana en verger adulte**

Variété : Juliana, verger de 25 ans avec fort inoculum en moniliose fleur ; verger conduit en AB depuis 2016.

Modalités :

- T0 : témoin non traité : 4 rangs,
- T1 : programme préventif à base sulfate de cuivre dosé à 20 % et de soufre dosé à 80 % appliqué contre la tavelure,
- T2 : programme T1 + interventions curatives avec Curatio appliqué contre la tavelure.

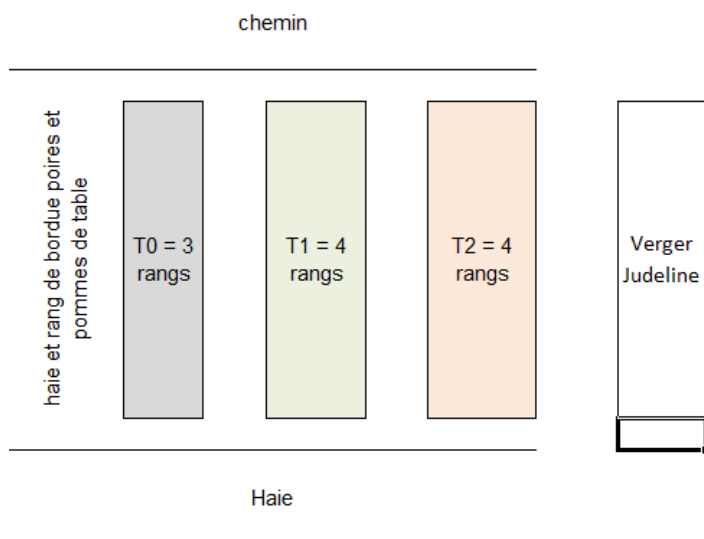


**Essai 2 : parcelle à Louversey, Eure - essai d'efficacité du Curatio en complément du soufre et du cuivre utilisés sur tavelure sur Judaine en jeune verger**

Variété : Judaine, verger en 5<sup>ème</sup> feuille avec inoculum moyen à élevé en moniliose fleur ; verger Conduit en AB depuis 2015.

Modalités :

- T0 : témoin non traité : 3 rangs,
- T1 : programme préventif à base sulfate de cuivre dosé à 20 % et de soufre dosé à 80 % : 4 rangs,
- T2 : programme préventif à base sulfate de cuivre dosé à 20 % et de soufre dosé à 80 % et curatif intégrant le Curatio appliqué contre la tavelure.





### **Essai 3 : parcelle à Berd’huis Essai d’efficacité du BNA et du Curatio**

Année de plantation : 1996.

Variété : Judaine.

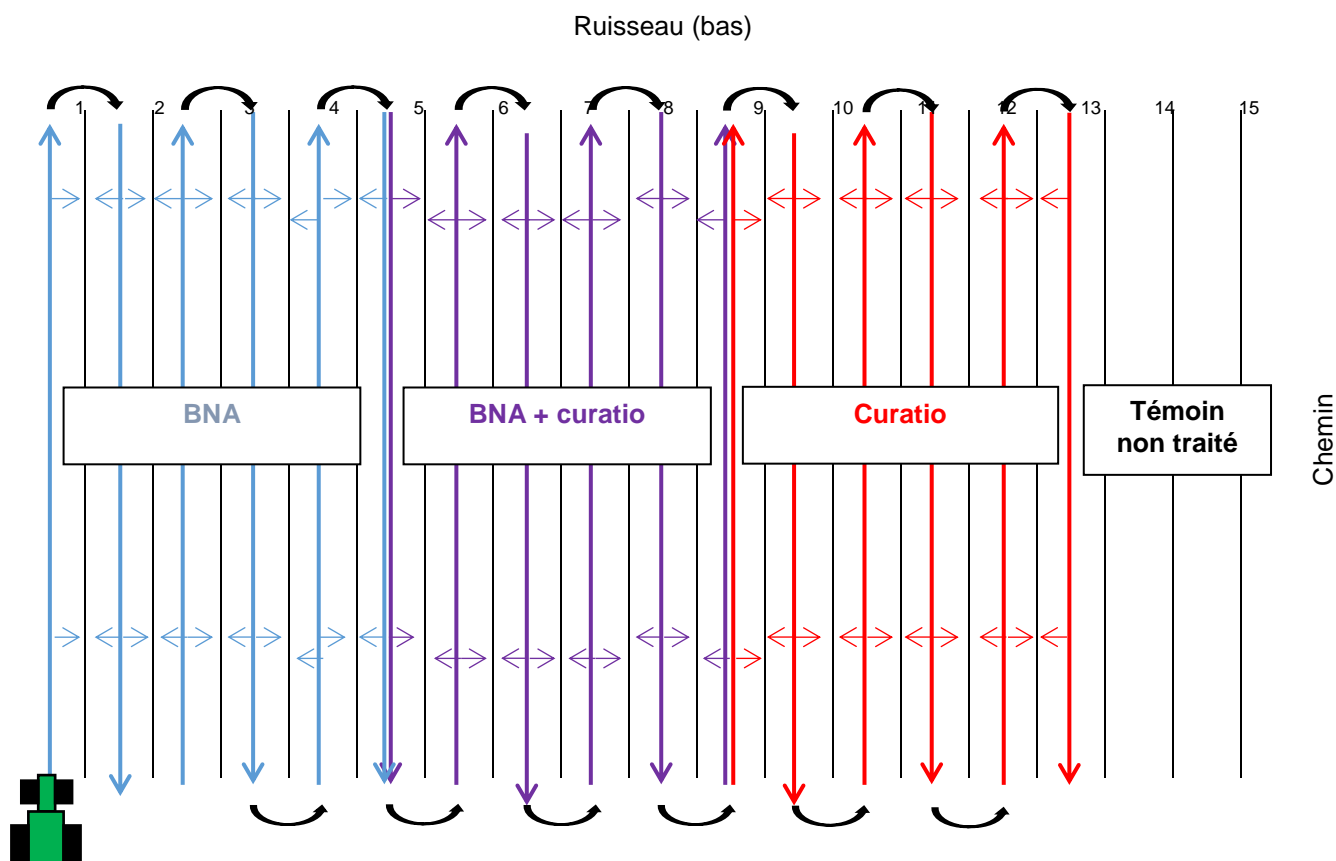
Nombre d’arbres par modalité : 5 rangées (3 rangs pour le T0).

Modalités :

- T0 : témoin non traité,
- T1 : BNA PRO, 1 intervention début stade E à 100 l/ha,
- T2 : BNA PRO et Curatio,
  - 1 intervention avec BNA début stade E à 100 l/ha,
  - 4 interventions avec Curatio en période pré-florale et durant la floraison (dans le cadre de la lutte tavelure),
- T3 : Curatio seul,
  - 4 interventions avec Curatio durant la période de floraison (dans le cadre de la lutte tavelure).

Volumes d’eau/ha : BNA Pro à 1000 l et Curatio à 700-800 l.

Plan





## **ANNEXE 3**

### **Action 2 - gestion innovante de l'enherbement**

#### **Plan des parcelles d'essai**

## Parcelle de l'IFPC

Lieu : Station IFPC de Sées – 61 (parcelle 6, non irriguée).

Variété suivie : Fréquin Rouge sur porte-greffe MM106.

Année de plantation : 2008.

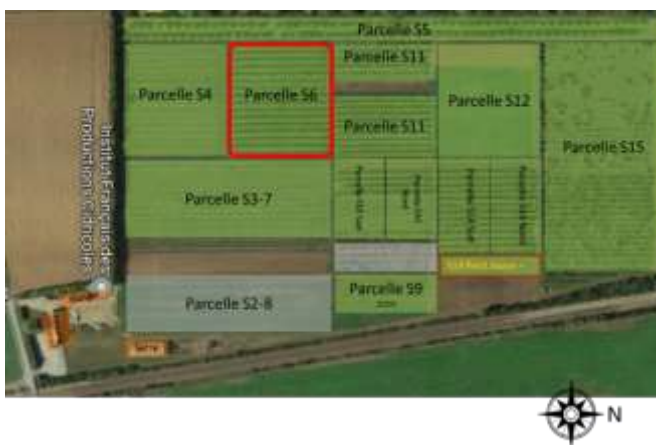
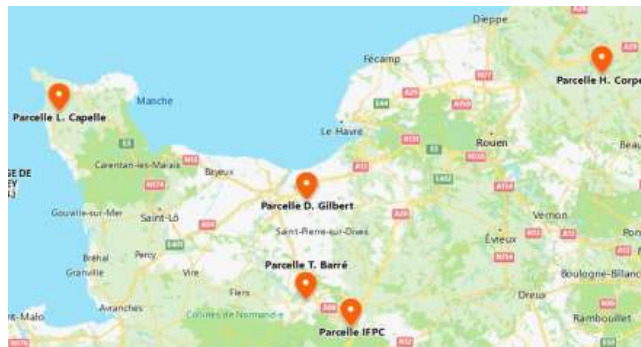
Distances de plantation : 5,4 m x 2 m.

Épaisseur de végétation : 3 m.

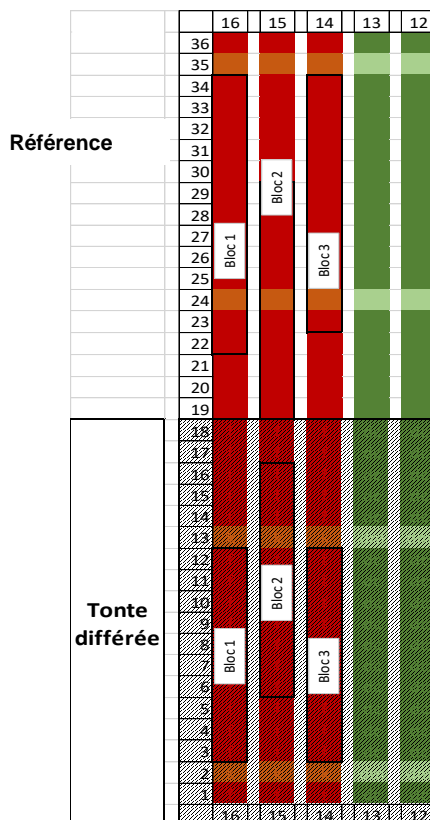
Hauteur de canopée en début de végétation : 4,5 m.

Dispositif en bloc (3 blocs/modalité).

L'application d'herbicide sur le rang de plantation a été stoppée fin 2017 sur l'ensemble de la parcelle S6. La recolonisation des rangs par les adventices est gérée depuis avec un outil de tonte satellite.



La parcelle S6 a été séparée dans le sens nord-sud permettant de distinguer les deux modalités d'entretien de l'enherbement.



## Parcelle T. Barré

Lieu : Francheville - 61 (parcelle irriguée avec goutte à goutte).

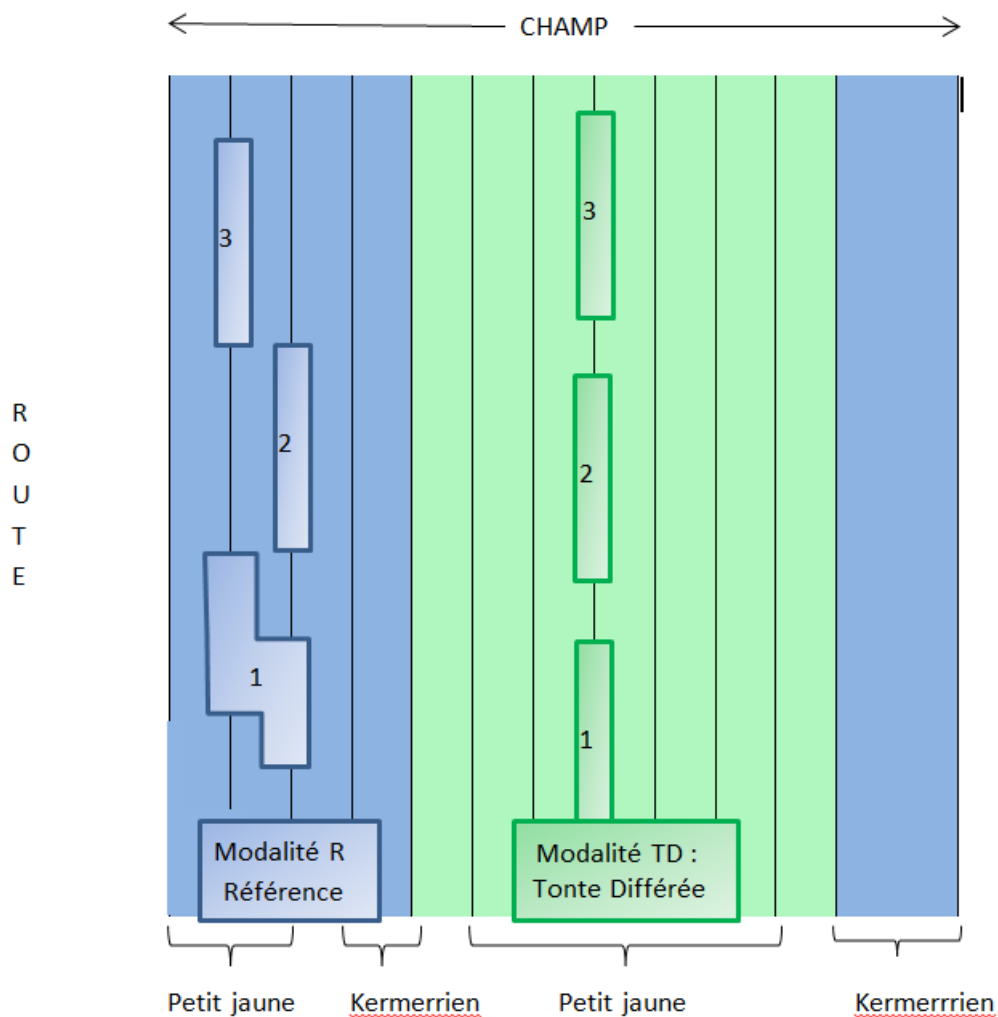
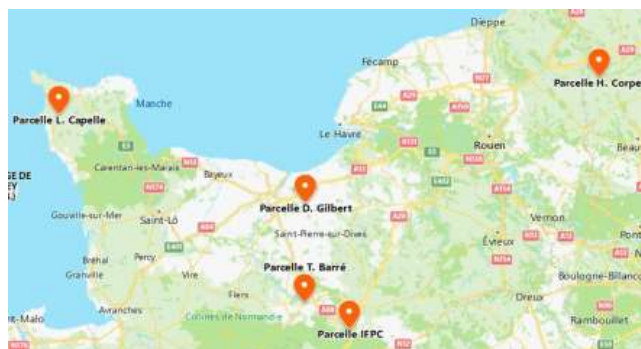
Variété suivie : Petit Jaune sur porte-greffe MM106.

Année de plantation : 1995.

Distances de plantation : 5,5 m x 2,2 m.

Hauteur de canopée en début de végétation : 5 à 6 m.

Dispositif en bloc (3 blocs/modalité).





## Parcelle L. Capelle

Lieu : Sotteville - 50 (parcelle non irriguée).

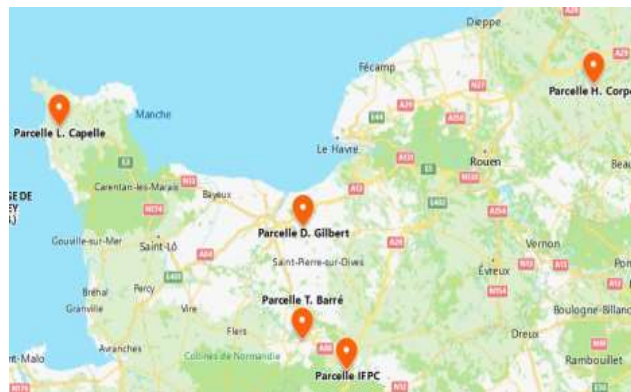
Variété suivie : Douce Coëtligné sur MM106.

Année de plantation : 1995.

Distances de plantation : 5,5 m x 2,5 m.

Hauteur de canopée en début de végétation : 5-6 m.

Dispositif en bloc (3 blocs/modalité).



Semis			roulage/broyage			4-6 tontes		
Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 1	Rang 2	Rang 3
	3		3	3	3	3		3
	4		4		4	4		4
		5						5
6				6	6		6	
	7		7	7	7			7
	8		8	8		8	8	8
	9			9		9	9	9
10		10	10	10	10	10	10	10
11		11	11	11	11		11	11
		12		12	12	12	12	12
13		13	13	13		13	13	13
14	14	14	14		14	14	14	
	15	15	15		15	15	15	
16	16		16	16	16	16	16	
	17							
18								
20								
24	24							
25								

## Parcelle H. Corpet

Lieu : St Thibault - 60 (parcelle non irriguée).

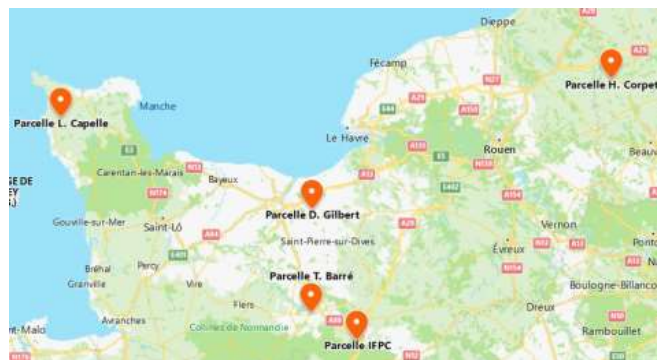
Variété suivie : Douce Moën sur porte-greffe MM106.

Année de plantation : 1998.

Distances de plantation : 5,5 m x 2,5 m.

Hauteur de canopée en début de végétation : 5 m.

Dispositif en bloc (3 blocs/modalité).



Disposition des arbres repérés pour chaque bloc

N° arbre / rang	Modalité Référence			Modalité Paturage		
	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 1	Rang 2	Rang 3
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						



## **ANNEXE 4**

### **Action 2 - gestion innovante de l'enherbement**

**Complément au tableau « Protocoles d'observations » P38 :  
*Observations portant la mention « voir protocoles détaillés »***

## Restitution des couverts avec la méthode MERCI

Avant leur destruction, nous avons procédé à une étude de la restitution potentielle de ces couverts en éléments fertilisants : nous avons utilisé la méthode MERCI (Méthode d'Estimation des Restitutions des Cultures Intermédiaire) développée en 2010 par la Chambre Régionale d'agriculture de Nouvelle-Aquitaine.

A partir de la biomasse aérienne et racinaire des couverts, la méthode estime la quantité d'azote potentiellement disponible pour la culture en place ainsi que la remobilisation des éléments phosphore, potasse, soufre et magnésium.

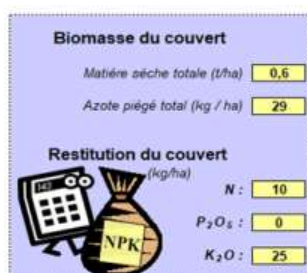
Le prélèvement est réalisé début juillet avant la destruction des couverts. Les féveroles sont au stade graines vertes.



Le prélèvement est réalisé sur l'entre rang sursemé de la façon suivante :

- délimitation de 3 placettes de 1 m<sup>2</sup>,
- prélèvement de poignées dans les inter-rangs sursemé puis pesé,
- saisie des pesées dans l'outil en ligne MERCI.

Exemple de résultat



Source : <https://methode-merci.fr>

## Incidence de la tavelure

1) Bilan intensité x fréquence début juillet

Echelle de notation fréquence			
F0	F1	F2	F3
Aucun(e) fruit/pousse tavelé(e) observé(e)	Observation rare de fruits/pousses tavelé(es)	Observation régulière de fruits/pousses tavelé(es)	Observation très fréquente de fruits/pousses tavelé(es)

Echelle de notation intensité (planches photos)			
	I1	I2	I3
Pousses	1 à 2 feuilles/pousses présentant 1 ou quelques tâches isolées	3 à 5 feuilles/pousses présentent 1 ou quelques tâches isolées	+ de 50% des feuilles de la pousse présentent plusieurs tâches ou 1 à 2 feuilles fortement tavelées (nombreuses tâches convergentes)
Fruits	1 ou quelques petites tâches isolées	Tâche(s) de taille moyenne	Fruit fortement attaqué et /ou déformé

Calcul de l'indice = note intensité x note fréquence

2) Inoculum en septembre

Echelle de notation fréquence			
F0	F1	F2	F3
Aucun(e) fruit/pousse tavelé(e) observé(e)	Observation rare de fruits/pousses tavelé(es)	Observation régulière de fruits/pousses tavelé(es)	Observation très fréquente de fruits/pousses tavelé(es)

Echelle de notation intensité (planches photos)			
	I1	I2	I3
<b>Pousses</b>	1 à 2 feuilles/pousses présentant 1 ou quelques tâches isolées	3 à 5 feuilles/pousses présentent 1 ou quelques tâches isolées	+ de 50% des feuilles de la pousse présentent plusieurs tâches ou 1 à 2 feuilles fortement tavelées (nombreuses tâches convergentes)
<b>Fruits</b>	1 ou quelques petites tâches isolées	Tâche(s) de taille moyenne	Fruit fortement attaqué et /ou déformé

Calcul de l'indice = note intensité x note fréquence

Source : IFPC, <http://www.ifpc.eu/programmes-de-recherche/verger/verger-cidricole-de-demain/documents-a-telecharger/suivi-de-lexperimentation.html> - Verger de Demain, Règles de décision pour le pilotage du dispositif

**Incidence du puceron cendré**

Bilan intensité x fréquence fin juin/début juillet

Echelle de notation intensité d'attaque par arbre

I0	I1	I2	I3
Pas de dégât visible	Quelques rameaux desséchés discrets	Rameaux desséchés immédiatement apparents + quelques fruits déformés	Nombreux fruits déformés et jeunes rameaux déformés

Echelle de notation fréquence d'attaque

F0	F1	F2	F3
Aucun arbre attaqué	Rares arbres attaqués	Observation régulière d'arbres avec dégâts	Arbres avec dégâts retrouvés très fréquemment

*Il est possible de renseigner plusieurs notes en cas d'hétérogénéité des intensités d'attaques sur la parcelle (exemple : 1 ou 2 arbres très fortement infestés mais globalement la majorité des arbres atteints ne présente que quelques dégâts → on attribue à la fois les 2 notes I3-F1 et I1-F2).*

*Dans tous les cas bien rentrer dans la BDD, la note finale sur 9. Exemple de calcul : 50% I3F1 + 50% I1F2 → note à rentrer : 0,5 x 3 x 1 + 0,5 x 1 x 2 = 1,5 + 1 = 2,5.*

Calcul de l'indice = note intensité x note fréquence

Source : IFPC, <http://www.ifpc.eu/programmes-de-recherche/verger/verger-cidricole-de-demain/documents-a-telecharger/suivi-de-lexperimentation.html> - Verger de Demain, Règles de décision pour le pilotage du dispositif

## Incidence du campagnol des champs

Note de 0 à 3.

Parcours d'un observateur à pied qui détermine des intervalles réguliers (tous les 5 mètres) sur un parcours effectué sur l'inter-rang et sur le rang sur plusieurs tronçons constitués chacun de 4 intervalles de 5 grands pas (soit 20 m) et qui note un indice de présence (orifices de galeries et traces de parcours) :

- note 0 = absence d'indices de présence visibles,
- note 1 = présence d'indices de présence sur une surface inférieure à 20 %,
- note 2 = présence d'indices de présence sur une surface supérieure à 20 %,
- note 3 = présence d'indices de présence sur l'ensemble de la surface.

Source : protocole Surveillance biologique du territoire « rongeurs et taupe » - Protocoles harmonisés - Culture ou groupe de cultures : arboriculture fruitière, cultures légumières, cultures ornementales. Protocoles sources : SRAL et Fredon Champagne-Ardennes, Franche-Comté et Alsace, groupe de travail national « rongeurs », réseau experts et personnes ressources de la DGAL.

## Nichoirs à pollinisateurs

**Matériel 2019** : nichoir type OAB : chaque nichoir est constitué de 32 tubes en carton insérés dans une bouteille et protégés de la pluie.

**PROTOCOLE**

### Nichoir à pollinisateurs

Ce protocole permet d'avoir très facilement un aperçu de l'abondance et de la diversité des Hyménoptères solitaires. Un nichoir à pollinisateurs est constitué de cavités qui pourront servir aux abeilles solitaires pour y déposer leurs œufs.

**Durée pour une parcelle**  
Un passage tous les mois de 5 à 15 min

**Coût pour une parcelle**  
Environ 10 € pour les 2 nichoirs

**Matériel**

- 2 nichoirs : 2x32 tubes en carton à renouveler chaque année (contacter l'OAB pour les recevoir gratuitement), 2 bouteilles en plastique d'1 L, gros scotch. Voir les instructions de montage page suivante.
- 2 piquets d'1 m de hauteur
- vis « barnevès » facile pour fixer les nichoirs (bande glu à placer à 30 cm de sol sur le piquet pour éviter l'invasion par des parasites/facultative)
- feuille de terrain
- mirigoule
- appareil photo (facultatif)
- fiches de terrain pour la saisie des données

**Conditions d'observation**

**Date** : poser les nichoirs dès le mois de février

**Fréquence** : Observation au moins tous les mois jusqu'à début octobre.

**Méthode**

- 1. Fabrication** : Assembler les 32 tubes en carton entre eux avec du gros scotch. Les placer dans la bouteille dont vous aurez découpé le goulot.
- 2. Installation** : Poser les deux nichoirs espacés de 5 m l'un de l'autre sur la bordure d'une parcelle. Fixer les nichoirs horizontalement, sur des piquets, à un mètre de hauteur (pour éviter la prédation), les ouvertures orientées sud, dans un endroit ensoleillé, si possible abrité du vent.
- 3. Observations** : Au minimum une fois par mois, noter le nombre de loges occupées, la nature du bouchon (terre, feuilles mâchées ou découpées, résine, coton...), la présence d'insectes visités et leur nombre.

La présence de « nid » dans les interstices est une information intéressante à ajouter.

- Il est toujours important de bien préciser la date de pose des planches et la date d'observation, ce qui permet d'avoir une information sur la rapidité de colonisation du nichoir.
- Si vous n'observez qu'aucune loge n'a été occupée, merci de le noter quand même. L'absence d'observation est aussi une donnée scientifique importante.

L'endroit de pose des nichoirs dépend des objectifs de l'étude. Un seul site d'observation (ensemble de deux nichoirs à 5m d'écart) au centre de l'exploitation peut suffire. Il est possible de copier deux sites (un près d'un aménagement favorable et l'autre à 400 m minimum) pour évaluer l'effet de cet aménagement.



© R.L. Pseudotermite, S. Dussart

www.observatoire-agricole-biodiversite.fr

25

Observation = dénombrement du nombre de tubes operculés sur 2 nichoirs/modalité

Source : Observatoire agricole de la Biodiversité (OAB), protocoles 2015

**Matériel 2020** : nichoir « L'Abeille Rousse ». Chaque nichoir est constitué d'un bloc nichoir en bois comportant 24 galeries. Le bloc nichoir est inséré mis à l'abri de la pluie. Ce type de nichoir en bois nous a semblé intéressant car le bois est un matériau bien adapté.



Observation = dénombrement du nombre de galeries operculées sur 2 abris/modalité.

Source : <https://www.abeillrousse.fr/labeille-rousse/les-nichoires-de-labeille-rousse/>

### **Indice de biodiversité fonctionnelle**

Choix aléatoire de 30 foyers de puceron cendré par modalité. Les repérer et les suivre dans l'idéal 1 fois/semaine jusqu'à disparition quasi-totale du puceron.

A chaque relevé dénombré dans chaque foyer : le nombre de fourmis, le nombre d'auxiliaires et leur stade ainsi que la présence ou non de pucerons pour évaluer l'évolution des populations de ravageur.

### **Calcul de la valeur de l'indicateur**

L'indicateur est défini de la façon suivante :

Indicateur = - 0,001 nb de fourmis + 0,039 \* nb coccinelles adultes + 0,026 \* nb de syrphes larves + 0,022 \* nb de coccinelles larves + 0,070 \* nb punaises prédatrices.

Si la valeur de l'indicateur est supérieure à 0,075, les auxiliaires ont une action de régulation des populations de pucerons cendrés plus élevée que leur taux d'accroissement naturel (i.e. en absence d'ennemis naturels). Il devrait donc permettre de stabiliser et/ou de décroître les populations du ravageur.

A chaque date, calculer la valeur de l'indicateur et la comparer à la valeur de 0,075.

Source : travail de thèse L. Albert 2017, <http://www.ifpc.eu/programmes-de-recherche/verger/etude-de-la-biodiversite-fonctionnelle-en-verger-cidricole.html>

## Inventaire faunistique du couvert

### Méthode

Réalisation de deux relevés à 2 ans d'intervalle pour chaque modalité et dans chaque verger.

- 2 « coups » de filet fauchoir par emplacement,
- 10 emplacements répartis sur le rang ou sur la modalité,
- les périodes d'observation sont réalisées entre juin et juillet. Pour chaque verger, les observations sont réalisées à 1 ou 2 ans d'intervalle (à 15 jours près).



Filet fauchoir



Zones de prospection

### Observations

Liste des familles d'auxiliaire utiles en verger de pommier et rencontrées lors des prélèvements :

Hétéroptères : Anthocorides – Orius – *Atractotomus* - *heterotoma* – *Deraeocoris* - autres Mirides - Nabides



*Anthocoris*



*Héterotoma*



Nabide

Névroptères : Hémérobés - Chrysopes



*Chrysope*

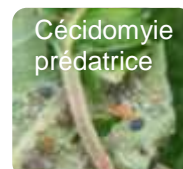


*Hémérobe*

Diptères : Cécidomyies - Syrphes (adulte)



Syrphe

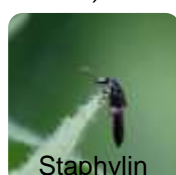


Cécidomyie  
prédatrice

Coléoptères : *Coccinelles* (adulte et larve) – *Cantharides* - *Carabes* - *Staphylin* -



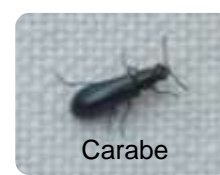
Coccinell



Staphylin



Cantharide



Carabe

Hyménoptère : *Micro-hyménoptères parasitoïdes*



Araignées



Dermaptère : Forficules



## Résultats

Les résultats sont présentés sous forme d'histogramme :

- nombre d'individus par familles d'auxiliaires,
- 3 indices de biodiversité : Margalef, Hurlbert et Shanonn.

La régularité de la distribution des espèces (équité) est un élément important de la diversité. Une espèce représentée abondamment ou par un seul individu, n'apporte pas la même contribution à l'écosystème.

L'indice de **Margalef** est un indice qui indique si la **richesse** spécifique est élevée ou non.

L'indice de **Hurlbert** est un indice d'**équité** qui est indépendant du nombre d'espèces (donc de la richesse).

L'indice de **Shannon** donne une idée de la **diversité spécifique** d'un milieu, c'est-à-dire du nombre d'espèces de ce milieu ([richesse spécifique](#)) et de la répartition des individus au sein de ces espèces ([équité](#)). Cet indice regroupe en quelque sorte les deux autres indices précités.

Les modalités seront comparées les unes aux autres par année en fonction de leurs indices.

*Source Fredon Normandie*

### Inventaire floristique du couvert

Parcours de la modalité en zigzag, en arrachant une poignée d'herbe tous les 10 ou 20 pas. Une dizaine de prélèvements suffit. Notez également, les espèces visibles en dehors des poignées. Prélèvement de 10 poignées par modalité et pour chaque poignée, on note les espèces présentes.

Une fois les comptages réalisés, on additionne le nombre d'apparitions de chaque espèce. La somme de ces nombres donne le total général.

La fréquence relative de chaque espèce vaut son total divisé par le total général multiplié par 100.

*Source : [http://www.fourragesmieux.be/Documents\\_telechargeables/Livret\\_interherbe.pdf](http://www.fourragesmieux.be/Documents_telechargeables/Livret_interherbe.pdf)*





## **ANNEXE 5**

### **Action 2 - gestion innovante de l'enherbement**

#### **Tableaux détaillés des résultats**

Parcelle	IFPC - 56								Ecart calculé entre la pratique testée et la ref	Echelle d'évaluation de l'écart					
	Tonte régulière = Référend				Tonte différée					défavorable	moyen	favorable			
	Fréquent				Fréquent										
Modalités	B1	B2	B3	Moy	B1	B2	B3	Moy							
<b>Blocs et moyennes</b>															
Indice floraison 2018	1 à 5	4,2	3,6	3,6	3,8	3,8	3,7	3,2	3,6						
Indice floraison 2019		3,1	4,1	3	3,4	3,4	3,8	3,5	3,6						
Indice floraison 2020		4,3	4,2	4	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1						
<b>Moyenne des indices de floraison</b>	1 à 5				<b>3,8</b>				<b>3,8</b>	0,0	-1	-0,5	0	0,5	1
Indice charge 2018	1 à 5	4,2	3	3,2	3,5	3,4	3	3	3,1						
Indice charge 2019		3	3,2	3	3,1	3,5	3,3	2,8	3,2						
Indice charge 2020		4,2	3,9	3,5	3,9	4,2	3,8	4,1	4,0						
<b>Moyenne des indices de charge</b>	1 à 5				<b>3,5</b>				<b>3,5</b>	0,0	-1	-0,5	0	0,5	1
Poids 100 fruits 2018	kg	5,8	6,1	5,8	5,9	5,9	6,6	5,8	6,1						
Poids 100 fruits 2019		7,2	6,85	7,4	7,2	7,1	7,15	7,3	7,2						
Poids 100 fruits 2020		5,55	6,35	6,25	6,1	5,75	6,15	6,65	6,2						
<b>Moyenne poids 100 fruits</b>	kg				<b>6,4</b>				<b>6,5</b>	0,1	-1	-0,5	0	0,5	1
Circonférences 2018	mm	246	260	261	255,5	249	262	258	256,5						
Circonférences 2020		312	308	304	307,9	294	304	304	300,6						
<b>% Grossissement du tronc</b>	%				<b>20%</b>				<b>17%</b>	-3%	-10%	-5%	0%	5%	10%
Analyse minérales feuilles 2018	N				2,10				2,10						
	P				0,22				0,21						
	K				1,81				1,68						
	Mg				0,19				0,17						
	Ca				0,97				0,97						
Analyse minérales feuilles 2019	N				1,90				1,80						
	P				0,18				0,19						
	K				1,39				1,47						
	Mg				0,17				0,18						
	Ca				1,01				1,00						
Analyse minérales feuilles 2020	N				1,80				1,80						
	P				0,24				0,25						
	K				1,46				1,52						
	Mg				0,18				0,17						
	Ca				0,91				0,82						
<b>Evolution Azote foliaire</b>	% Matière Sèche				-0,30				-0,30	0,0	-0,2	-0,10	0	0,1	0,2
<b>Evolution Potasse foliaire</b>	% Matière Sèche				-0,35				-0,16	0,2	-0,2	-0,10	0	0,1	0,2
<b>Evolution Magnésium foliaire</b>	% Matière Sèche				-0,01				0,00	0,0	-0,1	-0,05	0	0,05	0,1
Reliquat azoté 2018	(kg N/ha)				22,0				24,0						
Reliquat azoté 2019	(kg N/ha)				18,0				17,0						
Reliquat azoté 2020	(kg N/ha)				31,0				25,0						
<b>Moyenne reliquat azoté</b>	(kg N/ha)				<b>23,7</b>				<b>22,0</b>	-1,7	-20	-10,0	0	10	20
Incidence puceron cendré 2018		I2F3	I2F2	I2F1	4,0	I2F3	I2F2	I2F1	4,0						
Incidence puceron cendré 2019		I2F1	I1F0	I1F1	1,2	I1F0	I1F0	I2F2	1,7						
Incidence puceron cendré 2020		IOF1	I1F1	I1F1	0,8	IOF1	I1F1	I1F1	0,8						
<b>Moyenne dégâts par puceron cendré</b>	ensité x Fréquence				<b>2,0</b>				<b>2,2</b>	0,2	4	2	0	-2	-4
Tavelure pousses fin conta Primaire	2018	I1F0	I1F1	I1F1	0,8	I1F1	I1F1	IOF0	0,7						
Tavelure fruits fin conta Primaire	2018	I1F0	I1F0	I1F0		I1F0	I1F0	I1F0							
Tavelure pousses récolte	2018	I1F1	I1F2	I1F1	1,3	I1F1	I1F2	I1F2	1,7						
Tavelure fruits récolte	2018	I1F0	I1F2	I1F0	1,0	IOF0	I1F1	I1F2	1,0						
Tavelure pousses fin conta Primaire	2019	I1F0	I1F0	I1F0		I1F0	I1F0	I1F0							
Tavelure fruits fin conta Primaire	2019	I1F0	IOF0	IOF0		I1F0	I1F0	I1F0							
Tavelure pousses récolte	2019	I1F1	IOF0	I1F1		I1F0	I1F1	I1F0							
Tavelure fruits récolte	2019	I1F0	I1F2	I1F0		I1F0	I1F1	I1F1							
Tavelure pousses fin conta Primaire	2020	IOF0	IOF0	IOF0	0,0	IOF0	IOF0	IOF0	0,0						
Tavelure fruits fin conta Primaire	2020	IOF0	IOF0	IOF0		IOF0	IOF0	IOF0							
Tavelure pousses récolte	2020	IOF0	IOF0	IOF0	0,0	IOF0	IOF0	IOF0	0,0						
Tavelure fruits récolte	2020	I1F1	IOF0	IOF0	0,3	IOF0	I1F1	IOF0	0,3						
<b>Evolution dégâts tavelure sur pousses (contamination pr</b>	0 à 9				<b>0,8</b>				<b>0,7</b>	-0,2	4	2	0	-2	-4
<b>Evolution dégâts tavelure sur pousses (récolte)</b>	0 à 9				<b>1,3</b>				<b>1,7</b>	0,3	4	2	0	-2	-4
<b>Evolution dégâts tavelure sur fruits (récolte)</b>	0 à 9				<b>0,7</b>				<b>0,7</b>	0,0	4	2	0	-2	-4
Incidence campagnol rang	début 2019				1,3				1,8						
Incidence campagnol inter-rang	début 2019				0,8				1,0						
Incidence campagnol rang	début 2020				1,7				2,1						
Incidence campagnol inter-rang	début 2020				1,1				1,1						
<b>Evolution pression campagnol rang</b>	0 à 3				<b>0,5</b>				<b>0,4</b>	-0,1	-1	-0,5	0	0,5	1
<b>Evolution pression campagnol inter-rang</b>	0 à 3				<b>0,3</b>				<b>0,1</b>	-0,2	-1	-0,5	0	0,5	1
Faisabilité récolte 2018					1				3	(présence de paille - incompatible avec machine bauerle)					
Faisabilité récolte 2019					2				2						
Qualité récolte 2019					2				3						
Cumul Pluie Aout Septembre 2019					86,2				86,2						
Faisabilité récolte 2020					1				3						
Qualité récolte 2020					2				3						
Cumul Pluie Aout Septembre 2020					80				80						
<b>Moyenne faisabilité de la récolte</b>	1 à 3				<b>1,33</b>				<b>2,67</b>	1,3	1	0,5	0	-1	-1
<b>Moyenne qualité de la récolte</b>	1 à 3				<b>2</b>				<b>3</b>	1,0	1	0,5	0	-1	-1
Bilan consommation carburant 2018	(l/ha)				39,5				32,4						
Bilan consommation carburant 2019					31,6				32,4						
Bilan consommation carburant 2020					47,4				40,3						
<b>Moyenne consommation carburant</b>	(l/ha)				<b>39,5</b>				<b>35,0</b>	-4	40	20	0	-20	-40
Bilan tps W 2018	(h/ha)				4,4				3,6						
Bilan tps W 2019					3,5				3,6						
Bilan tps W 2020					5,3				4,5						
<b>Moyenne bilan tps W</b>	(h/ha)				<b>4,4</b>				<b>3,9</b>	-0,5	1	0,5	0	-0,5	-1

	Parcelle	IFPC		Ecart calculé entre TD et R	Impact de la tonte différée par rapport à la référence	Echelle d'évaluation de l'écart					
		R	TD			--	-	0	+	++	
Modalités											
Résultats agronomiques	Moyenne des indices de floraison	1 à 5	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	0,0	<b>0</b>	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne des indices de charge	1 à 5	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	0,0	<b>0</b>	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne poids 100 fruits	kg	<b>6,4</b>	<b>6,5</b>	0,1	<b>0</b>	-1	-0,5	0	0,5	1
	% Grossissement du tronc	%	<b>20%</b>	<b>17%</b>	-3%	<b>-</b>	-10%	-5%	0%	5%	10%
	Evolution Azote foliaire	% Matière Sèche	-0,30	-0,30	0,0	<b>0</b>	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Potasse foliaire	% Matière Sèche	-0,35	-0,16	0,2	<b>++</b>	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Magnésium foliaire	% Matière Sèche	-0,01	0,00	0,0	<b>0</b>	-0,1	-0,05	0	0,05	0,1
	Moyenne reliquat azoté	(kg N/ha)	<b>23,7</b>	<b>22,0</b>	-1,7	<b>0</b>	-20	-10,0	0	10	20
Résultats bio-agresseurs	Moyenne dégâts par puceron cendré	0 à 9	<b>2,0</b>	<b>2,2</b>	0,2	<b>0</b>	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	0 à 9	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	-0,2	<b>0</b>	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (récolte)	0 à 9	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	0,3	<b>0</b>	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur fruits (récolte)	0 à 9	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	0,0	<b>0</b>	4	2	0	-2	-4
	Evolution pression campagnol rang	0 à 3	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	-0,1	<b>0</b>	-1	-0,5	0	0,5	1
	rang	0 à 3	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	-0,2	<b>0</b>	-1	-0,5	0	0,5	1
Résultats technico-économiques	Moyenne faisabilité de la récolte	1 à 3	1,33	2,67	1,3	<b>--</b>	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne qualité de la récolte	1 à 3	2	3	1,0	<b>-</b>	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne consommation carburant	(l/ha)	<b>39,5</b>	<b>35,0</b>	-4	<b>0</b>	40	20	0	-20	-40
	Moyenne bilan tps W (récolte + tonte)	(h/ha)	<b>4,4</b>	<b>3,9</b>	-0,5	<b>+</b>	1	0,5	0	-0,5	-1

Parcelle	T BARRE								Ecart calculé entre la pratique testée et la réf	Echelle d'évaluation de l'écart			
	Tonte régulière				Tonte différée					défavorable	moyen	favorable	
	Petit jaune				Petit jaune								
Modalités	B1	B2	B3	Moy	B1	B2	B3	Moy					
<b>Blocs et moyennes</b>													
Indice floraison 2018	1 à 5				5,0				5,0				
Indice floraison 2019					1,0				1,0				
Indice floraison 2020					3,7				3,7				
<b>Moyenne des indices de floraison</b>	1 à 5				3,2				3,2	0,0	-1	-0,5	
Indice charge 2018	1 à 5				4,5				4,5				
Indice charge 2019					1,0				1,0				
Indice charge 2020		3,45	3,2	3	3,2	3,6	3,55	3,85	3,7				
<b>Moyenne des indices de charge</b>	1 à 5				2,9				3,1	0,2	-1	-0,5	
Poids 100 fruits 2018	kg	pas de pesée				pas de pesée							
Poids 100 fruits 2019		pas de fruit				pas de fruit							
Poids 100 fruits 2020					51,5				45,0				
<b>Moyenne poids 100 fruits</b>	kg				51,5				45,0	-6,5	-1	-0,5	
Circonférences 2018	mm	504	529	547	526,5	539	556	514	536,0				
Circonférences 2020		521	541	568	543,3	555	575	534	554,7				
<b>% Grossissement du tronc</b>	%				3%				3%	0%	-10%	-5%	
Analyse minérales feuilles 2018	N				2,30				2,20				
	P				0,24				0,25				
	K				1,76				1,85				
	Mg				0,24				0,27				
	Ca				1,15				1,20				
Analyse minérales feuilles 2019	N				1,70				1,60				
	P				0,22				0,21				
	K				1,79				1,87				
	Mg				0,25				0,24				
	Ca				1,07				0,93				
Analyse minérales feuilles 2020	N				1,90				2,00				
	P				0,21				0,23				
	K				1,83				1,89				
	Mg				0,22				0,24				
	Ca				0,84				0,94				
<b>Evolution Azote foliaire</b>	latière Sèche				-0,40				-0,20	0,2	-0,2	-0,10	
<b>Evolution Potasse foliaire</b>	latière Sèche				0,07				0,04	0,0	-0,2	-0,10	
<b>Evolution Magnésium foliaire</b>	latière Sèche				-0,02				-0,03	0,0	-0,1	-0,05	
Reliquat azoté 2018	(kg N/ha)				43,0				53,0				
Reliquat azoté 2019					32,0				38,0				
Reliquat azoté 2020					32,0				35,0				
<b>Moyenne reliquat azoté</b>	(kg N/ha)				35,7				42,0	6,3	-20	-10,0	
Incidence puceron cendré 2018					0,0				0,0				
Incidence puceron cendré 2019					1,0				1,0				
Incidence puceron cendré 2020					0,0				1,0				
<b>Moyenne dégâts par puceron cendré x Fréquence</b>					0,3				0,7	0,3	4	2	
Tavelure pousses fin conta Primaire 2018	I1F1			1		I0F0			0				
Tavelure fruits fin conta Primaire 2018	I0F0					I0F0							
Tavelure pousses récolte 2018	I1F2			0,02		I1F1			0,01				
Tavelure fruits récolte 2018	I1F1			1		I1F1			1				
Tavelure pousses fin conta Primaire 2019	I1F2					I1F1							
Tavelure fruits fin conta Primaire 2019	peu de fruit				très peu de fruit								
Tavelure pousses récolte 2019	I1F3					I1F2							
Tavelure fruits récolte 2019	I1F1					I1F1							
Tavelure pousses fin conta Primaire 2020	I1F2			2		I1F1							
Tavelure fruits fin conta Primaire 2020	I0F0					I1F1							
Tavelure pousses récolte 2020	I1F3			3		I1F2			2				
Tavelure fruits récolte 2020	I1F2			2		I1F1			1				
<b>Evolution dégâts tavelure sur pousse</b>	0 à 9				-1,0				0,0	-1,0	4	2	
<b>Evolution dégâts tavelure sur pousse</b>	0 à 9				-3,0				-2,0	-1,0	4	2	
<b>Evolution dégâts tavelure sur fruits (r)</b>	0 à 9				-1,0				0,0	-1,0	4	2	
Incidence campagnol rang début 2019					0				0				
Incidence campagnol inter-rang début 2019					0				0				
Incidence campagnol rang début 2020					0				0				
Incidence campagnol inter-rang début 2020					0				0				
<b>Evolution pression campagnol rang</b>	0 à 3				0,0				0,0	0,0	-1	-0,5	
<b>Evolution pression campagnol inter-r</b>	0 à 3				0,0				0,0	0,0	-1	-0,5	
Faisabilité récolte 2018					1				1				
Cumul Pluie juillet / fin oct 2018					143 mm								
Faisabilité récolte 2019					1				2				
Cumul Pluie juillet / début nov 2019					253 mm								
Faisabilité récolte 2020					1				1				
Cumul Pluie juillet / fin oct 2020					237 mm								
<b>Moyenne faisabilité de la récolte</b>	1 à 3				1,00				1,00	0,0	1	0,5	
<b>Moyenne qualité de la récolte</b>	1 à 3				non mesurée				non mesurée	#VALEUR!	1	0,5	
Bilan consommation carburant 2018					70				26				
Bilan consommation carburant 2019					70				26				
Bilan consommation carburant 2020					70				26				
<b>Moyenne consommation carburant</b>	(l/ha)				69,8				26,3	-44	40	20	
Bilan tps W 2018 (heures)					4,0				1,5				
Bilan tps W 2019 (heures)					4,0				1,5				
Bilan tps W 2020 (heures)					4,0				1,5				
<b>Moyenne bilan tps W</b>	(h/ha)				3,99				1,5	-2,5	1	0,5	

	Parcelle	T. Barré		Ecart calculé entre TD et R	Impact de la tonte différée par rapport à la référence	Echelle d'évaluation de l'écart					
		R	TD			--	-	0	+	++	
Modalités											
Résultats agronomiques	Moyenne des indices de floraison	1 à 5	3,2	3,2	0,0	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne des indices de charge	1 à 5	2,9	3,1	0,0	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne poids 100 fruits	kg	51,5	45,0	0,1	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	% Grossissement du tronc	%	3%	3%	0%	0	-10%	-5%	0%	5%	10%
	Evolution Azote foliaire	% Matière Sèche	-0,40	-0,20	0,2	++	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Potasse foliaire	% Matière Sèche	0,07	0,04	0,0	0	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Magnésium foliaire	% Matière Sèche	-0,02	-0,03	0,0	0	-0,1	-0,05	0	0,05	0,1
	Moyenne reliquat azoté	(kg N/ha)	35,7	42,0	6,3	+	-20	-10,0	0	10	20
Résultats bio-agresseurs	Moyenne dégâts par puceron cendré	0 à 9	0,3	0,7	0,3	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	0 à 9	-1,0	0,0	-1,0	+	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (récolte)	0 à 9	-3,0	-2,0	-1,0	+	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur fruits (récolte)	0 à 9	-1,0	0,0	-1,0	+	4	2	0	-2	-4
	Evolution pression campagnol rang	0 à 3	0,0	0,0	0,0	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	rang	0 à 3	0,0	0,0	0,0	0	-1	-0,5	0	0,5	1
Résultats technico-économiques	Moyenne faisabilité de la récolte	1 à 3	1,00	1,00	0,0	0	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne qualité de la récolte	1 à 3					1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne consommation carburant	(l/ha)	69,8	26,3	-44	++	40	20	0	-20	-40
	Moyenne bilan tps W (récolte + tonte)	(h/ha)	3,99	1,5	-2,5	++	1	0,5	0	-0,5	-1

Parcelle	D GILBERT								Ecart entre la pratique testée et la ref		Echelle d'évaluation de l'écart			
	Tonte différée TNT				Tonte différée - sursemis						défavorable	moyen	favorable	
Modalités	Kermerrien				Kermerrien									
Variété	B1	B2	B3	Moy	B1	B2	B3	Moy						
<b>Blocs et moyennes</b>														
Indice floraison 2019	1,6	1,7	1,4	1,6	2,4	2,2	2,2	2,3						
Indice floraison 2020	4,8	5,0	4,8	4,9	5,0	4,9	5,0	4,9						
<b>Moyenne floraison</b>				3,2				3,6	0,4	-1	-0,5	0	0,5	1
Indice charge 2019	1,5	1,3	1,3	1,4	2,0	1,8	1,8	1,9						
Indice charge 2020	4,2	4,0	3,8	4,0	4,0	3,9	4,0	4,0						
<b>Moyenne charge</b>				2,7				2,9	0,2	-1	-0,5	0	0,5	1
Poids 100 fruits 2019	4,7	4,7	4,7	4,7	4,3	4,3	4,3	4,3						
Poids 100 fruits 2020	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0						
<b>Moyenne poids 100 fruits</b>				5,4				5,2	-0,2	-1	-0,5	0	0,5	1
Circonférences 2018	mm	263	263	262	262,7	266	254	262	260,7					
Circonférences 2020	mm	354	352	363	356,3	348	336	343	342,3					
<b>% Grossissement</b>				36%				31%	-4%	-10%	-5%	0%	5%	10%
Analyse minérales feuilles 2019	N			1,30				1,40						
	P			0,18				0,15						
	K			1,10				0,74						
	Mg			0,18				0,19						
	Ca			0,81				0,74						
Analyse minérales feuilles 2020	N			1,80				1,90						
	P			0,19				0,18						
	K			0,97				0,71						
	Mg			0,23				0,26						
	Ca			0,94				1,07						
<b>Evolution Azote foliaire</b>	% Matière Sèche			0,50				0,50	0,0	-0,2	-0,10	0	0,1	0,2
<b>Evolution Potasse foliaire</b>	% Matière Sèche			-0,13				-0,03	0,1	-0,2	-0,10	0	0,1	0,2
<b>Evolution Magnésium foliaire</b>	% Matière Sèche			0,05				0,07	0,0	-0,1	-0,05	0	0,05	0,1
Reliquat azoté 2019	15/09/2019			52,7				43,8						
Reliquat azoté 2020	14/09/2019			45,8				39,3						
<b>Moyenne reliquat</b>				49,3				41,6	-7,7	-20	-10,0	0	10	20
Incidence puceron cendré 2019	I1F1 I1F1 I1F1			1,0	I1F1 I1F1 I1F1			1,0						
Incidence puceron cendré 2020	I1F1 I1F1 I1F1			1,0	I1F1 I1F1 I1F1			1,0						
<b>Moyenne dégâts par puceron cendré</b>	ntensité x Fréquence			1,0				1,0	0,0	4	2	0	-2	-4
Tavelure pousses fin conta Primaire 2019	I0F0 I0F0 I0F0			0,0	I0F0 I0F0 I0F0			0,0						
Tavelure fruits fin conta Primaire 2019	I0F0 I0F0 I0F0			0,0	I0F0 I0F0 I0F0			0,0						
Tavelure pousses récolte 2019	I1F1 I1F1 I1F1			1,0	I1F1 I1F1 I1F1			1,0						
Tavelure fruits récolte 2019	I1F2 I1F2 I1F2			2,0	I1F2 I1F2 I1F2			2,0						
Tavelure pousses fin conta Primaire 2020	I1F2 I1F2 I1F2			2,0	I1F2 I1F2 I1F2			2,0						
Tavelure fruits fin conta Primaire 2020	I2F1 I2F1 I2F1			2,0	I2F1 I2F1 I2F1			2,0						
Tavelure pousses récolte 2020	I1F2 I1F2 I1F2			2,0	I1F2 I1F2 I1F2			2,0						
Tavelure fruits récolte 2020	I1F2 I1F2 I1F2			2,0	I1F2 I1F2 I1F2			2,0						
<b>Evolution dégâts tavelure sur pousses (contamin)</b>	0 à 9			-2,0				-2,0	0,0	4	2	0	-2	-4
<b>Evolution dégâts tavelure sur pousses (récolte)</b>	0 à 9			-1,0				-1,0	0,0	4	2	0	-2	-4
<b>Evolution dégâts tavelure sur fruits (récolte)</b>	0 à 9			0,0				0,0	0,0	4	2	0	-2	-4
Incidence campagnol rang début 2019				0,5				0,5						
Incidence campagnol inter-rang début 2019				0,5				0,5						
Incidence campagnol rang début 2020				0,5				0,5						
Incidence campagnol inter-rang début 2020				0,5				0,5						
<b>Evolution pression campagnol rang</b>	0 à 3			0,0				0,0	0,0	-1	-0,5	0	0,5	1
<b>Evolution pression campagnol inter-rang</b>	0 à 3			0,0				0,0	0,0	-1	-0,5	0	0,5	1
Faisabilité récolte 2019				2				2						
Qualité récolte 2019				1				1						
Cumul Pluie 4 Juillet- 25 août 2019 (entre 2 tontes)				51				51						
Cumul Pluie 25 Aout- 15 Septembre 2019 (entre tonte et reliquat)				11				11						
Cumul Pluie 25 Aout- 9 oct 2019 (entre tonte et récolte)				75				75						
Faisabilité récolte 2020				2				2						
Qualité récolte 2020				1				1						
Cumul Pluie 15 Juillet-25 août 2020 (entre 2 tontes)				21				21						
Cumul Pluie 25 Aout- 15 Septembre 2020 (entre tonte et reliquat)				18				18						
Cumul Pluie 25 Aout- 4 oct 2020 (entre tonte et récolte)				85				85						
<b>Moyenne faisabilité de la récolte</b>	1 à 3			2,00				2,00	0,0	1	0,5	0	-1	-1
<b>Moyenne qualité de la récolte</b>	1 à 3			1,00				1,00	0,0	1	0,5	0	-1	-1
Bilan consommation carburant 2019	l/ha			25,5				25,5						
Bilan consommation carburant 2020	l/ha			25,5				25,5						
<b>Moyenne consommation carburant</b>	l/ha			25,5				25,5	0	40	20	0	-20	-40
Bilan tps W 2019	(h/ha)			1,7				1,7						
Bilan tps W 2020	(h/ha)			1,7				1,7						
<b>Moyenne bilan tps W</b>	(h/ha)			1,7				1,7	0,0	1	0,5	0	-0,5	-1
Poids féverole kg/m2 2019								0,4						
Poids trèfle kg/m2 2019								0						
Restitutions kg N/ha (calcul MERCI) 2019								15						
Restitutions kg P/ha (calcul MERCI) 2019								4						
Restitutions kg K/ha (calcul MERCI) 2019								25						
Poids féverole kg/m2 2020								0,035						
Poids trèfle kg/m2 2020								0,1						
Restitutions kg N/ha (calcul MERCI) 2020								5						
Restitutions kg P/ha (calcul MERCI) 2020								1						
Restitutions kg K/ha (calcul MERCI) 2020								9						

Parcelle		D. Gilbert		Ecart calculé entre SS et R	Impact du sur-semis par rapport à la référence	Echelle d'évaluation de l'écart					
Modalités		R	SS			--	-	0	+	++	
Résultats agronomiques	Moyenne des indices de floraison	1 à 5	3,2	3,6	0,4	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne des indices de charge	1 à 5	2,7	2,9	0,2	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne poids 100 fruits	kg	5,4	5,2	-0,2	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	% Grossissement du tronc	%	36%	31%	-4%	0	-10%	-5%	0%	5%	10%
	Evolution Azote foliaire	% Matière Sèche	0,50	0,50	0,0	0	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Potasse foliaire	% Matière Sèche	-0,13	-0,03	0,1	+	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Magnésium foliaire	% Matière Sèche	0,05	0,07	0,0	0	-0,1	-0,05	0	0,05	0,1
	Moyenne reliquat azoté	(kg N/ha)	49,3	41,6	-7,7	0	-20	-10,0	0	10	20
	Estimation restitutions N sursemis (Méthode MERCI)	(kg N/ha)	0,0	5,0		0					
Estimation restitutions P sursemis (Méthode MERCI)	(kg P/ha)	0,0	0,0		0						
Estimation restitutions K sursemis (Méthode MERCI)	(kg K/ha)	0,0	15,0		+						
Résultats bio-agresseurs	Moyenne dégâts par puceron cendré	0 à 9	1,0	1,0	0,0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	0 à 9	-2,0	-2,0	0,0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (récolte)	0 à 9	-1,0	-1,0	0,0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur fruits (récolte)	0 à 9	0,0	0,0	0,0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution pression campagnol rang	0 à 3	0,0	0,0	0,0	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	Evolution pression campagnol inter-rang	0 à 3	0,0	0,0	0,0	0	-1	-0,5	0	0,5	1
Résultats technico-économiques	Moyenne faisabilité de la récolte	1 à 3	2,00	2,00	0,0	0	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne qualité de la récolte	1 à 3	1	1	0,0	0	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne consommation carburant	(l/ha)	25,5	40,5	15,0	-	40	20	0	-20	-40
	Moyenne bilan tps W (récolte + tonte)	(h/ha)	1,7	1,7	0,0	0	1	0,5	0	-0,5	-1

Parcelle		Ludovic Capelle								Ecart calculé entre la pratique testée et la ref		Echelle d'évaluation de l'écart					
Modalités		4-6 tontes				Roulage/broyage											
Variétés		Douce Coëtigné				Douce Coëtigné											
Blocs et moyennes		B1	B2	B3	Moy	B1	B2	B3	Moy			défavorable	moyen	favorable			
Indice floraison 2018		5	5	5	5,0	5	4,9	5	5,0								
Indice floraison 2019		3,05	1,55	1,85	2,2	2,6	3	4,1	3,2								
Indice floraison 2020		-4,5	4,7	4,1	4,4	3,9	3,8	3,6	3,8								
<b>Moyenne des indices de floraison</b>		1 à 5				1 à 5					0,1	-1	-0,5	0	0,5	1	
Indice charge 2018		4,4	4,3	4,3	4,3	3,8	3,6	3,5	3,6								
Indice charge 2019		1,8	1,4	1,8	1,7	2,5	2,6	2,8	2,6								
Indice charge 2020		4,5	4,8	5	4,8	4,1	4,2	2,8	3,7								
<b>Moyenne des indices de charge</b>		1 à 5				1 à 5					-0,3	-1	-0,5	0	0,5	1	
Poids 100 fruits 2018		5,4	5,7	4,62	5,2	4,82	4,1	4,66	4,5								
Poids 100 fruits 2019		0	0	7,7	2,6	6,9	0	6,1	4,3								
Poids 100 fruits 2020		9,35	6,88	6,18	7,5	6,71	9,1	9,89	8,6								
<b>Moyenne poids 100 fruits</b>		kg				kg					0,2	-1	-0,5	0	0,5	1	
Circonférences 2018		472	499	477	482,7	431	452	481	454,7								
Circonférences 2020		475	505	484	488,0	439	455	494	462,7								
<b>% Grossissement du tronc</b>		%				%					1%	-10%	-5%	0%	5%	10%	
Analyse minérales feuilles 2018		N				N											
		P				P											
		K				K											
		Mg				Mg											
		Ca				Ca											
Analyse minérales feuilles 2019		N				N											
		P				P											
		K				K											
		Mg				Mg											
		Ca				Ca											
Analyse minérales feuilles 2020		N				N											
		P				P											
		K				K											
		Mg				Mg											
		Ca				Ca											
<b>Evolution Azote foliaire</b>		% Matière Sèche				% Matière Sèche					0,0	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2	
<b>Evolution Potasse foliaire</b>		% Matière Sèche				% Matière Sèche					-0,2	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2	
<b>Evolution Magnésium foliaire</b>		% Matière Sèche				% Matière Sèche					0,0	-0,1	-0,05	0	0,05	0,1	
Reliquat azoté 2018		01/10/2018				01/10/2018											
Reliquat azoté 2019		05/09/2019				05/09/2019											
Reliquat azoté 2020		22/09/2020				22/09/2020											
<b>Moyenne reliquat azoté</b>		(kg N/ha)				(kg N/ha)					7,1	-20	-10,0	0	10	20	
Incidence puceron cendré 2019		11F2				12F1											
Incidence puceron cendré 2020		11F1				11F1											
<b>Moyenne dégâts par puceron cendré</b>		Intensité x Fréquence				Intensité x Fréquence					0,0	4	2	0	-2	-4	
Tavelure pousses fin conta Primaire 2018		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure fruits fin conta Primaire 2018		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure pousses récolte 2018		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure fruits récolte 2018		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure pousses fin conta Primaire 2019		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure fruits fin conta Primaire 2019		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure pousses récolte 2019		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure fruits récolte 2019		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure pousses fin conta Primaire 2020		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure fruits fin conta Primaire 2020		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure pousses récolte 2020		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
Tavelure fruits récolte 2020		IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0								
<b>Evolution dégâts tavelure sur pousses</b>		0 à 9				0 à 9					0,0	4	2	0	-2	-4	
<b>Evolution dégâts tavelure sur fruits (n)</b>		0 à 9				0 à 9					0,0	4	2	0	-2	-4	
Incidence campagnol rang début 2019		0,0				0,0											
Incidence campagnol inter-rang début 2019		0,0				0,0											
Incidence campagnol rang début 2020		0,0				0,0											
Incidence campagnol inter-rang début 2020		0,0				0,0											
<b>Evolution pression campagnol rang</b>		0 à 3				0 à 3					0,0	-1	-0,5	0	0,5	1	
<b>Evolution pression campagnol inter-r</b>		0 à 3				0 à 3					0,0	-1	-0,5	0	0,5	1	
Faisabilité récolte 2018		1				3											
Qualité récolte 2018		1				3											
Faisabilité récolte 2019 - 18 octobre 2019		1				3											
Qualité récolte 2019		1				3											
Faisabilité récolte 2020		1				1											
Qualité récolte 2020		1				1											
<b>Moyenne faisabilité de la récolte</b>		1 à 3				1 à 3					1,3	1	0,5	0	-0,5	-1	
<b>Moyenne qualité de la récolte</b>		1 à 3				1 à 3					#DIV/0!	1	0,5	0	-0,5	-1	
Cumul pluie 30 avril et 21 juin (entre tontes 1 et 2)		122,4				122,4											
Cumul pluie 21 juin et 9 juillet (entre tontes 2 et 3)		5,6				5,6											
Cumul pluie 9 juillet et 29 août (entre tontes 3 et 4)		31,4				31,4											
Cumul pluie 30 avril et 29 août (entre tontes 1 et 4)		159,4				159,4											
Cumul pluie 29 août et 5 septembre (entre tonte 4 et reliquat)		0,8				0,8											
Cumul pluie 29 août et 18 octobre (entre tonte 4 et récolte)		1,4				1,4											
Cumul pluie 24 juin et 29 août (entre roulage et broyage)						37											
Cumul pluie 29 août et 5 septembre (entre broyage et reliquat)						0,8											
Cumul pluie 29 août et 18 octobre (entre broyage et récolte)						1,4											
Cumul pluie 29 août et 5 septembre (entre broyage semis et relicat)																	
Cumul pluie 29 août et 18 octobre (entre broyage semis et récolte)																	
Faisabilité récolte 2020		1				1											
Qualité récolte 2020		1				1											
Cumul pluie 15 mai et 21 juin (entre tontes 1 et 2)		127,4				127,4											
Cumul pluie 21 juin et 9 juillet (entre tontes 2 et 3)		59,8				59,8											
Cumul pluie 9 juillet et 17 juillet (entre tontes 3 et 4)		0				0											
Cumul pluie 15 mai et 17 juillet (entre tontes 1 et 4)		187,2				187,2											
Cumul pluie 17 juillet et 22 septembre (entre tonte 4 et reliquat)		3,2				3,2											
Cumul pluie 17 juillet et 27 octobre (entre tonte 4 et récolte)		3,8				3,8											
Cumul pluie 24 juin et 2 août (entre roulage et broyage)						59,8											
Cumul pluie 2 août et 22 septembre (entre broyage et reliquat)						3,2											
Cumul pluie 2 août et 27 octobre (entre broyage et récolte)						3,8											
Cumul pluie 26 août et 22 septembre (entre broyage semis et reliquat)																	
Cumul pluie 26 août et 27 octobre (entre broyage semis et récolte)																	
Bilan consommation carburant 2018		68,2				24,82											
Bilan consommation carburant 2019		74,2				24,82											
Bilan consommation carburant 2020		74,2				24,82											
<b>Moyenne consommation carburant</b>		(l/ha)				(l/ha)					-47	40	20	0	-20	-40	
Bilan tps W 2018		6,2				2,1											
Bilan tps W 2019		6,2				2,1											
Bilan tps W 2020		4,7				2,1											
<b>Moyenne bilan tps W</b>		(h/ha)				(h/ha)					-3,6	1	0,5	0	-0,5	-1	
Poids fèveole kg/m2 2019																	
Poids trèfle kg/m2 2019																	
Restitutions kg N/ha (calcul MERCI) 2019																	
Restitutions kg P/ha (calcul MERCI) 2019																	
Restitutions kg K/ha (calcul MERCI) 2019																	
Poids fèveole kg/m2 2020																	
Poids trèfle kg/m2 2020																	
Restitutions kg N/ha (calcul MERCI) 2020																	
Restitutions kg P/ha (calcul MERCI) 2020																	
Restitutions kg K/ha (calcul MERCI) 2020																	



Parcelle	Modalités	Ludovic Capelle								Ecart calculé entre la pratique testée et la ref	Echelle d'évaluation de l'écart				
		4-6 tontes				Sur Semis					défavorable	moyen	favorable		
		Douce	Coëtligné			Douce	Coëtligné								
Variété	B1	B2	B3	Moy	B1	B2	B3	Moy							
<b>Blocs et moyennes</b>															
Indice floraison 2018		5	5	5	5,0	4,9	4,8	5	4,9						
Indice floraison 2019		3,05	1,55	1,85	2,2	3,5	2,95	1,85	2,8						
Indice floraison 2020		4,5	4,7	4,1	4,4	4,2	4,3	4,2	4,2						
<b>Moyenne des indices de floraison</b>	1 à 5				3,9				4,0	0,1	-1	-0,5	0	0,5	1
Indice charge 2018		4,4	4,3	4,3	4,3	4,1	3,9	4,6	4,2						
Indice charge 2019		1,8	1,4	1,8	1,7	1,7	2,1	1,5	1,8						
Indice charge 2020		4,5	4,8	5	4,8	3,1	3,8	4,9	3,9						
<b>Moyenne des indices de charge</b>	1 à 5				3,6				3,3	-0,3	-1	-0,5	0	0,5	1
Poids 100 fruits 2018		5,4	5,7	4,62	5,2	5,64	4,7	4,86	5,1						
Poids 100 fruits 2019		0	0	7,7	2,6	7,8	7,1	7,6	7,5						
Poids 100 fruits 2020		9,35	6,88	6,18	7,5	7,95	7,17	6,03	7,1						
<b>Moyenne poids 100 fruits</b>	kg				6,4				6,1	-0,3	-1	-0,5	0	0,5	1
Circonférences 2018	mm	472	499	477	482,7	474	467	443	461,3						
Circonférences 2020	mm	475	505	484	488,0	486	476	446	469,3						
<b>% Grossissement du tronc</b>	%				1%				2%	1%	-10%	-5%	0%	5%	10%
Analyse minérales feuilles 2018	N				1,6				1,6						
	P				0,23				0,22						
	K				1,52				1,29						
	Mg				0,16				0,15						
	Ca				0,62				0,71						
Analyse minérales feuilles 2019	N				1,5				1,3						
	P				0,18				0,18						
	K				1,11				0,98						
	Mg				0,14				0,17						
	Ca				0,69				0,6						
Analyse minérales feuilles 2020	N				1,6				1,6						
	P				0,22				0,17						
	K				1,24				0,91						
	Mg				0,17				0,19						
	Ca				0,79				1,01						
<b>Evolution Azote foliaire</b>	% Matière Sèche				0,00				0,00	0,0	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
<b>Evolution Potasse foliaire</b>	% Matière Sèche				-0,28				-0,38	-0,1	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
<b>Evolution Magnésium foliaire</b>	% Matière Sèche				0,01				0,04	0,0	-0,1	-0,05	0	0,05	0,1
Reliquat azoté 2018	01/10/2018				25,6				40						
Reliquat azoté 2019	05/09/2019				48,4				46						
Reliquat azoté 2020	22/09/2020				35,3				36,2						
<b>Moyenne reliquat azoté</b>	(kg N/ha)				36,4				40,7	4,3	-20	-10,0	0	10	20
Incidence puceron cendré 2019					I1F2				I1F2	2,0					
Incidence puceron cendré 2020					I1F1				I1F1	1,0					
<b>Moyenne dégâts par puceron cendré</b>	Intensité x Fréquence				1,5				1,5	0,0	4	2	0	-2	-4
Tavelure pousses fin conta Primaire	2018	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure fruits fin conta Primaire	2018	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure pousses récolte	2018	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure fruits récolte	2018	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure pousses fin conta Primaire	2019	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure fruits fin conta Primaire	2019	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure pousses récolte	2019	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure fruits récolte	2019	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure pousses fin conta Primaire	2020	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure fruits fin conta Primaire	2020	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure pousses récolte	2020	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
Tavelure fruits récolte	2020	IOFO	IOFO	IOFO	0,0	IOFO	IOFO	IOFO	0,0						
<b>Evolution dégâts tavelure sur pouss</b>	0 à 9				0,0				0,0	0,0	4	2	0	-2	-4
<b>Evolution dégâts tavelure sur pouss</b>	0 à 9				0,0				0,0	0,0	4	2	0	-2	-4
<b>Evolution dégâts tavelure sur fruits</b>	0 à 9				0,0				0,0	0,0	4	2	0	-2	-4
Incidence campagnol rang	début 2019				0,0				0,0						
Incidence campagnol inter-rang	début 2019				0,0				0,0						
Incidence campagnol rang	début 2020				0,0				0,0						
Incidence campagnol inter-rang	début 2020				0,0				0,0						
<b>Evolution pression campagnol rang</b>	0 à 3				0,0				0,0	0,0	-1	-0,5	0	0,5	1
<b>Evolution pression campagnol inter</b>	0 à 3				0,0				0,0	0,0	-1	-0,5	0	0,5	1
Faisabilité récolte 2018					1				2						
Qualité récolte 2018					1				2						
Faisabilité récolte 2019 - 18 octobre 2019					1				2						
Qualité récolte 2019					1				2						
Faisabilité récolte 2020					1				1						
Qualité récolte 2020					1				1						
<b>Moyenne faisabilité de la récolte</b>	1 à 3				1,00				1,67	0,7	1	0,5	0	-0,5	-1
<b>Moyenne qualité de la récolte</b>	1 à 3				#####				#####	#DIV/0!	1	0,5	0	-0,5	-1
Cumul pluie 30 avril et 21 juin (entre tontes 1 et 2)					122,4				5,6						
Cumul pluie 21 juin et 9 juillet (entre tontes 2 et 3)					5,6				31,4						
Cumul pluie 9 juillet et 29 août (entre tontes 3 et 4)					31,4				159,4						
Cumul pluie 30 avril et 29 août (entre tontes 1 et 4)					159,4				0,8						
Cumul pluie 29 août et 5 septembre (entre tonte 4 et reliquat)					0,8				1,4						
Cumul pluie 29 août et 18 octobre (entre tonte 4 et récolte)					1,4				0,8						
Cumul pluie 24 juin et 29 août (entre roulage et broyage)									1,4						
Cumul pluie 29 août et 5 septembre (entre broyage et reliquat)									0,8						
Cumul pluie 29 août et 18 octobre (entre broyage et récolte)									1,4						
Cumul pluie 29 août et 5 septembre (entre broyage semis et reliquat)									0,8						
Cumul pluie 29 août et 18 octobre (entre broyage semis et récolte)									1,4						
Cumul pluie 15 mai et 21 juin (entre tontes 1 et 2)					127,4				59,8						
Cumul pluie 21 juin et 9 juillet (entre tontes 2 et 3)					59,8				0						
Cumul pluie 9 juillet et 17 juillet (entre tontes 3 et 4)					0				187,2						
Cumul pluie 15 mai et 17 juillet (entre tontes 1 et 4)					187,2				3,2						
Cumul pluie 17 juillet et 22 septembre (entre tonte 4 et reliquat)					3,2				3,8						
Cumul pluie 17 juillet et 27 octobre (entre tonte 4 et récolte)					3,8				0						
Cumul pluie 24 juin et 2 août (entre roulage et broyage)									0,6						
Cumul pluie 2 août et 22 septembre (entre broyage et reliquat)									0						
Cumul pluie 2 août et 27 octobre (entre broyage et récolte)									0						
Cumul pluie 26 août et 22 septembre (entre broyage semis et reliquat)									0						
Cumul pluie 26 août et 27 octobre (entre broyage semis et récolte)									0,6						
Bilan consommation carburant 2018					68,2				101,7						
Bilan consommation carburant 2019					74,2				22,7						
Bilan consommation carburant 2020					74,2				18,5						
<b>Moyenne consommation carburant</b>	(l/ha)				72,2				47,6	-25	40	20	0	-20	-40
Bilan tps W 2018					6,2				8,5						
Bilan tps W 2019					6,2				1,9						
Bilan tps W 2020					4,7				1,6						
<b>Moyenne bilan tps W</b>	(h/ha)				5,7				4	-1,7	1	0,5	0	-0,5	-1
Poids féverole kg/m2	2019								1,325						
Poids trèfle kg/m2	2019								1,266						
Restitutions kg N/ha (calcul MERCI)	2019								60						
Restitutions kg P/ha (calcul MERCI)	2019								20						

Parcelle	L. Capelle			Ecart calculé entre RB et R	Impact du roulage/broyage par rapport à la référence	Ecart calculé entre SS et R	Impact du sur-semis par rapport à la référence	Echelle d'évaluation de l'écart						
	R	RB	SS					--	-	0	+	++		
Modalités														
Résultats agronomiques	Moyenne des indices de floraison	1 à 5	3,9	4,0	4,0	0,1	0	0,1	0	--	-	0	+	++
	Moyenne des indices de charge	1 à 5	3,6	3,3	3,3	-0,3	-	-0,3	-	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne poids 100 fruits	kg	6,4	6,5	6,1	0,1	0	-0,3	-	-1	-0,5	0	0,5	1
	% Grossissement du tronc	%	1%	2%	2%	1%	0	0,01	0	-10%	-5%	0%	5%	10%
	Evolution Azote foliaire	% Matière Sèche	0,00	0,00	0,00	0,0	0	0	0	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Potasse foliaire	% Matière Sèche	-0,28	-0,40	-0,38	-0,1	-	-0,1	-	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Magnésium foliaire	% Matière Sèche	0,01	0,03	0,04	0,0	0	0	0	-0,1	-0,05	0	0,05	0,1
Moyenne reliquat azoté	(kg N/ha)	36,4	43,6	40,7	7,2	+	4,3	0	-20	-10,0	0	10	20	
Résultats bio-agresseurs	Moyenne dégâts par puceron cendré	0 à 9	1,5	1,5	1,5	0,0	0	0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	0 à 9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (récolte)	0 à 9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur fruits (récolte)	0 à 9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution pression campagnol rang	0 à 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	rang	0 à 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	-1	-0,5	0	0,5	1
Résultats technico-économiques	Moyenne faisabilité de la récolte	1 à 3	1,00	2,33	1,67	1,3	--	0,7	-	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne qualité de la récolte	1 à 3					0		0	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne consommation carburant	(l/ha)	72,2	24,8	47,6	-47	++	-25	+	40	20	0	-20	-40
	Moyenne bilan tps W (récolte + tonte)	(h/ha)	5,7	2,1	4	-3,6	++	-1,7	+	1	0,5	0	-0,5	-1

Parcelle		H. CORPET							Ecart calculé entre la pratique testée et la ref			Echelle d'évaluation de l'écart		
Modalités		Non pâturé				Pâturé								
Variété		Douce Moën				Douce Moën								
Blocs et moyennes		B1	B2	B3	Moy	B1	B2	B3	Moy	défavorable		moyen		favorable
Indice floraison 2018	1 à 5	4,1	4,9	3,85	4,3	4,15	4,45	4,05	4,2					
Indice floraison 2019		1,4	1,8	3,1	2,1	5	5	4,8	4,9					
Indice floraison 2020		4,7	5	4,9	4,9	1,58	1,95	1,5	1,7					
<b>Moyenne des indices de floraison</b>	1 à 5				<b>3,8</b>				<b>3,6</b>					
Indice charge 2018	1 à 5	4	4,4	3,8	4,1	3,47	3,15	2,3	3,0					
Indice charge 2019		1	1,2	2,1	1,4	3	3,4	3	3,1					
Indice charge 2020		4,05	4,2	3,9	4,1	1,2	1,5	1,3	1,3					
<b>Moyenne des indices de charge</b>	1 à 5				<b>3,2</b>				<b>2,5</b>					
Poids 100 fruits 2018	kg				6,0				4,5					
Poids 100 fruits 2019					pas assez de fruit				pas assez de fruit					
Poids 100 fruits 2020					pas assez de fruit				pas assez de fruit					
<b>Moyenne poids 100 fruits</b>	kg				<b>6,0</b>				<b>4,5</b>					
Circonférences 2018	mm	523	538	527	529,5	528	522	550	533,3					
Circonférences 2020		533	562	538	544,5	543	537	566	548,4					
<b>% Grossissement du tronc</b>	%				<b>3%</b>				<b>3%</b>					
Analyse minérales feuilles 2018	N				2,10				1,80					
	P				0,22				0,17					
	K				1,79				1,62					
	Mg				0,23				0,20					
	Ca				1,03				0,84					
Analyse minérales feuilles 2019	N				1,70				1,60					
	P				0,21				0,18					
	K				1,67				1,64					
	Mg				0,18				0,19					
	Ca				0,77				0,83					
Analyse minérales feuilles 2020	N				1,80				1,40					
	P				0,27				0,20					
	K				1,79				1,45					
	Mg				0,21				0,18					
	Ca				1,02				0,98					
<b>Evolution Azote foliaire</b>	Matière Sèche				-0,30				-0,40					
<b>Evolution Potasse foliaire</b>	Matière Sèche				0,00				-0,17					
<b>Evolution Magnésium foliaire</b>	Matière Sèche				-0,02				-0,02					
Reliquat azoté 2018	(kg N/ha)				31,6				27,6					
Reliquat azoté 2019					36,2				64,3					
Reliquat azoté 2020					42,0				31,0					
<b>Moyenne reliquat azoté</b>	(kg N/ha)				<b>36,6</b>				<b>41,0</b>					
Incidence puceron cendré 2018	IOFO IOFO IOFO				0,0	IOFO IOFO IOFO			0,0					
Incidence puceron cendré 2019	IOFO IOFO IOFO				0,0	IOFO IOFO IOFO			0,0					
Incidence puceron cendré 2020	I1F1 I1F1 IOFO				0,7	IOFO IOFO I1F1			0,3					
<b>Moyenne dégâts par puceron cendré</b>	à x Fréquence				<b>0,2</b>				<b>0,1</b>					
Tavelure pousses fin conta Primaire 2018	IOFO IOFO IOFO				0,0	IOFO IOFO IOFO			0,0					
Tavelure fruits fin conta Primaire 2018	IOFO IOFO IOFO				0,0	IOFO IOFO IOFO			0,0					
Tavelure pousses récolte 2018	I1F2 I1F2 I1F2				2,0	I1F1 I1F1 I1F1			1,0					
Tavelure fruits récolte 2018	I1F1 I2F1 I1F1				1,3	I1F1 I1F1 I1F1			1,0					
Tavelure pousses fin conta Primaire 2019	I1F1 I1F1 I1F1					I2F2 I2F2 I2F2								
Tavelure fruits fin conta Primaire 2019	IOFO IOFO IOFO					I1F1 I1F1 I1F1								
Tavelure pousses récolte 2019	I2,5F3 I2,5F3 I2,5F3					I3F3 I3F3 I3F3								
Tavelure fruits récolte 2019	I1,5F3 I1,5F3 I1,5F3					I2F2 I3F3 I3F3								
Tavelure pousses fin conta Primaire 2020	IO,5FC I1F2 I1F2				1,5	IO,5FC IO,5FC IO,5FC			0,5					
Tavelure fruits fin conta Primaire 2020	nc nc nc					pas de fruits								
Tavelure pousses récolte 2020	I2F3 I2F3 I2F2				5,3	I1F1 I1F1 I1F1			1,0					
Tavelure fruits récolte 2020	I2F2 I2F2 I2F2				4,0	I1F1 I1F1 I1F1			1,0					
<b>Evolution dégâts tavelure sur pousses (c)</b>	0 à 9				-1,5				-0,5					
<b>Evolution dégâts tavelure sur pousses (n)</b>	0 à 9				-3,3				0,0					
<b>Evolution dégâts tavelure sur fruits (récc)</b>	0 à 9				-2,7				0,0					
Incidence campagnol rang début 2019					1,5				2,0					
Incidence campagnol inter-rang début 2019					0,0				0,0					
Incidence campagnol rang début 2020					2,8				1,9					
Incidence campagnol inter-rang début 2020					1,2				0,1					
<b>Evolution pression campagnol rang</b>	0 à 3				1,3				-0,1					
<b>Evolution pression campagnol inter-rang</b>	0 à 3				1,2				0,1					
Faisabilité récolte 2018					1				1					
Faisabilité récolte 2019					non				1					
Qualité récolte 2019					recolte				1					
Cumul Pluie Aout Septembre 2019					nc				nc					
Faisabilité récolte 2020					1				non					
Qualité récolte 2020					1				recolte					
Cumul Pluie Aout Septembre 2020					nc				nc					
<b>Moyenne faisabilité de la récolte</b>	1 à 3				1,00				1,00					
<b>Moyenne qualité de la récolte</b>	1 à 3				1				1					
Bilan consommation carburant 2018					45				30					
Bilan consommation carburant 2019					45				30					
Bilan consommation carburant 2020					45				30					
<b>Moyenne consommation carburant</b>	(l/ha)				<b>45,0</b>				<b>30,0</b>					
Bilan tps W 2018					4,5				3					
Bilan tps W 2019					4,5				3					
Bilan tps W 2020					4,5				3					
<b>Moyenne bilan tps W</b>	(h/ha)				<b>4,5</b>				<b>3</b>					
Anthonomie corymbes 2018	%				5,0				15,0					
Anthonomie corymbes 2019	%	41	60	70	57,0	13	15	19	15,7					
Anthonomie corymbes 2020	%	8	1	8	5,7	0	0	0	0,0					
moyenne anthonomie					22,6				10,2					
Hoplocampe fruits 2018	%				0,0				0,0					
Hoplocampe fruits 2019	%				0,0				0,0					
Hoplocampe fruits 2020	%				0,0				0,0					

	Parcelle	H. Corpet		Ecart calculé entre P et R	Impact de la pâture par rapport à la référence	Echelle d'évaluation de l'écart					
		R	P			--	-	0	+	++	
Modalités											
Résultats agronomiques	Moyenne des indices de floraison	1 à 5	3,8	3,6	-0,1	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne des indices de charge	1 à 5	3,2	2,5	-0,7	--	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne poids 100 fruits	kg	6,0	4,5	-1,5	--	-1	-0,5	0	0,5	1
	% Grossissement du tronc	%	3%	3%	0%	0	-10%	-5%	0%	5%	10%
	Evolution Azote foliaire	% Matière Sèche	-0,30	-0,40	-0,1	-	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Potasse foliaire	% Matière Sèche	0,00	-0,17	-0,2	--	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Magnésium foliaire	% Matière Sèche	-0,02	-0,02	0,0	0	-0,1	-0,05	0	0,05	0,1
Moyenne reliquat azoté	(kg N/ha)	36,6	41,0	4,4	0	-20	-10,0	0	10	20	
Résultats bio-agresseurs	Moyenne dégâts par puceron cendré	0 à 9	0,2	0,1	-0,1	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	0 à 9	-1,5	-0,5	-1,0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (récolte)	0 à 9	-3,3	0,0	-3,3	+	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur fruits (récolte)	0 à 9	-2,7	0,0	-2,7	+	4	2	0	-2	-4
	Evolution pression campagnol rang	0 à 3	1,3	-0,1	1,4	++	-1	-0,5	0	0,5	1
	Evolution pression campagnol inter-rang	0 à 3	1,2	0,1	1,1	+	-1	-0,5	0	0,5	1
	Evolution pression Anthonome	% bouquets touchées	22,6	10,2	12,4	++	-10	-5,0	0	5	10
	Evolution pression Carpocapse	% fruits attaqués	0	0	0	0	-10	-5,0	0	5	10
	Evolution pression Hoplocampe	% fruits attaqués	0	0	0	0	-10	-5,0	0	5	10
Résultats technico-économiques	Moyenne faisabilité de la récolte	1 à 3	1,00	1,00	0,0	0	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne qualité de la récolte	1 à 3	1	1	0,0	0	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne consommation carburant	(l/ha)	45,0	30,0	-15	+	40	20	0	-20	-40
	Moyenne bilan tps W (récolte + tonte)	(h/ha)	4,5	3	-1,5	++	1	0,5	0	-0,5	-1

	Parcelle	L. Capelle			Ecart calculé entre RB et R	Impact du roulage/broyage par rapport à la référence	Ecart calculé entre SS et R	Impact du sur-semis par rapport à la référence	Echelle d'évaluation de l'écart					
		R	RB	SS					--	-	0	+	++	
Modalités														
Résultats agronomiques	Moyenne des indices de floraison	1 à 5	3,9	4,0	4,0	0,1	0	0,1	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne des indices de charge	1 à 5	3,6	3,3	3,3	-0,3	-	-0,3	-	-1	-0,5	0	0,5	1
	Moyenne poids 100 fruits	kg	6,4	6,5	6,1	0,1	0	-0,3	-	-1	-0,5	0	0,5	1
	% Grossissement du tronc	%	1%	2%	2%	1%	0	0,01	0	-10%	-5%	0%	5%	10%
	Evolution Azote foliaire	% Matière Sèche	0,00	0,00	0,00	0,0	0	0	0	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Potasse foliaire	% Matière Sèche	-0,28	-0,40	-0,38	-0,1	-	-0,1	-	-0,2	-0,10	0	0,05	0,2
	Evolution Magnésium foliaire	% Matière Sèche	0,01	0,03	0,04	0,0	0	0	0	-0,1	-0,05	0	0,05	0,1
Moyenne reliquat azoté	(kg N/ha)	36,4	43,6	40,7	7,2	+	4,3	0	-20	-10,0	0	10	20	
Résultats bio-agresseurs	Moyenne dégâts par puceron cendré	0 à 9	1,5	1,5	1,5	0,0	0	0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (contamination primaire)	0 à 9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur pousses (récolte)	0 à 9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution dégâts tavelure sur fruits (récolte)	0 à 9	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	4	2	0	-2	-4
	Evolution pression campagnol rang	0 à 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	-1	-0,5	0	0,5	1
	Evolution pression campagnol inter-rang	0 à 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	-1	-0,5	0	0,5	1
Résultats technico-économiques	Moyenne faisabilité de la récolte	1 à 3	1,00	2,33	1,67	1,3	--	0,7	-	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne qualité de la récolte	1 à 3					0		0	1	0,5	0	-0,5	-1
	Moyenne consommation carburant	(l/ha)	72,2	24,8	47,6	-47	++	-25	+	40	20	0	-20	-40
Moyenne bilan tps W (récolte + tonte)	(h/ha)	5,7	2,1	4	-3,6	++	-1,7	+	1	0,5	0	-0,5	-1	