

---

# COMPTE-RENDU PAUPFL ACTION 11

---

## Table des matières

Action 1 : Evaluation de produits sur le vol retour de <i>Dysaphis plantaginea</i> .....	2
I. Protocole.....	2
II. Résultats.....	5
III. Discussion des résultats et conclusion.....	8
Action 2 : Stratégies de protection en agriculture biologique et conventionnelle.....	10
I. Protocole.....	10
II. Résultats.....	15
III. Discussion des résultats et conclusions.....	22

Hélène Joie (SudExpé), Bertrand Alison (CTIFL), Louise Schneyder (SudExpé)

Janvier 2024

# Action 1 : Evaluation de produits sur le vol retour de *Dysaphis plantaginea*

## I. Protocole

### 1. Description de la parcelle

#### a. Localisation de l'essai :

La parcelle d'essai est située sur le site de SudExpé à Marsillargues (34590) avec pour coordonnées géographiques : 43.634567876730685, 4.170051128350408

L'essai est mené sur la variété Ariane, car sensible au puceron. La parcelle d'essai est située sur une parcelle conduite en PFI, avec une densité de 4 m\* 1,50 m.

#### b. Dispositif d'expérimentation

L'objectif de cet essai factoriel est de tester des produits pour lutter contre le vol retour du puceron cendré, *Dysaphis plantaginea*. Les produits avec des propriétés aphicides sont positionnés sur le pic et la fin du vol retour, les produits avec des propriétés répulsives sont placés plus tôt.

Le dispositif utilisé est un dispositif de blocs de Fischer à 4 répétitions. Les parcelles élémentaires sont constituées de 5 arbres, dont 3 centraux seront dédiés aux observations

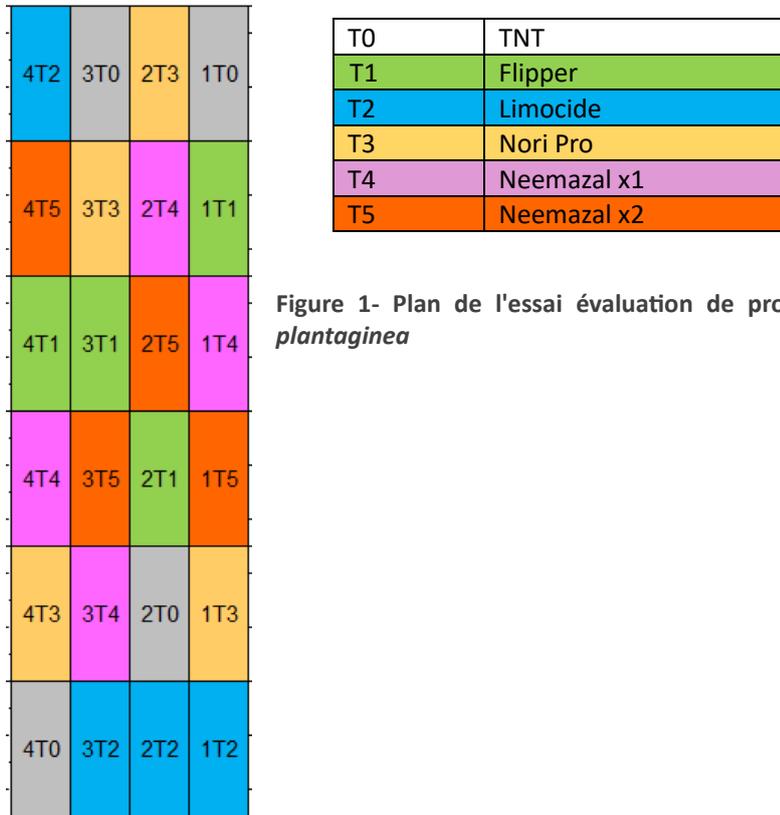
#### Modalités :

Les modalités testées en 2023 sont les suivantes :

Tableau 1- Modalités testées contre le vol retour du puceron cendré

Modalité	Nom	Description des produits	Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3	Traitement 4
			Début du vol	Pic du vol	Fin du vol T2 + 7 jours	Fin du vol bis T2 + 7 jours
M0	Témoin non traité	/				
M1	Flipper	5 L/ha	X	X		
M2	Limocide	4 L/ha	X	X		
M3	Nori Pro	0.75 L/ha		X	X	X
M4	Neemazal x1	2 L/ha		X		
M5	Neemazal x2	2 L/ha		X	X	

Les applications sont réalisées à l’automne 2022 et les notations au printemps 2023. Aucun traitement ne sera réalisé en sortie d’hiver ou en pré-floraison afin d’évaluer les effets des traitements automnaux. L’essai pourra être interrompu par l’application d’azadirachtine ou de spirotétramate si la pression devient trop forte, impliquant des dommages importants sur la récolte ou le développement de l’arbre.



### Méthode d’application :

Les traitements sont réalisés avec un appareil pneumatique à dos motorisé à 500 l/ha (marque STIHL®). Les conditions météorologiques lors des applications et tout au long de l’essai seront relevées sur la station météo à proximité de la parcelle. Le vol retour du puceron sera suivi via des pièges jaunes, dit pièges cuvettes. Les pièges seront relevés plusieurs fois par semaine afin de positionner les traitements au plus proche des stades critiques.

## 2. Observations réalisées et variables d’études

### a. Observations réalisées

Dès la sortie des premières fondatrices des mesures de fréquence et d’intensité seront réalisées en suivant le protocole développé par Simon et Capoview (2021) : *Rosy apple aphid dynamics on apple in spring*. Les mesures auront lieu tous les 7 à 10 jours jusqu’à la floraison. Selon le niveau d’intensité de l’infestation, les arbres seront traités avec une spécialité à base de spirotetramate, et les notations s’arrêteront (3 à 4

observations). Si les arbres ne sont pas traités, les notations poursuivent jusqu'à la chute des populations (5 à 6 observations environ).

Les observations sont réalisées sur les 3 arbres centraux, sur les deux faces des arbres (ouest/est). A chaque observation, 100 pousses par parcelle élémentaires sont choisies aléatoirement, soit 50 pousses par face. Les pousses ne doivent pas être choisies en fonction de la présence ou l'absence de dégâts visibles, il est donc important de bien respecter le caractère aléatoire du choix. Les pousses sont choisies à hauteur d'homme. Pour chaque pousse, une classe d'intensité est associée en fonction du nombre de pucerons observés (Tableau 2).

Tableau 2- Correspondance entre le nombre de pucerons observés et la classe d'abondance

Classe d'abondance	Nombre de pucerons
A	Aucun puceron
B	1-5
C	6-25
D	26-50
E	51-125
F	> 125

## b. Variables d'études

Avec ces observations, nous obtenons les variables suivantes :

- Les intensités d'infestation : pour chaque parcelle élémentaire, le nombre de fois où chaque classe d'intensité est présente.
- La fréquence d'infestation : pour chaque parcelle élémentaire le nombre de pousse contenant au moins un puceron pour les 100 pousses, soit le nombre de foyers actifs.

$$F = \frac{100 - \text{nombre de pousses en classe A}}{100}$$

## c. Analyses statistiques :

Les analyses statistiques sont réalisées sous Excel-R.

La fréquence d'infestation est analysée avec une ANOVA pour déterminer les groupes homogènes si la p-value est inférieure à 0.05. les analyses sont réalisées date par date, les deux variables explicatives sont la modalité et le bloc. Les analyses statistiques sont réalisées avec Rstudio.

Les classes d'abondance seront analysées avec le modèle à lien cumulatif (adaptée pour les variables qualitatives ordonnées). Ce modèle permet de comparer un profil de classe d'abondance, c'est-à-dire l'ensemble des classes d'abondance attribuées à une modalité et de comparer ces profils. Seul l'effet de la modalité est testé et chaque date de notation est analysée indépendamment. Modèle validé avec une valeur de conditionnement de la matrice hessienne inférieure à  $10^6-5$ .

La fréquence est analysée avec un GLMM binomial (Generalized /Link Mixed Model) sur une loi bêta (package glmmTMB), l'effet de la modalité et de la date est testé, ainsi que leur interaction. Modèle validé avec indépendance des résidus et leur homoscedasticité.

## II. Résultats

### 1. Conditions d'applications à l'automne

La Figure 2 et la Figure 3 montrent les captures du vol retour des pucerons ainsi que les conditions météo lors des applications à l'automne 2022. Les identifications dans les pièges jaunes ne sont pas spécifiques à *Dysaphis plantaginea* car l'identification à l'œil nu n'est pas facile. Bien que moins spécifique à notre thématique, une dynamique similaire est observée à ce que l'on attend.

Les deux premiers traitements (14/10 et 26/10) sont ceux réalisés avec le Limocide ou le Flipper tandis que les trois derniers traitements réalisés (02/11, 08/11 et 15/11) sont les traitements avec le Nori Pro. Le dernier traitement (15/11) a eu lieu juste après un épisode pluvieux important (environ 45 mm). De légères pluies ont eu lieu après le traitement, mais plus de 12h après l'application, ne remettant pas en cause les conditions d'applications nécessaires.

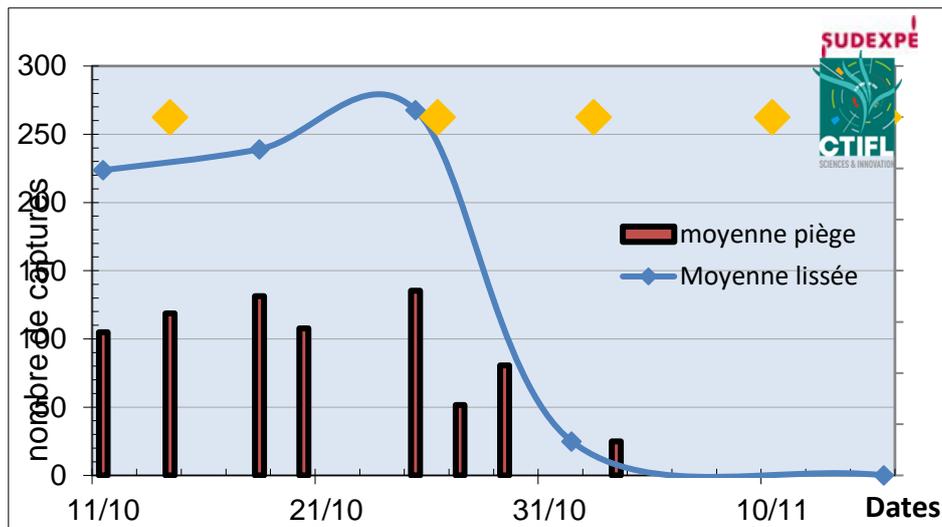


Figure 2- Captures moyennes de pucerons pour les 4 pièges journalières et lissées à la semaine, dates de traitements pour l'automne 2023

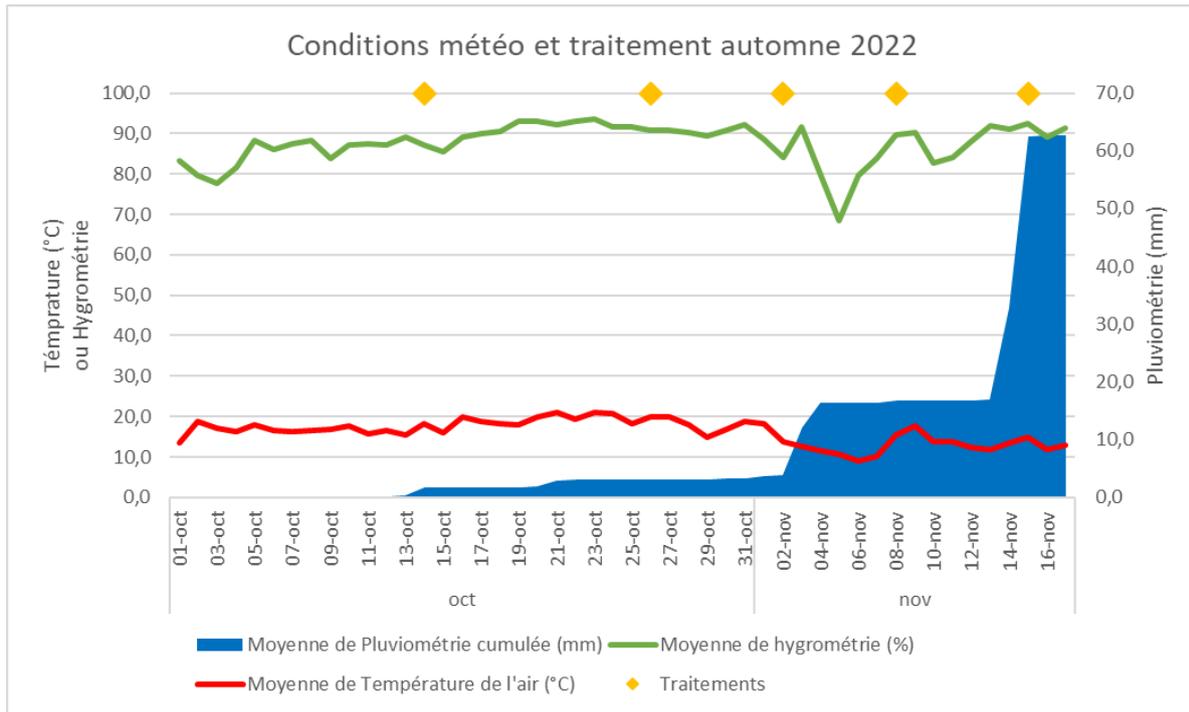


Figure 3- Conditions météorologiques et traitements à l'automne 2022

## 2. Fréquence des foyers

La Figure 4 présente les fréquences de foyers actifs observés à partir du 5 avril sur la variété Ariane. La fréquence de foyers (nombre de foyers actifs sur 100 pousses) est faible de façon générale sur l'ensemble de la saison sur cette parcelle, en effet le témoin non traité montre 14% de pousses avec des foyers au maximum. Aucune différence statistique n'est observée entre les modalités pour chacune des dates ( $p$ -value > 0,05).

On observe bien la progression de l'infestation avec une fréquence croissante jusqu'au 3 mai, pic de l'infestation puis une légère diminution au 16 mai, marquant potentiellement le début de la migration vers l'hôte secondaire.

Le Flipper et le Limocide montre une faible efficacité avec moins de 5 points de différences que le témoin (TNT) en mai (3 et 16 mai). Le Nori Pro et le NeemAzal-T/S® en une ou deux applications montrent une bonne efficacité puisque le 3 mai, au pic de de l'infestation, la fréquence ne dépasse pas les 2%. Au 16 mai, la modalité Nori Pro semble moins bien fonctionner puisque 4% des pousses présentent un foyer. Les modalités avec un ou deux NeemAzal-T/S® ne dépassent pas les 2% de foyers actifs ce qui est très satisfaisant.

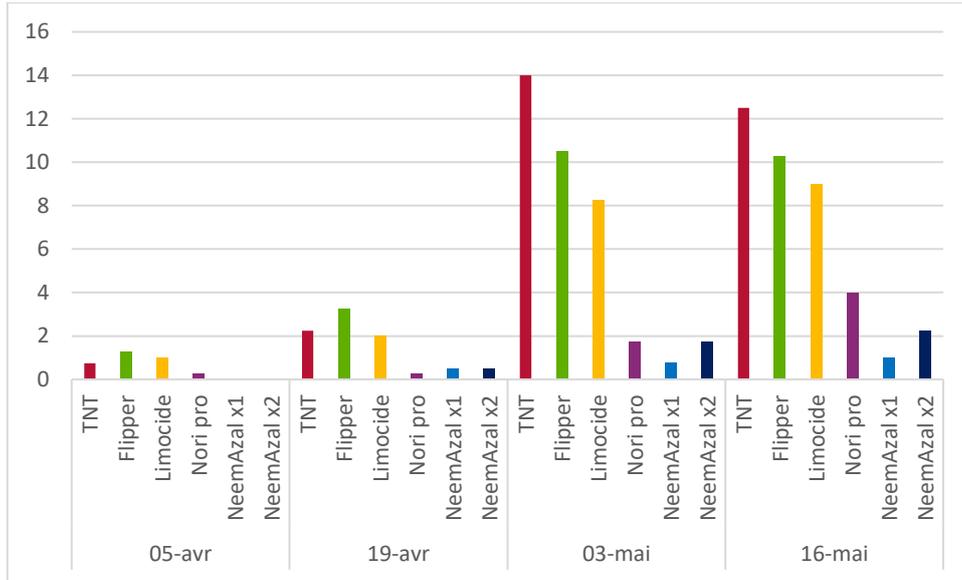


Figure 4- Fréquence des foyers actifs entre le 5 avril et 16 mai avec les traitements d'automne

### 3. Profils de classe

Les profils de classes n'ont pas été analysés avec le modèle à ce jour, mais les graphiques sont disponibles dans la Figure 5. Au 5 avril, les foyers présents sont encore peu importants, avec uniquement la classe B (1 à 5 pucerons) pour toutes les modalités, sauf celles traitées avec du NeemAzal T/S®. Dès le 19 avril, les foyers présents grossissent (progression de classe) et d'autres foyers apparaissent (réduction du nombre de pousses en classe A).

L'infestation est la plus forte pour le témoin non traité (TNT) avec toutes les classes représentées au cours du cycle. À l'inverse, dans les modalités traitées au NeemAzal-T/S® les foyers n'évoluent presque pas. Les modalités Limocide et Flipper ont un comportement plus proche de celui du témoin, comme pour les fréquences de foyers. La modalité Nori Pro est intermédiaire avec une infestation peu intense jusqu'au pic le 3 mai. Seule la date du 16 mai montre des foyers plus gros.

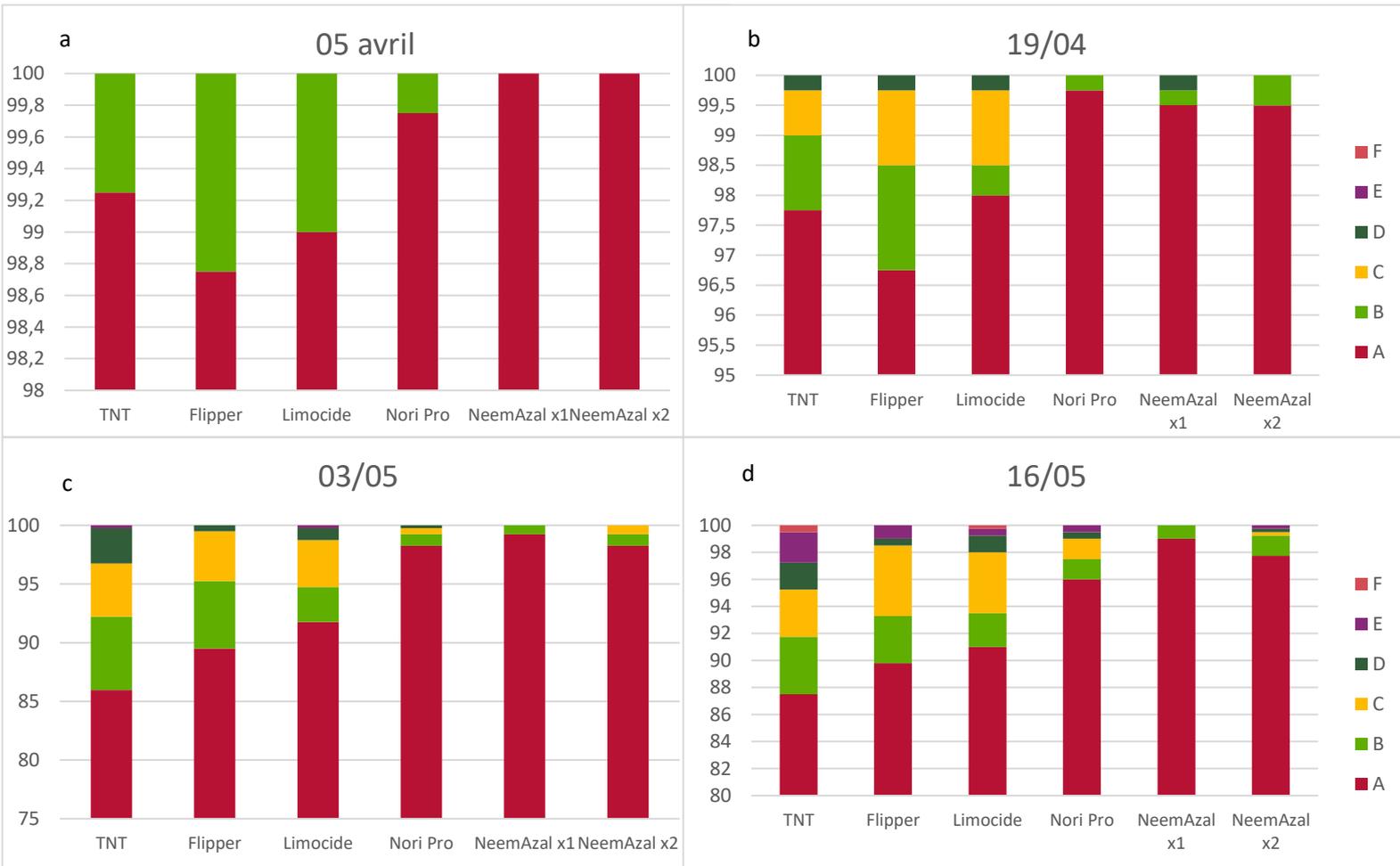


Figure 5- Classe d'intensité des différentes modalités pour les 4 dates de notations (a à d)

### III. Discussion des résultats et conclusion

La pression puceron sur la parcelle d'essai est faible à moyenne en 2023 avec 14% de pousses touchées sur le témoin non traité, malgré l'absence de traitement contre les stades hivernants des ravageurs. Ce taux d'infestation (foyer actif et taille des foyers), même dans un témoin n'est pas acceptable dans un contexte de production. Dans un contexte d'expérimentation, le renouvellement des applications dans un contexte de pression plus forte permettra de confirmer les tendances observées.

Les traitements d'automne à base de NeemAzal-T/S® et de Nori Pro ont permis de maîtriser en grande partie les populations. Le Flipper ou le Limocide n'ont eux pas montré d'effet sur ce positionnement, puisque la pression est très proche du témoin non traité.

Le positionnement du Flipper ou du Limocide autour du pic de vol ne semble pas être optimal. Ce positionnement avait choisi pour empêcher les populations de s'installer sur le pommier (hypothèse d'une répulsivité du Limocide -Huile essentielle d'orange douce), contrairement au Nori Pro ou au NeemAzal-T/S® qui ont été positionné pour détruire les populations en cours d'installation sur le pommier.

Le Flipper (savon noir potassique) ainsi que le Limocide (huile essentielle d'orange douce), tous les deux produits de contacts, seront testé sur un positionnement plus tardif, similaire à celui du Nori Pro pour toucher plus d'individus à l'automne 2023.

Bien que le NeemAzal-T/S ai montré une bonne efficacité, le produit n'est pas homologué sur fruits à pépins et bénéficie d'une homologation depuis plusieurs années. Ces données pourraient supporter un dossier d'homologation, mais la substance active (azadirachtine) fait l'objet d'une action au sein du PAUPFL. Bien que montrant des résultats intéressants, cela ne semble pas être une piste viable sur le long terme.

Malgré une pression faible en *Dysaphis plantaginea*, d'autres ravageurs, habituellement maîtrisés avec les traitements contre les stades, ont été observé, notamment le rhynchite rouge (*Tatianaerhynchites aquatus*) avec des dégâts sur fruits.

## Action 2 : Stratégies de protection en agriculture biologique et conventionnelle

### I. Protocole

#### 1. Description de la parcelle

##### a. Localisation de l'essai :

La parcelle d'essai est située sur le site de SudExpé à Marsillargues (34590) avec pour coordonnées géographiques : 43.634567876730685, 4.170051128350408

L'essai est mené sur la variété Granny, variété sensible au puceron. La parcelle d'essai est située sur une parcelle conduite en PFI, avec une densité de 3,60 m\* 1,15 m. Une zone est définie pour les stratégies AB contre le puceron et une autre pour les stratégies PFI contre le puceron.

##### b. Dispositif d'expérimentation

L'objectif de cet essai factoriel est de tester des produits pour lutter contre le puceron cendré, *Dysaphis plantaginea* avec une stratégie au printemps et à l'automne. Les produits avec des propriétés aphicides sont positionnés à l'automne sur le vol retour et au printemps pour limiter le développement des populations installées.

Le dispositif utilisé est un dispositif de blocs de Fischer à 4 répétitions. Les parcelles élémentaires sont constituées de 5 arbres, dont 3 centraux seront dédiés aux observations.

Les applications sont réalisées à l'automne 2022 et au printemps 2023. L'essai pourra être interrompu par l'application d'azadirachtine ou de spirotétramate si la pression devient trop forte, impliquant des dommages importants sur la récolte ou le développement de l'arbre.

Le témoin non traité M0 est exclus de la zone d'expérimentation en bio et est situé au sein de la zone d'expérimentation en conventionnelle.

#### Méthode d'application :

Les traitements sont réalisés avec un appareil pneumatique à dos motorisé à 500 l/ha (marque STIHL®).

Les conditions météorologiques lors des applications et tout au long de l'essai seront relevées sur la station météo à proximité de la parcelle.

Le vol retour du puceron sera suivi via des pièges jaunes, dit pièges cuvettes. Les pièges seront relevés plusieurs fois par semaine afin de positionner les traitements au plus proche des stades critiques.

Au printemps, un suivi régulier des stades phénologiques sur les parcelles permet de positionner les traitements.

## Modalités :

Les modalités testées en 2023 sont les suivantes pour les modalités en agriculture biologique (Tableau 3) et en PFI (Tableau 4) :

**Tableau 3- Modalités testées en agriculture biologique**

		Automne		Sortie Hiver		Pré-floraison	Floraison		Post flo	
		traitement 1	traitement 2	traitement 3	traitement 4	traitement 5	traitement 6	traitement 7	traitement 8	traitement 9
Positionnement		début du vol retour 14/10	pic du vol retour 26/10	stade B 09/03	Stade C 23/03	Stade E2 06/04	Stade F2 12/04	stade G-H 20/04	T10+7j 27/04	T11+7j 04/05
Modalités AB	* M0									
	A1			huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Neemazal 2 L/ha		Neemazal 2 L/ha		
	A2	Flipper 5L/ha	Flipper 5L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Neemazal 2 L/ha	Flipper 5L/ha			
	A3	Flipper 5L/ha	Flipper 5L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Neemazal 2 L/ha		Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes
	A4	Limocide 6 L/ha	Limocide 6 L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Neemazal 2 L/ha	Flipper 5L/ha			
	A5	Limocide 6 L/ha	Limocide 6 L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Neemazal 2 L/ha		Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes
	A6	Flipper 5L/ha	Flipper 5L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Limocide 6 L/ha	Flipper 5L/ha			
	A7	Flipper 5L/ha	Flipper 5L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Limocide 6 L/ha		Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes
	A8	Limocide 6 L/ha	Limocide 6 L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Limocide 6 L/ha	Flipper 5L/ha			
	A9	Limocide 6 L/ha	Limocide 6 L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Limocide 6 L/ha		Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes

Tableau 4- Modalités testées en PFI

	Automne					Sortie Hiver		Pré-floraison	Floraison		Post flo		
	Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3	Traitement 4	Traitement 5	Traitement 6	Traitement 7	Traitement 8	Traitement 9	Traitement 10	Traitement 11	Traitement 12	
Positionnement	avant pic de vol retour 14/10	pic de vol retour 26/10	fin du vol retour 02/11	T3 + 7 jours 10/11	T4 + 7 jours 15/11	Stade B/C 08/03	Stade C3 21/03	Stade E2 05/04	Stade F2 12/04	stade G-H 20/04	T10+7j 27/04	T11+7j 04/05	
Modalités PFI	M0												
	M1					huile 10 L/ha Karaté zéon 0,110 L/ha		Teppeki 0,14 kg/ha		Movento 1,9 L/ha			
	M2			Nori Pro 0,75 L/ha	Nori Pro 0,75 L/ha	Nori Pro 0,75 L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Teppeki 0,14 kg/ha				
	M3			Nori Pro 0,75 L/ha	Nori Pro 0,75 L/ha	Nori Pro 0,75 L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Limocide 6 l/ha	Flipper 5 L/ha			
	M4			Nori Pro 0,75 L/ha	Nori Pro 0,75 L/ha	Nori Pro 0,75 L/ha	huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Limocide 6 l/ha		Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes
	M5						huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Teppeki 0,14 kg/ha				
	M6						huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Limocide 6 l/ha	Flipper 5 L/ha			
	M7						huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Limocide 6 l/ha		Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes
	M8	Flipper 5 L/ha	Flipper 5 L/ha				huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Teppeki 0,14 kg/ha				
	M9	Flipper 5 L/ha	Flipper 5 L/ha				huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Limocide 6 l/ha	Flipper 5 L/ha			
M10	Flipper 5 L/ha	Flipper 5 L/ha				huile 10 L/ha	huile 10 L/ha	Limocide 6 l/ha		Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes	Œufs de chrysopes	

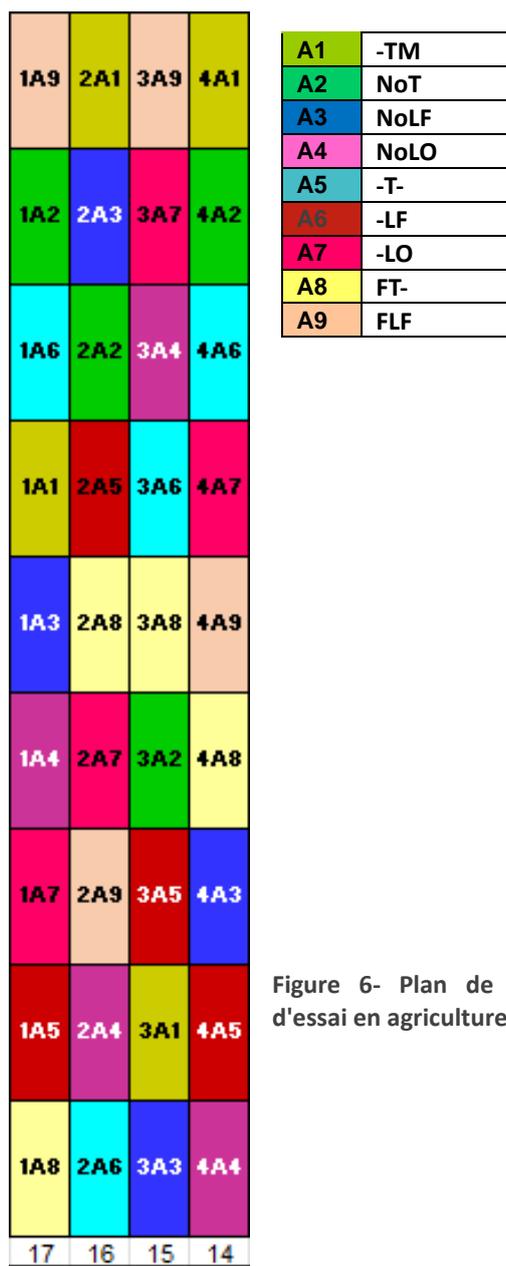


Figure 6- Plan de la parcelle d'essai en agriculture biologique

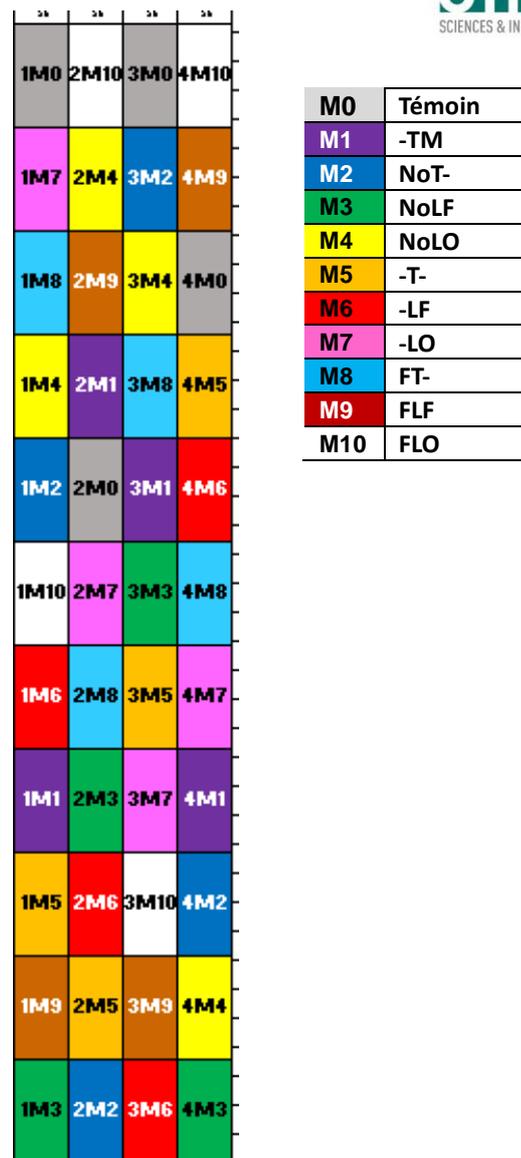


Figure 7- Plan de la parcelle d'essai en PFI

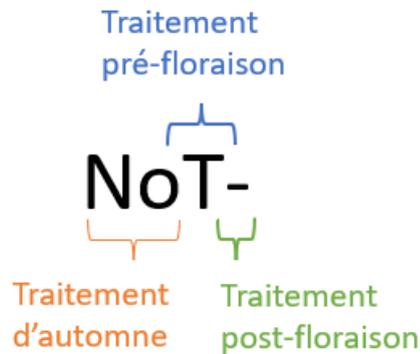
Les stratégies mise en place dans les différentes modalités sont codées de la façon suivante dans les graphiques présentés : le traitement à l'automne puis le traitement pré-floraison puis le traitement post-et floraison. (voir légende des figures 6 et 7). Les produits utilisés sont codés de la façon suivante :

Tableau 5- Code utilisé pour les modalités

Produit utilisé	Code
Nori Pro	No
Flipper	F
Limocide	L
NeemAzal-T/S	Ne
Œufs de chrysopes (Koppert)	O
Movento	M
Pas de traitement	-

Les traitements sur les stades hivernants à base d’huile sont tous identiques pour toutes les modalités et ne sont donc pas présentés dans les codes.

La modalité M2 (Tableau 4 et ) a été traitée avec du Nori Pro à l’automne, puis deux huiles aux stades C et C3 suivi d’un Teppeki en préfloraison et pas de traitement en post-floraison. Le code de la stratégie est donc :



## 2. Observations réalisées et variables d’études

### a. Observations réalisées

Dès la sortie des premières fondatrices des mesures de fréquence et d’intensité seront réalisées en suivant le protocole développé par Simon et Capoview (2021) : *Rosy apple aphid dynamics on apple in spring*. Les mesures auront lieu tous les 7 à 10 jours jusqu’à la floraison. Selon le niveau d’intensité de l’infestation, les arbres seront traités avec une spécialité à base de spirotetramate, et les notations s’arrêteront (3 à 4 observations). Si les arbres ne sont pas traités, les notations poursuivent jusqu’à la chute des populations (5 à 6 observations environ).

Les observations sont réalisées sur les 3 arbres centraux, sur les deux faces des arbres (ouest/est). A chaque observation, 100 pousses par parcelle élémentaires sont choisies aléatoirement, soit 50 pousses par face. Les pousses ne doivent pas être choisies en fonction de la présence ou l’absence de dégâts visibles, il est donc important de bien respecter le caractère aléatoire du choix. Les pousses sont choisies à hauteur d’homme. Pour chaque pousse, une classe d’intensité est associé en fonction du nombre de pucerons observés (Tableau 2, page 4).

### b. Variables d’études

Avec ces observations, nous obtenons les variables suivantes :

- Les intensités d’infestation : pour chaque parcelle élémentaire, le nombre de fois où chaque classe d’intensité est présente.
- La fréquence d’infestation : pour chaque parcelle élémentaire le nombre de pousse contenant au moins un puceron pour les 100 pousses, soit le nombre de foyers actifs.

$$F = \frac{100 - \text{nombre de pousses en classe } A}{100}$$

### c. Analyses statistiques :

Les analyses statistiques sont réalisées avec Rstudio.

La fréquence est analysée avec un GLMM binomial (Generalized /Link Mixed Model) sur une loi bêta (package glmmTMB), l'effet de la modalité et de la date est testé, ainsi que leur interaction. Modèle validé avec indépendance des résidus et leur homoscedasticité.

Les classes d'abondance sont analysées avec le modèle à lien cumulatif (adaptée pour les variables qualitatives ordonnées). Ce modèle permet de comparer un profil de classe d'abondance, c'est-à-dire l'ensemble des classes d'abondance attribuées à une modalité et de comparer ces profils. Seul l'effet de la modalité est testé et chaque date de notation est analysée indépendamment. Modèle validé avec une valeur de conditionnement de la matrice hessienne inférieure à  $10^6$ .

## II. Résultats

### 1. Conditions d'applications

Les conditions et dates d'applications à l'automne sont les mêmes que pour l'action 1 car dépendent du retour du pucerons et non des stades phénologiques (voir la Figure 3). La Figure 8 donne les conditions d'applications pour les traitements réalisés au printemps 2023, pour les modalités en AB comme en PFI puisque les traitements sont pilotés selon le stade phénologique. Les deux traitements à base d'huile (et de Kazarté zéon pour la modalité M1 en PFI) ne sont pas représentés sur le graphique. Ils ont eu lieu le 9 et 23 mars 2023, au stade B/C et C3.

La floraison de Granny a eu lieu entre le 10 avril (stade F1) et le 20 avril (stade H), avec une pleine floraison au 12 avril. La floraison a été tardive par rapport aux autres années et assez longue (environ 10 jours entre l'ouverture de la fleur centrale et la fin de la chute des pétales)

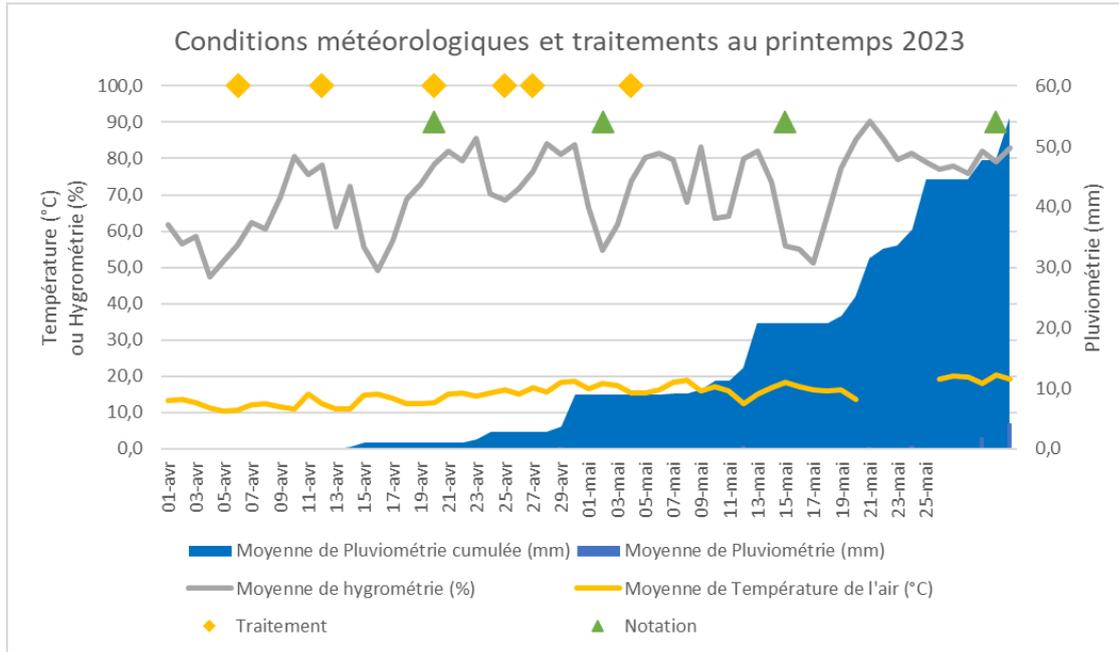


Figure 8- Conditions météorologiques et traitements au printemps 2023

## 2. Fréquence des foyers actifs

### a. Modalités en AB

La Figure 9 présente la proportion moyenne de foyers actifs, ou fréquence de foyers actifs pour les 4 dates de notation et pour les différentes modalités. La pression sur les parcelles de Granny traitée en bio contre le puceron ont une pression moyenne avec, au plus fort du cycle 35% de foyers actifs. Le cycle a été assez tardif en 2023, synchrone avec les stades végétatifs, avec un démarrage des foyers peu avant le 20 avril, une progression jusqu'au 15 mai, puis une chute des populations après le 15 mai pour arriver à un nombre de foyers actifs presque nul au 30 mai. Les deux dates centrales (2 mai et 15 mai) montrent les résultats les plus intéressants en termes de différences statistiques.

Au 20 avril (période de floraison), aucune différence entre les modalités dues aux traitements d'automne ou les traitements pré-floral ne sont visibles (application de NeemAzal-T/S, de Limocide ou de Flipper).

Au 2 mai, toutes les modalités avec du NeemAzal-T/S® en positionnement pré-floral ont une fréquence de pousses attaquées plus faible que les modalités sans NeemAzal-T/S®, avec un peu moins de 10% de pousses attaquées, contre 12 à 23% pour les autres modalités. Tout autre effet des traitements automnaux ou pré-post-floral semblent gommés par l'application de NeemAzal en post-floral.

A cette date, 2 traitements avec des œufs de chrysopes ont déjà eu lieu (respectivement 15 et 6 jours avant la notation du 2 mai). Les modalités avec pulvérisation d'œufs de chrysopes, sans NeemAzal-T/S pré-floral, (FLO et LLO) ont une fréquence de foyers actifs plus faible que les modalités sans œufs de chrysopes et avec du Flipper (FLF et LLF), même s'il n'y a pas de différence statistique.

Au 15 mai, toutes les applications ont eu lieu. Les modalités avec NeemAzal-T/S (Référence, FNeF, FNeO, LNeF ou LNeO) ont une fréquence de foyers actifs qui reste faible (toujours inférieure à 10%) mais aucune différence n'est visible, comme pour la date précédente, les traitements post-floraux n'ont pas d'effets visibles.

Les modalités sans NeemAzal-T/S® voient le nombre de foyers actifs progressé, toujours avec une différence entre les modalités avec ou sans pulvérisation d'œufs de chrysope.

## b. Modalités en PFI

Pour les modalités en PFI, il n'y a pas d'interaction entre les variables date et modalité, donc les données ne peuvent être analysées que pour la variable modalité. Les données présentées donc une moyenne ajustée de la fréquence des 4 dates par modalité.

La pression est assez faible puisque la fréquence de foyers actifs est en moyenne de 7% sur le témoin non traité. La référence PFI avec du Teppeki et du Movento montre une bonne efficacité pour ce niveau de pression avec environ 2% de foyers actifs.

Le reste des modalités, à l'exception celles avec du Limocide en pré-floral, montre une fréquence de foyers actifs, intermédiaire entre la référence et le témoin. Quelques différences statistiques sont visibles, mais sans cohérence avec les stratégies mises en place. Les différences observées sont sûrement dues à une hétérogénéité d'infestation à l'automne et ne permettent pas de conclure quand à une stratégie plus efficace.

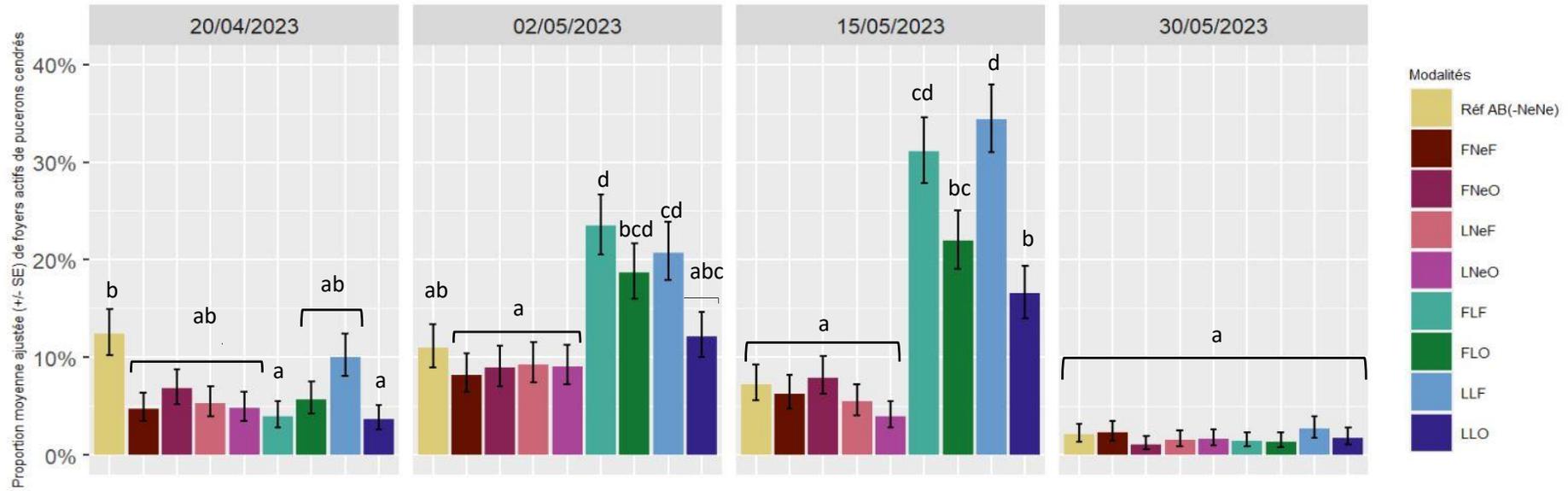


Figure 9- Fréquence ajustée par date pour les 4 dates de notation pour les modalités AB

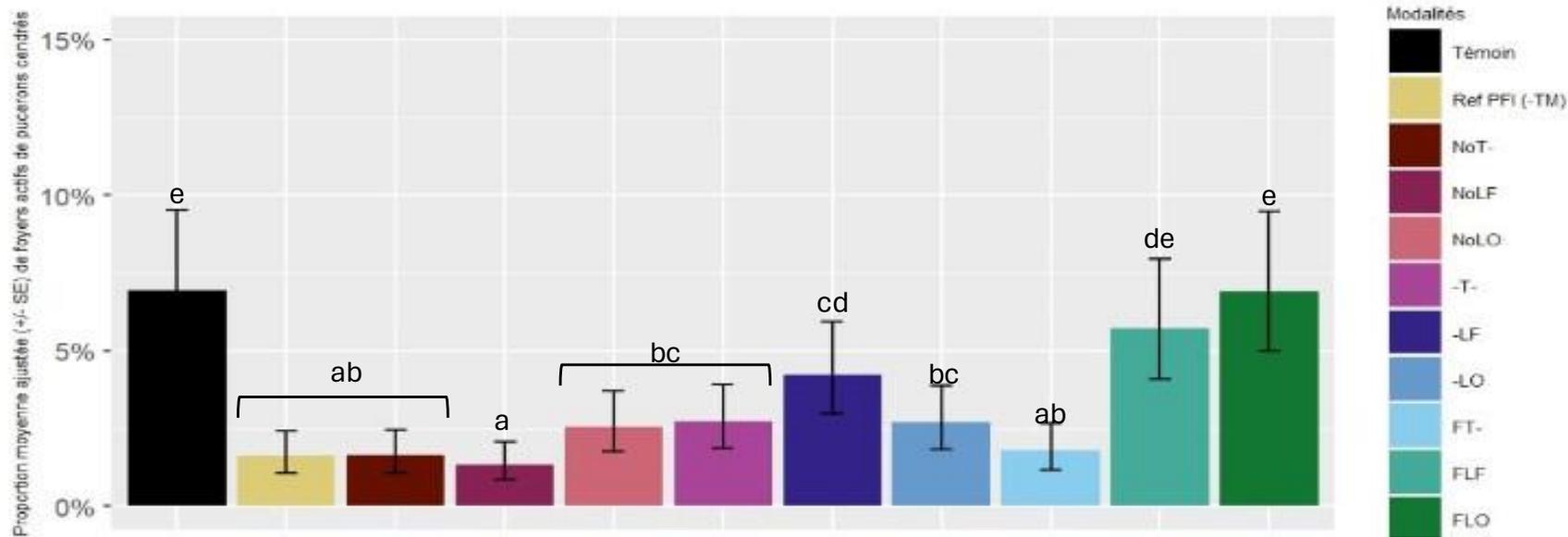


Figure 10- Fréquence moyenne des 4 dates de notations pour les modalités en PFI

### 3. Profil de classe

#### a. Modalités en AB

Pour les données du 20 avril, le modèle ne converge pas car les pressions sont trop faibles et il y a trop de classe A « aucun puceron ». En revanche, le modèle converge pour les 3 autres dates de notations (Figure 11 à Figure 13).

Au 2 mai (Figure 12) et au 15 mai (Figure 11), les modalités avec du NeemAzal-T/S en pré-floral n'ont pas un profil de classe différent de celui de la référence en AB avec une infestation peu intense. En revanche, les modalités sans azadirachtine, ont des profils d'intensité plus grave que les autres modalités. Dans l'ordre croissant d'intensité il y a les modalités avec œufs de chrysopes (FLO et LLO) puis les modalités sans œufs de chrysopes (FLF et LLF).

Au 30 mai (Figure 13), la modalité référence, même si la fréquence de foyers de diminue, les foyers restants sont de classe plus importante. La référence a le profil le plus grave en intensité, statistiquement similaire à celle de la modalité LLF. Le reste des modalités est statistiquement similaire, avec une infestation moins grave que dans les autres modalités.

#### b. Modalités PFI

De la même façon que pour les modalités en AB, la pression en PFI est trop faible au 20 avril pour que le modèle puisse fonctionner sur ces données. Ne sont présentés que les données pour les 3 autres dates de notation.

Au 2 mai (Figure 15), le témoin non traité présente un profil d'intensité plus fort que la plupart des modalités, à l'exception de la modalité FLO et FLF. A l'inverse, les modalités NoT-, NoLF, -T-, -LO et FT- montre un profil d'intensité très peu marqué. Les modalités référence (-TM), NoLO et -LF ont des profil intermédiaires.

Au 15 mai (Figure 14), toutes les modalités montre un profil d'intensité plus important qu'au 2 mai. Les modalités avec le Tepeki en en préfloraison (-TM, NoT-, -T-, et FT-) ont une intensité de population moins importante que les autres modalités.

Au 30 mai (Figure 16), a part sur le témoin, les populations ont diminué, avec une moindre présence des classes les plus importante. Les modalités les moins touchées sont la modalité référence et la modalité NoLF avec quelques foyers en classe d'abondance faible. Un deuxième groupe se distingue avec les modalités NoT-, NoLO, -T-, -LF, -LO, FT-. Enfin, les modalités témoin ; FLO et FLF ont les profils d'intensité les plus marqués.

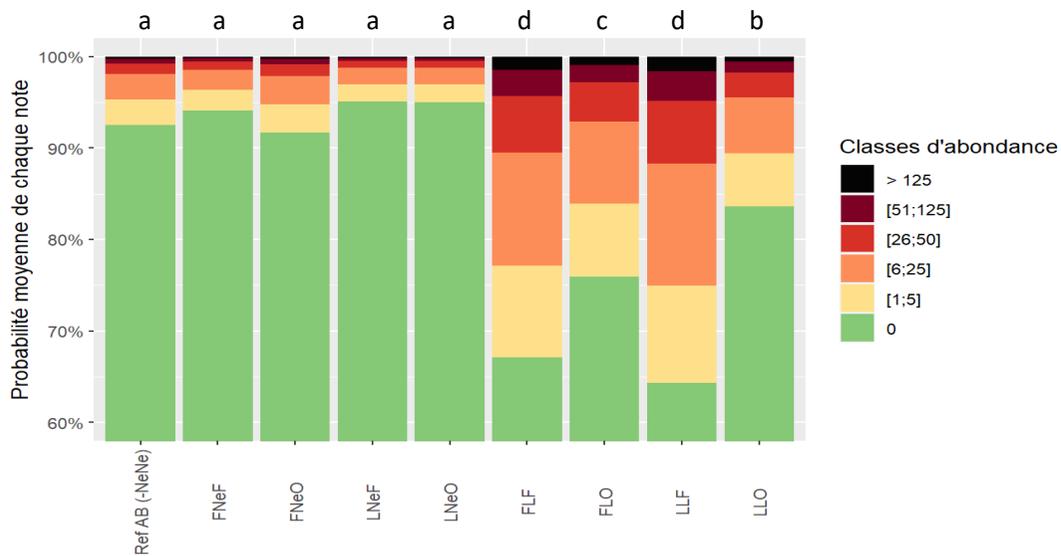


Figure 12- Probabilité moyenne de chaque classe pour les modalités en AB, 02/05

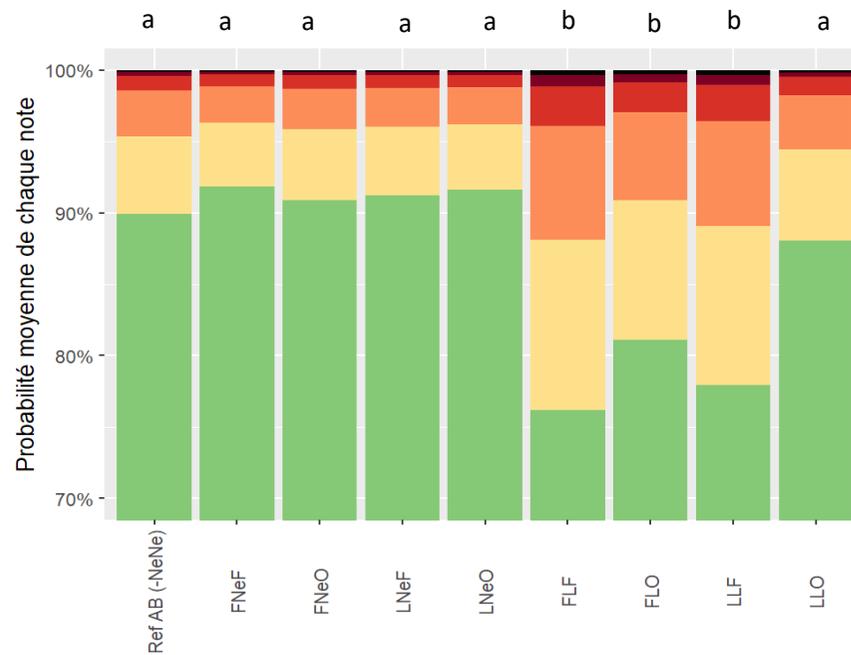


Figure 11- Probabilités moyenne de chaque classe pour les modalités en AB, 15/05

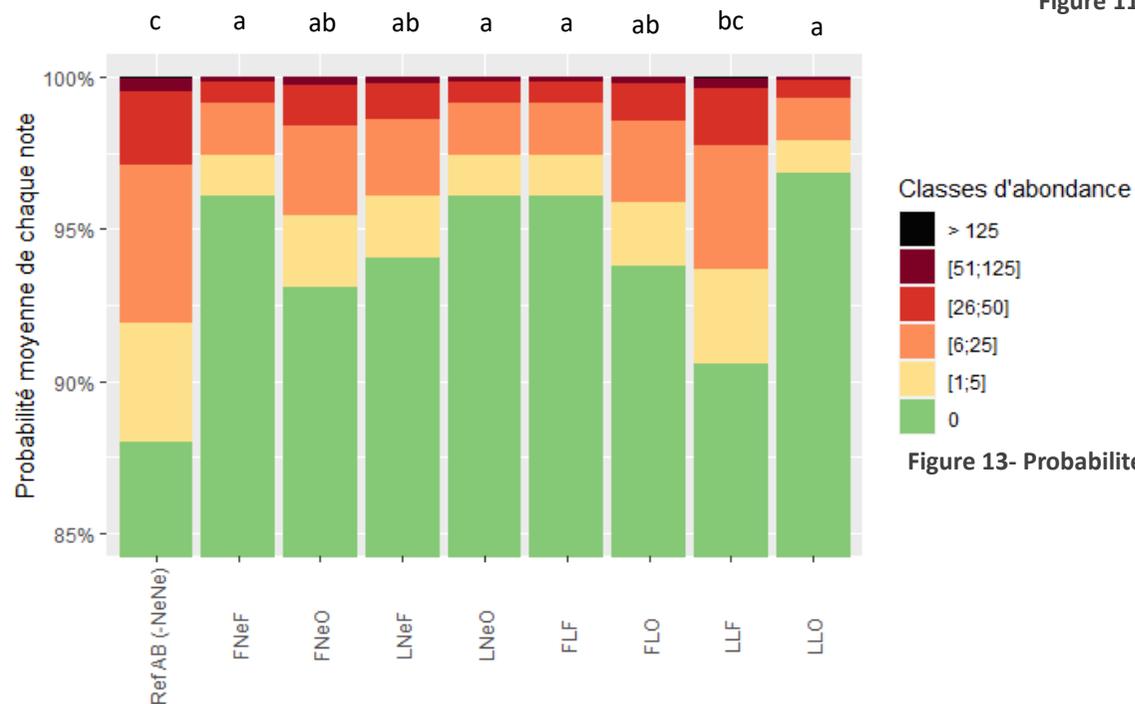


Figure 13- Probabilité moyenne de chaque classe pour les modalités en AB, 30/05

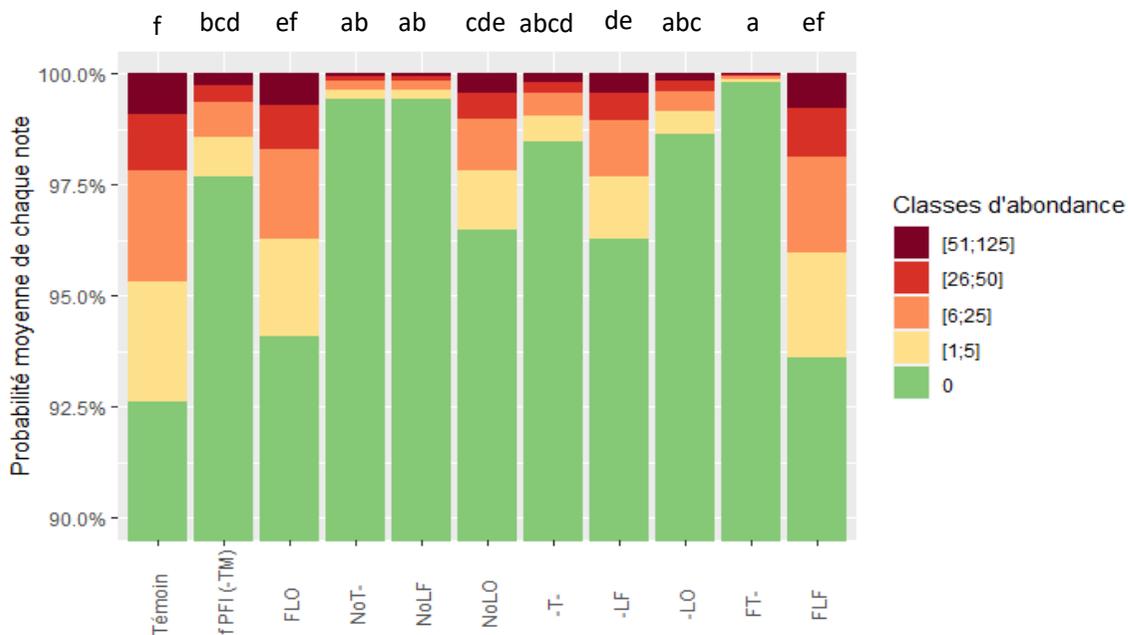


Figure 15- Probabilité moyenne de chaque classe pour les modalités en PFI, 02/05

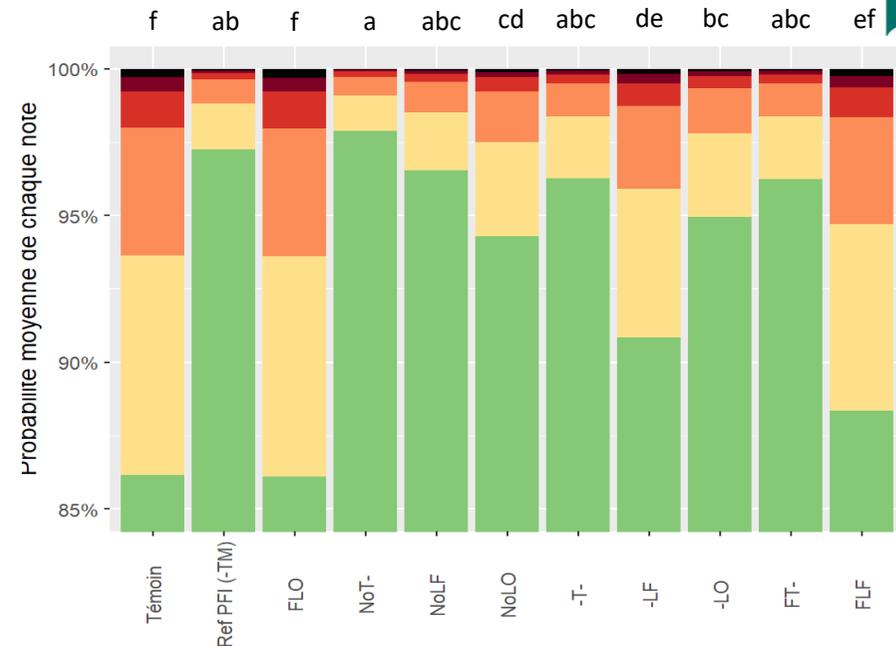


Figure 14- Probabilité moyenne de chaque classe pour les modalités en PFI, 15/05



Figure 16- Probabilité moyenne de chaque classe pour les modalités en PFI, 30/05

### III. Discussion des résultats et conclusions

La pression est assez hétérogène entre la zone d'essai en AB et la zone d'essai en PFI, pourtant accolée. L'absence de témoin non traité inclus dans la partie AB est d'autant plus regrettable avec cette hétérogénéité. Cela sera corrigé en 2024.

La pression étant plus importante dans la partie AB, il est plus simple d'observer des tendances que pour la partie en PFI. Néanmoins on peut conclure que le Limocide ou le Flipper positionné respectivement en pré-floral ou pendant la floraison ne permettent pas de maîtriser les populations de pucerons cendrés comme le NeemAzal-T/S positionné en pré-floral. Le Flipper ou les œufs de chrysopes ne permettent pas d'obtenir une efficacité du même ordre que le NeemAzal-T/S en post-floral.

Malgré ces premières conclusions, les œufs de chrysopes pulvérisés en substitution, s'il ne permettent pas de réduire le nombre de foyers, semblent diminuer l'intensité des foyers. Il semble que ces traitements ont permis de freiner le développement des populations au sein des foyers, mais pas la dissémination des foyers, uniquement dans les modalités sans azadirachtine. Elles fonctionnent donc comme un traitement curatif en cas de pression suffisante. En effet, si les populations de pucerons ne sont pas assez importantes, les chrysopes n'ont potentiellement pas assez à manger et les adultes migrent vers des zones avec plus de ressources alimentaires. C'est d'ailleurs pour cette raison que l'effet des chrysopes n'est pas visible dans la partie PFI, puisque la pression y est trop faible.

Le manque d'efficacité des produits apportés en substitution pré-florale peut être expliqué par le fait que les produits sont des produits de contact purs tandis que le NeemAzal ou le Teppeki présentent des propriétés translaminaires qui permettent de toucher des foyers déjà enroulés. Le projet SIMPA (CasDAR, 2021-2024) a montré une meilleure efficacité de produits de contacts lorsqu'ils sont placés grâce au modèle RimPro sur le début de la première génération plutôt que selon les stades phénologiques (ce qui revient à traiter sur le pic de la 1<sup>ère</sup> génération)

Nous avons vu dans l'action 1 que le positionnement du Flipper et du Limocide avait été trop tardif ne permettant pas une bonne efficacité. A l'inverse, le Nori Pro avait été placé sur des populations installées et a montré une meilleure efficacité. Ce résultat est retrouvé dans les stratégies testées ici, puisque les modalités avec Nori Pro ont à chaque fois des foyers moins gros que d'autres modalités, tandis que les traitements à l'automne à base de Flipper ou Limocide ne montrent aucun ajout d'efficacité à la stratégie.

Tout ceci nous pousse à revoir les positionnements des traitements de contacts pour l'automne 2023 et le printemps 2024. A l'automne, il faut placer les produits de contact après la fin du vol retour pour toucher des populations en cours d'installation et avant qu'elles ne se reproduisent. Au printemps, il faut positionner les produits de contact plus précocement que ce qui est fait avec les produits de référence (Teppeki ou NeemAzal), avec l'aide du modèle RimPro. Il faut garder à l'esprit que le modèle puceron RimPro n'est pas encore validé, mais les travaux des stations de La Pugère et de La Morinière (CTIFL) ainsi que ceux SudExpé permettent de mieux utiliser cet outil.